

PLAN DE REHABILITACIÓN

SITIO S0118

(Sitio Botadero Comunidad Olaya)

**Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación
de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la
cuenca del río Corrientes**

Preparado para:



Elaborado por:



Av. La Paz N° 1381, Miraflores, Lima – Perú
RPM: #943903565, Tel. 255-8500 / 986664361
proyectos@jci.com.pe, www.jci.com.pe

PY-1801

Julio, 2019

LIMA-PERÚ

ÍNDICE GENERAL

ACRÓNIMOS.....	20
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	23
INTRODUCCIÓN	34
1. DATOS GENERALES.....	35
1.1 Nombre y/o Razón Social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación.....	35
1.2 Nombre y firma del representante legal (en su caso).	35
1.3 Domicilio para recibir notificaciones.	35
1.4 Datos de las empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación.....	35
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	37
2.1 Ubicación.....	37
2.2 Descripción de las condiciones ambientales: geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal entre otras.	39
2.2.1 Geología.....	39
2.2.2 Hidrogeología	41
2.2.3 Hidrología	46
2.2.4 Topografía	49
2.2.5 Climáticas	50
2.2.6 Suelos	50
2.2.7 Geomorfología.....	51
2.2.8 Cobertura vegetal.....	51
2.3 Grupos de interés (actores sociales y claves).	52
3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO.....	72
3.1 Antecedentes históricos del sitio impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos documentos ambientales).....	72
3.1.1 Investigación histórica	73
3.2 Uso actual del área.....	82
3.3 Características del entorno: fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).	82
3.3.1 Fuentes potenciales en el entorno.....	82
3.3.2 Focos potenciales de contaminación en el entorno.....	83
3.3.3 Fuentes potenciales de contaminación dentro del sitio	83

3.3.4	Focos potenciales de contaminación dentro del sitio	85
3.3.5	Vías de propagación.....	86
3.4	Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos; e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.....	86
3.5	Método para la caracterización del sitio impactado:	87
3.5.1	Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance.	87
3.5.2	Descripción del trabajo en campo.	91
3.5.3	Materiales y aspectos logísticos.....	103
3.5.4	Custodia y procedimientos de aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas.....	104
3.6	Descripción de los resultados de campo y de laboratorio.	107
3.6.1	Resultados de campo (época húmeda).....	108
3.6.2	Resultados de campo (época seca)	117
3.6.3	Resultados de laboratorio.....	121
3.7	Interpretación de los resultados.....	128
3.7.1	Suelos	128
3.7.2	Agua superficial	140
3.7.3	Sedimentos	140
3.7.4	Geofísica	140
3.7.5	Agua subterránea	147
3.7.6	Componente flora y fauna	147
3.7.7	Hidrobiología	154
3.8	Delimitación del sitio impactado (técnico y topográfico) y estimación de áreas y volúmenes.....	161
3.9	Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial, considerando:	165
3.9.1	Fuentes de los contaminantes.....	167
3.9.2	Potenciales receptores de la contaminación.	168
3.9.3	Potenciales rutas y vías de exposición (mecanismos de transporte).	170
3.9.4	Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro.	171
3.9.5	Factores que modifiquen el efecto de los contaminantes sobre los receptores.....	171
3.9.6	Otros factores diferentes a los contaminantes evaluados.	171
3.9.7	Resultados de campo.....	171
3.10	Interpretación de los resultados.....	174

3.10.1	Determinación de los contaminantes.....	177
3.10.2	Aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.	177
3.11	Base de información en el sistema informático respectivo.	178
4.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA.....	180
4.1	Definición del Problema. Para los contaminantes identificados se debe evaluar:	183
4.2	Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial.	198
4.2.1	Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP).....	198
4.2.2	Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial	208
4.3	Evaluación de la toxicidad de los CP.....	213
4.3.1	Toxicidad para seres humanos.....	213
4.3.2	Toxicidad para receptores ecológicos.	214
4.4	Evaluación de la exposición.	220
4.5	Rutas y Vías de Exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos.	227
4.6	Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro.	230
4.7	Factores que modifiquen el efecto de los contaminantes sobre los receptores.....	231
4.8	Otros factores de estrés diferentes a los contaminantes evaluados.....	232
4.9	Factores culturales y sociales.....	233
4.10	Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM.	252
4.11	Análisis de incertidumbres incluyendo los aspectos relacionados de los costos estimados.....	300
4.12	Determinación de los niveles de remediación específicos (para humanos y receptores ecológicos).	308
4.13	Conclusiones y recomendaciones.....	310
5.	ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN	314
5.1	Objetivos generales y específicos de la rehabilitación del sitio considerando los resultados del ERSA y factores socioculturales de las poblaciones locales.....	314
5.2	Justificación.....	314
5.3	Propuesta de uso futuro del sitio impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado.	314
5.4	Alcance de la rehabilitación.....	317
5.5	Descripción y análisis de las alternativas de remediación.....	318
5.5.1	Descripción de las alternativas de remediación.....	318

5.5.2	Análisis de alternativas de remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos ambientales y sociales incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha.	332
5.5.3	Resultados de ensayos de laboratorio y/o ensayo piloto similares.....	342
5.5.4	Análisis de costo/efectividad de las posibles alternativas.....	351
5.5.5	Propuesta seleccionada de acciones de remediación.....	354
5.5.6	Análisis de los riesgos operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo.....	355
5.5.7	Lista de alternativa de remediación aplicable.....	358
5.6	Planificación detallada de la alternativa seleccionada.....	358
5.6.1	Superficie y volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido.	358
5.6.2	Descripción de las acciones de remediación y rehabilitación que correspondan.	365
5.6.3	Descripción de insumos y mano de obra, así como los costos necesarios.	367
5.6.4	Descripción de las actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora.	375
5.6.5	Descripción de los residuos y/o emisiones.....	380
5.7	Plan de Manejo Ambiental.....	383
5.7.1	Identificación de impactos ambientales.....	383
5.8	Plan de Manejo de Residuos.....	392
5.9	Plan de Control y Monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación.	398
5.9.1	Programa de monitoreo de la calidad de aire y ruido.....	398
5.9.2	Plan de monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos.....	399
5.9.3	Programa de monitoreo de la revegetación.....	400
5.10	Plan de muestreo de comprobación o verificación.....	400
5.11	Cronograma y presupuesto de las actividades de remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra.	401
5.11.1	Cronograma.....	401
5.11.2	Presupuesto general (estimado de costos).....	404
5.11.3	Especificaciones técnicas.....	407
5.12	Plan de Monitoreo post ejecución de obra.....	413
5.12.1	Plan de monitoreo de lixiviados.....	413
5.12.2	Plan de monitoreo de agua subterránea.....	414
5.13	Matriz de beneficios de los impactos sociales.....	417
5.14	Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en el proceso de elaboración a las poblaciones locales.....	418

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1	Distribución de los sitios impactados por sectores	37
Cuadro 2-2	Acceso al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	37
Cuadro 2-3	Características generales de la cuenca del río Corrientes	47
Cuadro 2-4	Precipitación media mensual (mm) (2000-2006).....	47
Cuadro 2-5	Ficha social de relevamiento.....	53
Cuadro 2-6	Ficha de observación participante.....	53
Cuadro 2-7	Ficha de percepciones	54
Cuadro 2-8	Entrevistas en comunidades	54
Cuadro 2-9	Distancia del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la CN José Olaya	55
Cuadro 2-10	Población de la CN José Olaya.....	55
Cuadro 2-11	Institución educativa según nivel educativo y estadísticas.....	58
Cuadro 2-12	Pesca para consumo humano	62
Cuadro 2-13	Morbilidad en la CN José Olaya.....	64
Cuadro 2-14	Reconocimiento y Titulación de la CN José Olaya.....	66
Cuadro 3-1	Documentos y estudios técnicos disponibles del sitio de estudio	72
Cuadro 3-2	Resumen de los alcances de los estudios previos consultados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	81
Cuadro 3-3	Fuentes potenciales de contaminación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	83
Cuadro 3-4	Fuentes potenciales de contaminación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	83
Cuadro 3-5	Evidencias de contaminación sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	85
Cuadro 3-6	Vías de propagación	86
Cuadro 3-7	Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: primera temporada.....	88
Cuadro 3-8	Cálculo del número de sondeos total.....	89
Cuadro 3-9	Sondeos complementarios.....	90
Cuadro 3-10	Rango de Lecturas del COVs	92
Cuadro 3-11	Ubicación de sondeos manuales	108
Cuadro 3-12	Ubicación de los puntos de muestreo y código de muestra enviada al laboratorio	110
Cuadro 3-13	Ubicación de la muestra duplicada	110

Cuadro 3-14	Caudales aforados en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ...	111
Cuadro 3-15	Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial	112
Cuadro 3-16	Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos	112
Cuadro 3-17	Ubicación de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT)	113
Cuadro 3-18	Características técnicas de la instalación de los piezómetros.....	115
Cuadro 3-19	Medición y purga del nivel freático de los piezómetros	115
Cuadro 3-20	Ubicación de los puntos de muestro de calidad de agua subterránea	116
Cuadro 3-21	Ubicación de los transectos de flora y fauna.....	117
Cuadro 3-22	Ubicación de estaciones de muestreo hidrobiológico	117
Cuadro 3-23	Ubicación de sondeos manuales (complementarios).....	118
Cuadro 3-24	Caudales aforados en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ...	118
Cuadro 3-25	Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial	119
Cuadro 3-26	Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos	120
Cuadro 3-27	Variación del nivel freático	120
Cuadro 3-28	Ubicación de los puntos de muestro de calidad de agua subterránea	121
Cuadro 3-29	Ubicación de estaciones de muestreo hidrobiológico	121
Cuadro 3-30	Resumen de normativa utilizada para evaluación de resultados	122
Cuadro 3-31	Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda)	123
Cuadro 3-32	Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca)	124
Cuadro 3-33	Resumen de los resultados de laboratorio de agua superficial (época húmeda)	124
Cuadro 3-34	Resumen de los resultados de laboratorio de agua superficial (época seca)	124
Cuadro 3-35	Resumen de los resultados de laboratorio de sedimentos (época húmeda)	125
Cuadro 3-36	Resumen de los resultados de laboratorio de sedimentos (época seca)	125
Cuadro 3-37	Resumen de los resultados de laboratorio de aguas subterránea (época húmeda).....	125
Cuadro 3-38	Resumen de los resultados de laboratorio de aguas subterránea (época seca)	126
Cuadro 3-39	Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo para calidad agrícola o suelo agrícola	127
Cuadro 3-40	Análisis de los niveles de fondo	129
Cuadro 3-41	Estadístico de valores de metales no contemplados en normas peruanas - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	136
Cuadro 3-42	Resultados de Bario para el sitio 118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ..	138

Cuadro 3-43	Concentraciones de TCLP - Temporada Húmeda	139
Cuadro 3-44	Lista de especies de flora registrada con uso potencial.....	148
Cuadro 3-45	Lista de especies de fauna más comunes dentro del área de estudio (Pluspetrol, 2008).....	150
Cuadro 3-46	Lista de especies de fauna registrada con uso potencial.....	152
Cuadro 3-47	Índice de ocurrencia e índice de actividad de Boddicker para mamíferos ..	153
Cuadro 3-48	Número de especies de fitoplancton por estación de monitoreo.....	154
Cuadro 3-49	Abundancia del fitoplancton por estación de monitoreo.....	155
Cuadro 3-50	Número de especies, individuos e índices de diversidad fitoplancton.....	155
Cuadro 3-51	Número de especies de zooplancton por estación de monitoreo.....	156
Cuadro 3-52	Abundancia de zooplancton por estación de monitoreo.....	156
Cuadro 3-53	Número de especies, individuos e índices de diversidad de zooplancton...	157
Cuadro 3-54	Número de especies de perifiton por estación de monitoreo	157
Cuadro 3-55	Abundancia de perifiton por estación de monitoreo	158
Cuadro 3-56	Número de especies, individuos e índices de diversidad de perifiton	158
Cuadro 3-57	Número de especies de bentos por orden	159
Cuadro 3-58	Abundancia de especies de bentos por orden en las estaciones de monitoreo	160
Cuadro 3-59	Número de especies, individuos e índices de diversidad de bentos	160
Cuadro 3-60	Superficies y volúmenes de suelo contaminado	161
Cuadro 3-61	Tipos de uso/aprovechamiento de las especies de flora, fauna terrestre y peces por parte de las poblaciones locales	170
Cuadro 3-62	Resumen de excedencias de muestras de suelo (época húmeda).....	172
Cuadro 3-63	Resumen de excedencias de muestras de agua superficial (época húmeda)	172
Cuadro 3-64	Resumen de excedencias de muestras de agua superficial (época seca)..	173
Cuadro 3-65	Resumen de excedencias de muestras de sedimentos (época húmeda) ...	173
Cuadro 3-66	Resumen de excedencias de muestras de sedimentos (época seca)	173
Cuadro 3-67	Resumen de excedencias de muestras de agua subterránea (época húmeda)	174
Cuadro 3-68	Resumen de excedencias de muestras de agua subterránea (época seca)174	
Cuadro 4-1	Fuentes potenciales de contaminación	183
Cuadro 4-2	Número de muestras tomadas en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Ambas épocas.....	184
Cuadro 4-3	Determinación de los contaminantes de preocupación (suelo).....	200
Cuadro 4-4	Determinación de los contaminantes de preocupación (agua subterránea) 201	

Cuadro 4-5	Determinación de los contaminantes de preocupación (Sedimentos).....	202
Cuadro 4-6	Parámetros no seleccionados como Contaminantes de Preocupación	202
Cuadro 4-7	Contaminantes de preocupación para el escenario humano del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).....	204
Cuadro 4-8	Contaminantes de preocupación para escenario ecológico - Suelo en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	206
Cuadro 4-9	Determinación de los contaminantes de preocupación para escenario ecológico - Sedimentos	207
Cuadro 4-10	EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).....	215
Cuadro 4-11	Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	217
Cuadro 4-12	Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	217
Cuadro 4-13	Evaluación de toxicidad de la comunidad bentónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	218
Cuadro 4-14	NOAEL para CP de la matriz suelos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	220
Cuadro 4-15	Receptor/Escenario humano 1 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	222
Cuadro 4-16	Receptor/Escenario humano 2 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	222
Cuadro 4-17	Receptor/Escenario humano 3 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	223
Cuadro 4-18	Parámetros de los contaminantes de preocupación para suelos	224
Cuadro 4-19	Parámetros de los contaminantes de preocupación para sedimentos	225
Cuadro 4-20	Parámetros de exposición utilizados para los receptores humanos.....	225
Cuadro 4-21	Fuentes consultadas para el cálculo de la dosis de exposición	226
Cuadro 4-22	Vías de exposición del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	231
Cuadro 4-23	Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación.....	232
Cuadro 4-24	Ficha social de relevamiento.....	234
Cuadro 4-25	Ficha de observación participante.....	234
Cuadro 4-26	Ficha de percepciones	235
Cuadro 4-27	Entrevistas en comunidades	235
Cuadro 4-28	Distancia del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la CN José Olaya	236
Cuadro 4-29	Población de la CN José Olaya.....	236
Cuadro 4-30	Institución educativa según nivel educativo y estadísticas.....	239

Cuadro 4-31	Pesca para consumo humano	243
Cuadro 4-32	Morbilidad en la CN José Olaya	245
Cuadro 4-33	Reconocimiento y titulación de la CN José Olaya	247
Cuadro 4-34	Vías de exposición para los escenarios considerados	253
Cuadro 4-35	Riesgo Cancerígeno según Índice de Riesgo	254
Cuadro 4-36	Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 1 ...	256
Cuadro 4-37	Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 2 - Adulto	259
Cuadro 4-38	Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 2 – Niño	260
Cuadro 4-39	Riesgo no cancerígeno - Criterios	262
Cuadro 4-40	Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas - Escenario Humano 1 ...	264
Cuadro 4-41	Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Adulto	267
Cuadro 4-42	Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Niño	269
Cuadro 4-43	Índice de Peligrosidad para CP no cancerígenas - Escenario humano 3 ...	272
Cuadro 4-44	Factor corrector para evaluación de biodisponibilidad de metales (Tessier)	276
Cuadro 4-45	Parámetro I _{ECA}	277
Cuadro 4-46	Parámetro I _{MEDIO} (N° medios afectados)	277
Cuadro 4-47	Parámetro I _{PARA EXCED}	278
Cuadro 4-48	Parámetro in-situ (suelo)	279
Cuadro 4-49	Parámetro F _{in-situ} (sedim)	279
Cuadro 4-50	Parámetro F _{in-situ} (agua sup)	280
Cuadro 4-51	Parámetro F _{in-situ} (flora/fauna)	280
Cuadro 4-52	Parámetro F _{EXT}	281
Cuadro 4-53	Parámetro F _{ACT}	281
Cuadro 4-54	Parámetro F _{Inund}	282
Cuadro 4-55	Parámetro Top	283
Cuadro 4-56	Parámetro K	283
Cuadro 4-57	Parámetro CV	283
Cuadro 4-58	Parámetro PGw1	284
Cuadro 4-59	Parámetro PGw2	284
Cuadro 4-60	Índice transporte (agua superficial)	284
Cuadro 4-61	Índice transporte (cadena trófica)	285

Cuadro 4-62	Categoría de protección (RE1).....	285
Cuadro 4-63	Presencia de ecosistemas frágiles (RE2)	286
Cuadro 4-64	Distancia a ecosistemas frágiles (RE3).....	286
Cuadro 4-65	Cálculo del NRS - I_{foco}	287
Cuadro 4-66	Cálculo del IECA, I_{medio} e I_{clases}	287
Cuadro 4-67	Cálculo del Factor <i>in-situ</i>	288
Cuadro 4-68	Calculo del I_{trans} (ESC).....	289
Cuadro 4-69	Calculo del I_{trans} (SUBT)	289
Cuadro 4-70	Rangos del riesgo para $I_{receptor}$ ecológico.....	290
Cuadro 4-71	Rangos del riesgo para escenario ecológico	290
Cuadro 4-72	Criterios para estimar el riesgo en el suelo	292
Cuadro 4-73	Determinación del riesgo para el recurso suelo por CP	294
Cuadro 4-74	Determinación del riesgo para sedimentos por CP	296
Cuadro 4-75	Resumen de riesgo para el escenario humano, ecológico y abiótico.....	299
Cuadro 4-76	Rangos de incertidumbres	301
Cuadro 4-77	Valoración de los aspectos considerados dentro del análisis de incertidumbres	307
Cuadro 4-78	Niveles de remediación específicos calculados para los CP.....	308
Cuadro 4-79	Niveles de remediación para suelo – sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	310
Cuadro 4-80	Niveles de remediación para sedimentos – sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	310
Cuadro 5-1	Elemento contaminante por componente evaluado	318
Cuadro 5-2	Niveles de remediación para suelo - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	319
Cuadro 5-3	Niveles de remediación para sedimentos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	320
Cuadro 5-4	Lista de alternativas de remediación.....	330
Cuadro 5-5	Aspectos, variables y ponderación por sitio	332
Cuadro 5-6	Evaluación de alternativas de remediación del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya)	339
Cuadro 5-7	Resultados de alternativas de matriz del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	342
Cuadro 5-8	Ejemplos en USA de la aplicación de la E/S como técnica para la inmovilización de residuos contaminantes peligrosos	345
Cuadro 5-9	Otros ejemplos en USA de la aplicación de la E/S como técnica para la inmovilización de residuos contaminantes peligrosos.....	346

Cuadro 5-10	Resumen de alternativa del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	352
Cuadro 5-11	Resultados del análisis costo-efectividad del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	352
Cuadro 5-12	Área y volumen impactada por metales sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	359
Cuadro 5-13	Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y disposición en aislamientos con geomembrana en el sitio impactado	369
Cuadro 5-14	Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y aprovechamiento en la Comunidad Nativa José Olaya	371
Cuadro 5-15	Resumen de personal para la ejecución de la remediación para la remediación in situ (E/S y aislamiento con geomembrana)	374
Cuadro 5-16	Resumen de personal para la ejecución del aprovechamiento en la CN José Olaya de la remediación E/S y aislamiento con geomembrana	374
Cuadro 5-17	Actividades asociadas a la remediación por E/S y aislamiento con geomembrana	379
Cuadro 5-18	Actividades asociadas para el aprovechamiento en la CN José Olaya de la remediación	380
Cuadro 5-19	Generación de residuos sólidos domésticos- Alternativa 1	381
Cuadro 5-20	Generación de residuos sólidos domésticos- Alternativa 2	381
Cuadro 5-21	Generación de efluentes domésticos- Alternativa 1	382
Cuadro 5-22	Generación de efluentes domésticos- Alternativa 2	382
Cuadro 5-23	Emisiones de material particulado y gases	383
Cuadro 5-24	Actividades durante la etapa de construcción Alternativa 1	384
Cuadro 5-25	Actividades durante la etapa de operación	384
Cuadro 5-26	Actividades durante la etapa de abandono	384
Cuadro 5-27	Actividades durante la etapa de construcción Alternativa 2	384
Cuadro 5-28	Actividades durante la etapa de operación	385
Cuadro 5-29	Actividades durante la etapa de abandono	385
Cuadro 5-30	Componentes y factores ambientales	385
Cuadro 5-31	Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales del plan de remediación - Etapa de construcción, operación y abandono- Alternativa 1387	
Cuadro 5-32	Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales del plan de remediación - Etapa de construcción, operación y abandono- Alternativa 2388	
Cuadro 5-33	Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de construcción	393
Cuadro 5-34	Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de operación	393
Cuadro 5-35	Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de abandono	393
Cuadro 5-36	Tipos de residuos peligrosos - Etapa de construcción	394

Cuadro 5-37	Tipos de residuos peligrosos - Etapa de operación	394
Cuadro 5-38	Tipos de residuos peligrosos - Etapa de abandono	394
Cuadro 5-39	Identificación de recipientes por tipo de residuos.....	395
Cuadro 5-40	Fuentes y medidas de manejo de afluentes.....	398
Cuadro 5-41	Estación de evaluación de calidad de aire y niveles de ruido	398
Cuadro 5-42	Parámetros de evaluación - Calidad de Aire	399
Cuadro 5-43	Estaciones a monitorear	400
Cuadro 5-44	Parámetros a evaluar	400
Cuadro 5-45	Parámetros de evaluación	400
Cuadro 5-46	Cronograma de ejecución tratamiento por E/S y aislamiento con geomembrana	402
Cuadro 5-47	Cronograma de ejecución tratamiento por E/S y aislamiento con geomembrana, aprovechamiento en CN José Olaya.....	403
Cuadro 5-48	Presupuesto general (estimado de costos).....	404
Cuadro 5-49	Dosificación de la mezcla de concreto para aprovechamiento.....	413
Cuadro 5-50	Parámetros de evaluación	414
Cuadro 5-51	Estaciones a monitorear	414
Cuadro 5-52	Parámetros a evaluar	414
Cuadro 5-53	Costos estimados para el plan de manejo ambiental- Alternativa 1	415
Cuadro 5-54	Costos estimados para el plan de manejo ambiental- Alternativa 2.....	416
Cuadro 5-55	Matriz de impactos sociales	417
Cuadro 5-56	Percepción acerca del entorno y medio ambiente en el Lote 192.....	418
Cuadro 5-57	Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en los procesos de elaboración a las poblaciones locales	420

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Ubicación de los 13 sitios impactados	38
Figura 2-2	Modelo de columna lito estratigráfica del área de estudio	40
Figura 2-3	Perfil litológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	42
Figura 2-4	Perfil hidrogeológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	44
Figura 2-5	Isolíneas conceptuales de la profundidad del nivel freático del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda.....	46
Figura 2-6	Histograma de precipitación (2000-2006) estación teniente López.....	48
Figura 2-7	Histograma de precipitación estaciones cercanas al Lote 192 (ex -lote 1AB) (2000-2006)	49
Figura 3-1	Desarrollo histórico de las actividades de perforación en el Lote 192 (Ex lote 1AB).....	74
Figura 3-2	Evolución cronológica de los usos y ocupación del Lote 192.....	80
Figura 3-3	Imagen histórica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	84
Figura 3-4	Imagen actual del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).....	84
Figura 3-5	Croquis en la etapa de reconocimiento del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	86
Figura 3-6	Número de puntos de muestreo (identificación).....	88
Figura 3-7	Número de puntos de muestreo (detalle).....	89
Figura 3-8	Ventana del programa GEORADAR – vista de resultados.....	94
Figura 3-9	Configuración de los electrodos del arreglo polo-dipolo.....	95
Figura 3-10	Modelo de resistividad eléctrica del subsuelo en una tomografía eléctrica ...	96
Figura 3-11	Detalles constructivos típicos de terminación de pozos	97
Figura 3-12	Diagrama de traslado de muestras y conservación de temperatura	104
Figura 3-13	Acta de conformidad del traslado de muestras	105
Figura 3-14	Acta de conformidad del traslado de muestras	106
Figura 3-15	Distribución espacial de los perfiles con GPR en el botadero	113
Figura 3-16	Vista en planta de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT).....	114
Figura 3-17	Concentraciones de arsénico.....	130
Figura 3-18	Concentraciones de bario	131
Figura 3-19	Concentraciones de cadmio.....	131
Figura 3-20	Concentraciones de plomo	132
Figura 3-21	Concentraciones de hidrocarburos F2	132
Figura 3-22	Concentraciones de hidrocarburos F3	132
Figura 3-23	Concentraciones de naftaleno	133

Figura 3-24	Concentraciones de benceno	133
Figura 3-25	Concentraciones de etilbenceno	133
Figura 3-26	Modelamientos de Isoconcentraciones	135
Figura 3-27	Resultados GPR del botadero José Olaya.....	141
Figura 3-28	Perfil Tomográfico Eléctrico 1 (S0118-GEO-001)	144
Figura 3-29	Perfil Tomográfico Eléctrico 2 (S0118-GEO-002)	145
Figura 3-30	Perfil Tomográfico Eléctrico 3 (S0118-GEO-003)	146
Figura 3-31	Delimitación del sitio impactado	163
Figura 3-32	Modelo Integrado de análisis del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) – modelamiento efectuado para Vanadio.....	164
Figura 3-33	Área de potencial interés de acuerdo con el MCI.....	166
Figura 3-34	Proceso del modelo conceptual	167
Figura 3-35	Modelo conceptual inicial sinóptico	169
Figura 3-36	Conceptualización dinámica hidrogeológica sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	176
Figura 4-1	Diagrama de Flujo de las etapas del ERSA	182
Figura 4-2	Modelo conceptual inicial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	209
Figura 4-3	Esquema de los criterios de valoración y puntuación del nivel de riesgo por sustancias	274
Figura 5-1	Ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).....	316
Figura 5-2	Diagrama de los pasos seguidos para la selección de alternativas de remediación	321
Figura 5-3	Proceso para la evaluación de la lista larga de alternativa tecnológicas.....	322
Figura 5-4	Universo de alternativas tecnológicas de remediación	323
Figura 5-5	Relación costo-efectividad	353
Figura 5-6	Resultado Gráfico del ACE por técnica evaluada	353
Figura 5-7	Frecuencia del uso de E/S en comparación con otras tecnologías.....	354
Figura 5-8	Polígono del área impactada del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya)	361
Figura 5-9	Área a remediar del perfil estratigráfico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	362
Figura 5-10	Resultados de boro, cromo, vanadio, cobre y zinc (riesgo ecológico)	363
Figura 5-11	Resultados de níquel (riesgo ecológico)	364
Figura 5-12	Etapas para la planificación de la estabilización/solidificación	365
Figura 5-13	Etapas para la implantación de la estabilización/solidificación.....	367

Figura 5-14	Actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora para el caso del aislamiento con geomembrana	376
Figura 5-15	Actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora para el caso de su aprovechamiento en la CN José Olaya	377
Figura 5-16	Flujograma de actividades del PMA.....	378
Figura 5-17	Configuración para la zanja de anclaje (instalación de geomembrana)	408
Figura 5-18	Área de almacenamiento provisional	408
Figura 5-19	Configuración del aislamiento	409
Figura 5-20	Estructura de cierre del aislamiento	411
Figura 5-21	Sección esquemática de la topografía final del aislamiento después del cierre	411

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1	Grupos de interés CN José Olaya.....	67
Gráfico 4-1	Excedencia de concentración de Arsénico - Época húmeda	186
Gráfico 4-2	Excedencia de concentración de Bario Total - Época húmeda	187
Gráfico 4-3	Excedencia de concentración de Cadmio - Época húmeda	188
Gráfico 4-4	Excedencia de concentración de Plomo - Época húmeda	189
Gráfico 4-5	Valores fuera de rango para pH - Época húmeda.....	190
Gráfico 4-6	Valores fuera de rango para pH - Época seca	190
Gráfico 4-7	Valores fuera de rango para pH - Ambas épocas	191
Gráfico 4-8	Excedencias de Aluminio - Ambas épocas	191
Gráfico 4-9	Excedencia de Cobre - Época seca	192
Gráfico 4-10	Excedencia de Cromo Total - Época seca	192
Gráfico 4-11	Excedencias de Hierro - Ambas épocas	193
Gráfico 4-12	Excedencias de Manganeseo - Ambas épocas	193
Gráfico 4-13	Excedencias de Cromo - Época húmeda	194
Gráfico 4-14	Excedencias de Cromo - Época seca	195
Gráfico 4-15	Excedencias de Mercurio - Época seca	195
Gráfico 4-16	Grupos de interés CN José Olaya.....	248

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1	Comunidad Nativa José Olaya.....	57
Fotografía 2-2	Áreas de recreación y espacios educativos Comunidad Nativa José Olaya .	58
Fotografía 2-3	Planta de tratamiento comunal	59
Fotografía 2-4	Preparación de masato en base a yuca	60
Fotografía 2-5	Alimentación basada en la caza.....	61
Fotografía 3-1	Residuos sólidos encontrados en el sitio	85
Fotografía 3-2	Muestreo de suelos con sondeo manual - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	92
Fotografía 3-3	Instalación de los equipos de tomografía eléctrica.....	96
Fotografía 3-4	Construcción de piezómetros - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	98
Fotografía 3-5	Desarrollo de piezómetros - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	99
Fotografía 3-6	Muestreo de agua superficial y sedimentos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	100
Fotografía 3-7	Medición de caudal en campo	111
Fotografía 3-8	Medición de caudal en campo	119
Fotografía 3-9	<i>Uncaria</i> sp. “Uña de gato” (Uso medicinal)	148
Fotografía 3-10	<i>Passiflora</i> sp. “Granadilla de altura” (Uso alimentario).....	149
Fotografía 3-11	Huella de <i>Mazama americana</i> “Venado colorado” (Uso alimentario)	152
Fotografía 3-12	Excavación de <i>Dasypus</i> sp. “Armadillo” (Uso alimentario).....	153
Fotografía 4-1	Comunidad Nativa José Olaya.....	238
Fotografía 4-2	Áreas de recreación y espacios educativos Comunidad Nativa José Olaya	239
Fotografía 4-3	Planta de tratamiento comunal	240
Fotografía 4-4	Preparación de masato en base a yuca	241
Fotografía 4-5	Alimentación basada en la caza.....	242
Fotografía 4-6	Residuos sólidos encontrados en el sitio	288

LISTA DE ANEXOS

6.1	Planos, mapas y demás gráficos didácticos, para el entendimiento de las poblaciones locales
6.1.1	Figura didáctica Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) – Comunidad Nativa José Olaya
6.2	Mapas de ubicación (generales, por cuenca y microcuencas)
6.2.1	Mapa de ubicación general del área de estudio

- 6.2.2 Mapa geológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.3 Mapa geomorfológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.4 Mapa hidrogeológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.5 Mapa de cuencas, subcuencas y microcuencas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.6 Mapa climático del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.7 Mapa de suelos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.8 Mapa de cobertura vegetal del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.2.9 Mapa de comunidades del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.3 Planos detallados de cada sitio y/o grupo de sitios
 - 6.3.1 Mapa de ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
- 6.4 Mapa con la ubicación de los puntos de muestreo (suelo, agua, sedimentos, u otros del plan de muestreo de detalle) por época húmeda y seca
 - 6.4.1 Mapa de ubicación de puntos de muestreo de suelos y niveles de fondo del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda
 - 6.4.2 Mapa de ubicación de puntos de muestreo de suelos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época seca
 - 6.4.3 Mapa de Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial, sedimentos y agua subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda
 - 6.4.4 Mapa de Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial, sedimentos y agua subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época seca
 - 6.4.5 Mapa de ubicación de puntos de muestreo de biología e hidrobiología del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda
 - 6.4.6 Mapa de ubicación de puntos de muestreo de hidrobiología del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época seca
- 6.4.1 Mapas con los resultados del muestreo de suelos diferenciado por tipo de contaminante, por época húmeda y seca
 - 6.4.1.1 Mapa de excedencias en suelos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda y seca
- 6.4.2 Mapas con los resultados de muestreo de aguas subterráneas, superficiales, sedimentos por época húmeda y seca
 - 6.4.2.1 Mapa de Excedencias en agua superficial, sedimentos y agua subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda
 - 6.4.2.2 Mapa de excedencias en agua superficial, sedimentos y agua subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época seca
- 6.4.3 Mapas de las zonas a intervenir con las acciones de rehabilitación
 - 6.4.3.1 Mapa de la zona a intervenir con las acciones de rehabilitación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

- 6.4.4 Planos con propuestas de infraestructuras de soporte para remediación
- 6.5 Documentación del muestreo de detalle
 - 6.5.1 Niveles de fondo
 - 6.5.2 Barrenos
 - 6.5.3 Agua superficial y sedimentos
 - 6.5.4 Construcción de pozos
 - 6.5.5 Purga y monitoreo de agua subterránea
 - 6.5.6 Hidrobiología
 - 6.5.7 Flora y fauna
 - 6.5.8 Tomografía
 - 6.5.9 Especificaciones técnicas y certificados de calibración de equipos
 - 6.5.10 Formatos de verificación de equipos
 - 6.5.11 Fichas de relevamiento y entrevista al monitor
- 6.6 Tablas y representación gráfica de resultados
 - 6.6.1 Análisis Stastist UCL95
 - 6.6.2 Tablas de los CPP
 - 6.6.3 Propiedades físicas de los CP
 - 6.6.4 Parámetros de exposición
 - 6.6.5 Cálculo de riesgo humano
 - 6.6.6 Resumen del cálculo de riesgo humano
 - 6.6.7 Modelo conceptual detallado
 - 6.6.8 Niveles de remediación
 - 6.6.9 Datos RBCA
 - 6.6.10 Entrevistas ERSA
- 6.7 Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados
- 6.8 Documentos sobre procedimientos administrativos (MINEM, OEFA, u otros)
- 6.9 Hojas de datos de seguridad de materiales
- 6.10 Informes de ensayo de laboratorio
 - 6.10.1 Época Húmeda
 - 6.10.2 Época Seca
 - 6.10.3 Ensayos de suelo agrícola (Época seca y húmeda)
 - 6.10.4 Muestras de control (Época seca y húmeda)
 - 6.10.5 Cadena de custodia (Época seca y húmeda)
 - 6.10.6 Acreditación de los laboratorios
- 6.11 Estudios técnicos básicos y específicos (topográficos, hidrológicos, precipitaciones y otros de soporte para las obras de ingeniería)
- 6.12 Acta de socialización de los Planes de Rehabilitación con la Comunidad Nativa Jose Olaya

ACRÓNIMOS

AF:	Área fuente
AGQ:	Laboratorio AGQ Perú SAC
Al:	Aluminio
API:	Área de potencial interés
As:	Arsénico
ASTM:	American Society for Testing & Materials
AT:	Área de transporte
AV:	Área de validación
B:	Boro
Ba:	Bario
BTEX:	Familia de los alquilbencenos (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos).
Ca:	Calcio
Cd:	Cadmio
CdP ₁ :	Coefficiente de peligro determinado para el receptor humano 1
CdP ₂ :	Coefficiente de peligro determinado para el receptor 2
CN:	Comunidad Nativa
Co:	Cobalto
COVs:	Compuestos orgánicos volátiles
CP:	Contaminante de preocupación.
CPP:	Contaminantes de Preocupación Potencial
Cr:	Cromo
Cu:	Cobre
DBO ₅ :	Demanda Bio-química de Oxígeno
DdR (Derm.):	Dosis de referencia via dérmica (mg/kg/día)
DdR (Oral):	Dosis de referencia via oral (mg/kg/día)
DIRESA:	Dirección Regional de Salud
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
DQO:	Objetivos de Calidad de los Datos
ECA:	Estándar de Calidad Ambiental.
Eco-SSLs:	Ecological Soil Screening Levels
Eh:	Potencial Redox
EO-RS:	Empresa Operadora de Residuos Solidos
EPA:	Agencia de Protección Ambiental
ERSA:	Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente.
ERT:	Perfil de tomografía eléctrica
F1, F2, F3:	Fracción 1, Fracción 2 y Fracción 3 de hidrocarburos.
FBC:	Factor de bioconcentración
FBD _R :	Factor de biodisponibilidad relativa
Fe:	Hierro
FECONACO:	Federación de Comunidades Nativas del Corrientes
FECONACOR:	Federación de Comunidades Nativas de la Cuenca del Corrientes
FECONAT:	Federación de Comunidades Nativas del Alto Tigre
FONAM:	Fondo Nacional del Ambiente
FONCODES:	Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social

f-SSDs	field-based species sensitivity distributions
GPR:	Georadar o Radar de Penetración en el Suelo.
HAPs:	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Hg:	Mercurio
IARC:	International Agency for Research on Cancer
IdR ₁ :	Índice de riesgo determinado para el receptor humano 1
IdR ₂ :	Índice de riesgo determinado para el receptor 2
INACAL:	Instituto Nacional de Calidad
IP _T :	Índice de peligrosidad (acumulativo)
IR _T :	Índice de riesgo total (acumulativo)
JCI-HGE:	Consortio J.C. Ingenieros & Consultores S.A.C. - Hidrogeocol Cía Ltda
K:	Potasio
K _p :	Coeficiente de permeabilidad
LDA:	Límite de detección analítico
LDM:	Límite de detección del método
Li:	Litio
LOAEL:	Lowest observed adverse effect level
Log (K _d):	Coeficiente de distribución suelo-agua (@ 20 – 25 °C)
Log (K _{oc}):	Constante de partición octano agua (@ 20 – 25 °C)
MBC:	Muestra Blanco de Campo
MBE:	Muestra Blanco de Equipo
mbns:	Metros bajo el nivel del suelo
MC:	Muestreo Comprobatorio
MD:	Muestreo detallado
MDUC:	Muestra Duplicada de Campo
ME:	Muestreo Exploratorio
MF:	Muestreo de Fondo
mg/L	Miligramos por litro
Mg:	Magnesio
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MINEM:	Ministerio de Energía y Minas
Mn:	Manganeso
Mo:	Molibdeno
N:	Nitrógeno
Na:	Sodio
Ni:	Níquel
NOAEL:	No observed adverse effect level
NRE:	Niveles de remediación, conocido también como SSTL en RBCA
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OPCP	Occidental Petroleum Corporation del Perú
OSINERGMIN:	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OXY:	Occidental Petroleum Corporation
P:	Fósforo
P ₀ :	Presión de vapor (@ 20 – 25 °C) mm Hg
PAC:	Plan Ambiental Complementario
PAH:	Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Pb:	Plomo
PCB	Polychlorinated Biphenyls
PDS:	Plan de Descontaminación de Suelos.
pH:	Potencial de hidrógeno
PID:	Photoionization Detector
PMA:	Peso Molecular Alto
PMA:	Plan de Manejo Ambiental
PMB:	Peso Molecular Bajo
ppm:	Partes por millón (= mg/Kg = % x 10 ⁴)
PPN:	Pluspetrol Norte S.A.
QA/QC:	Quality Assurance / Quality Control = Aseguramiento de la Calidad/Control de la Calidad
QA:	Aseguramiento de la Calidad
RECV:	Riesgo extra de cáncer de por vida
RME:	Exposición Máxima Razonable
S:	Azufre
SANIPES:	Organismos Nacional de Sanidad Pesquera
Si:	Silicio
SO ₂ :	Dióxido de Azufre
SPT:	Prueba de Penetración Estándar
TCLP:	Procedimiento de Lixiviación de Características Tóxicas.
Ti:	Talio
TPH:	<i>Total Petroleum hydrocarbons</i> = Hidrocarburo de petróleo total
UCL95:	Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95% de la media aritmética
UTM:	Universal Transverse Mercator = Sistema de Coordenadas Transversal de Mercator
V:	Vanadio
VRT	Valores de Toxicidad de Referencia
WGS 84	World Geodetic System 84 = Sistema Geodésico Mundial 1984
WWF	World Wildlife Fund = Fondo Mundial para la Naturaleza
Zn:	Zinc
µg/L:	Microgramos por litro

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Almacenamiento central: Es el almacenamiento de los residuos sólidos provenientes del almacenamiento primario y/o intermedio, según corresponda, dentro de las unidades, áreas o servicios de las instalaciones del generador, previo a su traslado hacia infraestructuras de residuos sólidos o instalaciones establecidas para tal fin.

Absorción: Proceso por el cual una sustancia tóxica atraviesa las membranas de las células de un organismo a través de la piel, pulmones, tracto digestivo o branquias y luego es transportado hacia otros órganos.

Actividad cinegética: Actividad antrópica de caza de animales silvestres.

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Agente: Cualquier entidad biológica, química o física que puede producir un efecto adverso.

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Agua subterránea: Se consideran aguas subterráneas las que, dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.

Agua subterránea afectada: Es aquella agua subterránea cuyas funciones ecosistémicas se encuentran deterioradas o que presenta una calidad que no es apta para su uso por el hombre, como consecuencia de la alteración de sus características naturales por influencia antropogénica.

Agua: Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70 % de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos.

Aguajal: Hábitat natural de muchas especies vegetales de suma importancia, especialmente el aguaje.

Aguas residuales: También llamadas "aguas negras". Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

Aire: Capa delgada de gases que cubre La Tierra y está conformado por nitrógeno, oxígeno y otros gases como el bióxido de carbono, vapor de agua y gases inertes. Es esencial para la vida de los seres vivos. El hombre inhala 14.000 litros de aire al día.

Alterador endocrino: Agente químico exógeno o mezclas que alteran la(s) función(es) del sistema endócrino, tanto en la producción, liberación, transporte, metabolismo, enlace, acción, o eliminación de hormonas naturales, y por consecuencia, causa efectos adversos en el organismo, su descendencia o (sub) poblaciones.

Amazonia: Se denomina a la zona de Sudamérica ubicada en la parte septentrional central del continente, comprendiendo parte de los países de Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Guayana, Perú, Bolivia, Surinam y Venezuela, cubriendo una superficie aproximada es de 6 millones de Km² por lo que se le considera la "Reserva Forestal del Mundo".

Ambiente: Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

Ambiente acuático: Ambientes localizados en cuerpos de agua. Por ejemplo: ríos, arroyos, lagos, lagunas, esteros, canales.

Ambiente terrestre: Ambientes localizados en tierra. Por ejemplo: bosques, selvas, desiertos.

Área de influencia: Perímetro inmediato del emplazamiento donde hay indicio o alguna evidencia de contaminación potencial del suelo.

Área de potencial interés (API): Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial contaminación del suelo.

Área de transporte (AT): Polígono que comprende la ruta de transporte por el cual el contaminante se desplazó desde la AF hasta el área potencialmente impactada.

Área de validación (AV) o confirmatoria: Representa aquella área continúa al API, donde no se tiene evidencia de contaminación, pero se requiere validar el área API con mayor precisión.

Área fuente (AF): Polígono que engloba el lugar donde potencialmente se originó el evento que dio lugar a la contaminación de cada sitio (área donde se encuentra la fuente).

Área natural protegida: Espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

Atmósfera: Es la envoltura gaseosa del planeta Tierra. Está conformada por un 78 % de nitrógeno, 21 % de oxígeno y otros elementos como el argón, dióxido de carbono, trazos de gases nobles como neón, helio, kriptón, xenón, además de cantidades aún menores de hidrógeno libre, metano, y óxido nitroso.

Bajiales: Son áreas de playa dejadas por un río después de una avenida.

Baritina o Barita: Es un sulfato de Bario, es usado para incrementar la densidad de todos los fluidos de perforación y es químicamente inerte con los aditivos de los fluidos de perforación.

Barrera fisiológica. - Elementos que impiden o limitan la interacción entre elementos internos y externos de un organismo. Ejemplos: bombas de intercambio iónico (barreras fisiológicas), tejido epitelial, mucosidades, escamas (barreras anatómicas).

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo, puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos etc.

Bentónico: Organismos que viven en el fondo de un ambiente acuático (lago, laguna, mar entre otros), que se desplazan desde la superficie hasta la zona más profunda.

Bioacumulación: Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento.

Biodegradable: Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos.

Biodisponibilidad: Característica de las sustancias tóxicas que indica la facilidad de incorporarse a los seres vivos mediante procesos o mecanismos, inhalación, ingesta o absorción, y que están influenciados por diferentes parámetros como, las rutas de exposición, las características fisiológicas del receptor y las características químicas

del xenobiótico (se puede interpretar como la fracción soluble de un elemento potencialmente tóxico que puede atravesar barreras biológicas de intercambio del organismo receptor).

Bioensayo de toxicidad: Prueba para establecer la magnitud y la naturaleza del efecto que producirá un agente químico sobre organismos expuestos a él bajo condiciones específicas. Es preciso tener en cuenta que, en el área de la ecotoxicología, los agentes incluyen muestras ambientales de agua, suelo o sedimentos, efluentes domésticos e industriales, extractos de sedimentos o suelos contaminados, etc. Un bioensayo de toxicidad evalúa la porción de organismos afectados (resultado cuantitativo) o el grado de efecto (resultado cualitativo) después de la exposición a niveles específicos de un estímulo (concentración o dosis de un químico o mezcla de químicos).

Biota: Es el conjunto formado por la fauna y flora de una región.

Botadero: Donde se depositan -de forma no controlada-, los residuos de tipo orgánico, inorgánico e industriales.

Cadena de Custodia: Procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de éstas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis fisicoquímico, realizado por el personal responsable.

Calidad de suelos: Es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones como por ejemplo ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas.

Cancerígeno(a): Cualquier sustancia que pueda causar cáncer.

Caracterización de sitios contaminados: Determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.

Cauce o Álveo: Continente de las aguas durante sus máximas avenidas, constituye un bien de dominio público hidráulico.

Componente ecológico: Cualquier parte del sistema ecológico incluyendo individuos, poblaciones, comunidades, sus interacciones, relaciones y al mismo ecosistema.

Comunidad: Grupo de poblaciones de diferentes especies que interaccionan entre sí y que habitan en una misma área.

Comunidad nativa: Tienen origen en los grupos tribales de la selva y ceja de selva y están constituidas por conjuntos de familias vinculadas por los siguientes elementos principales: idioma o dialecto; características culturales y sociales; y tenencia y usufructo común y permanente de un mismo territorio con asentamiento nucleado o disperso (Decreto - Ley 22175)

Concentración: La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia.

Concentración total: Masa del elemento químico regulado por unidad de masa del suelo en estudio, expresada en términos del Sistema General de Unidades de Medida, extraído del suelo por digestión ácida (agua regia) o alcalina.

Contaminación: (Del latín contaminare = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de estas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Contaminado: Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente.

Contaminante: Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

Contaminante de preocupación: Contaminante elegido por su toxicidad y peligrosidad para realizar la caracterización del riesgo.

Contaminante de preocupación potencial: Sustancia con propiedades potencialmente dañinas para la salud humana o el ecosistema determinados en la fase de identificación.

Cuenca hidrográfica: Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.

Degradación: Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

Dérmico(a): Relativo a la piel. La absorción dérmica significa absorción de algún elemento a través de la piel.

Derrame: Cualquier descarga, liberación, rebose o vertido debido a una práctica inadecuada o hecho accidental de hidrocarburos o líquidos peligrosos en el suelo.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Diversidad Biológica: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Dosis. Cantidad de una sustancia disponible que interactúa con el proceso metabólico o biológico de los receptores una vez que ha cruzado las barreras externas del organismo.

Dosis de exposición (DE). Cantidad de sustancia a la que se expone el organismo y el tiempo durante el que estuvo expuesto. La dosis de exposición determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica.

Dosis de referencia (DdR). Es el índice de toxicidad que más se utiliza en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no-cancerígenas. Es el nivel de exposición diaria que no produce un riesgo apreciable de daño en poblaciones humanas, incluyendo las subpoblaciones sensibles.

Dosis suministrada. Cantidad o concentración del agente químico que está presente en la superficie de contacto durante un período especificado y que se expresa por unidad de masa corporal del individuo expuesto.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Ecosistemas frágiles: Son ecosistemas importantes, con características y recursos singulares, incluyendo sus condiciones climáticas importantes y su relación con desastres naturales. Son ecosistemas en peligro de que sus poblaciones naturales, su diversidad o sus condiciones de estabilidad decrezcan peligrosamente o desaparezcan debido a factores exógenos. Comprenden, entre otros, desiertos, tierras semiáridas, montañas pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques relictos.

Emergencia: Cuando la contaminación de sitios derive de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurra repentinamente y que traiga como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales peligrosos o residuos peligrosos que afecten la salud humana o el ambiente, de manera inmediata.

Emplazamiento. Las áreas en las que el titular tiene instaladas sus facilidades para el desarrollo de sus actividades productivas, extractivas o de servicios.

Envase: Recipiente de diferente material, forma y tamaño destinado a contener muestras de suelos para su conducción desde el lugar de muestreo hacia el laboratorio y que reúne características para conservar las propiedades de la muestra a ser analizadas.

Especie análoga: Especie con una similitud importante pero no se originan de un ancestro común. Ocupan el mismo nicho ecológico en diferentes escenarios de estudio.

Especie crítica. Especie con interés ecológico o económico, o que es clasificada con algún estatus de protección por la legislación peruana y por lo tanto se requiere conocer su vulnerabilidad a los efectos de un contaminante y es elegida para realizar el estudio de riesgo ambiental. Término relacionado: especie de interés especial u organismo blanco.

Especie receptora: Especie crítica que recibe o está en contacto con los contaminantes.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Evaluación de la toxicidad: Selección de los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en el sitio, acompañados por la calificación de la calidad de esa información. El parámetro que se usa en evaluación de riesgos es el índice de toxicidad.

Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA): Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias.

Exposición: Co-ocurrencia del contacto entre el agente estresante y el componente ecológico.

Factor de incertidumbre: Factor aplicado a una concentración de exposición o a una concentración o dosis de efecto para corregirlo por una fuente de incertidumbre identificada.

Foco de contaminación: Comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales. Se conoce también como fuente secundaria.

Fracción de hidrocarburos F1 o hidrocarburos fracción ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre cinco (5) y diez (10) átomos de carbono (C5 a C10). Los hidrocarburos fracción ligera deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta, entre otros.

Fracción de hidrocarburos F2 o hidrocarburos fracción media: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a diez (10) y hasta veintiocho (28) átomos de carbono (>C10 a C28). Los hidrocarburos fracción media deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasóleo, diésel, turbosina, queroseno, mezcla de creosota, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta.

Fracción de hidrocarburos F3 o hidrocarburos fracción pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a veintiocho (28) y hasta cuarenta (40) átomos de carbono (>C28 a C40). Los hidrocarburos fracción pesada deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, combustóleo, parafinas, petrolatos, aceites derivados del petróleo, entre otros.

Fuente de contaminación: Comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente. Se conoce también "fuente primaria".

Geo-referenciación: Es el procedimiento técnico-científico por el cual se define la localización espacial de un objeto, en un sistema de coordenadas y datum determinado.

Gestión ambiental: Es el conjunto de actividades dirigidas a manejar de manera integral el ambiente de un territorio dado y así contribuir con el desarrollo sostenible del mismo. Sus componentes principales, como son: las políticas ambientales, los instrumentos jurídicos, normativas y reglamentos ambientales y los procesos administrativos (gubernamentales).

GPS: Sistema de posicionamiento Global o, NAVSTAR GPS (Navigation System and Ranging-Global Positioning System, sistema de navegación y determinación de alcance, y sistema de posicionamiento mundial) es el sistema que permite determinar la posición geográfica en cualquier parte del mundo de un objeto, persona o nave y funciona mediante una red de satélites en órbita sobre el planeta.

Incertidumbre: Conocimiento imperfecto relacionado con el estado presente y futuro de un sistema en consideración. Componente del riesgo que resulta de un conocimiento imperfecto del grado de peligrosidad o de su patrón de expresión especial o temporal.

Índice de peligro: Es la relación entre la concentración de exposición y un valor de referencia.

Infiltración: Penetración de un líquido a través de los poros o intersticios de un suelo, cualquier material poroso natural o sintético.

Ingestión: Tragar (como cuando se come o se bebe). Las sustancias químicas pueden ser ingeridas en el alimento, la bebida, utensilios, manos, suelo. Luego de la ingestión, las sustancias químicas pueden ser absorbidas en la sangre y distribuidas en todas partes del cuerpo.

Inhalación: Respiración. La exposición puede ocurrir por inhalación de los contaminantes, porque éstos se pueden depositar en los pulmones, transportarse en la sangre o ambos.

Límite máximo de exposición: Límite legal para la exposición de una persona, el cual es socialmente aceptable, y se expresa por lo general en partes por millón (ppm) de la sustancia en el aire, o a veces en miligramos por metro cúbico (mg/m³).

Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

Logeo: Término en geología para indicar el proceso de descripción litológica.

Marcador biológico: Parámetro que se puede usar para identificar un efecto tóxico en un organismo y también en la extrapolación entre especies o como un indicador que señala un evento o condición en un sistema biológico o muestra y proporciona una medida de la exposición, efecto o sensibilidad. Sinónimo de Biomarcador.

Materiales y residuos peligrosos: Aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa o radiaciones ionizantes en cantidades que representan un riesgo significativo para la salud, el ambiente o a la propiedad.

Matriz ambiental: Elemento de un ecosistema en donde pueda estar incidiendo un contaminante después de su emisión. Puede ser el agua (de un río, laguna, estero o mar), el sedimento, el suelo o el aire.

Mecanismo de acción tóxica: Proceso por el cual el efecto de un tóxico es inducido, por ejemplo: narcosis aguda, inhibición de la enzima acetil colinesterasa.

Mecanismo de liberación: Proceso físico, químico o biológico mediante el cual se hacen disponibles los contaminantes que se encuentran en un medio ambiental o compartimiento, como por ejemplo la fase sólida del suelo.

Mecanismo de transporte: Proceso físico mediante el cual los contaminantes migran hacia un ambiente y de él hacia otro medio.

Medio ambiente: Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

Medios ambientales: Cualquier elemento natural (suelo, el agua, el aire, las plantas, los animales o cualquier otra parte del ambiente) que participa en los flujos de materia y energía en el sistema y que puede contener contaminantes. También referidos como compartimientos.

Modelo conceptual: Relato escrito y/o representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los potenciales receptores que forman parte de él.

Morbilidad Enfermedad. La tasa de morbilidad es el número de enfermedades o casos de enfermedad en una población.

Muestra compuesta: Es aquella constituida por un conjunto de muestras simples (submuestras), convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para su correspondiente análisis, siendo el resultado un valor analítico medio de la propiedad o compuesto analizado. El número de submuestras dependerá de la variabilidad de la sustancia o propiedad a analizar en el área de estudio y tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar.

Muestra duplicada para contaminantes no volátiles: Muestra que se toma después de la homogenización del material del cual se toma la muestra original.

Muestra duplicada para contaminantes volátiles: Es una muestra que se toma del muestreador, contigua a la muestra original.

Muestra en profundidad: Muestra obtenida de los horizontes o capas del suelo en donde se ubican y lixivian los contaminantes que se desean evaluar.

Muestra simple: Las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado. Estas muestras siempre se aplicarán para compuestos orgánicos volátiles (COVs), Hidrocarburos y Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX).

Muestreo biológico o dosimetría interna: Determinación cuantitativa de la concentración del tóxico o sus metabolitos en uno o más medios corporales del organismo expuesto. Se usa para estimar la exposición que experimentan cada uno de los tejidos del cuerpo, con el fin de estimar la magnitud de la exposición ambiental y para demostrar que existió una exposición efectiva. El simple hecho de que el tóxico se encuentre dentro del organismo es la prueba de que existió la exposición.

Muestreo de comprobación: Es aquel orientado a comprobar si se alcanzaron con los ECA para suelo, los niveles de fondo, los niveles de remediación determinados en el ERSa u otros objetivos de remediación establecidos.

Muestreo de detalle: Es aquel orientado a identificar el área y el volumen del suelo contaminado, y de ser el caso, de otros medios afectados por las sustancias señaladas en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

Muestreo de identificación: Es aquel orientado a identificar si el suelo está contaminado o no. Entiéndase que toda referencia hecha al muestreo exploratorio en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, se entenderá como referida al muestreo de identificación.

Muestreo de nivel de fondo: Es aquel orientado a identificar el nivel de fondo en el suelo.

Muestreo dirigido: Es la actividad por medio de la cual se toman muestras representativas sobre puntos específicamente determinados, cuando se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y/o es evidente la extensión de la afectación.

Nivel de fondo: Concentración en el suelo de los químicos que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la actividad bajo análisis.

Organismo: Individuo; en el caso de organismos multicelulares se refiere a individuos formados por un sistema de órganos.

Organismo blanco: Especie crítica con valor económico o ecológico que se elige para su estudio. (Se refiere a una especie crítica elegida para estudio).

Organismos y/o poblaciones no humanas. En evaluación integral de riesgos se refiere a todos los seres vivos, sean plantas, animales superiores o microorganismos. Estos son denominados biota en las ciencias biológicas.

Pantanos: Tierras bajas cubiertas total o parcialmente de agua, salvo que sean drenada artificialmente.

Patrón de muestreo: Es la distribución espacial de los puntos de muestreo en el plano horizontal, para cada sitio en particular en base a las características y el objetivo del muestreo. Los patrones pueden ser: i) de distribución uniforme (rejillas regulares, rejillas triangulares, rejillas circulares, sobre una línea, diagonales múltiples), ii) de distribución aleatoria (aleatorios, aleatorios en una rejilla regular, aleatorios desalineados en una rejilla regular), iii) de muestreo con distribución heterogénea (diagonal simple, diagonales cruzadas rotantes).

Peligro: Capacidad inherente de un (o varios) agente (s) de estrés de causar efecto(s) adverso(s) cuando el hombre, sistemas o poblaciones están expuestos a él.

Plan de descontaminación de suelos: Instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad remediar los impactos ambientales originados por una o varias actividades pasadas o presentes en los suelos. Los tipos de acciones de remediación que se podrán aplicar, sola o en combinaciones, son: - acciones de remediación para la eliminación de los contaminantes del sitio, acciones para evitar la dispersión de los contaminantes, acciones para el control del uso del suelo, y acciones para monitoreo del sitio contaminado. La presentación del Plan de Descontaminación de Suelos no exime de la responsabilidad de elaborar y presentar ante la autoridad competente, los demás instrumentos de gestión ambiental propios de la actividad.

Plan de muestreo: Documento que contiene la información y programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señala los criterios para la toma de muestras.

Plancton: Conjunto de organismos flotantes del reino animal que viven prácticamente en todas las aguas naturales. Conjunto de seres vivos, animales y vegetales, generalmente microscópicos, que flotan a la deriva en las aguas dulces y marinas.

Plano: Representación gráfica técnica de un sitio impactado, puede darse como un dibujo técnico, en especial en el nivel local, donde se presenten los detalles requeridos en la evaluación de riesgos a la salud y el ambiente tales como linderos, calles, instalaciones, drenajes, edificaciones. En el nivel regional puede ser un plano o una fotografía aérea con suficiente resolución que permita identificar la información requerida y que haya sido geo-referenciada con coordenadas UTM, en ningún caso podrán ser utilizadas fotografías aéreas o satelitales que no permitan distinguir claramente los elementos requeridos en esta guía.

Población: Grupo de organismos de la misma especie que viven en un área definida y en un tiempo concreto.

Población potencialmente expuesta. - Grupos de individuos de la misma especie situados en el mismo tiempo y espacio en la proximidad o dentro de un sitio contaminado, que pueden entrar en contacto con

Población receptora: Poblaciones (humanas o biota) que están expuestas a los contaminantes, la población receptora es entonces la población expuesta.

Problema ambiental: Daño aparente, real o potencial al medio ambiente que no está acompañado de acción popular.

Punto de muestreo: Lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean éstas superficiales o de profundidad.

Puntos de Exposición: Lugares donde es posible encontrar presencia de contaminantes y donde los receptores, a través de alguna vía, pueden entrar en contacto con los medios contaminados (medios de contacto).

Receptor: Organismo, población o comunidad que está expuesta a contaminantes.

Reciclaje: Consiste en convertir materiales ya utilizados en materias primas para fabricar nuevos productos.

Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: el aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.

Rehabilitación: Conjunto de técnicas y métodos que sirven para recuperar un sitio impactado, mejorando la calidad del mismo y de los seres vivos que se desarrollan en ellos.

Remediación: Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio impactado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos en cualquier estado físico que, por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico-infecciosas, irritantes o mutagénicas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en escenarios futuros dentro del uso actual o previsto del sitio.

Ruta de exposición: Es el camino que sigue un agente químico en el ambiente desde el lugar donde se emite hasta que llega a establecer contacto con la población o individuo expuesto. El análisis de la ruta de exposición describe la relación que existe entre las fuentes (localizaciones y tipo de derrames ambientales) y los receptores (localización de las poblaciones, patrones de actividad, etc.). Se consideran como rutas significativas las que dan lugar a exposición humana. Las rutas de exposición consisten generalmente de cuatro elementos: a) fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos, b) medio de retención y transporte (o medios en el caso de que haya transferencias de un medio a otro), c) punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos; y d) vía de ingreso al organismo.

Ruta de exposición completa: Ruta de exposición que cuenta con todos sus elementos, deberá ser considerada para su evaluación dentro del estudio de ERSA.

Ruta de exposición incompleta: Ruta que carece de uno o más de sus elementos o los elementos no están conectados. Hay evidencia sólida que los receptores no están expuestos. Rutas de exposición incompletas no deben ser consideradas en el estudio de ERSA.

Ruta de exposición potencial: Ruta de exposición donde uno o más elementos no están presentes, pero éstos pueden estar ocurriendo, ocurrieron en el pasado o puede que ocurran en un futuro cercano. Se recomienda que sean analizadas separadamente y la contribución relativa a la exposición total sea estimada para su consideración en el estudio de ERSA.

Sedimento: Materiales de depósito o acumulados por arrastre mecánico de las aguas superficiales o el viento depositados en los fondos marinos, fluviales, lacustres y depresiones continentales.

Sistema de coordenadas cartográficas UTM: Sistema de Coordenadas Transversal Universal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM), identifica un punto de la superficie “terrestre”, y tiene como unidad de medida el metro. Es un sistema cilíndrico transverso conforme, secante al globo terráqueo el cual se encuentra relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980-Geodetic Reference System 1980 (GRS80), siendo de utilización más idónea, del cual deriva el WorldGeodeticSystems-WGS84. (Resolución Jefatural N.º 112-2006-IGN/OAJ/DGC/J).

Sitio contaminado: Área en la cual el suelo contiene contaminantes provenientes de actividades antrópicas, en concentraciones que pueden representar riesgos para la salud o el ambiente, debido a que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, estándares internacionales aprobados por el MINAM o los niveles de fondo, siempre que estos últimos presenten valores que excedan dichos estándares. El área identificada como sitio contaminado puede comprender el agua subterránea subyacente, los sedimentos u otros componentes ambientales, que resulten afectados por la contaminación del suelo, cuando se encuentren dentro de esta.

Sitio impactado: Área geográfica que puede comprender pozos e instalaciones mal abandonadas, efluentes, derrames, fugas, residuos sólidos, emisiones, restos, depósitos de residuos, suelos contaminados, subsuelo y cuerpo de agua cuyas características físicas, químicas y/o biológicas han sido alteradas negativamente como consecuencia de las Actividades de Hidrocarburos.

Sitio potencialmente contaminado: Área en la cual el suelo puede contener contaminantes provenientes de actividades antrópicas. El sitio potencialmente contaminado puede comprender el agua subterránea subyacente, los sedimentos u otros componentes ambientales, cuando estos resulten afectados por la presunta contaminación del suelo.

Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

Suelo contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N.º 011-2017-MINAM.

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

Territorio: Es el espacio físico en el que se desenvuelven el conjunto de actividades humanas con los elementos del medio natural que lo conforman (concepto ecosistémico). Es el suelo, subsuelo, dominio marítimo y el espacio aéreo que los cubre (concepto político – administrativo).

Textura de suelo: Es la propiedad física derivada de la composición granulométrica, constituida por arena, limo y arcilla, cuyos diámetros están contempladas en la escala de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

Toxicidad: La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas.

Toxicidad aguda. El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo (tiempo corto con respecto al tiempo generacional de los organismos).

Toxicidad ambiental. La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.

Toxicidad crónica. Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.

Toxicidad subletal. Capacidad de un agente de causar efectos a concentraciones por debajo de las que causan la muerte (concentraciones letales). Los efectos pueden ser a nivel conductual, bioquímico, fisiológico o histológico.

Toxicocinética. Proceso que incluye la incorporación de compuestos tóxicos al cuerpo del organismo receptor, la biotransformación, la distribución de él y de sus metabolitos en el tejido y su eliminación (del tóxico inicial y de los metabolitos) del cuerpo del organismo receptor.

Toxicodinámica. Proceso de interacción de compuestos tóxicos con sitios blancos (se refiere a sitios para comparación) y las consecuencias bioquímicas y fisiológicas que causan un efecto adverso.

Umbral: Concentración o dosis de exposición debajo del cual no es probable que ocurra un efecto.

UTM: La Proyección Transversal Universal de Mercator, sistema utilizado para convertir coordenadas geográficas esféricas en coordenadas cartesianas planas.

Vía de exposición: Proceso por el cual el contaminante entra en contacto directo con el cuerpo, tejidos o barreras de intercambio del organismo receptor, por ejemplo, ingestión, inhalación y absorción dérmica.

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que, por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños a la salud y el ambiente.

Fuentes para la elaboración del glosario:

Elaboración propia JCI-HGE, a partir de la revisión de diversas fuentes:

- ✓ Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM: Aprueba la Guía de Muestreo de Suelos y el Plan de Descontaminación de Suelos.
- ✓ Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
- ✓ Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM: Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.
- ✓ Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados.
- ✓ Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental. DECRETO SUPREMO N° 039-2016-EM.
- ✓ Glosario de términos sitios contaminados MINAM.
- ✓ Glosario de términos sobre recursos hídricos R.J. N° 180-2016-ANA.
- ✓ Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM: Reglamento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

INTRODUCCIÓN

El Fondo Nacional del Ambiente (en adelante: FONAM) somete a concurso público internacional N° 07-2017-FONAM la “Contratación del servicio de consultoría para elaborar los planes de rehabilitación de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes” en el cual el consorcio J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.-Hidrogeocol Ecuador Cía Ltda (en adelante: JCI-HGE), obtiene la buena pro para la ejecución del servicio, como parte de los 32 sitios priorizados por la Junta de Administración del Fondo de Contingencia para la Remediación Ambiental, creado mediante Ley N° 30321; el cual tiene como fin prevenir, minimizar, rehabilitar, remediar y compensar los impactos ambientales negativos derivados de las actividades de hidrocarburos, que impliquen riesgos a la salud y el ambiente, ameritando así su atención prioritaria.

Los 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes, se ubican en el ámbito de intervención del Lote 192 (Ex Lote 1 AB) en el distrito de Trompeteros, provincia y departamento de Loreto; donde las operaciones en la producción de petróleo iniciaron en el año 1971, con la entrada en operación de la empresa Occidental Petroleum Corporation del Perú (OPCP) y fueron masificándose en los años posteriores con la habilitación del Oleoducto NorPeruano.

El siguiente documento comprende el **Plan de Rehabilitación** para el **Sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)**, ubicado en los predios de la Comunidad Nativa José Olaya, como parte de los alcances de los servicios de consultoría referidos al inicio. Se elabora de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM.

Contempla las generalidades y características del área, la caracterización de sitio impactado, la evaluación de los impactos y/o riesgos para el ambiente y la salud de la persona, las acciones de remediación y rehabilitación, así como sus respectivos anexos.

Para el desarrollo del Plan de Rehabilitación del mencionado sitio el proyecto pasó por distintas etapas, las cuales se puntualizan a continuación:

- Reconocimiento inicial del área de potencial interés.
- Desarrollo de modelos conceptuales.
- Caracterización del sitio (época húmeda y época seca).
- Evaluación e interpretación de resultados.
- Evaluación de riesgo a la salud y el ambiente.
- Evaluación de alternativas de remediación.
- Selección de alternativa de remediación.
- Desarrollo del Plan de Rehabilitación.
- Evaluación del Plan por las autoridades (MINEM).
- Desarrollo de la Ingeniería de detalle para la alternativa de remediación.

Este documento compila, de manera articulada y estructurada, los resultados de cada una de las etapas (a excepción de la ingeniería de detalle) antes referidas.

1. DATOS GENERALES

Esta sección presenta los datos generales de la entidad que presenta el Plan de Rehabilitación y las empresas que intervinieron en su elaboración.

1.1 Nombre y/o razón social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación.

Dirección General de Hidrocarburos (DGH)

1.2 Nombre y firma del representante legal (en su caso).

Francisco Javier Torres Madrid
Director General
Dirección General de Hidrocarburos (DGH)

1.3 Domicilio para recibir notificaciones.

Av. Las Artes Sur 260 San Borja. Lima-Perú

1.4 Datos de las empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación.

Elaboración del Plan de Rehabilitación: Consorcio JCI-HGE

Empresa Supervisora del Contrato: Tema Litoclean S.A.

Análisis de muestras: Laboratorio AGQ Perú S.A.C.

Análisis de muestras duplicadas: SGS Perú S.A.C.

Alquiler de camionetas CN José Olaya: ECSAJO

Alojamiento del personal en campo: Servicio proporcionado por la CN José Olaya

Alimentación del personal en campo: Servicio proporcionado por la CN José Olaya

Apoyos locales: Servicio proporcionado por la CN José Olaya

Empresa Consultora



Julio Cesar Minga
Representante Legal
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Danny Miguel Castro Bardález
Responsable de Aspectos Biológicos
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Óscar Gómez Benítez
**Responsable de Medidas de
Remediación Ambiental**
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Julio Cesar Minga
Responsable de Aspectos de Toxicología
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Miguel Pedro Huamanchaqui Adauto
**Responsable de Aspectos de
Ingeniería de Petróleo**
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Guillermo Luján Vizcarra
**Responsable de Diseño, Procesos
y Presupuestos**
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



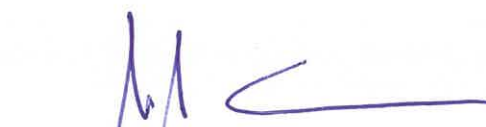
Jessica Becerra Flores
Responsable de la Información Geográfica
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Néida Quispe Ecos
Responsable de Evaluación Económica
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Nella Arrieta Rodríguez
Responsable de Relaciones Comunitarias
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.



Nelson Gabriel Navarro C.
Responsable de Gerencia del Proyecto
J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

Los datos que se presentan en este capítulo han sido obtenidos mediante información bibliográfica, complementada con data obtenida en campo durante las labores de muestreo en las épocas húmeda y seca.

2.1 Ubicación.

Los trece (13) sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en estudio, se encuentran ubicados al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Trompeteros, provincia y departamento de Loreto y geográficamente dentro de la cuenca del río Corrientes.

Los sitios impactados, objeto de estudio, fueron agrupados en cuatro (4) sectores con fines estratégicos: (1) debido a su distancia con respecto a las comunidades y centros poblados más cercanos y (2) considerando la distancia entre sí para fines de ejecución de las labores de campo y logística. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.1. Mapa de Ubicación General del Área de estudio.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se ubica en el Sector 1 el cual tiene como instalaciones cercanas a la Batería Shiviayacu, dentro del área de influencia de la comunidad nativa José Olaya.

Cuadro 2-1 Distribución de los sitios impactados por sectores

Sector	Sitio
SECTOR 1	S0111, S0112, S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
SECTOR 2	S0107, S0108, S0109, S0110
SECTOR 3	S0113, S0114, S0115, S0116
SECTOR 4	S0117, S0119

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

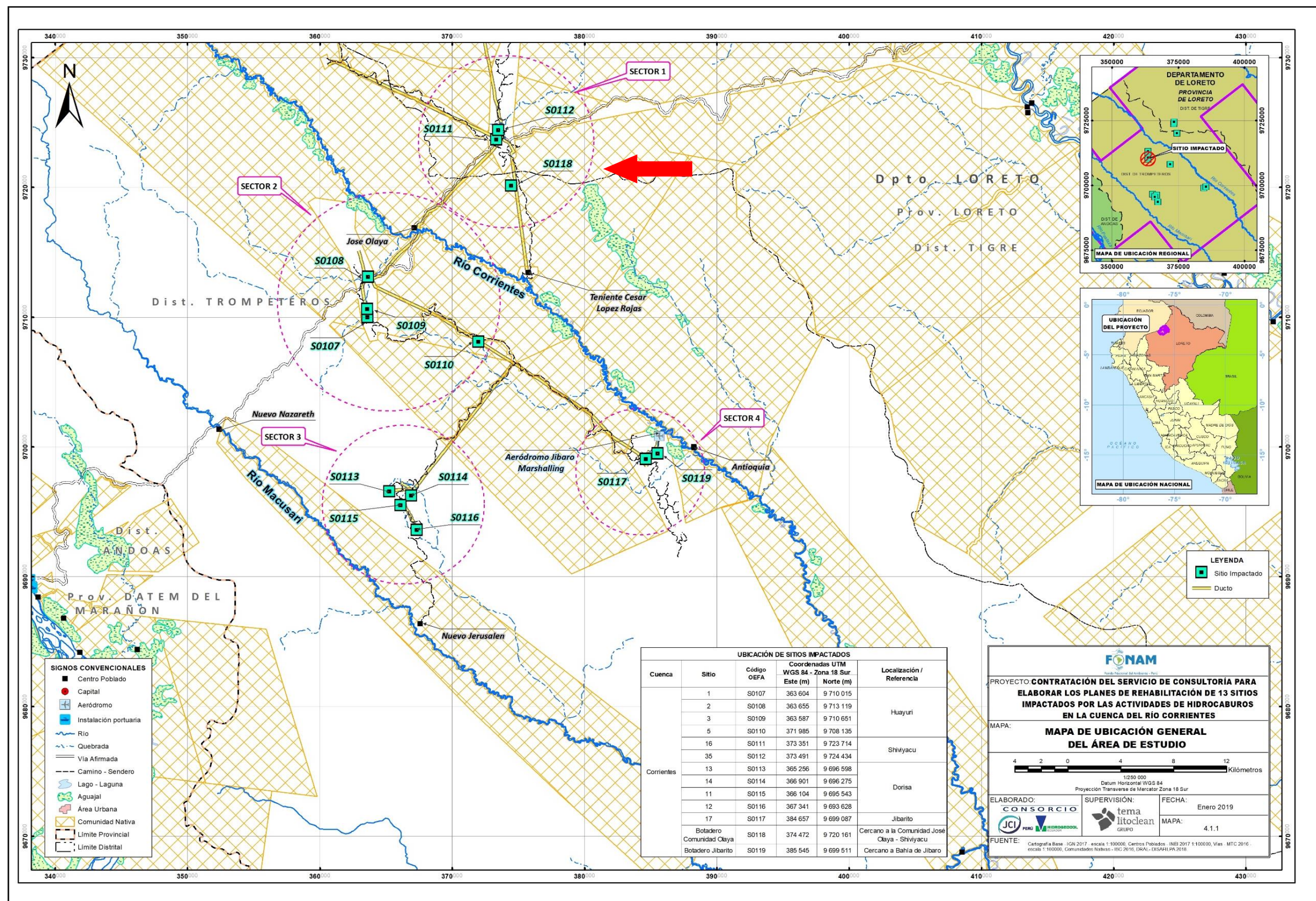
Para acceder al sitio se parte desde Lima vía aérea hacia Tarapoto, para luego tomar la carretera con destino a la ciudad de Yurimaguas en un tiempo estimado de 2 h; de aquí se toma un transporte fluvial en el puerto Abel Guerra con destino a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, cuya travesía dura 2 días aproximadamente, con pernocte en la comunidad de Ushpayacu. Para acceder a la comunidad nativa José Olaya, se toma la vía afirmada partiendo desde la comunidad nativa de Nuevo Andoas en un tiempo estimado de 3 h aproximadamente; de aquí se toma la vía afirmada hacia la batería Shiviayacu y se toma el desvío de la carretera al sur y a unos 15 minutos en dirección al Sur se llega al botadero José Olaya. (Ver Figura 2-1 Ubicación de sitios impactados).

Cuadro 2-2 Acceso al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Partida	Sitio	Vía afirmada / Referencia	Estado de la vía
Comunidad nativa José Olaya	S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	Por carretera de tierra hacia pozo SHIV-26 y seguir la carretera en dirección al Sur a 15 minutos por la carretera afirmada.	En buen estado

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 2-1 Ubicación de los 13 sitios impactados



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.2 Descripción de las condiciones ambientales: geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal entre otras.

En el presente ítem se detallará las características geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, topografía, climática, suelos, cobertura vegetal entre otras del área que corresponde al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

2.2.1 Geología

Los 13 sitios impactados se localizan en el denominado Llano Amazónico de la selva del norte del país, cuyo relieve se encuentra dominada por colinas, lomadas y terrazas aluviales, la estratigrafía de la cuenca del río Corrientes lo integra formaciones rocosas sedimentarias, cuyas edades van desde el terciario superior (Mioceno) hasta el cuaternario reciente (Holoceno).

Las unidades geológicas presente en el área que abarca el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) son: Formación Nauta y sobre las quebradas se encuentra depósitos aluviales recientes ^a
^b. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.2 Mapa Geológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

- Formación Nauta (TsQp-n): Está conformada por areniscas y lodolitas. Las areniscas son grano grueso de color rojo, con intercalaciones lenticulares conglomerádicas de gravas cuarzosas pequeñas. Las lodolitas también presentan color rojizo, se ubican en forma interestratificada con las capas de areniscas y presentan en la sección superior de la secuencia niveles enriquecidos de materia orgánica; la caolinita es el mineral de arcilla predominante en este material.

^a Boletín N° 30 Serie A: Carta Geológica Nacional. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET - 1999).

^b Mapa Geológico del cuadrángulo de Andoas, 1999. Carta 5-k.

Figura 2-2 Modelo de columna lito estratigráfica del área de estudio

Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor (m)	Columna Litológica	A.D.	Descripción
CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos fluviales			CA	Arenas limoarcillas y gravas
		Depósitos palustres			CL	Arcillas, lodolitas, grises
		Depósitos aluviales			CA	Arenas, limoarenas, en niveles masivos, delgados, con restos de plantas
	PLEISTOCENA	Depósito aluvial 1 y 2	± 70		C	Arenas, limoarcillas en niveles masivos, delgados, con restos de plantas
Depósito Ucamara		Arcillas, lodolitas, grises, verdosas.				
PLIOCENA	Formación Nauta	M sup.				Arenas finas a gravosas, gris claras a blanquecinas cuarzosas, angulosas, micáceas, ocasionalmente presentan arenas gris oscuras de grano fino, constituido de fragmentos de cuarcita oscura .
		M inf.				Limoarcillas beige a rojizas, caolinita, deleznable, intercaladas con capas delgadas de limolita y arenas finas, con algunos lentils, de grava.
NEÓGENO	MIOCENA	Formación Ipururo	1880 - 303		C	Areniscas grises a marrones, en parte conglomerádicas, de grano grueso a medio, mal seleccionadas.
						Limoarcillitas, limolitas, ocasionalmente areniscas de grano fino, de color rojo violáceo en capas delgadas a medianas
NEÓGENO	MIOCENA					Limoarcillitas de grano medio a grueso con lentils de conglomerado y delgadas capas de coloración rojiza y ocasionalmente grises a pardo amarillentas

Fuente: Boletín N° 130, Serie A (Carta Geológica Nacional), pág. 44.

2.2.2 Hidrogeología

Este ítem contiene la descripción de las características hidrogeológicas del área del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). El flujo del agua en el área es en un medio poroso, estando controlado básicamente por las características detríticas de la zona, la litología detrítica domina el movimiento del flujo subterráneo.

Mediante la descripción del presente ítem se definirá la hidrogeología conceptual, el cual definirá el comportamiento del movimiento de flujo, la interrelación agua superficial-agua subterránea.

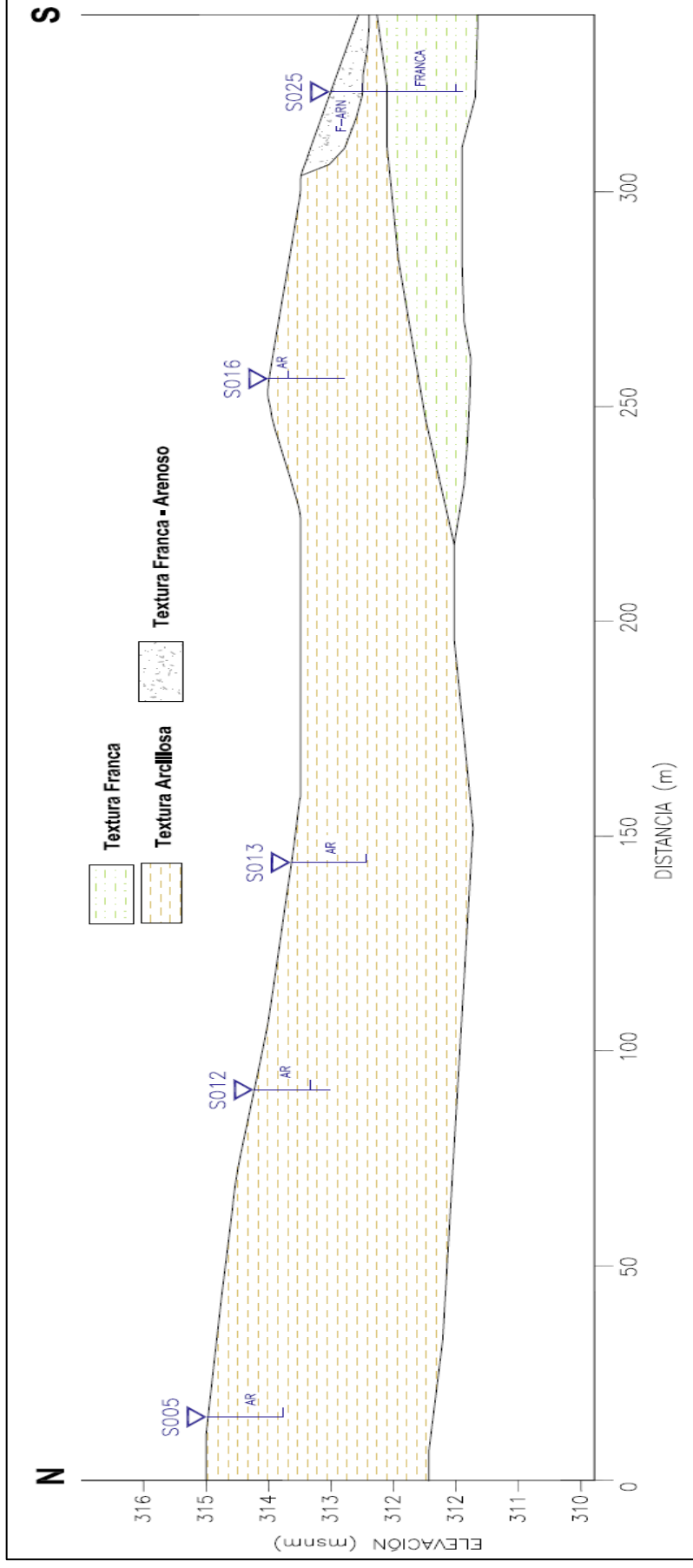
El flujo en medio poroso se encuentra gobernado por la ley de Darcy, el cual en forma empírica describe el movimiento subterráneo en medios poroso, siendo aquellos formados por agregados de partículas que dejan intersticios o poros entre ellos, circulando a través de ellos el agua subterránea.

La hidrogeología conceptual se basa en la información geofísica (época seca), sondeos manuales (ambas épocas), sondeos con equipos (época húmeda), perforación e instalación de piezómetros (época húmeda) y medición de los niveles del agua subterránea (ambas épocas), las cuales se contrastará con la geología de la zona para definir el comportamiento del flujo subterráneo. Lo descrito se detalla más adelante en sus respectivos ítems.

El mapa hidrogeológico nacional se describe como acuíferos detríticos en lo largo de la selva, pero para este ítem se infiere el comportamiento hidrogeológico local. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.4: Mapa hidrogeológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

En la Figura 2-3 se muestra un perfil litológico elaborada con los sondeos manuales y con equipo, con el fin de diferenciar de mejor manera las diferentes litologías del suelo, así mismo, identificar las unidades hidrogeológicas. Este perfil fue construido en base a la clasificación textural de los resultados de laboratorio y la descripción de los sondeos, sin embargo, este perfil no se encuentra en línea recta, es la unión de los sondeos para la construcción litoestratigráfica del sitio impactado.

Figura 2-3 Perfil litológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.2.2.1 Caracterización hidrogeológica

En este ítem se describirá las características hidrogeológicas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) definiendo la hidrogeología conceptual, el cual definirá el comportamiento del movimiento de flujo, la interrelación agua superficial-agua subterránea.

El flujo de agua en el acuífero libre en el área en un medio poroso, estando gobernado por la ley de Darcy, el cual en forma empírica describe el movimiento del agua subterránea en medios porosos, siendo aquellos formados por agregados de partículas que dejan intersticios o poros entre ellos, circulando a través de ellos el agua subterránea.

En el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) geológicamente tiene como basamento lo sedimentos de la formación Nauta donde la litología varía entre areniscas y arcillitas. Tal como se muestra en la columna lito estratigráfica de la Figura 2-2. Con respecto a las zonas más probables para almacenar y transmitir el agua, para este tipo de depósitos, serían las arenas por tener buena permeabilidad. Es común encontrar acuíferos de poca capacidad, esto es a causa del dinamismo del río (la deposición y erosión constante).

A. Unidades hidrogeológicas

Basándose en la litología de la geología regional, información textural de sondeos con equipo, sondeos manuales y descripción litológica en campo, ha sido posible determinar las posibles unidades hidrogeológicas presentes en el área de impacto del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Asimismo, se han clasificado de acuerdo con su importación hidrogeológica relativa.

- **Unidad Hidrogeológica 1**

Esta unidad hidrogeológica pertenece al Cuaternario, la litología presente se divide en un (1) tipo de suelo: arcillosa. Donde el contenido característico es la arcilla como material predominante.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad propia que se comporta como un medio detrítico casi impermeable. Superficialmente en época de lluvia permite la recarga del acuífero muy lentamente, la recarga lenta está ligada al grado compactación in situ.

- **Unidad Hidrogeológica 2**

Esta unidad hidrogeológica pertenece al Cuaternario, la litología presente es un (2) tipo de suelos: franca. Donde el contenido característico es el limo como material predominante.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad propia que se comporta como un medio detrítico de permeabilidad baja. Superficialmente en época de lluvia permite una recarga lenta del acuífero, la recarga lenta está ligada al grado compactación in situ.

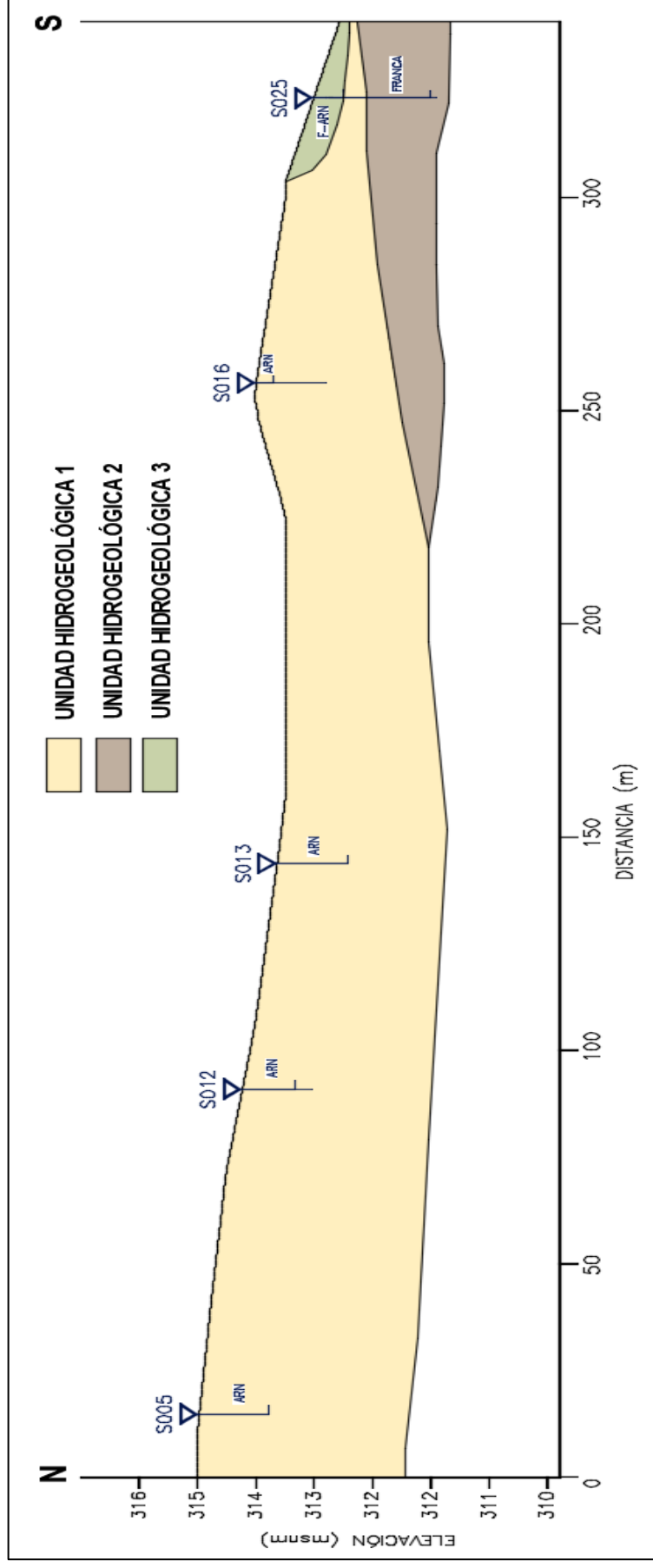
- **Unidad Hidrogeológica 3**

Esta unidad hidrogeológica pertenece al Cuaternario, la litología presente se divide en un (2) tipo de suelo: franco arenoso. Donde el contenido característico son las arenas.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad propia que se comporta como un medio detrítico permeable. Superficialmente en época de lluvia permite la recarga del acuífero, la recarga está ligada al grado compactación in situ.

En la Figura 2-4 se muestra un perfil hidrogeológico, este perfil fue construido en base al perfil litológico (Figura 2-3), según el análisis realizado se define el posible comportamiento de las unidades hidrogeológicas.

Figura 2-4 Perfil hidrogeológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Isóbatas y dirección de flujo subterráneo

La concepción del flujo subterráneo a través del medio poroso del área del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se presenta con base a los niveles freáticos medidos en el piezómetro durante la campaña de campo realizada en junio y setiembre de 2018, los cuales indican la existencia de una fluctuación del nivel dependiendo la temporada del año.

A partir de estos niveles se construye la morfología de las profundidades del nivel freático y las líneas de flujo las cuales se dirigen a partir de una zona de mayor altura piezométrica a una de menor altura, todas ellas encaminadas hacia el cauce del río principal.

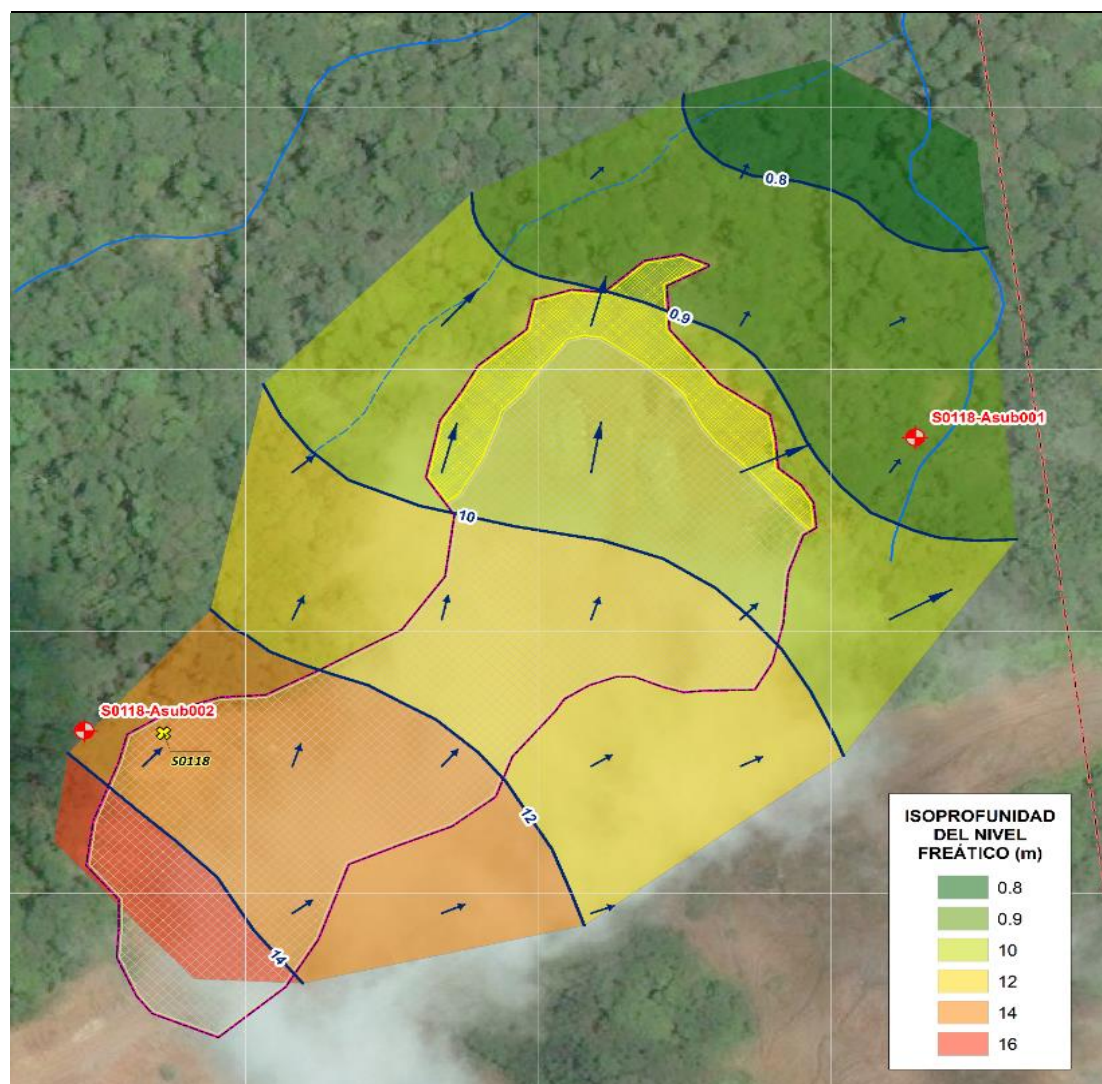
Estos resultados se infieren a partir del monitoreo de la profundidad del nivel del agua en los piezómetros construidos en el sitio, a pesar de contar con solo dos piezómetros y no una red piezométrica que brindaría una información más detallada del comportamiento de la superficie freática en toda el área de estudio, se cuenta al menos con información de métodos indirectos como la tomografía eléctrica realizada para definir los sitios más recomendables para la ubicación de los piezómetros (ítem 3.6.1.4), también con las fichas de campo de los sondeos con equipos (anexo 6.5 documentación de detalle) y adicionando el juicio de los especialistas que participaron en los levantamientos de campo, lo anterior permitió definir de manera conceptual las isobatas de nivel freático cercanas a cada piezómetro e inferir de manera conceptual las profundidades del nivel freático para las zonas impactadas.

Para la dirección de flujo hubiera sido importante tener topografía de detalle, pero con el juicio de experto que participó en los levantamientos de campo y con la información indirecta (geofísica) se pudo definir el posible comportamiento de la dirección de flujo, con la información recopilada se asume que la dirección de flujo subterráneo es suroeste a noreste.

El área preliminar impactada presenta una profundidad del nivel freático aproximadamente de quince (15) mbns, es siempre de acuerdo a cuán próximo esté a la quebrada y a la forma a la topografía.

En la Figura 2-5 se muestra las isolíneas conceptuales de la profundidad del agua subterránea para la época húmeda y la probable dirección del flujo.

Figura 2-5 **Isolíneas conceptuales de la profundidad del nivel freático del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época húmeda**



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.2.3 Hidrología

2.2.3.1 Descripción de la cuenca del área de estudio

El área de estudio se sitúa dentro de la cuenca del río Corrientes el cual tiene sus orígenes en los andes ecuatorianos y se tiene como principales afluentes a los ríos Macusari, Platanoyacu, Capirona y Copalyacu (margen derecha) y el río Pavayacu (margen izquierda). Se caracteriza por ser meandriforme, con un canal que migra libremente en una llanura aluvial de suave pendiente, formando meandros y brazos abandonados; además por el sector teniente López, su cauce ha formado barras laterales arenosas y areno-gravosas, en ambas márgenes.

Por lo general sus aguas son turbias, de rápida corriente y cauce encajonado, aunque navegable. Sus tributarios muestran un sistema de drenaje moderadamente dendrítico a sub-dendrítico, con un fuerte control estructural y topográfico, dados por la geología del Lote 192. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.5. Cuenas, Subcuenas y Microcuenas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 2-3 Características generales de la cuenca del río Corrientes ^c

Área (km ²)	Perímetro (km)	Longitud del Cauce (km)	Pendiente Cauce Principal (m/km)	Longitud Cuenca (km)	Pendiente Cuenca (m/km)
12 207,81	2 411,68	499,83	0,18	251,92	0,36

Fuente: Walsh Perú, EIA 20 Pozos de Desarrollo Lote 1AB.

Respecto a la variabilidad de los niveles de agua, estos están definidos por dos (2) periodos principalmente: Periodo de aguas bajas, el cual está comprendido entre setiembre y diciembre y las fluctuaciones de los niveles de agua son uniformes; y el Periodo de aguas altas, comprendido entre enero y agosto, y sus aguas fluctúan entre 0,45 y 2,22 m.

2.2.3.2 Datos climáticos

2.2.3.2.1 Datos hidrometeorológicos

De acuerdo con el análisis de la data disponible proveniente de las estaciones meteorológicas cercanas y representativas al área de estudio, en el Cuadro 2-4 y Figura 2-6 se muestra las precipitaciones medias mensuales de cada estación.

Cuadro 2-4 Precipitación media mensual (mm) (2000-2006)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
CHINGANAZA	191	162	253	331	391	284	280	123	191	121	182	175
TENIENTE PINGIO	173	159	237	164	223	189	214	289	183	226	158	143
BARRANCA	202	188	234	293	234	184	134	138	179	170	264	254
BONA	260	263	347	301	362	256	230	237	219	314	322	293
SOPLÍN	165	155	171	178	171	192	158	119	169	151	181	150
NUEVO ANDOAS*	182	246	253	276	329	270	215	208	234	388	207	205
BARTRA	207	172	257	241	253	277	278	216	204	202	210	199
SARGENTO LORES*	245	244	247	231	250	234	222	200	231	246	251	247
TENIENTE LÓPEZ*	203	260	290	310	269	354	290	203	218	277	243	184
Promedio	203	205	254	258	276	249	225	193	203	233	224	206
Desviación Estándar	31	44	47	52	56	54	50	50	23	73	48	49
Máximos	260	263	290	331	391	284	290	289	234	388	322	254
Mínimos	165	155	171	178	171	184	134	123	179	121	181	143
Curtosis	-0,05	-2,27	2,30	-0,96	-0,65	0,03	-0,62	-0,54	-1,61	-0,10	0,23	-0,65
Coef. Asimetría	-0,05	-2,27	2,30	-0,96	-0,65	0,03	-0,62	-0,54	-1,61	-0,10	0,23	-0,65
Coef. Variación	0,154	0,213	0,184	0,202	0,204	0,217	0,221	0,260	0,115	0,315	0,216	0,238

^c Estudio de Impacto Ambiental para la perforación de 20 pozos de desarrollo en los yacimientos de Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibaro-Jibarito y Capahuari Sur en el Lote 1 AB.

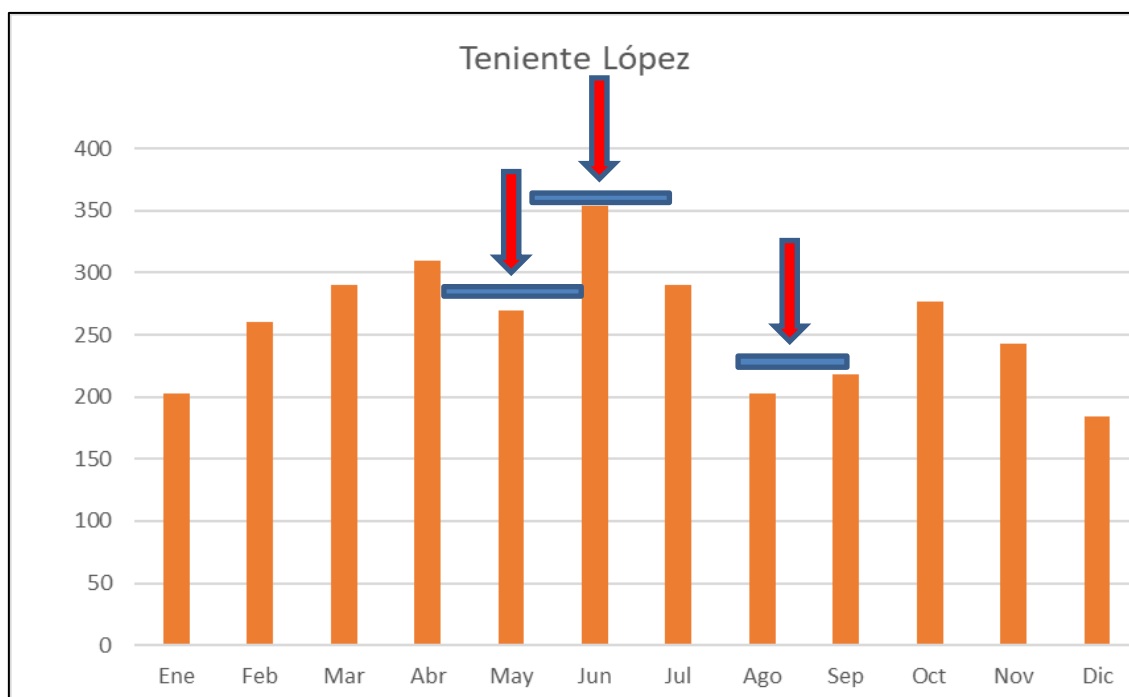
Cuadro 2-4 Precipitación media mensual (mm) (2000-2006)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Perc. 75 %	226	253	273,5	305,5	345,5	280,5	279	226,5	225	295,5	257,5	250,5
Perc. 50 %	202	188	253	276	253	256	222	203	204	226	210	199
Perc. 25 %	177,5	160,5	235,5	204,5	228,5	190,5	186	130,5	181	160,5	181,5	162,5

*Estaciones más cercanas al área de estudio.

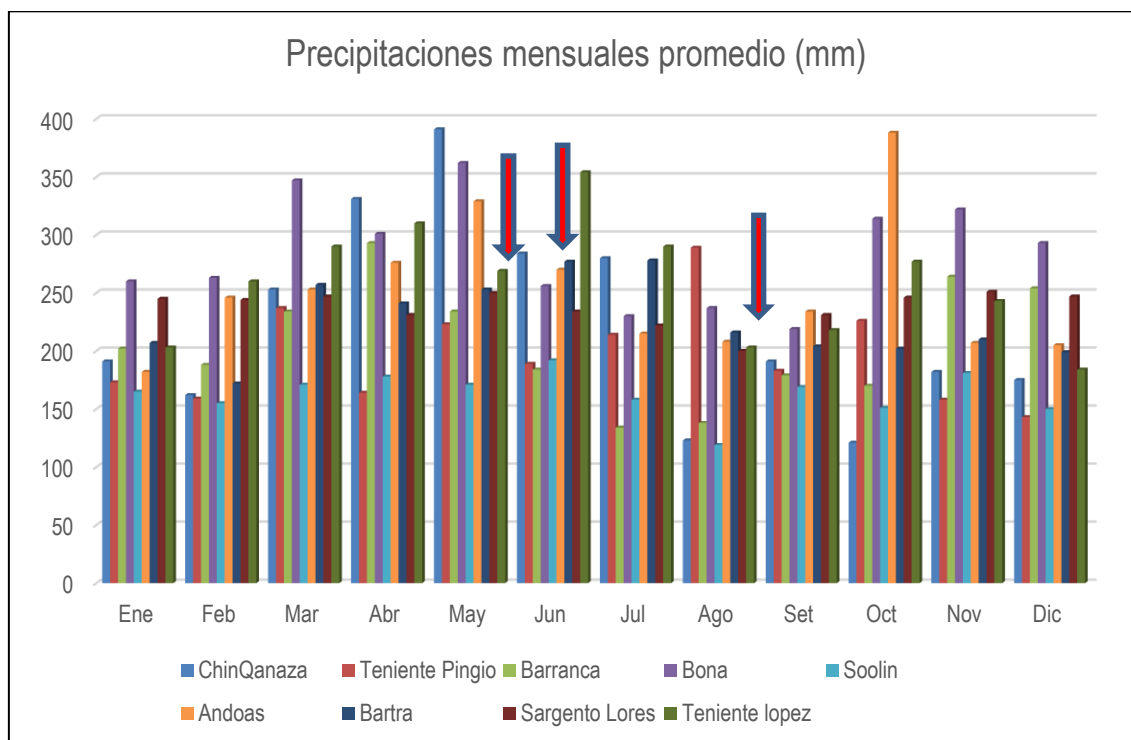
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019. (adaptado del Estudio de Impacto Ambiental para la perforación de 20 pozos de desarrollo en los yacimientos de Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibaro-Jibarito y Capahuari Sur en el Ex Lote 1 AB.)

Figura 2-6 Histograma de precipitación (2000-2006) estación teniente López



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 2-7 Histograma de precipitación estaciones cercanas al Lote 192 (ex -lote 1AB) (2000-2006)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la Figura 2-7 se muestra el comportamiento de la precipitación media mensual (años 2000-2006) en las estaciones ubicadas en la selva amazónica nororiental, algunas de ellas localizadas dentro del Lote 192 (ex -lote 1AB).

Como se puede observar, en la mayoría de las estaciones se presenta una precipitación constante durante todo el año, con niveles mayores a 100 mm/día, evidenciándose meses húmedos entre julio y setiembre y meses muy húmedos entre marzo y mayo.

En lo sucesivo las temporadas se identificarán como **época seca** (julio y setiembre) y **época húmeda** (marzo y mayo), (período con mayor intensidad y frecuencia de lluvias).

2.2.4 Topografía

La topografía de detalle será realizada en la segunda fase del estudio a la aprobación de los Planes de Rehabilitación, sin embargo para desarrollo en el análisis de la topografía del sitio en las diferentes matrices se ha recurrido a diferentes fuentes digitales y a los especialistas de campo para obtener un análisis topográfico (vista en planta y perfiles o secciones longitudinales) sobre el sitio impactado, a continuación se detalla el procedimiento utilizado para conceptualizar la topografía del sitio:

- Descarga de información topográfica de las paginas oficiales del estado: Instituto Geográfico Nacional (GEOPORTAL).
- Descarga de imágenes de Google Earth para contrastar las elevaciones topográficas.
- Verificación con los especialistas que participaron en las etapas de campo para contrastar con la información visual de la topografía captada por ellos.

- Finalización de la topografía conceptual utilizada para la representación de secciones en los diferentes ítems.
- Análisis conceptual de la topografía es: Sobre las plataformas de los pozos HUYS-01X y HUYS-02CD la topografía es plana al ser alterada para la instalación de las infraestructuras de explotación, sin embargo, sobre los sitios impactados las pendientes son muy bajas a moderadas (zonas cercanas a las quebradas) y aún conserva en mayor porcentaje la topografía originada por procesos geológicos naturales.

La topografía de la zona se presenta con poca pendiente en el área impactada. Esta topografía no está formada por procesos geológicos naturales. Se observan algunas cárcavas producidas por la erosión en la superficie de la zona.

La topografía de la zona cambia abruptamente hacia el norte y oeste por una con pendientes más elevadas tal como se constató por los técnicos que participaron en las temporadas de campo durante las fases de muestreo.

2.2.5 Climáticas

El Perú está formado por ocho regiones naturales: Chala o costa, yunga, quechua, suni, puna, janca o cordillera, selva alta y selva baja. En éstas se presentan una diversidad de climas y microclimas que van desde lo costero árido y cálido, pasando por los valles interandinos de tipo templado, frígido y polar hasta los de tipo cálido y lluvioso de la selva.

Tres son los factores que determinan básicamente el clima del Perú: la situación del país en la zona intertropical, las modificaciones altitudinales que introduce la cordillera de los Andes y la Corriente Peruana o de Humboldt, cuyas aguas recorren las costas del país.

Según el Mapa Climático Nacional del Senamhi a la zona impactada le correspondería un clima de Selva Tropical Muy Húmeda específicamente un clima muy lluvioso, cálido, muy húmedo con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año, permanentemente húmedo por alta concentración de vapor de agua en la atmósfera.

El tiempo de esta región está determinada por el Anticiclón del Atlántico Sur, la Baja presión Ecuatorial, ligada a la Zona de Convergencia Intertropical, la baja presión amazónica y en menor medida a las ondas del Este.

Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.6 Mapa Climático del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

2.2.6 Suelos

Según la información recopilada en el EIA 20 pozos desarrollo y Facilidades de producción – Lote 1AB (PLUSPETROL 2007) el suelo se clasifica como:

Colina-Frontera (Co-Ft/C): Suelos son profundos, de color predominante pardo fuerte y roja, de clase textural media a fina, el drenaje natural es bueno a algo excesivo dependiendo de la gradiente del terreno. También estos suelos son profundos de color predominante pardo amarillento sobre pardo fuerte, de clase textural moderadamente fina, presentado ocasionalmente lentes de limolita, el drenaje es bueno y algo excesivo en las áreas de pendiente empinadas.

Esto también se evidenció en los resultados de granulometría obtenidos en el laboratorio. Así como también se verificó por observación directa, al clasificar visualmente las muestras en la etapa de sondeos manuales y sondeos con equipo, (actividad realizada por los técnicos supervisores de los

sondeos), donde se comprobó un suelo predominante por arcillas así mismo se observa estos tipos de suelo distinguida por su coloración en cortes geológicos cercanos al sitio impactado.

Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.7 Mapa de Suelos del sitio (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y en el Anexo 6.10 Informes de laboratorio se observan los resultados de granulometría.

2.2.7 Geomorfología

Se presenta los aspectos más característicos relacionados con la geomorfología del área donde se encuentra el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), según el análisis realizado se puede definir geomorfológicamente que se caracteriza por tener colinas bajas modernamente disectadas en sedimentos cuaternarios y colinas bajas ligeramente disectadas en sedimentos cuaternarios. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.3 Mapa Geomorfológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

2.2.7.1 Fisiografía

El área de estudio general se caracteriza por situarse en el llano amazónico, cuyo relieve está constituido por terrazas medias y bajas, así como un sistema de colinas altas y bajas el cual está desarrollado sobre substratos rocosos algo variados. Estos caracteres fisiográficos esenciales han sido determinados por los eventos geológicos y climáticos acontecidos durante el Terciario superior y Cuaternario, así como los agentes erosivos que actúan a través del tiempo.

Además, se ha identificado las principales características fisiográficas que se presenta en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya):

- Gran Paisaje de Colinas Denudacionales: Se caracterizan por presentar superficies onduladas a disectadas con pendientes hasta 50 %, donde se puede identificar lo siguiente:
 - Colinas Denudacionales del Terciario, constituidas por arcillitas y areniscas de grano fino a medio; además comprende la siguiente unidad fisiográfica para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es: Colinas Bajas moderadamente disectadas en rocas terciarias.
 - Colinas Denudacionales del Cuaternario, constituidas por paquetes de arenas poco consolidadas, arcillas y gravas pequeñas; además comprende la siguiente unidad fisiográfica para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es: Colinas Bajas ligeramente disectadas sedimentos cuaternarios.

2.2.8 Cobertura vegetal

Para la descripción de la cobertura vegetal de los sitios impactados durante la fase de campo, se tomó como referencia información secundaria presentada por Pluspetrol en su Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Construcción de Facilidades de Producción en los Yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur, Lote 1 AB - Pluspetrol Norte S.A. (Estudio de Impacto Ambiental, aprobado mediante R.D. 394-2008-MEM/AAE), validándose cada una de las coberturas vegetales que se mencionan en dicho estudio, las cuales a su vez tienen correspondencia con las unidades de vegetación propuestas por MINAM (2015). Las coberturas vegetales respecto a los Sitios se presentan en el Anexo 6.2 Mapa 6.2.8 Mapa de Cobertura Vegetal del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya).

- **Área de no-bosque amazónico (ANO-BA)**

Cobertura eminentemente amazónica, comprende las áreas que fueron desboscadas y actualmente representan áreas agropecuarias, es decir, actualmente presentan cultivos agrícolas y pastos cultivados; comprenden también áreas cubiertas con vegetación secundaria (“purma”) y/o áreas desbrozadas (i.e. botaderos). Son unidades antrópicas de cobertura vegetal, es decir, coberturas vegetales modificadas en extensión y composición, producto del desarrollo de actividades humanas, tales como la agricultura y el transporte (MINAM, 2015).

- **Bosque de colinas bajas (Bcb)**

Comprende los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas). Posee una superficie mucho mayor que el de las lomadas, se desarrolla en tierras originadas por acumulación fluvial muy antigua y que se presenta con diferentes grados de disección o erosión, con presencia de pequeñas quebradas que inundan parcialmente la zona en época húmeda (MINAM, 2015). Esta formación comprende dos subformaciones (de acuerdo a la información de Pluspetrol 2007): Bosque de colinas bajas ligeramente disectadas y bosque de colinas bajas medianamente disectadas.

2.3 Grupos de interés ^d(actores sociales y claves).

Para la identificación de los factores sociales y culturales del estudio se ejecutó una Ficha de Relevamiento con el objetivo de obtener información específica. Se ejecutaron entrevistas a cargo de los especialistas sociales o en relaciones comunitarias del equipo. Cabe señalar, que la ficha de relevamiento social contó con la revisión y validación de la empresa supervisora. En el Anexo 6.5 se observa las fichas de relevamiento y la entrevista del monitor ambiental.

Las variables de levantamiento preliminar fueron en número de tres:

- a. Demografía y migración
- b. Actividades económicas
- c. Dieta, nutrición y salud

La mayor parte de la información social requerida también es posible identificarla en fuentes secundarias, debido a la serie de estudios previos en el Lote 192. Hacer uso de las fuentes secundarias se considera relevante, pues la población ya se encuentra saturada con la investigación social (primaria) de la cual han sido objeto en tiempos pasados debido al levantamiento de información para la obtención de las licencias y permisos ambientales (Estudios de Impacto Ambiental).

En el Cuadro 2-5, se presenta la Ficha social de relevamiento.

^d La caracterización de los Grupos de Interés y de los Factores Sociales y Culturales referidos a la Comunidad Nativa José Olaya mantienen un mismo texto y análisis para los siguientes sitios: sitio S0111 (Sitio 16), sitio S0112 (Sitio 35), sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya), sitio S0107 (Sitio 1), sitio S0108 (Sitio 2) y sitio S0109 (Sitio 3) salvo las particularidades referidas a actividades económicas que pudieran ser propias del sitio en estudio.

Cuadro 2-5 Ficha social de relevamiento

Indicadores	Preguntas Semiestructuradas
a. Demografía y Migración	- N° Familias / Hogares. - Población (N° hombres, N° mujeres y N° niños) - Características socioculturales de las viviendas. - Lugares de emigración / Motivos de emigración (enfatar motivos referidos a la actividad de hidrocarburos). - Lugares de inmigración / Motivos de inmigración (enfatar motivos referidos a la actividad de hidrocarburos).
b. Actividades Económicas	- Actividades económico-productivas ejecutadas en torno al casco comunal. - Actividades económico-productivas ejecutadas en torno a los sitios impactados. - Impacto de la actividad de hidrocarburos en las actividades económico-productivas.
c. Dieta, Nutrición y Salud.	- Particularidades de la dieta cotidiana. - Cambios o introducciones en la dieta por impacto de la actividad de hidrocarburos. - Características de la salud: Condiciones del establecimiento, personal, morbilidad y mortalidad.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para complementar la ficha social de relevamiento se llevó a cabo la observación participante, vital para identificar otros aspectos tales como los tipos de construcción y materiales de las viviendas, los patrones de comportamiento y aspectos culturales.

Cuadro 2-6 Ficha de observación participante

Indicadores	Preguntas Semiestructuradas
a. Vivienda	- Tipo de vivienda (material de construcción, tipo de piso, tipo de calles, asfaltadas o no asfaltadas), localización del área residencial con respecto a la fuente (distancia, vientos dominantes, etc.), antigüedad del área residencial, proyectos de crecimiento del área residencial. - Patrones de comportamiento en el interior de la vivienda. - Presencia de contaminantes en interiores: Por ejemplo, fumigación con insecticidas, leña para la cocción de alimentos. - Localización del dormitorio y del área de preparación de alimentos. - Presencia de industria familiar: Por ejemplo, carpinterías, ladrilleras, invernaderos.
b. Fuentes de Agua y Alimentos	- Fuentes de agua potable y alimentos. - Determinar las fuentes de agua potable y alimentos de los receptores, con el propósito de establecer si hay una exposición a contaminantes de preocupación por el consumo de éstos. Se debe considerar además una posible exposición por el uso utensilios de cocina que contengan contaminantes de preocupación.
c. Área de Recreación	- Áreas donde juegan los niños. - Tipo de piso del área de recreación. - Localización del área con respecto a la fuente. - Antigüedad del área de recreación. - Eventos de restauración en el área. - Frecuencia de juego.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Finalmente, se levantó información sobre aspectos referidos a las preocupaciones de la población en torno al servicio, sus expectativas y recomendaciones para la rehabilitación en base a una Ficha de Percepciones, la cual se detalla a continuación:

Cuadro 2-7 Ficha de percepciones

N.º	Temas	Preguntas y/o Uso de Mensajes Clave
1	Conocimiento acerca del servicio y la empresa ejecutora	a. ¿Conoce usted sobre el servicio “Elaboración de los Planes de Rehabilitación de 13 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Corrientes”? b. ¿Conoce a la empresa JCI - HGE? De ser necesario se brindará información en relación con el proyecto. c. ¿Qué opinión tiene sobre el servicio?
2	Percepciones y expectativas sobre la remediación (impactos)	a. ¿Qué entiende usted por remediación? ¿Qué entiende usted por rehabilitación? Explicación sobre las diferencias y solicitud de opinión. b. ¿Qué espera usted de los trabajos de remediación o rehabilitación? c. ¿Qué cosas positivas podría traer la tarea de remediación a la comunidad?
3	Detalles del servicio	a. ¿Conoce usted los tiempos del servicio, la ejecución en campo, la sistematización y la presentación de resultados a las comunidades? b. ¿Qué riesgos o problemas podría traer la tarea de remediación a la comunidad?
4	Recomendaciones	a. Recomendaciones a JCI-HGE, FONAM o la Junta de Administración para la ejecución del servicio.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el cuadro siguiente se registra el número de entrevistas realizadas en campo considerando la etapa de reconocimiento, y las dos épocas. Asimismo, en el Anexo 6.6.10 se adjuntan las entrevistas de campo.

Cuadro 2-8 Entrevistas en comunidades

Etapa	Meses (2018)	Número de entrevistas (J. Olaya, Nueva Jerusalén y Antioquia)
Reconocimiento	Febrero	15
Época húmeda	Marzo-Mayo	22
Época seca	Julio-Septiembre	24
Total de entrevistas		61

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Distancias estimadas desde el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la Comunidad Nativa José Olaya**

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra ubicado a 15,6 km aprox. del casco comunal de la CN José Olaya. De acuerdo con las evidencias históricas y referencias de monitores

ambientales este sitio, ha sido servido para la disposición final de residuos orgánicos e inorgánicos (industriales).^e

Cuadro 2-9 Distancia del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la CN José Olaya

Comunidad	Sectores	Sitio	Distancia estimada del sitio a la comunidad (Kilómetros)	Tipo de Recorrido
CN José Olaya	Sector 1	S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	15,6	Carretera / Bosque

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Demografía y población

El río Corrientes se encuentra ubicado en la parte nororiental de la Amazonía peruana, distrito de Trompeteros, provincia de Maynas, en el departamento de Loreto. La cuenca del Corrientes alberga a 31 comunidades nativas de los pueblos indígenas Achuar, Kichwa y Urarina, los que involucran una población de 7 mil habitantes. Históricamente, estos pueblos han ocupado su territorio de manera amplia, más allá de los límites de un título de propiedad territorial como una manera de asegurar su subsistencia en base a los recursos del bosque.

La población de José Olaya, Antioquía y Nueva Jerusalén es de origen exclusivamente Achuar y mestiza y asciende a 2 351 habitantes, donde el 46,2 % corresponde a población masculina y el 53,8 % a población femenina.^f

Según los resultados del trabajo de campo, basado en entrevistas y observación participante, la población de la CN José Olaya asciende a más de 500 personas, siendo la comunidad más grande. La población mestiza ha llegado a establecerse en José Olaya debido a la relación de ésta con la empresa petrolera, la cual demanda servicios y mano de obra. En el siguiente cuadro se identifica la población estimada para la CN José Olaya.

Cuadro 2-10 Población de la CN José Olaya

Comunidad Nativa	Población Total estimada – Trabajo de Campo (*)	Población Total aproximada	De 0 a 4 años	De 5 a 14 años	De 15 a 29 años	De 30 a 64 años	Más de 65 años	Hombres	Mujeres
José Olaya	500	127	22,83 %	31,5 %	25,98 %	19,69 %	0,0 %	46,5 %	63,5 %

Fuente: Base de Datos Oficial de Pueblos Indígenas u Originarios. Ministerio de Cultura. Actualización: Agosto, 2017.

(*) Cifras obtenidas durante las entrevistas a autoridades en las comunidades de estudio.

^e Entrevista a Monitor Edinson Ramírez Butuna.

^f Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú. PNUD. 2018.

• Caracterización de las viviendas

La organización tradicional Achuar se caracterizó por un patrón de asentamiento disperso en la selva; la vivienda estaba ocupada por una familia extensa, es decir más de una unidad nuclear coexistiendo bajo un mismo techo (padres, niños, abuelos, tíos, tías, etc.) y cuya organización respondía a la práctica de la poligamia (varón que puede tener más de una esposa) y el levirato (el hermano del que muere sin hijos se casa con la viuda). Por ello, la vivienda representaba una unidad básica y necesariamente autosuficiente de producción y consumo, de manera que el liderazgo era vital tanto para la gestión de la unidad familiar como para proveer y defender la producción durante los tiempos de guerra.

Antiguamente, los Achuar habitaron enormes casas multifamiliares y espaciales. Hoy, la composición de los hogares achuar, así como el tipo de asentamiento en el territorio, es diversa. Mientras algunos achuarenses viven en comunidades en donde las viviendas están aisladas, otros viven en comunidades nativas densamente nucleadas⁹.

Las viviendas Achuar siguen albergando a familias extensas, existiendo casas de una sola habitación, sin paredes o divisiones, como era antiguamente, y otras que ya tienen separaciones o cuartos en su interior. La construcción de las casas en las comunidades de estudio está basada en la combinación de materiales propios de la zona y foráneos, como de estilos de construcción. Si bien se siguen construyendo casas con pona o techos con hojas de palmera tejidas, en algunas casas también se han reutilizado calaminas o bidones abiertos que sirven de cercos o paredes, o plásticos que han sido colocados fuera de las puertas de ingreso de las casas, tarimas de fierro que son empleadas como mesas o lugares para colocar cosas, especies de tuberías u otros materiales, etc. Muchos de estos materiales fueron en algún tiempo propiedad de la empresa petrolera y luego fueron donados o desechados y, posteriormente, reciclados por los pobladores^h.

En otras ocasiones, son los mismos pobladores quienes han adquirido calaminas (zinc) para sus techos o quienes han sido beneficiarios de una donación de calaminas, por parte del Estado o la empresa petrolera. En la CN José Olaya la mayor parte de las viviendas pueden tener paredes y una mínima separación de espacios internos; sin embargo, existen espacios únicos que funcionan de “subespacios” para dormitorio, cocina y sala de estar (lugar donde se coloca una o más “hamacas”), lo que posibilita que insumos inflamables o químicos se encuentren a la mano, como el caso de la leña para la cocción de alimentos, combustible o diésel para el uso de las pequeñas embarcaciones familiares, etc. Esta situación recrudece en tanto la cocina es contigua a los dormitorios y considerando que el principal insumo de cocina para las familias de la CN José Olaya es el gas.

⁹ URIARTE, Luis. “Los Achuar”. En: SANTOS GRANERO, Fernando y Frederica BARCLAY (editores). 2007.

^h Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú. PNUD. 2018.

Fotografía 2-1 Comunidad Nativa José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Una particularidad adicional es que en la CN José Olaya, a raíz de la presencia de personal foráneo que llega a alquilar mano de obra a la empresa operadora, las familias deciden ampliar sus viviendas para albergarlos, razón por la que algunas viviendas se convierten en una especie de carpintería, donde coexisten el uso de la motosierra y la presencia de madera y otros materiales de construcción.

Como se mencionó, el principal insumo para la cocina en José Olaya es el gas debido a la mayor capacidad adquisitiva de las familias de esta comunidad que cuentan con mayores ingresos económicos y tiene el subsidio de la empresa petrolera en el uso de la energía eléctrica.

- **Áreas de recreación y espacios educativos**

Al igual que en toda sociedad, las actividades de recreación están pautadas por el sistema cultural, de manera que los Achuar cuentan con una serie de actividades lúdicas y de ocio que se llevan a cabo en torno a la vivienda, el bosque y los ríos y quebradas. Sin embargo, el proceso de aculturación de las comunidades Achuar ha privilegiado en los últimos años a la losa deportiva o cancha comunal como el espacio recreativo por excelencia, lo que no descarta que niños y adultos realicen actividades de ocio y recreación en el bosque durante los momentos de caza, pesca o recolección.

La “Cancha o Losa Deportiva” es el lugar a donde llegan niños, jóvenes y adultos a practicar deportes como el fútbol y voleibol. La CN José Olaya cuenta con esta losa. El material del piso de esta losa es de cemento pulido y se encuentra ubicada casi al centro del casco comunal. La distancia de la cancha deportiva o losa hacia el sitio S0118 (Sitio Botadero comunidad Olaya) es la misma que desde la comunidad (15,6 km).

También se encuentran los juegos infantiles ubicados en las inmediaciones de la institución educativa, compuesto por: columpios, sube y baja, barras paralelas, bancas de cemento para reposar, entre otros. La frecuencia del juego de niños y jóvenes en estos espacios es cotidiana, esencialmente en horas de la tarde, después de las actividades escolares y laborales.

Fotografía 2-2 Áreas de recreación y espacios educativos Comunidad Nativa José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto a la educación entre los Achuar, la formación tradicional y educación de los niños y niñas están pautadas por la transmisión de valores para el fortalecimiento de la persona y la búsqueda de una visión, incluyendo fórmulas alimentarias, normas de dieta y abstinencia, purgas, búsqueda de visiones, etc. Es importante para el padre y la madre Achuar el transmitir a sus hijos todo lo referido a las normas de conducta social y el trato con todos los seres - animados o no - del bosqueⁱ.

En relación a la educación formal, la CN José Olaya cuenta con los tres niveles de Educación Básica Regular, es decir: inicial, primaria y secundaria. La Institución Educativa No. 384461 es la encargada de brindar la instrucción en primaria y secundaria, y laboran bajo la modalidad polidocente, todas las aulas cuentan con un docente responsable; cada nivel cuenta con su propia dirección y administración. El nivel inicial cuenta con tres docentes.

Cada nivel cuenta con una infraestructura propia de material noble, con espacios para aulas divididos por secciones y con servicios higiénicos, aunque el agua potable dentro de la infraestructura, así como el desagüe para la disposición de excretas, es ineficiente.

Las viviendas o los domicilios del alumnado están conglomerados en torno a la infraestructura escolar. Adicionalmente existe el Instituto Superior Tecnológico (Joaquín Reátegui Medina) que brinda la carrera de Técnico en Enfermería.

Cuadro 2-11 Institución educativa según nivel educativo y estadísticas

Nivel Educativo	Institución Educativa	N° Alumnos*	N° docentes	N° aulas
Inicial	N° 505868	50	3	3
Primaria	N° 384461	70	6	4
Secundaria	N° 384461	25	**	2

Fuente: Información aproximada del número de alumnos, brindada por actores clave de la CN José Olaya.

** No se cuenta con información sobre el número de docentes.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

ⁱ Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar 2006. Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud. Perú.

- **Fuentes de agua potable y alimentos: Agricultura, caza y pesca**

Las comunidades se surten del agua del río Corrientes y sus quebradas al interior de sus territorios. El régimen de las aguas del Corrientes presenta una creciente que se inicia en el mes de febrero, alcanzando una máxima en el mes de mayo que continua hasta junio. La vaciante se inicia en el mes de junio y alcanza el nivel mínimo del río en enero. La diferencia del nivel del río Corrientes entre creciente y vaciante es variable, pudiendo alcanzar una amplitud máxima de 4,7 metros.

Para el caso de la CN José Olaya, durante periodos de creciente, el agua de ríos y quebradas inunda el bosque y llega hasta el casco comunal. Las condiciones sanitarias que son deficientes se agudizan en ese período, situación que se complica pues los servicios higiénicos (letrinas) se inundan y se vuelven inutilizables. Con el agua “estancada” se generan focos de enfermedades como la malaria. En la entrevista a la responsable del Establecimiento de Salud de la CN José Olaya, se mencionó que el 50 % de la población ha contraído la enfermedad.

El acceso a agua potable es ineficiente. Gracias a las iniciativas locales, la comunidad cuenta con una pequeña planta de tratamiento comunal que no logra abastecer al total de su población. Adicionalmente, las aguas del río Corrientes, siendo navegables y habiendo recibido descargas de las baterías de producción por más de cuatro décadas, son aguas no utilizadas para consumo humano. La misma situación es para otras quebradas cercanas a las tres comunidades, tal como la quebrada Huayurí, cerca de la CN José Olaya, la cual fue centro de descargas de una batería del mismo nombre durante toda la operación petrolera.

Fotografía 2-3 Planta de tratamiento comunal



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El agua propia de los cursos de agua en torno a los sitios impactados no es utilizada para riego o consumo humano, debido a que se encuentran distantes a los asentamientos y la población local percibe la posibilidad que se encuentren afectadas por el hidrocarburo que llegó a manera de derrame o que se encuentren cercanas a botaderos propios de la actividad de abandono de las empresas petroleras.

- **Alimentos propios de la actividad agrícola**

Los suelos de estas comunidades tienen bajos niveles de nutrientes, las altas temperaturas y lluvias todo el año contribuyen a la lixiviación de los nutrientes químicos del suelo, razones por las que la agricultura es básica limitándose al cultivo en “chacras” familiares que se asientan de manera muy cercana a los cascos comunales o a distancias muy extensas, sin embargo, no se encuentran chacras en los sitios contaminados en evaluación.

La chacra está a cargo principalmente de las mujeres. Una chacra contiene por lo general una gran diversidad de especies y variedades de plantas alimenticias, medicinales y de usos varios (tintes, alimento para animales menores, etc.).

Fotografía 2-4 Preparación de masato en base a yuca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las especies alimenticias que se cultivan son, esencialmente, la yuca (usada para el masato, bebida tradicional) y el plátano, especies que no requieren más que agua de lluvia para riego pues no es posible la canalización del agua de río o quebradas hasta las zonas de cultivo. La agricultura local no hace uso de fertilizantes químicos ni naturales y carece de asistencia técnica de algún tipo.

- **Alimentación basada en la caza o carne de monte**

El bosque era y es un espacio vital para los Achuar, pues de él se obtienen alimentos provenientes de la caza y la recolección de frutos silvestres. En la caza, el arma principal era la cerbatana de madera, y su fabricación es una de las formas de especialización técnica en esta sociedad. También se utilizan venenos “curare” para las cerbatanas, trampas y perros para atrapar a algunos animales. En la actualidad, se ha incorporado el uso de escopetas o rifles de poco alcance. La caza es una actividad extendida y practicada por la totalidad de los varones locales mientras que cada mujer achuar posee y cultiva su propia chacra donde se cultiva yuca y plátano esencialmente, ambos productos como base de la dieta alimenticia Achuar juntamente con el pescado y la “carne de monte”^k como fuente proteica.

Debe agregarse que los niños y niñas Achuar también participan ejecutando actividades en el bosque. Desde muy pequeños acompañan a sus padres en sus faenas de caza, pesca o recolección, lo que les permite horas de recreo en el bosque o en alguna quebrada o curso de agua cercano. Los niños – al alcanzar la edad de 10 o 12 años aproximadamente- son instruidos por el padre en la actividad de la caza, aprendiendo a manejar alguna técnica tradicional o siendo adiestrados en el uso de la escopeta. Los niños varones Achuar empiezan sus cercanas

^j Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar 2006. Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud. Perú.

^k URIARTE, Luis. “Los achuare”. En: SANTOS GRANERO, Fernando y Frederica BARCLAY (editores). Guía etnográfica de la Alta Amazonía. Volumen VI. Lima: IFEA, Smithsonian Tropical Research Institute, pp. 1-241. 2007.

incursiones al bosque a muy corta edad, aunque es en la pubertad y adolescencia que se adentran en éste y asumen el rol del cazador de la familia.

La caza requiere un amplio conocimiento, no solo de la etología animal (qué comen, a qué hora, como andan o duermen, cuándo están gordos, etc.) sino de las alteraciones indicativas del entorno (ruidos, pisadas, fecas). La excursión típica de un cazador adulto está basada en el recorrido de 30 a 45 km por día, lo que permite la identificación de lugares estacionales de recolección de frutos, especies medicinales u otros recursos (lianas, cortezas, etc.) para diferentes usos¹.

Las especies de caza favoritas son: Huangana, sajino, sachavaca, armadillo, añuje, majas, y aves como: pucacunga, pava, perdiz, paujil, trompetero, tucán, panguana, guacamayos y loros. El tipo de preparación de la carne de monte es esencialmente el asado o “ahumado”, para lo cual la carne es recubierta con algunas hojas de la especie bijao y colocada a la parrilla.

La población local identifica y conoce los sitios impactados en el marco del presente estudio, se precisa que en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se registraron evidencias (cartuchos, huellas, etc.) del desarrollo de esta actividad.

Cabe anotarse que la caza entre los Achuar es también una práctica comunal en base a las denominadas “mingas” o trabajo comunitario. En síntesis, la caza y otras actividades económicas (recolección y pesca) permiten relaciones simbólicas y afectivas del poblador con el territorio o el bosque, generándose lazos de identidad con estos que evidencia la interrelación entre seres humanos y no humanos^m (animales, plantas, seres míticos, otros). El bosque también – adicionalmente a una fuente de vida- implica un espacio de conocimiento, espiritualidad y recreación.

Fotografía 2-5 Alimentación basada en la caza



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Alimentación producto de la pesca

La pesca es otra de las actividades de vital importancia junto con la caza. Esta actividad se desarrolla en el río Corrientes y en cochas con el empleo de canoas pequeñas, redes, diversos tipos de flechas, arpones, anzuelos, etc. y la utilización de vegetales como el tigui, timbo, ganbi y

¹ Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar. Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología. 2006.

^m Descola, Philippe y Palsson, Gísli, Coord. (2001) [1996]. Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas. Traducción de Stella Mastrangelo. México: Siglo XXI. Según la literatura etnográfica contemporánea sobre la Amazonía no opera en las ontologías de los pueblos indígenas la división entre sociedad y naturaleza. Se concibe más bien una amplia red social que incluye a los distintos seres humanos o no humanos (animales, vegetales, condiciones meteorológicas, espíritus, etc.), e incluso las cosas y los artefactos.

semilla de asco; plantas que actúan como narcotizantes. La actividad se desarrolla de manera individual o en mingas.

La pesca es la actividad más importante en su aporte a la dieta y nutrición familiar. Las familias consumen diariamente raciones de pescado estimado en 1,000 gramos por persona. Sin embargo, en los últimos años, a raíz de la intervención estatal por los temores de la población de exposición al plomo y cadmio, las piscigranjas se han convertido en una estrategia para proveerse de pescado. El pescado se come asado, "envuelto en hoja de bijao", en caldo o frito.

Las especies que se cultivan en las piscigranjas son introducidas: Paco (*Myleus pacu*) y Gamitana (*Colossoma macropomum*) y requieren de alimento y asistencia especializada que reciben de entidades del Estado. En períodos críticos, los cultivos se ven sumamente afectados, perdiéndose la producción de pescado en piscigranja y recurriéndose a quebradas y cochas (lagunas) cercanas a las comunidades.

Cabe resaltar que no se identificaron en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) evidencias del desarrollo de la pesca. Sin embargo, las especies para consumo humano más representativas y que se encuentran en ríos y quebradas de la zona son:

Cuadro 2-12 Pesca para consumo humano

Familia	Especie	Nombre común	I Época	II Época
Characidae	<i>Leporinus friderici</i>	"lisa"	x	
Characidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	"paña" (piraña)	x	x
Characidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	"fasaco"	x	x
Characidae	<i>Brycon cephalus</i>	"Sábalo"		x
characidae	<i>Hemibrycon jelskii</i>	"Sábalo"	x	
characidae	<i>Hemigrammus sp.</i>	"Mojarrita"	x	x
Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	"Diente de perro"	x	x
Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Pez hacha plateado	x	x
Loricariidae	<i>Hypostomus sp.</i>	"carachama"	x	x

I Época: Época húmeda

II Época: Época seca

Fuente: Trabajo de campo. Visita de reconocimiento. Febrero 2018.

Estas especies son propias de aguas ligeramente ácidas y suelos arcillosos y pueden ser tolerantes a polución orgánica de moderada a muy fuerte.

• Recolección

Esta actividad representa un medio de subsistencia familiar en la CN José Olaya, y como tal, cumple las siguientes funciones: suplemento de alimentos de origen vegetal no obtenidos a través del cultivo, complemento de proteínas vegetales durante las épocas de escasez de caza y pesca, obtención de materias primas para diferentes usos domésticos y utensilios. etc. Se recolecta plantas medicinales como: uña de gato, chuchuhuasi, sachá ajos, suelda con suelda, leche caspi, etc. El método de recolección de los frutos es cortar los árboles con hachas y machetes. Durante el mes de noviembre se recolectan huevos de taricaya (tortuga). No se identificaron en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) evidencias de actividades de recolección.

• Salud

El pueblo Achuar concibe que la enfermedad es causada por un ser externo y que es reflejo de un desequilibrio en las relaciones sociales. Por ello, el individuo observa normas y prácticas culturales para prevenir y eludir el daño de la enfermedad (fórmulas alimentarias, normas de abstinencia, purgas, tratamientos tonificantes de cuerpo y espíritu, etc.)ⁿ. La base del sistema médico Achuar radica en la identificación de la naturaleza del daño o enfermedad dentro de un sistema propio de clasificación de enfermedades^o.

Existen tres categorías básicas de enfermedades en la concepción Achuar: *wáwek*, *sugkúr* y *mímkau*. *Wáwek* o *wáwekratmau* son enfermedades que aparecen súbitamente y conducen a la muerte de manera muy rápida, de manera que son atribuidas a la hechicería o el daño, donde los pacientes deben ser atendidos por un *Wishín shirám* o médico que dieta, emplea la ayahuasca, entona cantos y receta abstinencias, entre otras prácticas propias de su sistema médico. Las enfermedades *súgkur* son aquellas menos graves y que pueden ser tratadas por la medicina occidental. Se incluye dentro de estas enfermedades a las lesiones; mientras que las enfermedades de tipo *mímkau* son patologías graves atribuidas al contacto mágico con un objeto, animal o a la violación de prescripciones rituales del postparto y la lactancia por lo que afectan – especialmente – a niños lactantes cuya salud está pautada por el comportamiento de los padres ^p

Dentro del sistema médico Achuar existen las parteras y los promotores de plantas medicinales. Las *Uchin Takumtikin* o parteras han aprendido de madres y abuelas los conocimientos para atender un parto a través de técnicas como el “enderezar” al bebé, utilizar vegetales para “aliviar” el dolor y facilitar el parto, etc. Los *Nupajar tsuakratin* o promotores de plantas medicinales cuentan con una serie de recursos según la sintomatología. Entre las especies de plantas o vegetales de mayor uso se encuentran el jengibre para hemorragias, enfermedades estomacales, dolores reumáticos, etc. El ajo calma distintos tipos de dolor como el de dientes y de huesos. También se conocen diversas cortezas que se aplican para curar abscesos o heridas. En resumen, existe todo un conocimiento referido a la medicina Achuar que coexiste en la actualidad con el sistema médico occidental.

El poblador Achuar combina esta lógica cultural de tratamiento de la enfermedad con la lógica occidental, por lo que recurre a un establecimiento de salud y accede a tratamiento y medicinas. Sin embargo, la prestación estatal del servicio de salud tiene muchas deficiencias para atender a la población Achuar del Corrientes, aun considerando que la población habita en un entorno de alto riesgo por exposición a emergencias y riesgos sanitarios por desastres antropogénicos provenientes de derrames de petróleo y brotes epidémicos. A esto se añade que las enfermedades prevalentes son la desnutrición crónica, la anemia, la malaria, así como las enfermedades infecciosas y parasitarias, existiendo también una alta tasa de muerte materna y neonatal.^q. Adicionalmente, si bien Proyecto Especial Plan Integral de Salud del Corrientes (PEPISCO) - activo entre el año 2005 – 2015 – hizo posible una mejora en cuanto a la infraestructura de salud, existe aún problemas en materia de infraestructura, equipos, mobiliario y personal.

ⁿ Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar. Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología. 2006.

^o Warren, Patricio; Hess, Carmen & Ferraro, Emilia. Salud y antropología. Serie Hombre y Ambiente, 29, pp 7-46. 1994.

^p Warren, Patricio; Hess, Carmen & Ferraro, Emilia. Salud y antropología. Serie Hombre y Ambiente, 29, pp 7-46. 1994.

^q Salud de los pueblos Indígenas amazónicos y explotación petrolera en los lotes 192 y 8: ¿Se cumplen los acuerdos en el Perú? Defensoría del Pueblo. 2018.

El establecimiento de salud de la CN José Olaya es de categoría I-1, es decir Puesto de salud con profesional de salud no médico dedicado a la atención de urgencias y emergencias. El puesto de salud es atendido por el siguiente personal:

- Un (1) técnica enfermera, encargada del establecimiento, Rosario del Pilar Navarro.
- Un (1) laboratorista.
- Además, recibe el apoyo de tres (3) estudiantes del Instituto Superior José Olaya, que realizan prácticas preprofesionales.

Los registros de morbilidad de la Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Salud señalan las siguientes enfermedades entre la población de la comunidad:

- a. Enfermedades infecciosas intestinales, helmintiasis^r, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 0 a 11 años.
- b. Trastornos episódicos y paroxísticos^s, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 18 a 19 años.

En el cuadro siguiente se detalla la morbilidad por grupos de edad en la CN José Olaya, según registros del MINSA.

Cuadro 2-13 Morbilidad en la CN José Olaya

Grupos de categorías	00a - 11a	12a - 17a	18a - 29a	30a - 59a	60a >
(A00 - A09) Enfermedades infecciosas intestinales	68	1	11	7	-
(A90 - A99) Fiebres virales transmitidas por artrópodos y fiebres virales hemorrágicas	1	-	-	-	-
(B00 - B09) Infecciones virales por lesiones de la piel y de las membranas mucosas	1	-	-	-	-
(B35 - B49) Micosis	3	-	4	6	-
(B50 - B64) Enfermedades debidas a protozoarios	1	1	-	1	-
(B65 - B83) Helmintiasis	31	1	9	3	1
(B85 - B89) Pediculosis, ascariasis y otras infestaciones	1	-	2	-	-
(D50 - D53) Anemias nutricionales	1	-	1	-	-
(E65 - E68) Obesidad y otros de hiperalimentación	1	-	1	-	-
(E70 - E90) Trastornos metabólicos	-	-	-	1	-
(F80 - F89) Trastornos del desarrollo psicológico	2	-	-	-	-
(G40 - G47) Trastornos episódicos y paroxísticos	4	7	23	14	3
(H10 - H13) Trastornos de la conjuntiva	8	1	5	6	-
(H60 - H62) Enfermedades del oído externo	-	1	1	-	-
(I10 - I15) Enfermedades hipertensivas	-	-	-	1	-
(J00 - J06) Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	87	8	28	15	3
(J09 - J18) Influenza (gripe) y neumonía	-	-	-	-	1

^r Enfermedad producida por gusanos parásitos que viven alojados en el intestino o en los tejidos del ser humano y los animales vertebrados.

^s Los trastornos paroxísticos no epilépticos (TPNE) los forman una serie de episodios de origen cerebral o no, que constituyen un grupo muy heterogéneo de procesos, y que aparecen con mucha frecuencia durante la infancia. La mayoría de los TPNE son de naturaleza benigna y no suelen precisar tratamiento médico. Se estima que en torno al 10% de los niños presentarán un TPNE a lo largo de su infancia.

Cuadro 2-13 Morbilidad en la CN José Olaya

Grupos de categorías	00a - 11a	12a - 17a	18a - 29a	30a - 59a	60a >
(J20 - J22) Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	32	1	-	-	-
(J30 - J39) Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1	-	-	-	-
(J40 - J47) Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	-	-	3	2	-
(K00 - K14) Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares	32	4	31	16	-
(K20 - K31) Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	-	-	6	8	1
(K55 - K63) Otras enfermedades de los intestinos	-	-	1	-	-
(K80 - K87) Trastornos de la vesícula biliar, de las vías biliares y del páncreas	1	-	-	-	2
(L00 - L08) Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	6	2	2	10	-
(L20 - L30) Dermatitis y eczema	1	-	1	-	-
(L60 - L75) Trastornos de las faneras	1	-	1	-	-
(M00 - M25) Artropatías	2	1	7	10	1
(M40 - M54) Dorsopatías	-	-	1	13	2
(M60 - M79) Trastornos de los tejidos blandos	7	-	4	4	-
(N30 - N39) Otras enfermedades del sistema urinario	-	2	16	14	1
(N70 - N77) Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos	-	-	-	1	-
(O20 - O29) Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo	-	-	1	-	-
(O85 - O92) Complicaciones principalmente relacionadas con el puerperio	-	-	2	-	-
(O94 - O99) Otras afecciones obstétricas no clasificadas en otra parte	-	-	5	1	-
(R10 - R19) Síntomas y signos que involucran el sistema digestivo y el abdomen	3	14	9	6	-
(R50 - R69) Síntomas y signos generales	32	14	23	26	1
(S90 - S99) Traumatismos del tobillo y del pie	1	1	3	3	-
(T08 - T14) Traumatismos de parte no especificada del tronco, miembro o región del cuerpo	15	7	8	8	1
(T20 - T32) Quemaduras y corrosiones	-	-	1	-	-
(T66 - T78) Otros efectos y los no especificados de causas externas	8	1	7	3	-
(W00 - X59) Otras causas externas de traumatismos accidentales	-	-	-	1	-
	351	67	217	180	17

Fuente: MINSA - Oficina General de Tecnologías de la Información. 2018.

• Aspectos migratorios

Cabe destacar que la población mestiza ha llegado a establecerse en un número importante la CN José Olaya, debido a la relación de ésta con la empresa petrolera, la cual demanda servicios y mano de obra.

Para el caso de las tres comunidades, la emigración se da a localidades cercanas como Comunidad Nativa Nuevo Andoas, de distancias intermedias como San Lorenzo, Lagunas o Yurimaguas y más distantes como Iquitos, pero no se manifiestan motivos ligados a las actividades de hidrocarburos, si por estudios, salud o negocios. La inmigración es mayoritariamente por motivos laborales ligados a la actividad temporal vinculada a la operadora del Lote 192. Existe una fuerte inmigración de personas a la CN José Olaya, procedente de comunidades cercanas como Nueva Jerusalén, centros urbanos como Comunidad Nativa Nuevo Andoas o incluso ciudades bastante lejanas como Iquitos o San Lorenzo.

Es importante indicar que la movilidad entre Nueva Jerusalén y José Olaya es muy intensa, muchos tienen familiares y/o viviendas en ambas localidades. Sin embargo, esta situación difiere en Antioquia donde no se observan foráneos exceptuando a los funcionarios del estado de los sectores educación y salud.

Grupos de Interés

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra ubicado dentro de los territorios de la Comunidad Nativa (CN) José Olaya. La CN fue reconocida legalmente el año 2000 y titulada el 1 de marzo de 2014 con R.D. 002-2014-GRL-DRA-L. En el Cuadro 2-14 se encuentra información sobre el reconocimiento y la titulación de la comunidad.

Cuadro 2-14 Reconocimiento y Titulación de la CN José Olaya

Comunidad	Resolución de reconocimiento	Fecha de resolución de reconocimiento	Título comunal	Fecha de Titulación Comunal
José Olaya	R.D.070-2000-CTARDRA-L	4/6/2000	R.D. 002-2014-GRL-DRA-L	1/3/14

(*) Fuente: Directorio 2016 Comunidades Nativas del Perú. SICNA - Sistema de Información sobre Comunidades Nativas de la Amazonía Peruana.

Los orígenes de la comunidad nativa datan de hace más de 40 años cuando familias de apellidos Piñola e Isla, de la comunidad de Valencia, deciden asentarse en José Olaya motivados por mejorar su situación económica, abandonando el lugar en la década de los 70.

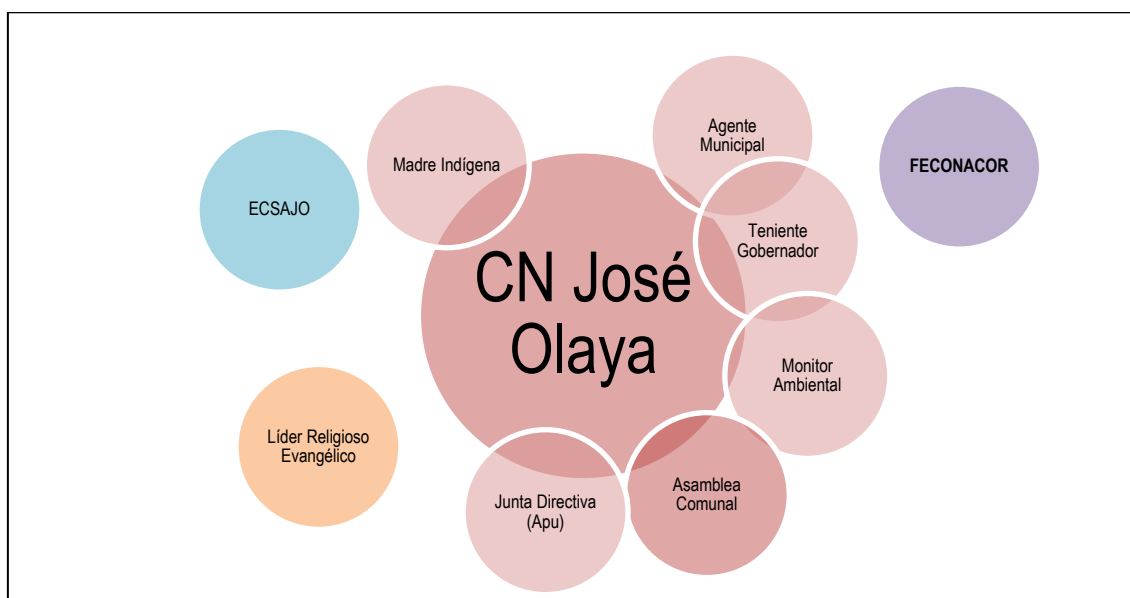
A continuación, un extracto de la historia comunal recogida por el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen - Lote 192 (ex-lote 1AB elaborado por Walsh Perú S.A en noviembre del 2006):

“Al encontrar una zona en donde pudieron dedicarse a la comercialización de pieles (otorongos, tigrillos, sajinos, serpientes) y extracción de resinas (leche caspi, balata, palo rosa), fundaron el pueblo. Inicialmente se establecieron en un lugar cercano a las tierras actuales, en una zona de bajal, de difícil acceso debido a las continuas inundaciones pero que, sin embargo, era rica en animales como sachavacas, motelos, pajiles, huanganas, pavas, sajinos, lobos, etc y especies madereras como cedros, tornillos, moenas, puchili, moena, entre otros. Era una tierra ideal para la agricultura y estaba próxima a la empresa PETTI SUM, que se dedicaba a exploraciones petroleras, y que podía comprar sus productos. Más tarde, aproximadamente por la década de los 70's, la empresa de construcciones OPECOS, a quien se debe la construcción de la carretera, apoyaría la fundación del pueblo y la construcción de la primera escuela a través del norteamericano Sr. Haros. Este, a su vez, apoyaría por medio de donaciones de paquetes escolares, así como también comprando periódicamente la producción agrícola y carne de monte. Una vez que estos salieron de la zona, los pobladores decidieron trasladarse al lugar. El pueblo de José Olaya se establece definitivamente una vez que FONCODES construye una escuela en el terreno. El nombre del pueblo corresponde a un héroe nacional y se debe a la iniciativa del mestizo moyobambino Sr. Nemesio La Torre, residente de la zona. Dicho nombre se aceptó el 02 de febrero de 1989 y rige hasta el día de hoy. Aproximadamente, en el año de 1975 ingresó a la zona la empresa OXY, hecho que suscitó muchos malestares en el pueblo. Según testimonios de

los pobladores, en un principio ellos no se percataron de que en las aguas del río Corrientes se producían derrames de petróleo crudo”^t

En el siguiente gráfico se aprecia la conformación por Grupos de Interés, donde se pueden observar los actores clave de la comunidad considerando la “distancia” que se percibe de cada uno en función a la comunidad.^u

Gráfico 2-1 Grupos de interés CN José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el presente acápite se desarrollará la participación de los grupos de interés de la CN José Olaya en el marco del “Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes”. Se los considera grupos de interés pues afectan o pueden ser afectados por las actividades de rehabilitación de sus sitios impactados. A continuación, la lista de grupos de interés:

- a. Federación de Comunidades Nativas de la cuenca del Corrientes (FECONACOR)
- b. Comunidad Nativa José Olaya (para el caso del S0118 - Botadero Comunidad Olaya).
- c. Autoridades consuetudinarias: Apu / Junta Directiva Comunal.
- d. Autoridades del Estado: Teniente Gobernador / Agente Municipal.
- e. Líderes: Madre Indígena / Monitores Ambientales/ Líder religioso evangélico.
- f. Instituciones Privadas: Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios José Olaya S.R.L (ECSAJO).

Para el detalle y análisis de los grupos de interés se ejecutó en campo -entre los meses de febrero, mayo y julio del año 2018 una metodología basada en la observación participante y la entrevista semiestructurada dirigida a un estimado de 5 a 6 autoridades y/o líderes comunales. Esta

^t Línea de Base Socioeconómica del EIA Semidetallado Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen - Lote 1AB. Walsh Perú S.A. Noviembre, 2006.

^u Cabe resaltar que la metodología ejecutada para el presente servicio no consideró un mapeo de poder e influencia por lo que la posición de distancia (influencia) de los grupos de interés es la lectura del investigador.

metodología permitió caracterizar a los grupos de interés y conocer sus percepciones acerca del servicio, así como acerca de la rehabilitación y la remediación.

FECONACOR

La Federación de Comunidades Nativas de la cuenca del Corrientes (FECONACOR) es la organización indígena representativa de la cuenca. Afiliadas a ésta se encuentra 14 comunidades según Asamblea realizada el 4, 5 y 6 de agosto de 2017 en la comunidad nativa Pampa Hermosa^v. Estas comunidades son:

- 1) **José Olaya**
- 2) Nueva Jerusalén
- 3) Antioquia
- 4) Nueva Nazareth
- 5) Pampa Hermosa
- 6) Sauki (anexo de Pampa Hermosa).
- 7) Providencia
- 8) Santa Rosa
- 9) San José de Porvenir
- 10) Nuevo Paraíso
- 11) Nuevo Triunfo
- 12) Trompeteros
- 13) San Ramón
- 14) San José

Cabe anotar que la Inscripción en Registros Públicos de FECONACOR es: Zona Registral N° IV - Sede Iquitos Oficina Registral de Iquitos. N° de Partida 1109637. Resolución del Superintendente Nacional de Registros Públicos N° 124-97 SUNARP.

Su actual presidente es el Sr. Carlos Sandi Maynas, quien lidera una agenda política a favor de los derechos indígenas que se centra en el respeto y defensa del territorio, los recursos y la biodiversidad del pueblo Achuar del río Corrientes. La actual junta directiva para el período junio 2017-junio 2022 es:

- Presidente: Carlos Sandi Maynas
- Vicepresidente: Nicolás Kukush Sandi
- Secretaría de actas y archivos: Edinson Ramírez Butuna
- Secretaría de Educación: Dobías Hualinga Sandi
- Secretaría de Economía-Tesorero: Federico Diaz Sandi
- Gerente: Raúl Sosa Rodríguez.

^v <http://observatoriopetrolero.org/pronunciamiento-de-feconacor-federacion-de-comunidades-nativas-de-la-cuenca-del-corrientes/>

Asamblea Comunal

La Asamblea Comunal está conformada por los comuneros que residen en la comunidad y que cumplen con una serie de obligaciones, tales como la participación en las mingas (trabajo comunal) y la asunción de cargos por designación de la asamblea. La Asamblea Comunal es el órgano máximo y está constituida por comuneros y comuneras debidamente empadronados y calificados.

APU

El Apu es la figura más importante en la comunidad, quien la gestiona de la mano con una junta directiva. Es la persona que toma decisiones con base a los acuerdos de sus asambleas comunales, encargándose del cumplimiento de éstos. El Vice Apu lo reemplaza en ausencia.

La Junta Directiva es elegida por un periodo de dos a tres años mediante votación mayoritaria en la asamblea comunal, pudiendo ser ratificada o cambiada. El cargo de Apu debe ser asumido por todos los comuneros, aunque existen algunos personajes que son reelegidos como tal debido a su liderazgo y carisma. En José Olaya el cargo de Apu está siendo asumido (octubre 2018) por el señor Abel Nango, personaje histórico para la comunidad y el pueblo Achuar del Corrientes.

Teniente Gobernador / Agente Municipal

Los cargos de Teniente Gobernador y Agente Municipal son conferidos por el Estado Peruano. Ambas autoridades representan a la nación y se encargan de velar por el cumplimiento y respeto a la constitución política y el derecho nacional.

El Teniente Gobernador representa un cuerpo de vigilancia o disciplina en la comunidad, mientras que el agente municipal representa a ésta ante la población. El artículo 71 de la Ley Orgánica de Municipalidades indica que cuando se establezcan agencias municipales en comunidades campesinas y nativas, no constituidas como municipalidades delegadas, el alcalde designará agente a la autoridad elegida por la comunidad, de acuerdo con sus usos y costumbres.

A octubre de 2018, el cargo de Teniente Gobernador era asumido por el señor Edinson Ramírez Butuna y el de Agente Municipal por el señor Rubén Paima Cariajano.

Madre Indígena

La madre indígena es una mujer líder que se destaca por su sabiduría y conocimiento acerca de su cultura y cómo ve el futuro para ésta. Suele participar ampliamente en las asambleas y conduce las opiniones locales. Para octubre de 2018, el cargo de madre indígena era asumido por la señora Adolfinia García Sandi.

Monitor Ambiental

Como resultado de la firma del Acta de Dorissa^w el año 2006, Pluspetrol acepta la presencia de los monitores comunitarios independientes, a través de los compromisos con las comunidades achuar, cuya capacitación y salarios ha financiado a través del proyecto Plan de Salud en el marco de los acuerdos del Acta.

Los monitores son los encargados de recolectar la información. Elegidos por sus comunidades mediante una asamblea comunal, la mayoría de ellos son jóvenes y tienen un nivel de estudio secundario. La empresa Pluspetrol en acuerdo con el Acta de Dorissa financió las remuneraciones de los monitores mediante un depósito en una cuenta manejada por FECONACO^x de forma independiente. El resto del financiamiento está cubierto por otras organizaciones externas como

^w Acta de Dorissa: Acuerdo firmado el 2006 entre los Apus de las comunidades indígenas del río Corrientes – el MEM – el MINSA – el Gobierno Regional de Loreto y la Empresa Pluspetrol Norte S.A.

^x Organización histórica, previa a FECONACOR.

Rainforest Foundation Noruega, WWF Perú, la Universidad Autónoma de Barcelona o la fundación privada suiza Nuevo Planeta. Cabe mencionar, que el hecho de contar con un financiamiento externo garantiza al programa una mayor independencia.^y

Durante el período de evaluación de JCI-HGE en campo, los monitores ambientales de la CN José Olaya que acompañaron toda la experiencia fueron:

- a. Eval Salas García
- b. Natanael Sandi Chimborás
- c. Javier Díaz Chimborás
- d. César Piñola Llaja
- e. Edinson Ramírez Butuna

Líder religioso evangélico

Es uno de los líderes con mayor influencia en la comunidad y comunidades aledañas, debido a que es el máximo líder de la iglesia evangélica en esta parte del río Corrientes. Son funciones como líder religioso: predicar la palabra de Dios, aconsejar a familias en caso se suscite algún problema, así como buscar nuevos creyentes, invitándolos a los cultos y asesorarlos en su visión de vida.

Asimismo, por su capacidad de liderazgo en la CN José Olaya coordina con el Apu acciones en beneficio de la población, aporta a la gestión comunal, entre otros. El cargo es ocupado por Gerardo Guardia.

ECSAJO

Con la presencia de la empresa Pluspetrol en el ex Lote 1AB desde 2000, se intensifica la relación económica de las comunidades, siendo la actividad petrolera una importante fuente de ingreso de las comunidades por medio de las empresas comunales.

La Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios José Olaya S.R.L (ECSAJO) con RUC 20493546733 fue fundada el 18 de enero de 2007, siendo la primera experiencia de este tipo entre las comunidades del río Corrientes. En su Informe de Sostenibilidad^z, Pluspetrol afirma que las empresas comunales promueven la generación de nuevas oportunidades laborales para la población local, a la vez que el grado de organización y capacitación que van adquiriendo les permite acceder a contratos de servicios no solo con Pluspetrol sino con otras empresas que también desarrollan actividades en la zona.

Entre las actividades que realizan las empresas comunales figuran diversos trabajos de mantenimiento de vías, chaleros, construcción de infraestructura, reforestación, talas selectivas, talas masivas, alquiler de camionetas y minimización de los residuos sólidos, entre otros.

A continuación, se presenta información de la ficha registral de la empresa comunal:

- N° partida de Ficha Registral: 11018425
- N° de socios: 249
- Fecha de Constitución: 15 de diciembre 2006
- Gerente: Adán Sandi Chimborás, DNI 05711418

^y Sistematización de experiencias con el programa de capacitación y vigilancia territorial independiente de FECONACO. Iquitos, Perú febrero 2011. Shinai y FECONACO. Financiado por WWF e IBIS.

^z Informe de Sostenibilidad 2014. Pluspetrol S.A.

Junta de Administración

- Presidente: Eval Abigail Salas García, DNI 05326101
- Secretario de Actas y Archivos: Andrés Salas García, DNI 05711406
- Secretario de Economía: Aurelio Piñola Hualinga, DNI 44645568
- Fiscal: Lizardo Nango Piñola, DNI 05717116
- Vocal: Faquín Nango Valencia, DNI 44874772

3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

3.1 Antecedentes históricos del sitio impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos documentos ambientales).

Para el desarrollo de la investigación histórica, se recopilaron documentos y estudios técnicos previos, a fin de obtener información fidedigna que permita conocer de manera certera los eventos ocurridos en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Las fuentes de información provienen de organismos estatales como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante OEFA), Autoridad Nacional del Agua (en adelante ANA), Fondo Nacional del Ambiente (en adelante FONAM) y el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), y la información base cartográfica, entre otros.

La finalidad de este capítulo es detallar el proceso y/o evolución cronológica del área de estudio, indicando los principales eventos significativos que pudieran haber generado algún impacto sobre el área de evaluación, y las actividades productivas/extractivas que se han desarrollado.

Cuadro 3-1 Documentos y estudios técnicos disponibles del sitio de estudio

Tipo de documento	Descripción
Documento Técnico N° 20-1995	Contaminación ambiental en la amazonia peruana - Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
Estudio de Impacto Ambiental	Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Central Térmica Guayabal y de Líneas de Distribución de 13,8 KV y 33 KV"-Lote 1 AB- PLUSPETROL NORTE S.A.
Estudio de Impacto Ambiental	Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Centrales de Generación Eléctrica en los Yacimientos Capahuari Sur 15 MW, San Jacinto 15 MW, Huayurí 40 MW y la Unidad de Producción de Combustible de Huayurí Lote 1 AB - PLUSPETROL NORTE S.A.
Estudio de Impacto Ambiental	Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Sísmica 3D en Capahuari Norte-sur, Tambo Este y Jíbaro Nor Este-Jibarito Lote 1 AB - PLUSPETROL NORTE S.A.
Informe Técnico Sustentatorio	Ampliación de componentes del proyecto de reinyección de aguas de producción y facilidades de superficie en el Lote 1 AB - PLUSPETROL NORTE S.A.
Estudio de Impacto Ambiental, aprobado mediante R.D. 394-2008-MEM/AE	Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Construcción de Facilidades de Producción en los Yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur, Lote 1 AB - PLUSPETROL NORTE S.A.
Informe de Monitoreo Integral Independiente-2009	Informe del proyecto de Monitoreo Integral e Independiente de FECONACO-2009.
Informe Técnico N° 008-2013-ANA-DGCRH/CGEL	Resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial y sedimentos de la cuenca corrientes en el Lote 1AB.
Reporte Público del monitoreo realizado en CCNN de la cuenca del río Corrientes. abril-mayo 2013	Informe de Monitoreo Participativo realizado por la DIGESA, Monitores y Autoridades en la cuenca del río Corrientes.

Cuadro 3-1 Documentos y estudios técnicos disponibles del sitio de estudio

Tipo de documento	Descripción
Informe N° 350-2013-OEFA/DE-SDCA	Evaluación ambiental de calidad de suelos en el Lote 192 (Ex Lote 1 AB), correspondiente a la cuenca del Corrientes, en la región de Loreto, realizado del 23 de abril al 2 de mayo de 2013.
Informe N° 411-2014-OEFA/DS-HID	Resumen Ejecutivo sobre la situación ambiental del Lote 192 (Ex Lote 1 AB) operado por la empresa PLUSPETROL NORTE S.A. – OEFA.
Informe N° 121-2014-OEFA/DE-SDCA	Identificación de sitios contaminados del componente suelo en el Lote 192 (Ex Lote 1 AB), correspondiente a la cuenca del río Corrientes, en la región Loreto, realizado del 25 de noviembre al 3 de diciembre de 2013.
Informe N° 2667-2015/DBS/DIGESA	Acciones realizadas en el cumplimiento del Acta del 10/03/2015, en beneficio de la población de las cuencas del Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón, de la región Loreto.
Informe Técnico	Informe de salida de reconocimiento de los 32 sitios impactados en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre. FONAM.
Informe N° 201-2016-OEFA/DE-SDCA	Informe de reconocimiento de sitios con residuos metálicos durante el monitoreo ambiental participativo en el Lote 192 (Ex Lote 1 AB), realizado del 7 al 24 de agosto de 2016, en los distritos de Andoas, Trompeteros y Tigre, provincias de Datem de Marañón y Loreto del departamento de Loreto - OEFA.
Informe N° 421-2016-OS/DSHL	Adecuación de ductos para el transporte de petróleo del Lote 192, remitido Oficio N° 182-2016-OS-GAF.
Reporte de Campo CUC N° 0001-01-2017-22	Visita de reconocimiento de los botaderos y sitios impactados en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre - Lote 192 (Ex Lote 1 AB) del 26 de enero al 9 de febrero de 2017 - OEFA.
Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1 AB – 2018	Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el Lote 192 (Ex Lote 1 AB) en Loreto, Perú - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.1.1 Investigación histórica

Para tener un contexto sobre los eventos ocurridos en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), es necesario conocer los acontecimientos ocurridos desde los inicios de las actividades hidrocarburíferas del Lote 192 (Ex Lote 1 AB). Todo parte desde el 22 de junio de 1971 donde se suscribió el contrato de operaciones para la explotación de petróleo, entre el gobierno del Perú representado por Petróleos del Perú S.A (en adelante PETROPERÚ) y Occidental Petroleum Corporation del Perú (en adelante OPCP) sobre el Lote 1 A (abarcando una extensión de 529 000 ha) debido al descubrimiento del yacimiento Capahuari Norte, en el cual se perforó el primer pozo (año 1972) denominándolo Capahuari Norte 1-X. El descubrimiento de este yacimiento se confirmó con la perforación del pozo Capahuari Sur 1X en el año 1973.

Paralelo a ello, se suscribió un contrato con Union Oil and Gas Group LTD. por el Lote 1B de 479 265 ha de extensión, el cual descubre reservas de crudo con la perforación de su primer pozo Jíbaro (los descubrimientos continuaron hasta 1989). El éxito obtenido fue tal, que conllevó a la perforación de otros pozos en toda la zona, haciendo en total 244 pozos perforados hasta la fecha.

Las actividades de producción conllevaron a la construcción del Oleoducto Norperuano entre 1973 y 1977, la venta del crudo comenzó en enero de 1975, siendo dos (2) pozos a una producción de 244 bdp/día; y ascendió a finales de ese año a 7157 bdp/día debido al incremento a doce (12) pozos. El petróleo obtenido tenía un bajo contenido de agua, la cual era bombeada desde el yacimiento Shiviayacu hacia la estación Marsella para su transporte fluvial a través del río Tigre con destino a la ciudad de Iquitos, y con la construcción del Oleoducto Norperuano (ONP) se transportaba el crudo a la Estación N° 1 del Oleoducto Norperuano, situado en San José de Saramuro

El terminal norte del Oleoducto Norperuano (ONP) se habilitó en el año 1978, contando para ese periodo un incremento importante en la producción de petróleo a 95 000 bdp/día proveniente de los 53 pozos activos. Asimismo, se incorporaron en ese año algunos pozos en los campamentos Carmen, Forestal, Huayurí Sur, Shiviayacu Noreste y Tambo, dando inicio el bombeo de petróleo en la estación recolectora (Gathering Station) en Andoas hacia a la estación de bombeo N° 5, en el río Morona (oeste del Lote 192).

En 1979 se implementó el método de levantamiento por gas, que consistía en enviar petróleo ligero a los campos orientales de petróleo pesado para incrementar la producción; asimismo se incrementaron nueve (9) pozos en la estación Bartra y tres (3) pozos en Dorissa, donde la producción ascendió a 111 000 bdp/día. Entre 1980 y 1982 se eleva el promedio de pozos a 79 para mantener la producción, debido a una baja en la producción de petróleo, asimismo, se incorporó un (1) pozo en Jíbaro y siete (7) pozos en Bartra, aumentando la producción a un máximo de 120 000 bdp/día.

Figura 3-1 Desarrollo histórico de las actividades de perforación en el Lote 192 (Ex lote 1AB)



Fuente: ETI del Lote 192 (ex Lote 1 AB). PNUD, 2018. Modificado por JCI-HGE, 2019.

Es preciso indicar que, durante la operación de ambos lotes, se han producido derrames de hidrocarburos hacia el entorno, generando impactos ambientales negativos significativos. El

impacto fue tal, que en el año 1983, se difundieron los primeros estudios de aguas y peces realizados en la zona, donde concluyeron que existía contaminación por cloruros, manganeso, hidrocarburos y cromo en los ríos Corrientes, Tigre y Capahuari, entre otros; habiendo también contaminación por plomo y cobre en peces del río Corrientes.

En 1983 el sistema de levantamiento por gas se remplazó en la mayoría de los pozos por bombas electrosumergibles; sin embargo, no se logra mejorar la productividad la cual declinaba a un promedio de 89 600 bdp/día, contando con 111 pozos activos en ese entonces. En el año 1986 ambos lotes se fusionan, conformando el Lote 1 AB, con una extensión de 497 000 ha; asimismo, la actividad de perforación disminuye producto al aumento de la fracción de agua de producción en el fluido extraído de los pozos.

En 1984 la producción en ese año fue de 57 057 bdp/día y 750 300 barriles de agua, con 122 pozos activos en 14 campos: Capahuari Norte, Capahuari Sur, Carmen, Huayuri, Huayuri Sur, Dorissa, Jibaro, Jibarito, Shiviyaçu, Shiviyaçu Sureste, Shiviyaçu Noreste, Forestal, San Jacinto y Bartra; asimismo, hasta ese año se llegó a tener una producción acumulada de 481 millones de barriles de petróleo.

Las primeras denuncias públicas se registraron en el año 1994 por parte de las federaciones indígenas sobre fugas en las tuberías del oleoducto, así como el vertimiento de aguas de producción a los ríos y suelos. Paralelamente en el año 1995 la OPCP se fusionó con Occidental Peruana Inc. Sucursal del Perú (en adelante OXY); asumiendo esta última todos los derechos y obligaciones de la OPCP. Al año siguiente, el alcalde del distrito de Trompeteros denunció públicamente a OXY y a PETROPERÚ ante la Fiscalía de la Nación, donde la Federación de Comunidades Nativas del río Corrientes (FECONACO) solicitó la conformación de una comisión especial para llevar a cabo una auditoría ambiental y la evaluación del grado de contaminación del río Corrientes. En ese mismo año el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) aprobó mediante Resolución Directoral N° 099-96-EM/DGH el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) del Lote 192 (Ex lote 1AB), presentado por OXY.

En el año 1997 el MINEM remitió a la Comisión de Ambiente, Ecología y Amazonia del Congreso de la República, un informe técnico donde concluyó que las descargas producidas se encontraban dentro de los límites máximos permisibles, lo que empeoró las relaciones con las comunidades; asimismo, al año siguiente el MINEM documentó altas concentraciones de aceites, grasas y mercurio en todos los ríos del área que reciben las aguas de producción; altas concentraciones de hidrocarburos, bario, plomo y cloruros en los análisis de agua superficial; presencia de petróleo, manchas grandes y manchas delgadas en la superficie de los ríos, así como en los suelos; y, contaminación de los lodos fluviales por metales pesados y cloruros.

En julio del año 2000, mediante el Contrato de Cesión de Posesión Contractual, Pluspetrol Norte S.A. (PPN) recibió la administración del Lote 192 por parte de Occidental Peruana Inc., y suscribió posteriormente con Perupetro (en representación del Estado Peruano) el Contrato de Licencia en junio del año 2001, el cual fue modificado en enero de 2003. Con la nueva administración, se empieza a producir desde 15 000 a 17 000 barriles de crudo por día (bpd). Los pozos de producción se ubicaban en nueve áreas principales, localizadas en Capahuari Norte y Sur, Huayuri, Dorissa, Jibarito, Shiviyaçu, Forestal, San Jacinto y Bartra y la estación recolectora Andoas.

A partir del año 2001, la Dirección Regional de Salud (DIRESA) del Gobierno Regional de Loreto, monitoreó el río Corrientes para determinar la calidad del agua de consumo humano, agua superficial y sedimentos, obteniéndose valores que no cumplían con la normativa vigente en ese entonces (Ley General de Aguas); agudizándose las denuncias públicas de las federaciones

indígenas de la zona exigiendo estudios de suelos, agua y metales pesados en sangre.

El 20 de abril de 2005, mediante Resolución Ministerial N° 153-2005-MEM/AAE el MINEM aprobó el Plan Ambiental Complementario (PAC) presentado por PPN, a fin de remediar las zonas contaminadas del Lote 192; las cuales no habían sido remediadas con las medidas propuestas en el PAMA debido a la insuficiencia de los compromisos comprendidos ante la contaminación por hidrocarburos. En marzo de 2006 PPN remitió a OSINERGMIN los resultados analíticos de los suelos remediados (con plazo de ejecución al 31 de diciembre de 2005); paralelo a ello se conformó una Comisión Multisectorial adscrita al MINEM (mediante Resolución Ministerial N° 346-2006-PCM) con el objeto de estudiar, analizar y proponer los mecanismos para mejorar las condiciones socioambientales del área de influencia del Lote 192 (ex lote 1AB). Sin embargo, en octubre de ese mismo año, el MINEM declaró estas tierras como “tierras eriazas” y de libre disponibilidad (inhabitadas y no productivas), adjudicando el derecho de servidumbre legal de ocupación a favor de la empresa PPN; lo que ocasionó junto con otras situaciones adicionales, el conflicto denominado “Río Corrientes” el cual culminó con la firma del Acta de Dorissa en octubre de 2006.

El 21 de marzo de 2007, PPN remitió a OSINERGMIN el Informe de Cumplimiento Ambiental correspondiente al sitio PAC SHIV12, y el 31 marzo remitió los resultados analíticos de los suelos remediados (con plazo de ejecución al 31 de diciembre de 2006). Para julio del mismo año, el MINEM aprobó el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto de Reinyección de Aguas de Producción y Facilidades de Superficie en el Lote 192 (ex lote 1AB), como parte de la modificación del PAC. Asimismo, en noviembre de ese mismo año PPN remitió a OSINERGMIN los resultados analíticos de los suelos remediados en el período 2007.

En enero de 2008, PPN remitió a OSINERGMIN los informes de cumplimiento ambiental de los sitios remediados CSUR23, SHIV37, MAR01 y CSUR27 del Lote 192 (ex lote 1AB); y el 14 de febrero de ese año presentó los Informes de Cumplimiento Ambiental de los sitios remediados del Lote 192 (ex lote 1AB), correspondiente al sitio PAC SHIV 37.

A medida que se suscitaban estos acontecimientos durante la gestión de PPN, en setiembre de 2008 el MINEM aprobó mediante Resolución Directoral N° 394-2008-MEM/AAE el Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Construcción de Facilidades de Producción en los Yacimientos; Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur. Como se puede apreciar, la gestión ambiental del Lote 192 (ex lote 1AB) ha sido fragmentada, pues no ha contado con un instrumento de gestión ambiental que integre todos los componentes que conforman el referido lote y sus procesos productivos.

Para el mes de abril de 2009, OSINERGMIN inició el procedimiento administrativo sancionador a PPN por haberse detectado en sus instalaciones del Lote 192 (ex lote 1AB) el incumplimiento al compromiso establecido en el PAC, relacionado a la excedencia de los niveles objetivos de 30 000 mg/kg de TPH en los sitios remediados de SHIV12 y SHIV37; asimismo, en junio de ese mismo año PPN presentó a OSINERGMIN los resultados de los análisis y ensayos adicionales a los realizados en los sitios remediados SHIV12 y SHIV37 (análisis a cargo del laboratorio EQUAS).

En marzo de 2010 la División de Gas Licuado de Petróleo remitió a la División de Combustibles Líquidos, los montos de sanción para las infracciones cometidas por el incumplimiento a los compromisos establecidos en el PAC. En agosto de ese mismo año, el MINEM solicitó a OSINERGMIN un informe sobre el cumplimiento del PAC y PMA del Lote 192; el cual le fue remitido el mes de octubre mediante Informe Técnico N° 180859-2010-OS/GFHL-UMAL. Para el mes de noviembre OSINERGMIN requirió a PPN presentar el Plan de Cese de Actividades por no

haber cumplido con los compromisos del PAC y PMA; y en el mes de diciembre OSINERGMIN inició el procedimiento administrativo sancionador por los incumplimientos antes mencionados.

Poco después de que OEFA asumiera las funciones de supervisión, fiscalización y sanción ambiental en materia de hidrocarburos provenientes de OSINERGMIN, en marzo de 2012 el OEFA mediante Resolución Directoral N° 056-2012-OEFA/DFSAI sancionó a PPN por no cumplir con el Límite Objetivo de remediación de TPH de 30 000 mg/kg en los sitios de SHIV12 y SHIV37.

Tras las demandas y la reactivación de los conflictos violentos en la zona, entre el 25 al 29 de junio de 2012, la Comisión del Congreso del Grupo de Trabajo sobre la Problemática Socio-Ambiental en las Comunidades Nativas ubicadas en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Maraón, realizó una visita al Lote 192 (ex lote 1AB) a fin de verificar las áreas afectadas con hidrocarburos de acuerdo a lo denunciado por dichas comunidades; por lo cual, mediante Resolución Suprema N° 200-2012-PCM, se creó la “Comisión Multisectorial adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros, encargada de analizar, diseñar y proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las comunidades ubicadas en las cuencas de los ríos Pastaza Tigre, Corrientes y Maraón” conformada por dos (2) grupos de trabajo: Grupo de Trabajo Ambiental y el Grupo de Trabajo Social. En setiembre de 2012, los miembros del Grupo Ambiental de la Comisión Multisectorial y los representantes de las Federaciones Indígenas y sus asesores, luego de la movilización de Alianza Topal realizada en junio del 2012, acordaron realizar el primer monitoreo participativo en la cuenca del río Pastaza, Corrientes, Tigre y Maraón, dentro del área de influencia del Lote 192 (ex lote 1AB).

En marzo de 2013, el MINAM mediante Resolución Ministerial N° 094-2013-MINAM declaró en Emergencia Ambiental la cuenca del río Pastaza, en los distritos de Andoas y Pastaza. Asimismo, entre abril y mayo el Grupo de Trabajo Ambiental (dentro de la cual se encontraba OEFA) identificó puntos de muestreo dentro de la zona de influencia del Lote 192 (ex lote 1AB), donde también se llevó a cabo el monitoreo ambiental de calidad de suelos. Y a finales de julio de ese mismo año, OEFA alcanzó a la Comisión Multisectorial los resultados de los análisis de suelo de los puntos ubicados en las zonas fuera del área comprendida por el PAC afectados por Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH); toda vez que PPN ya había procedido con la identificación de las zonas impactadas con hidrocarburos dentro del área PAC.

FECONACO solicita la Emergencia Ambiental mediante carta el 7 de agosto del 2013. En setiembre de 2013, el MINAM mediante Resolución Ministerial N° 263-2013-MINAM, emitió la Declaración de Emergencia Ambiental (DEA) de la cuenca del río Corrientes, aprobando el Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo para la identificación de sitios impactados dentro de la cuenca, en el ámbito de influencia directa e indirecta de la actividad de hidrocarburos.

A finales del año 2013, OEFA realizó un segundo monitoreo participativo en la cuenca del río Corrientes (comprendiendo los distritos de Andoas, Pastaza Trompeteros y Tigre) con la finalidad de identificar los sitios impactados dentro del Lote 192 (ex lote 1AB). Acorde a lo manifestado por PPN en su Informe Anual Ambiental del 2013, se había reinyectado el 100 % del agua producida en el Lote 192 (ex lote 1AB), ascendiendo a un caudal de 18 421.107 BAPM (Barriles de Agua de Producción por Mes).

Es preciso indicar que PPN ha operado el Lote 192 (ex lote 1ab) de acuerdo con el contrato de concesión, el cual tiene fecha de vencimiento el 29 de agosto de 2015; sin embargo, PPN no había solicitado ante la autoridad competente la aprobación de un instrumento de gestión ambiental que permita realizar un retiro ordenado del lote, así como la remediación ambiental que correspondiera, de acuerdo con las obligaciones ambientales asumidas con la concesión. Perupetro aceptó la devolución de las áreas del lote 192 operadas por PPN.

En el marco de la comisión multisectorial “Desarrollo de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón del departamento de Loreto”- aprobada por la Resolución Suprema N° 119-2014-PCM- y de la firma del Acta de Lima, el 10 de marzo del 2015, las federaciones indígenas de estas cuencas y el Gobierno peruano, acordaron elaborar un estudio técnico independiente (ETI) y además crear un fondo de contingencia para la remediación ambiental de estas cuencas.

El 7 de mayo de 2015 se publica la Ley N° 30321 que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental (la Ley N° 30321 es un punto de acuerdo en suscrito en el Acta de Lima, firmada el 10 de marzo de 2015), de los sitios impactados como consecuencia de las actividades de hidrocarburos. Asimismo, en agosto de ese año Pacific Stratus Energy del Perú S.A. (Pacific) celebra un contrato de servicio temporal para la explotación de hidrocarburos en el Lote 192 (ex lote 1AB) hasta junio de 2019 (Perupetro, 2018). En abril de 2016 OEFA se reunió con los representantes y asesores de las asociaciones indígenas FECONAT, FECONACO y los representantes de Pacific con la finalidad de realizar la primera de las etapas del monitoreo participativo programado para el año 2016 en el Lote 192 (ex lote 1AB), denominada “Reunión de Coordinación Previa con los Actores Involucrados”, generándose así actas de compromisos mutuo para el desarrollo de las siguientes seis (6) etapas de monitoreo participativo.

En diciembre de 2016 se publica el reglamento de la Ley N° 30321 mediante Decreto Supremo N° 039-2016-EM, a fin de establecer los lineamientos a seguir para la ejecución de la remediación ambiental de los sitios impactados por hidrocarburos; y conforme a ello se creó la Junta de Administración del Fondo de Contingencia para la Remediación Ambiental, la cual realizó la priorización de treinta y dos (32) sitios contaminados, conforme a los acuerdos establecidos entre diciembre de 2015 y marzo de 2016. Conforme a ello, mediante Carta N° 063-2017-FONAM del 27 de febrero de 2017 el FONAM comunicó a OEFA el lanzamiento del concurso público para la elaboración de los planes de rehabilitación de los treinta y dos (32) sitios priorizados por la Junta de Administración del Fondo de Contingencia, solicitándole también el reconocimiento en campo de los siete (7) botaderos, el mismo que se realizó en marzo de 2017.

En torno al ámbito del territorio de la comunidad han existido vertimientos, derrames y otras afectaciones desde los inicios de las operaciones extractivas de hidrocarburos, siendo la perforación de pozos exploratorios y la utilización de lodos de perforación las primeras afectaciones producidas. Por otro lado, las prácticas operacionales inadecuadas, como el vertimiento a cuerpos de agua superficiales o al suelo de aguas de producción, la no contención de derrames y un deficiente mantenimiento de sus sistemas de transporte (oleoductos) también han sumado al deterioro ambiental de este territorio. Ante las primeras denuncias públicas por parte de comunidades nativas, el MINEM aprobó el Plan Ambiental Complementario (PAC) a fin de remediar las zonas contaminadas, las cuales no habían sido remediadas con las medidas propuestas en el PAMA (Plan de Adecuación de Manejo Ambiental), y actualmente se viene realizando los Planes de Rehabilitación de los sitios Impactados identificados por OEFA en el 2017 a petición del FONAM. Con estas acciones el estado peruano contempla el inicio de un programa estructurado de remediación ambiental para las cuencas afectas por las operaciones petroleras durante más de 40 años.

Conclusión del análisis histórico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

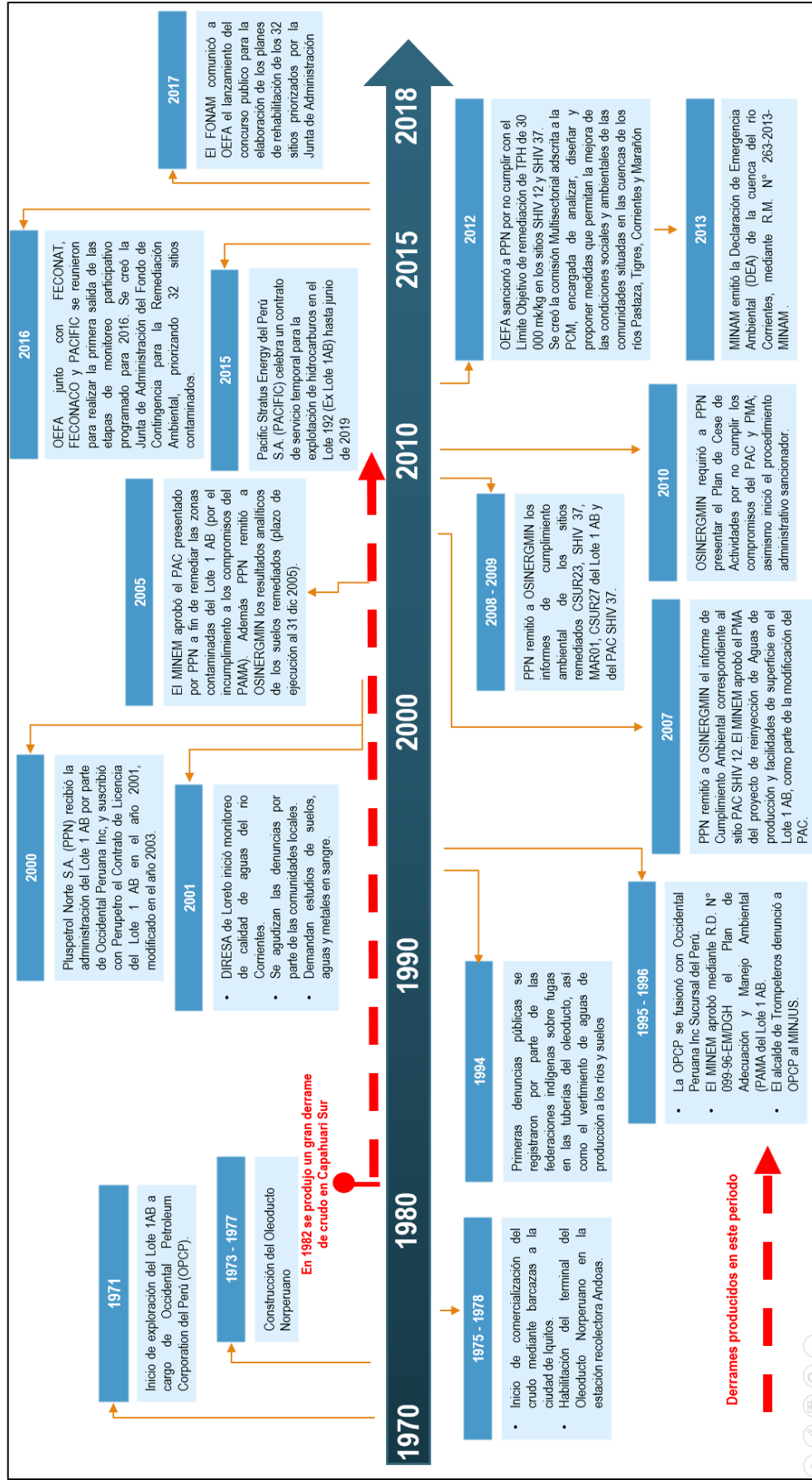
El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) está relacionado al sistema de tuberías OEFA del 7 al 24 de agosto de 2016, conforme a lo descrito en el Informe N° 201-2016-OEFA/DE-SDCA, realizó el monitoreo ambiental participativo en el Lote 192 (ex Lote 1-AB) y reconocimiento de sitios con residuos metálicos en los distritos de Andoas, Trompeteros y Tigre, provincias del Datem de Marañón y Loreto, departamento de Loreto. En la cuenca del río Corrientes identificaron un total

de diez (10) sitios con residuos metálicos, de los cuales el sitio de código ScRM-10 de coordenada 374 590E y 9 720 131N correspondía Sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) donde observaron diversos residuos metálicos los cuales se encontraban con cinchos; asimismo, a una distancia de 340 m en dirección sureste (SE) cilindros enterrados, llantas y restos metálicos, asignándole el código ScRM-08.

Además, OEFA del 26 de enero al 9 de febrero de 2017, a solicitud del FONAM realizó el acompañamiento en el reconocimiento de los sitios impactados y botaderos identificados en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre. En el reporte de campo CUC N° 0001-01-2017-22 describen que el área del botadero presenta suelo totalmente liberado (libre de vegetación), presencia de residuos metálicos y montículos de residuos con plásticos cubiertos con vegetación. Además, se indica que durante la visita de reconocimiento el monitor ambiental manifestó que en el área se había realizado actividades de remoción de suelo y recuperación de chatarra (metales), producto de ello se presenciaron residuos de plásticos.

No se cuenta con historial de derrames de hidrocarburos en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya); cabe precisar que el uso anterior del área fue de botadero de residuos.

Figura 3-2 Evolución cronológica de los usos y ocupación del Lote 192



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-2 Resumen de los alcances de los estudios previos consultados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Sitio	Coordenadas UTM WGS-84, Zona 18M		Puntos OEFA	Resumen de la información encontrada. Informes OEFA	Puntos ANA	Resumen de la información encontrada. Informes ANA
	Este (m)	Norte (m)				
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	374 565	9 720 167	No se tiene datos	-	No se tiene datos	-

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.2 Uso actual del área.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es uno de los trece (13) sitios impactados por actividades de hidrocarburos de la cuenca del río Corrientes. El uso del suelo se define como una superficie del territorio que se encuentra zonificada de acuerdo con su potencial aptitud, a la utilización que se le esté dando al momento de su categorización, a la posible vocación para soportar una actividad o desarrollo o sus características ecológicas que le infieran una condición particular para su zonificación. En resumen, a las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como uso del suelo.

Las áreas que corresponden a los sitios impactados se ubican dentro y forman parte del Lote Petrolero N° 192 (antiguo Lote 1AB). Al ubicarse dentro del Lote petrolero pudiera llevar a pensar que su categoría es del tipo industrial/extractivo, la cual se define (Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM) como “suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.1 Mapa de Ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Específicamente, el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ha sido usado como área de botadero industrial y de residuos orgánicos, proveniente de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

Sin embargo, es importante mencionar, que gran parte del área del sitio corresponde a un ecosistema de bosque de colinas bajas y áreas de no bosque amazónico, con posible presencia de ejemplares de fauna local (ej. *Mazama americana* “venado”, *Cuniculus* sp. “majaz”, *Dasyprocta* sp. “añuje”, *Pecari tajacu* “sajino”, *Amazona* sp. “loro verde”, etc.), por lo que se infiere que existe un potencial uso de este ecosistema por los recursos que provee (alimentos, agua, lugares de descanso, etc.). Sin embargo, según referencias de los apoyos locales, la población prefiere evitar estas actividades en el sitio, por considerarlo contaminado.

Teniendo en cuenta ello se ha previsto realizar el análisis respectivo del sitio considerando una categoría de uso agrícola para el análisis de afectación del sitio impactado como estrategia ambiental para llevar, a través de la remediación de los sitios impactados, las condiciones del entorno ambiental de este territorio lo más cercanas a sus condiciones naturales originarias.

Se infiere que, posterior a la rehabilitación/remediación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), posiblemente se plantee una categoría distinta al uso industrial/extractivo, aun cuando ubica en el entorno de un área operacional, que permita a las comunidades hacer uso de este espacio, aun cuando este sitio impactado observa una escasa superficie (alrededor de 0,35 ha, aproximadamente).

3.3 Características del entorno: fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).

3.3.1 Fuentes potenciales en el entorno

El entorno del sitio se caracteriza por presentar un sistema de tuberías para la conducción de hidrocarburos que vienen desde los pozos SHIV 11D, SHIV 16 D y SHIV04 hacia las instalaciones ubicadas en teniente López. Asimismo, dentro del sitio, se han encontrado residuos industriales peligrosos y no peligrosos.

Cuadro 3-3 Fuentes potenciales de contaminación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Fuente potencial	Coordenadas UTM WGS-84		Estado	Descripción	Evidencias
	Este (m)	Norte (m)			
Sistema de tuberías de los Pozos SHIV 11 D, SHIV16 D y SHIV 04	Al este del sitio		(--)	No se evidenció <i>in situ</i> (referencia monitores ambientales)	No se evidenció <i>in situ</i> (referencia monitores ambientales)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.3.2 Focos potenciales de contaminación en el entorno

No se registró en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) focos potenciales en el entorno.

3.3.3 Fuentes potenciales de contaminación dentro del sitio

En el Cuadro 3-4, se describe las fuentes potenciales dentro del sitio.

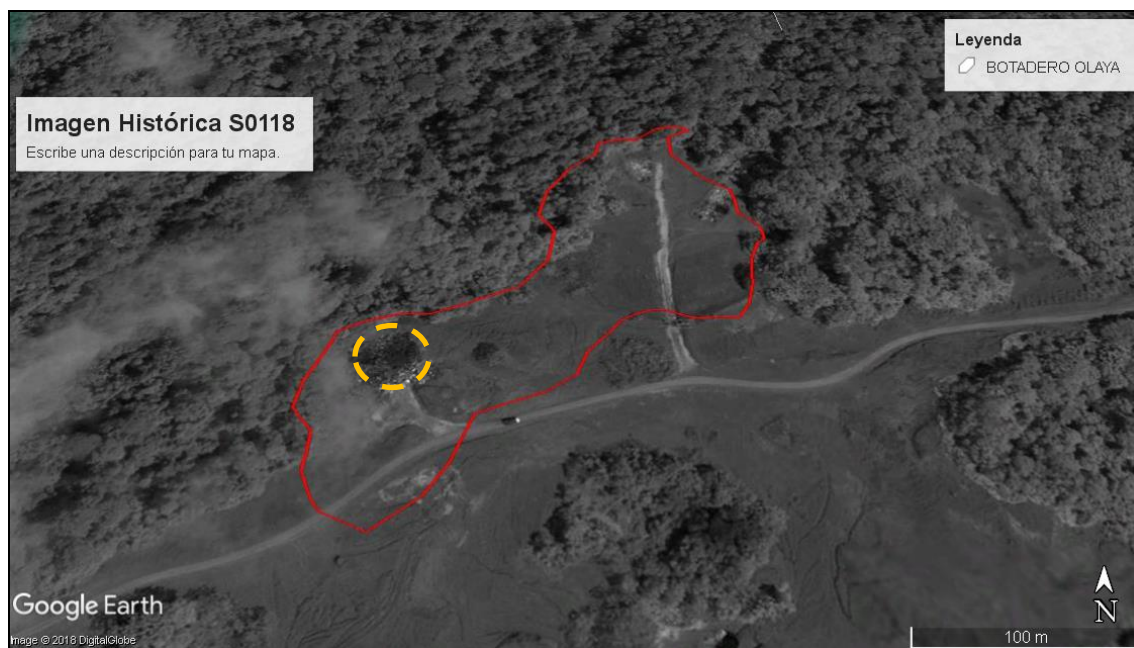
Cuadro 3-4 Fuentes potenciales de contaminación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Fuente potencial	Coordenadas UTM WGS-84		Estado	Descripción	Evidencias
	Este (m)	Norte (m)			
Residuos industriales peligrosos históricos y no peligrosos - medio: suelo	374 488	9 720 148	Activo	Ver fotografía 1 a 2 e imágenes históricas del año 2011	Trabajo de campo durante la fase de reconocimiento. Imágenes históricas Google Earth 2011.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estas fuentes son confirmadas por las imágenes históricas encontradas en el sitio, del año 2011 donde se observa un depósito superficial de residuos industriales en el área suroeste del sitio.

Figura 3-3 Imagen histórica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Actualmente, dichos residuos han sido removidos en un 90 %, quedando aún desechos industriales, luego de la verificación realizada en la etapa de reconocimiento y posteriores ingresos al sitio.

Figura 3-4 Imagen actual del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.3.4 Focos potenciales de contaminación dentro del sitio

Durante la fase de relevamiento del sitio, realizada el día 22 de febrero de 2018 por los especialistas de JCI-HGE en compañía del monitor ambiental y de apoyos de la comunidad, se encontraron hallazgos de desechos sólidos en superficie, lo cual corrobora la información proporcionada por imágenes históricas. Ver Fotografía 3-1.

Cuadro 3-5 Evidencias de contaminación sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Número de foto	Contaminante/Evidencia
Ver foto 1 y 2 y Fotografía 3-1.	Área buffer a los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos encontrados en el sitio históricamente

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

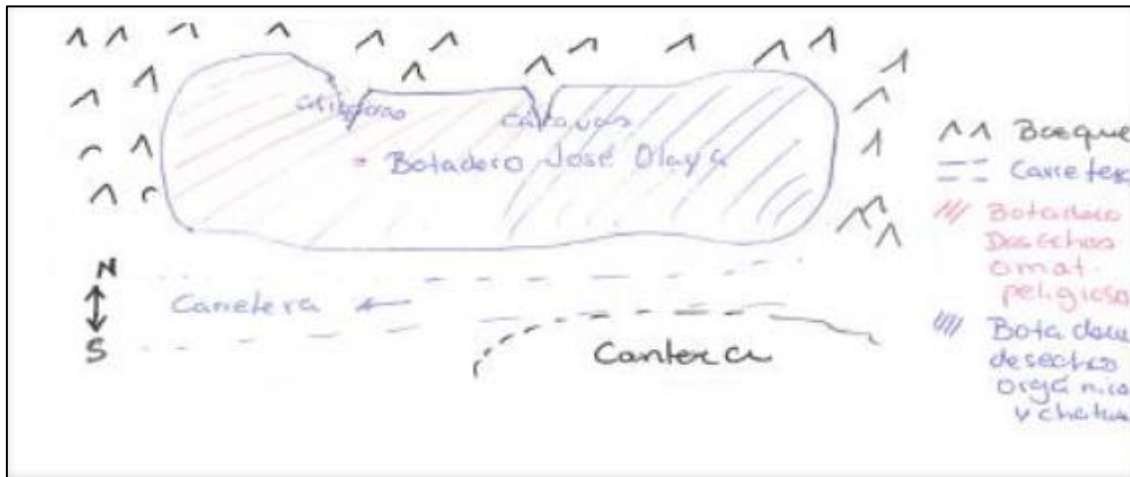
Fotografía 3-1 Residuos sólidos encontrados en el sitio

	
Foto 1. Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Cilindro abandonado.	Foto 2. Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Cilindros en parihuelas y residuos metálicos en contenedores de madera

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Durante las labores en campo tanto en la fase de reconocimiento como en la fase de caracterización, se evidenció estos residuos sólidos. Las entrevistas a monitores ambientales nos indican que el sitio fue usado como botadero industrial y de desechos peligrosos (parte oeste del sitio) y residuos orgánicos y chatarra (parte este del sitio), como puede evidenciarse en el croquis elaborado en la fase de relevamiento.

Figura 3-5 Croquis en la etapa de reconocimiento del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.3.5 Vías de propagación

En el Cuadro 3-6 se describe las vías de propagación encontradas en el sitio y en el entorno.

Cuadro 3-6 Vías de propagación

Foco potencial de contaminación	Vías de propagación y exposición relevante	Sustancias relevantes	Receptores
Área buffer al área de residuos industriales peligrosos y no peligrosos Medio afectado suelo.	- Suelo: contacto directo - Agua subterránea: disolución y dispersión - Agua superficial: dispersión superficial	HTP (F1, F2, F3) – BTEX – HAPs – metales	- Trabajadores y personas que circulan en el sector - Receptores ecológicos

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.4 Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos; e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

El sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) compromete un área de botadero de materiales orgánicos (residuos sólidos domésticos) e inorgánicos (residuos peligrosos y material sólido inerte), con data, al menos del año 2011 (de acuerdo con las imágenes de satélite disponibles en internet). No obstante, de acuerdo con la información de los monitores ambientales de la zona, este botadero es objeto de disposición no controlada de materiales y residuos desde hace más de 10 años.

No se puede hacer referencia a fuentes directas de contaminación. Todos los elementos, materiales y residuos que se encuentran en el botadero son el resultado de prácticas inadecuadas y no controladas en el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos de la zona.

La falta de controles de seguridad para el acceso al área del botadero, la no cuantificación ni caracterización de volúmenes que ingresan al botadero, así como las características propias del terreno son aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

3.5 Método para la caracterización del sitio impactado:

3.5.1 Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance.

La fase de caracterización del suelo en el sitio en estudio se ejecutó en dos campañas de muestreo: la primera fue llevada entre los meses de mayo a julio el 2018 (considerando el muestreo en época húmeda), y la segunda se desarrolló durante el mes de setiembre (considerando el muestreo de época seca) del mismo año. El diseño del plan de muestreo contempló los criterios de experto de diversos especialistas, teniendo cuenta la información recopilada durante las fases preliminares del estudio, las cuáles son descritas a continuación:

- Revisión de información preliminar del sitio: Durante esta etapa se revisó antecedentes históricos del sitio y del entorno de este, lo cual permitió identificar los primeros contaminantes de preocupación, asociados al sitio;
- Fase de reconocimiento y delimitación del área de interés: Durante esta etapa, se realizó un recorrido del sitio para identificar focos y fuentes contaminación, así como la extensión de la contaminación y potenciales receptores;
- Elaboración del modelo conceptual inicial de contaminación: En base a la fase de reconocimiento, se identificó las áreas fuente, áreas de transporte, área de validación y el área de potencial interés.
- Elaboración del plan de muestreo: Durante esta etapa se elaboró el plan de muestreo del sitio contemplando dos campañas de muestreo:
 - a) En la primera campaña de muestreo (época húmeda) se contempló la toma de muestras de suelos en el área delimitada por el modelo conceptual: área fuente, área de transporte, área de validación y el área de potencial interés, asimismo se contempló la toma de muestras de agua superficial y sedimentos, agua subterránea y caracterización biológica con el objeto de validar el modelo conceptual inicialmente planteado.
 - b) En la segunda campaña de muestreo (época seca), se realizó la toma de muestras de agua superficial, sedimentos e hidrobiología de época, asimismo, se adicionó estaciones de muestreo, donde en la campaña previa se encontraron excedencias en algunos parámetros establecidos por la legislación nacional o internacional, según sea el caso. Asimismo, en el caso de suelos, con los resultados preliminares de laboratorio (campaña previa época húmeda) se consideró la toma de muestras adicionales sobre las muestras con excedencias que se encontraban sobre el perímetro del área delimitada por el modelo conceptual con el fin de confirmar la extensión de la contaminación y el área final impactada. En el caso de las aguas subterráneas, donde en algunos casos, se encontró excedencias a los estándares de calidad internacional (Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines), se optó por conveniente tomar muestras adicionales de suelos al costado del piezómetro para confirmar el origen geogénico de algunos parámetros que superaron la normativa internacional para el agua subterránea, así mismo, en caso de encontrarse alguna quebrada cerca al piezómetro se optó por tomar muestras de agua superficial y sedimentos.

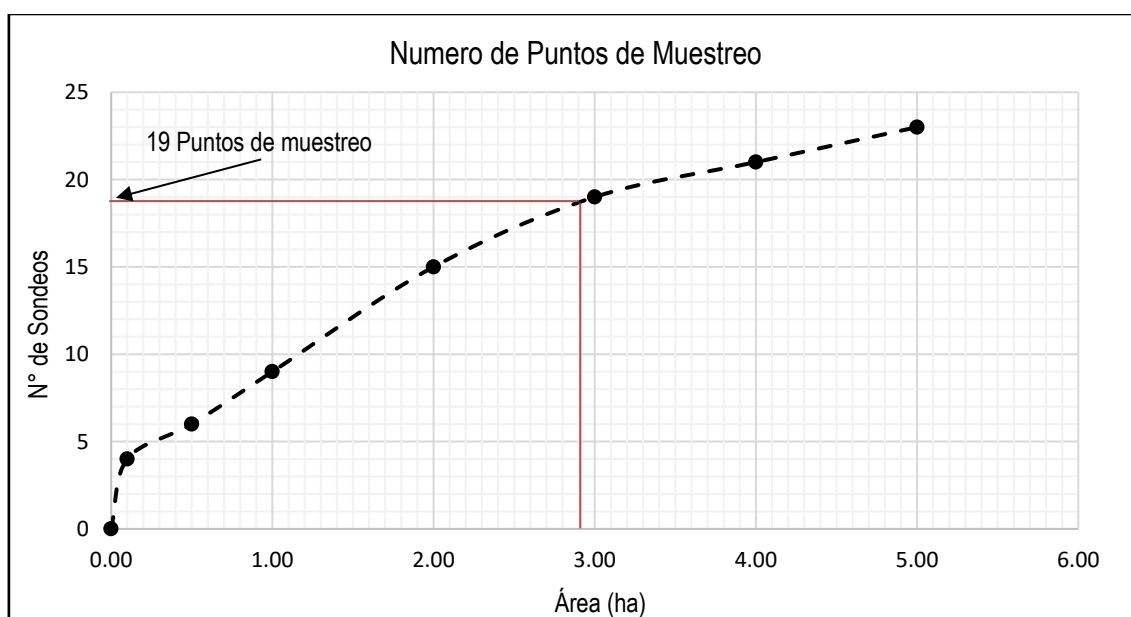
Los criterios o lineamientos para la toma de muestras en las diferentes matrices ambientales se detallan a continuación:

3.5.1.1 Muestreo de suelos

La localización, distribución y número de puntos de muestreo se estableció para el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), siguiendo los criterios que permitan establecer una distribución representativa y enfocada en los objetivos del estudio basados en los lineamientos y recomendaciones de la Guía de Muestreo de Suelos (RM N° 085-2014-MINAM).

Se trató de densificar y ubicar los puntos de sondeos en zonas bajas, donde el modelo conceptual detecta almacenamiento de contaminantes y potenciales vías de transporte hacia acuíferos. A continuación, se describen los criterios considerados para el muestreo de suelo. Para determinar el número de puntos (sondeo) de muestreo para este sitio, se utilizó la Tabla N° 5 de la Guía de Muestreo de Suelos, lo cual permitió estimar el número total de sondeos de identificación requeridos para cada sitio de acuerdo con la superficie estimada. La siguiente figura presenta el número de puntos requeridos con relación al área.

Figura 3-6 Número de puntos de muestreo (identificación)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019. Adaptado de la Tabla N° 5 de la Guía para el Muestreo de Suelos

De lo anterior se derivan los siguientes resultados:

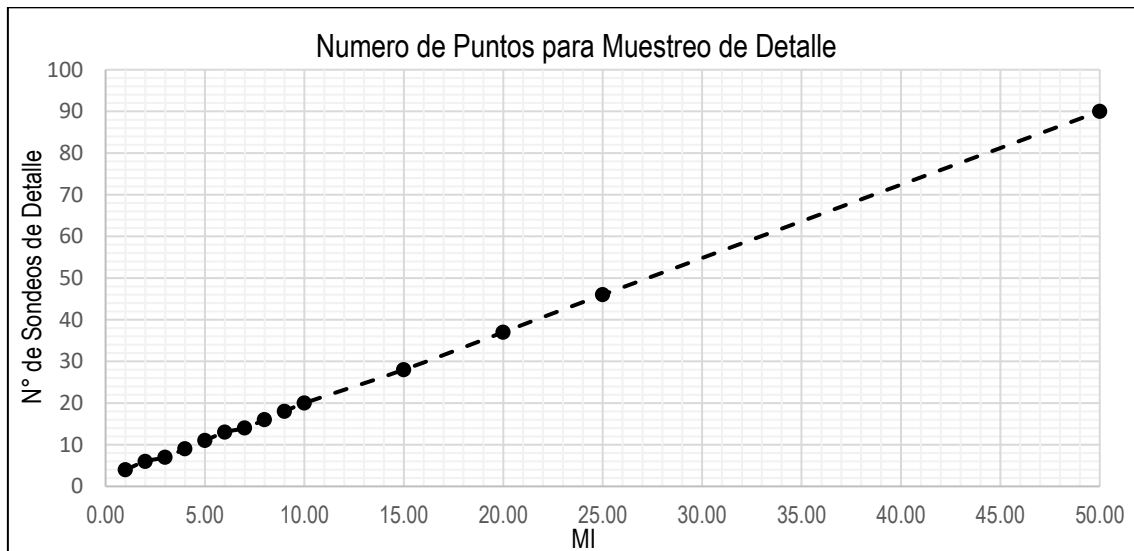
Cuadro 3-7 Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: primera temporada

Sitio - Código OEFA	Área (ha)	Número de puntos de muestreo
Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	2,9	19

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De igual forma se empleó la Tabla N° 6 de la Guía de Muestreo de Suelos, para la estimación del número de sondeos de detalle, tomando como base el número de muestreos de Identificación (calculado anteriormente) respecto al área del sitio; en algunos casos se tuvo que realizar una interpolación para determinar la cantidad de sondeos que no estaban plasmadas específicamente en dicha tabla.

Figura 3-7 Número de puntos de muestreo (detalle)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019. Adaptado de la Tabla N° 6 de la Guía para el Muestreo de Suelos

El Cuadro 3-8 presenta la comparación de los resultados, a su vez presenta los números de sondeos empleados finalmente acompañados de las consideraciones técnicas para cada sitio.

Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total

Código OEFA	Área (ha)	Número sondeos según área (Total)	Número sondeos a detalle	Número sondeos real	Consideraciones Técnicas
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	2,9	19	36	23	Se tomó en consideración los estándares establecidos por la Guía para el Muestreo de Suelos; sin embargo, se mantuvo un número de sondeos por debajo del sugerido en el caso de muestreo de detalle, ya que el número planteado se consideró suficiente para lograr los objetivos propuestos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019. Adaptado de la Tabla N° 5 de la Guía para el Muestreo de Suelos

En la primera campaña de muestreo, para la determinación de la distribución espacial, se ubicaron puntos de muestreo en el **Área de Potencial Interés** (API) determinada en el modelo conceptual inicial, en el cual se consideró relieve, topografía del terreno, dirección de flujo, los cuerpos de agua (lénticos y lóticos) y en la posible ruta de transporte del contaminante, así como la ubicación de las posibles fuentes de contaminación. Se estudiaron adicionalmente, las áreas fuente de

manera confirmatoria, realizando sondeos manuales. Adicionalmente, se planteó la captación de muestras en las áreas de validación (áreas con potencial contaminación, inferidas por las hipótesis de migración de contaminantes, pero que requieren conformación en campo), lo cual permitió conocer si la distribución del contaminante se extiende o por el contrario se acumula en el área de potencial interés. Asimismo, se dispuso sondeos en el perímetro del sitio impactado a fin de determinar la extensión del área impactada.

De la misma forma, en la segunda campaña de muestreo, se adicionó sondeos adicionales en las áreas límites del polígono donde se encontró excedencias de algún contaminante de preocupación, asimismo sondeos manuales adicionales al costado de los piezómetros, para determinar el origen de las excedencias encontradas en los piezómetros. Ver Cuadro 3-9.

Cuadro 3-9 Sondeos complementarios

Código OEFA	Área (ha)	Número sondeos adicionales (Total)	Consideraciones técnicas
Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	2,9	0	No se encontraron excedencias en las áreas límites el polígono.
Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	2,9	2	Sondeos manuales complementario para evaluar las excedencias en un piezómetro (S0118-Pz-01).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las técnicas de muestreo de suelo fueron:

- Sondeos manuales superficiales (de 1,2 a 2,0 metros de acuerdo con la temporada), también se realizó lecturas de COVs obtenidas en la prueba *head space* con el PID (*Photoionization detector*).

De acuerdo con los parámetros solicitados en los términos de referencia, se consideró como mínimo los siguientes: Fracción menor de 2 mm, Metales Pesados y Metaloides, TCLP, BTEX, Hidrocarburos F1, F2, F3 y HAPs. Asimismo, se consideró ensayos adicionales de MEH (Material Extractable del Hexano), en aquellas muestras que excedieron las fracciones F2 y F3; Ba Extraíble y Ba Real, en aquellas muestras que excedieron los valores de Ba y TCLP (ensayos de lixiviación), en aquellas muestras que superaron los valores de metales.

3.5.1.2 Muestreo de agua subterránea

La toma de muestras de agua subterránea se realizó en dos temporadas (época húmeda y época seca), previo purgado de los pozos y medición del nivel freático, y enfocada en los objetivos del estudio basados en los lineamientos y recomendaciones del Manual de Buenas Prácticas en la investigación de Sitios Contaminados Muestreo de Aguas Subterránea (MINAM 2016).

La ubicación de los pozos para la captación de muestras de agua subterránea se determinó de acuerdo con dos criterios bien definidos: (1) los resultados del análisis de los levantamientos geofísicos, por medio de Tomografía Eléctrica y (2) ubicación espacial con respecto al sitio para determinar el flujo de contaminación: aguas arriba y aguas abajo del sitio.

La muestra de agua que se obtuvo en los pozos subterráneos (piezómetros) a nivel freático fue a una profundidad no mayor de 2 mbns.

De acuerdo con los parámetros solicitados en los términos de referencia, se consideró como

mínimo los siguientes: Metales Pesados y Metaloides, BTEX, Hidrocarburos Totales (TPH), Cloruros, PCBs y HAPs.

3.5.1.3 Muestreo de agua superficial

El muestreo de agua superficial, se realizó igualmente en dos épocas: para la determinación de los puntos de muestreo de agua superficial en la primera campaña de muestreo se consideró los siguientes criterios: (1) ubicación espacial con respecto al sitio: aguas arriba y aguas abajo (2) puntos de muestreo históricos y (3) accesibilidad y representatividad; en el caso de la segunda campaña de muestreo, se consideró dos criterios adicionales (4) con los resultados de las excedencias encontradas en la primera campaña, se tomaron puntos adicionales aguas arriba y aguas abajo del punto excedente y (5) puntos adicionales en las inmediaciones a los piezómetros, para investigar las excedencias encontradas en éstos en la época seca, estos criterios permiten establecer una distribución representativa y enfocada en los objetivos del estudio basados en los lineamientos y recomendaciones del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N.º 010-2016-ANA).

Se tomó en cuenta los siguientes parámetros de campo: T°, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, potencial redox, pH y a los contaminantes de preocupación relacionados con la contaminación por actividades de la industria petrolera, los ensayos realizados fueron: BTEX, HTP totales, HAP's, metales totales, aceites y grasas.

3.5.1.4 Muestreo de sedimentos

El muestreo de sedimentos se realizó igualmente en dos épocas. Los criterios considerados fueron los mismos que en el caso de agua superficial, indicados en el ítem 3.5.1.3, y siguiendo los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) así como la normativa canadiense – CEQG (Guías de Calidad Ambiental de Canadá: *Sedimentos para Agua Dulce (Sediment for Freshwater)).

De acuerdo con los términos de referencia, se analizaron los siguientes parámetros: Fracción menor de 2 mm, Metales Pesados y Metaloides, BTEX, Hidrocarburos F2, F3 y HAPs.

3.5.1.5 Caracterización biológica

En el área del sitio, se estableció un número determinado de unidades muestrales (transectos) sobre los cuales se realizó la evaluación de fauna, flora y estaciones de hidrobiología, considerando los siguientes componentes:

- Vegetación
- Aves
- Mamíferos mayores y menores
- Reptiles
- Hidrobiología

3.5.2 Descripción del trabajo en campo.

3.5.2.1 Muestreo de suelos

La obtención de muestras de suelo se realizó utilizando métodos de perforación en seco. Los mismos varían dependiendo de la profundidad, del tipo de suelo a perforar y de las dificultades de

ingreso de personal y equipos. En este sentido, se presentan los diferentes equipos de muestreo utilizados en la fase de campo:

- **Sondeos manuales (Barrenos):** Los sondeos manuales se utilizaron para obtener muestras de suelo perturbadas hasta profundidades de 1,2 m para la época húmeda y de hasta de 2 m en la época seca. Las perforaciones en el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) se realizaron hasta alcanzar la profundidad de 2.0 mbns y sirvieron básicamente para delimitar la extensión vertical de la afectación y verificar la relación suelo-agua subterránea. En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).
- **Medición de COVs:** Para realizar el registro de la concentración de COVs en las muestras de suelo recolectadas, se usó un fotoionizador (PID), calibrado y verificado con isobutileno, que permitió obtener mediciones hasta 10 000 ppm (1 %), con una aproximación de 0,1 ppm. Se determinó la presencia de compuestos orgánicos volátiles con lecturas de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro 3-10 Rango de Lecturas del COVs

Intervalo profundidad (m)	Número de Lecturas de PID por estrato	Observaciones
0,0 - 0,5	1	El número de mediciones de COVs con el PID se ajustó en campo de acuerdo con las evidencias encontradas in situ.
0,5 - 1	1	
1 - 5	1	
5 - 6	N (se determinó en campo)	

N: Número variable de acuerdo con las consideraciones tomadas en campo
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-2 Muestreo de suelos con sondeo manual - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

	
Perforación utilizando sondeo manual	Muestra extraída con sondeo manual

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.2 Geofísica

A. Georadar (GPR)

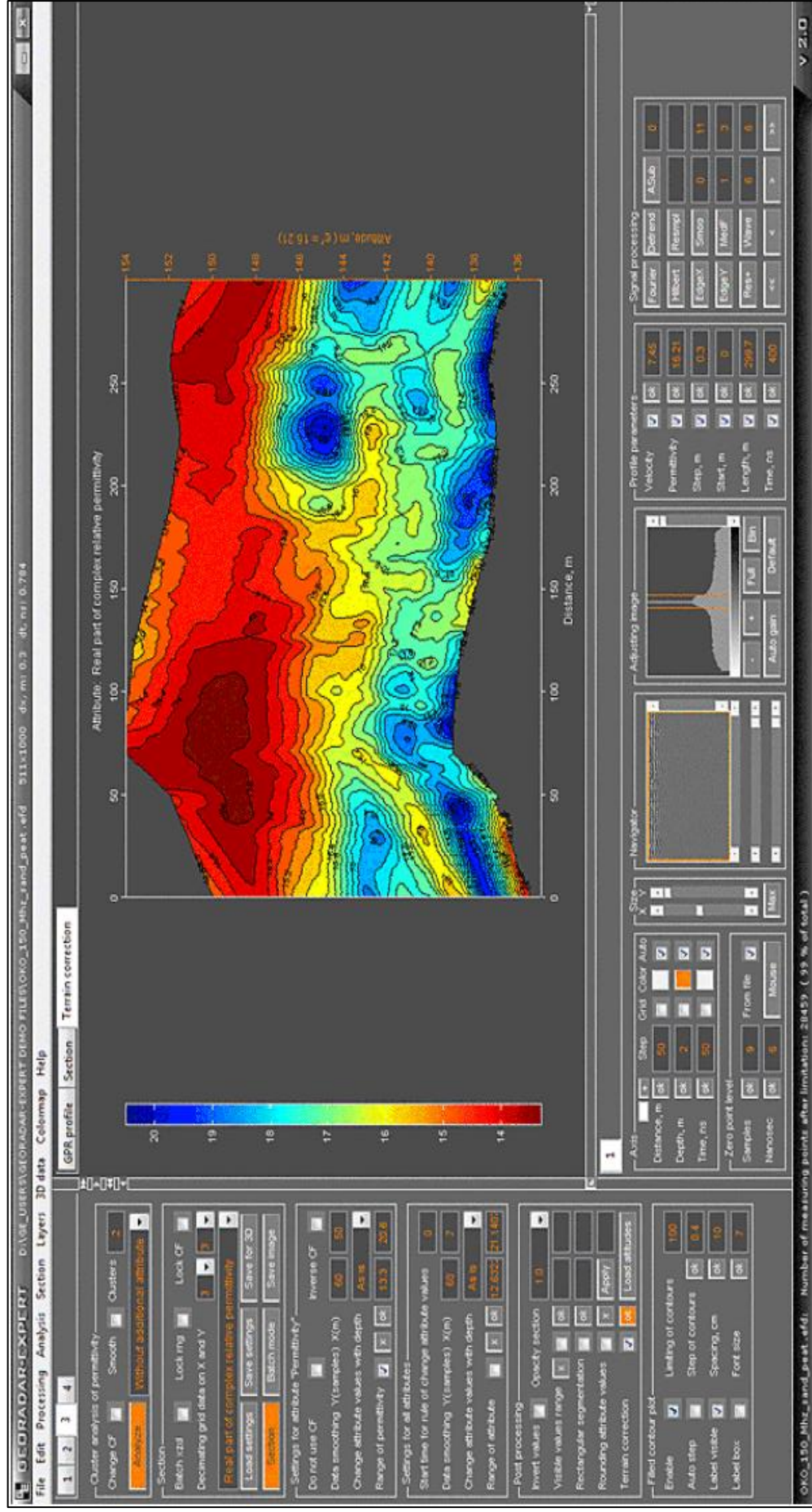
La prospección con radar de subsuelo consiste en la emisión y propagación de ondas electromagnéticas, con la posterior recepción de las señales reflejadas en discontinuidades del medio. Aquellos conceptos que nos sirven para entender este proceso. Los campos electromagnéticos quedan definidos mediante las ecuaciones de Maxwell. Estas ecuaciones ligan los campos eléctrico y magnético con las fuentes que los producen, a partir de una serie de parámetros constantes para cada medio determinado. Estas constantes definen electromagnéticamente el medio. En prospección con radar de subsuelo tres de estos parámetros son básicos para comprender qué se está registrando. Se trata de la conductividad, la permitividad dieléctrica y la permeabilidad magnética. Estos tres parámetros son valores complejos. Cuando efectuamos una medida con radar, los parámetros que se obtienen son los que se denominan valores efectivos, es decir, combinaciones entre las partes reales e imaginarias de cada uno de los tres.

A partir de las ecuaciones de propagación de una onda plana y armónica y de las relaciones de Maxwell se llega a expresiones para la velocidad de propagación y para la longitud de onda en función de estos parámetros del medio y de las características de la radiación (frecuencia utilizada). Estas expresiones dependen del tipo de medio por el que se produce la propagación: espacio libre, dieléctrico perfecto, dieléctrico, dieléctrico de bajas pérdidas o conductor.

Para la interpretación de los resultados de campo se usa el software GEORADAR-EXPERT.

En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

Figura 3-8 Ventana del programa GEORADAR – vista de resultados



Fuente: GEO GPR Latinoamérica.

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados
por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

B. Tomografía eléctrica

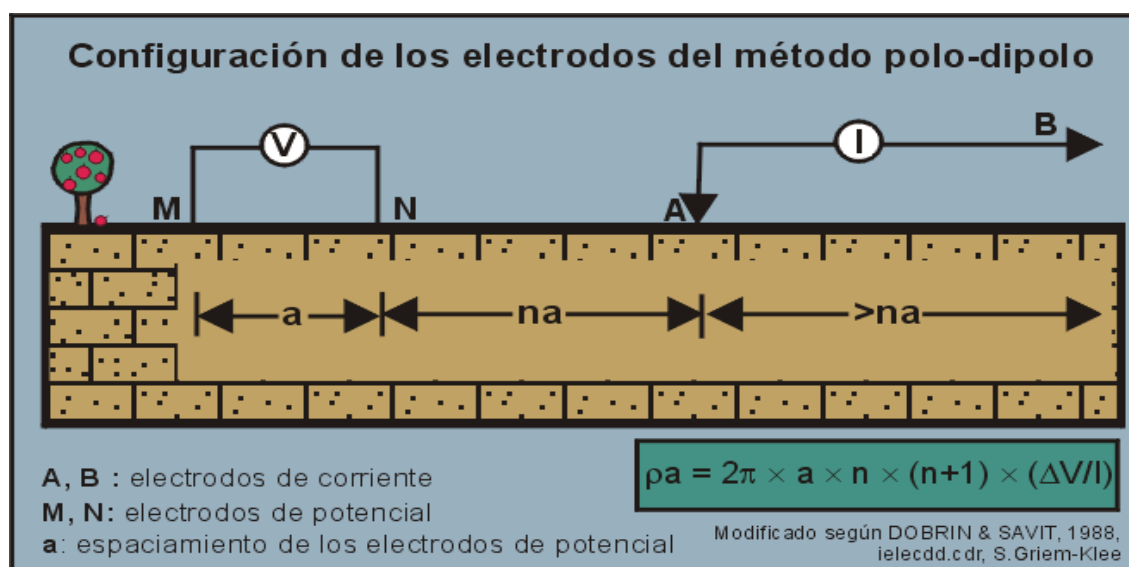
La extensión en el subsuelo de los materiales contaminantes no es posible conocerla sin que se realice una prospección para delimitar su extensión y su profundidad, lo cual puede hacerse por métodos directos (perforaciones o sondeos), por métodos indirectos (prospección geofísica) o mixtos.

Todas las técnicas geofísicas intentan distinguir o reconocer la litología geológica que se encuentran en profundidad mediante algún parámetro físico, así por ejemplo en el método de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT) son, actualmente, los más utilizados dentro de la prospección eléctrica.

Estos miden las variaciones del parámetro físico de la resistividad eléctrica de los materiales del subsuelo y aportan una imagen en profundidad de las capas que presentan diferente comportamiento eléctrico. Las secciones de resistividad eléctrica obtenidas se correlacionan con la información geológica o geofísica de la zona aportando información detallada del subsuelo terrestre. Estimando así una textura más o menos alterada o más o menos porosa y el contenido de fluidos de sus poros condicionan la concentración y movilidad de iones, movilidad que es inversa a la resistividad, es decir, mayor conductividad.

Las configuraciones tradicionales de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT) utilizan cuatro electrodos. A través de dos de ellos se inyecta una corriente eléctrica en el terreno y con los otros dos se mide la diferencia de potencial. A partir de los valores de corriente y de diferencia de potencial medidos se puede obtener la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo, propiedad física de la materia que determina la dificultad que presenta la corriente eléctrica en traspasar un material.

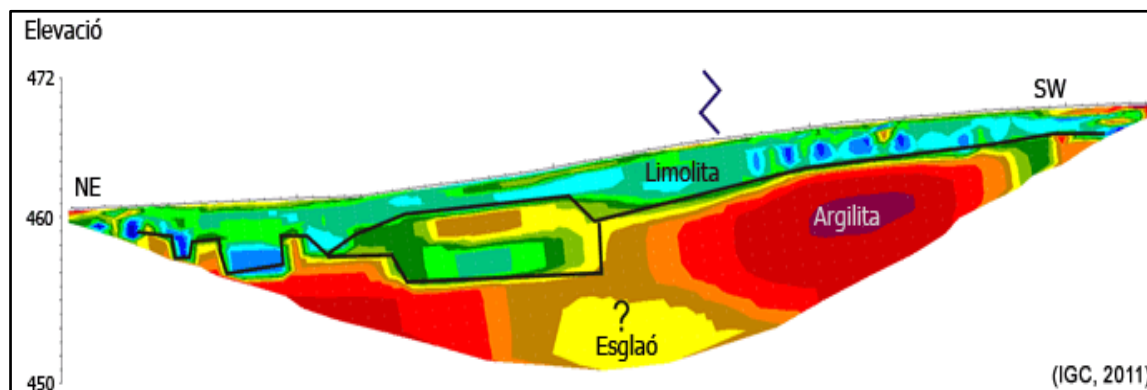
Figura 3-9 Configuración de los electrodos del arreglo polo-dipolo



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La técnica ERT utiliza los valores de resistividad aparente medidos en superficie para generar imágenes denominadas pseudosecciones, las cuales son necesarias para resolver el problema inverso y obtener un modelo del subsuelo.

Figura 3-10 Modelo de resistividad eléctrica del subsuelo en una tomografía eléctrica



Fuente: Instituto Geofísico de Catalunya

Entre los objetivos de la tomografía eléctrica tenemos el de identificar la ubicación de las zonas favorable para perforación e instalación de los piezómetros y estimar la profundidad de la capa impermeable.

Fotografía 3-3 Instalación de los equipos de tomografía eléctrica



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

3.5.2.3 Muestreo de aguas subterráneas

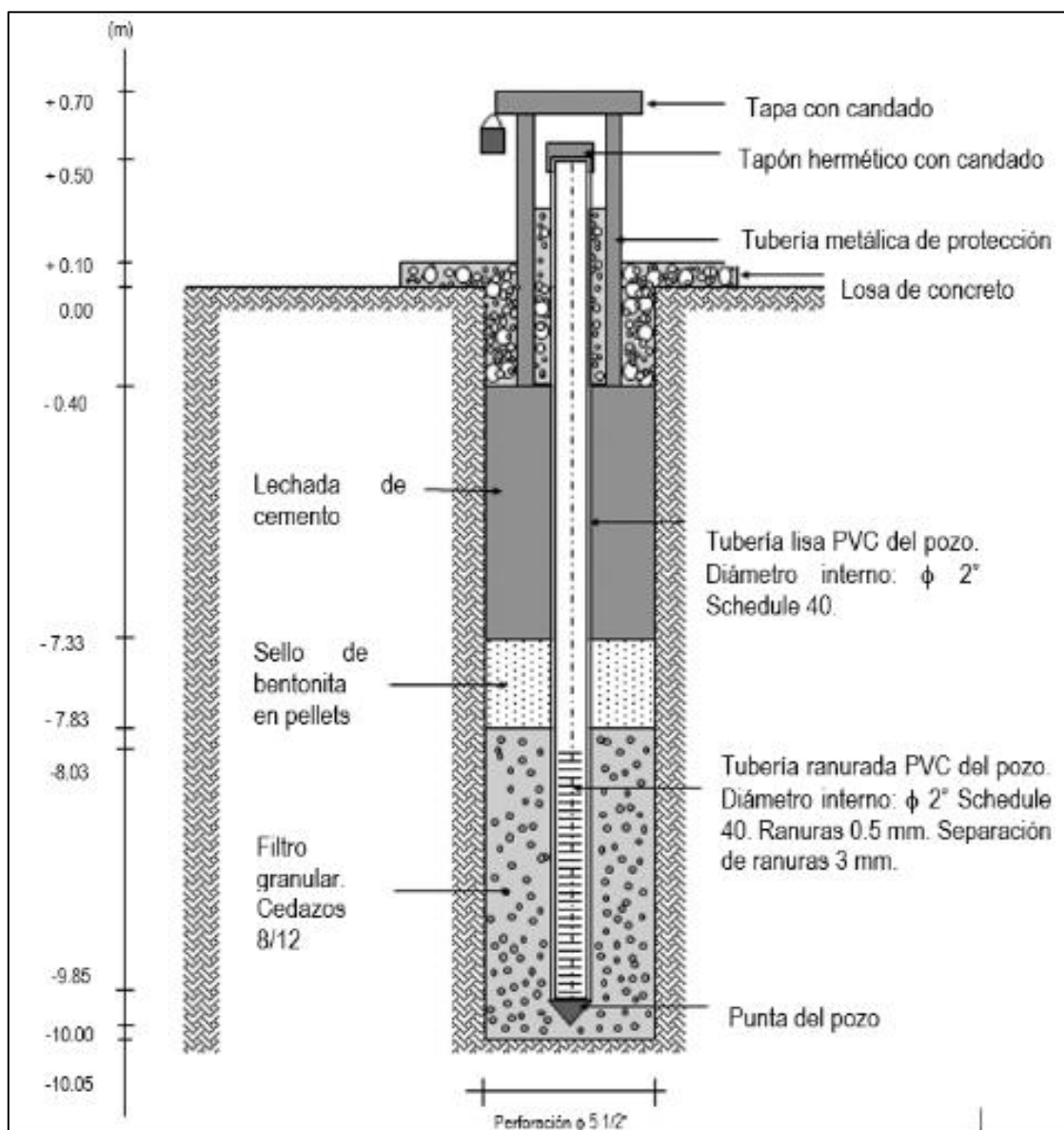
El muestreo de agua subterránea contempló las siguientes actividades:

- **Construcción de piezómetros:** Los piezómetros fueron construidos con sondeo manual, usando una cuchara cerrada o abierta (tipo holandés) de 4" (dependiendo del tipo de suelo).

Para determinar la profundidad del piezómetro para este sitio, se tuvo en cuenta los resultados de la tomografía y los criterios del especialista en campo.

En el proceso de perforación, se realizó la descripción litológica de los tramos en los que se vayan recuperando muestras. Cuando se encontró el nivel freático, se realizó una limpieza del pozo (retirando el agua en la perforación) para facilitar la perforación e instalación del piezómetro. En la Figura 3-11 se describe los detalles constructivos que siguieron los piezómetros de monitoreo y las especificaciones de los materiales.

Figura 3-11 Detalles constructivos típicos de terminación de pozos



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Asimismo, se presenta el proceso de construcción de los piezómetros de monitoreo realizados en campo durante sus diferentes fases de construcción.

Fotografía 3-4 Construcción de piezómetros - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

	
Perforación mediante método de sondeo con equipo para la construcción del piezómetro S0118-Pz-002	Perforación mediante método manual para la construcción del piezómetro S0118-Pz-002
	
Descripción de los estratos previo a la instalación del piezómetro	Instalación del piezómetro

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

- Desarrollo del piezómetro (purga) y monitoreo de agua subterránea:** Con el objeto de asegurar que el agua captada por cada pozo sea representativa, se procedió a realizar la limpieza y desarrollo del pozo, esta labor se ejecutó mediante la extracción del agua con el uso de bailers. El monitoreo del nivel freático del agua subterránea se utilizó una sonda eléctrica (WATER LEVEL METER). En el Anexo 6.5.5 se presenta los registros de purga de los piezómetros.

Fotografía 3-5 Desarrollo de piezómetros - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

	
Medición del nivel freático en el piezómetro	Purgado del piezómetro
	
Medición de parámetros in situ	Muestreo de agua subterránea

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.4 Muestreo de aguas superficial y sedimentos

La toma de muestra de agua se realizó con toma directa, buscando el flujo representativo del cuerpo de agua en el sitio. Las muestras de agua de ríos y de arroyos se extrajeron de preferencia de la zona central del río o de una zona donde fluya el agua. Para el muestreo de sedimentos acuáticos se utilizó tanto palas de mano como bandejas de acero inoxidable y plástico. En el Anexo 6.5 Documentación de Muestreo de Detalle, se presenta las planillas de campo de agua superficial y sedimentos.

Fotografía 3-6 Muestreo de agua superficial y sedimentos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

3.5.2.5 Caracterización biológica

En el Anexo 6.5.7 se presenta la Documentación del muestreo de detalle de flora y fauna, y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados. Del mismo modo, se presenta los reportes del muestreo de detalle de hidrobiología en los Anexos 6.10.1 y 6.10.2, y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

• Etapa pre-campo

La etapa pre-campo se inició con la determinación de los transectos de evaluación en el sitio impactado, así como de la cartografía existente. El conocimiento del área de estudio fue un factor relevante en el diseño de muestreo, pues se escogieron los lugares más adecuados para realizar la evaluación.

Según la información obtenida en la primera fase desarrollada en gabinete (MINAM, 2015), se identificaron dos (2) tipos de cobertura vegetal en el Sitio S0118: Bosque de colinas bajas (Bcb) y Áreas de no-bosque amazónico (ANO-BA), conformado por Botaderos y “purmas” (cobertura con modificaciones de origen antrópico, no necesariamente relacionada a los botaderos). Cada una de las coberturas corresponde a una unidad de vegetación y, en ellas se establecieron las unidades muestrales (transectos para la evaluación biológica y estaciones para evaluación hidrobiológica).

Respecto al esfuerzo de muestreo considerado, éste fue de tres transectos de evaluación para fauna y para flora, y de dos estaciones para evaluación hidrobiológica.

• Etapa de campo

Las evaluaciones se realizaron en los transectos de evaluación correspondientes a las unidades de vegetación identificadas, focalizando las zonas con características óptimas para la presencia de especies susceptibles a uso por parte de la población, tomando como referencia inicial las listas de especies de flora y fauna utilizada por la población presentadas en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Construcción de Facilidades

de Producción en los Yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur, Lote 1 AB - PLUSPETROL NORTE S.A. (Estudio de Impacto Ambiental, aprobado mediante R.D. 394-2008-MEM/AAE), y complementada por Entrevistas No Estructuradas realizadas en campo a los apoyos locales y monitores ambientales. En cada estación de muestreo se tomaron datos de la ubicación geográfica (coordenadas) mediante el sistema de posicionamiento global (GPS) en unidades UTM (WGS 84), elevación, vegetación dominante y se hizo un registro fotográfico de los paisajes que constituyeron el área predominante de estudio, y de la flora y fauna presentes en ellos. La metodología de estudio se describe en el siguiente acápite. Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.5 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Biología e Hidrobiología del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época Húmeda y Mapa 6.4.6 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Hidrobiología del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Época Seca.

A. Vegetación

Las metodologías consideradas fueron:

- Muestreo Aleatorio estratificado: Este tipo de muestreo requiere de la estratificación del área a evaluar y en donde la selección de las muestras es aleatoria, pero sólo al interior de cada estrato o unidad de vegetación (MINAM, 2015).
- Determinación de la localización de especies específicas: La búsqueda intensiva de especies susceptibles a ser utilizados, tanto por pobladores humanos como por fauna silvestre, se realizará en recorridos circundantes a los puntos de referencia, dentro de un aproximado de 100 metros de radio (MINAM, 2015)^{aa} ^{bb}, tomando como referencia la lista de especies de flora utilizadas por la población presentada en el IGA antes mencionado (Pluspetrol, 2008)

B. Mamíferos

La metodología considerada, consistió en la siguiente:

Para la evaluación de los mamíferos, se evaluaron 3 transectos muestreo distribuido en todo el sitio.

Agrupar generalmente a diferentes taxones de mamíferos no voladores que poseen un peso aproximado menor a 1 kg en su etapa adulta (Barnett y Dutton, 1995). Incluye a los roedores, marsupiales y lagomorfos (Pacheco *et al.*, 2009)

No se incluyó este subcomponente, ya que no se encuentran entre los organismos con potencial de uso por parte de la población local (Pluspetrol, 2008).

Mamíferos mayores:

Los mamíferos mayores son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986).

Registros directos: El registro directo de mamíferos fue realizado a través de avistamientos, el cual no implican la captura de animales y consiste en la observación de individuos durante el recorrido de las zonas evaluadas (MINAM, 2015)^{cc}.

^{aa} Guía de Inventario de Flora y Vegetación (MINAM, 2015)

^{cc} Guía de Inventario de Fauna Silvestre (MINAM, 2015)

El registro se realizó utilizando Censos por transecto lineal, recorridos diarios de ida y vuelta de aproximadamente, 200 m en cada estación de muestreo a distintas horas del día durante la mayor actividad de las especies. Los censos se realizaron entre las 07:00 y las 16:00 horas. El esfuerzo total de muestreo fue de 7 km en la primera temporada. En el caso del registro de evidencias directas, se tomó información sobre la especie, número de individuos, sexo y edad (en lo posible), fecha, hora de avistamiento, localización geográfica (UTM), distancia al observador y características del hábitat.

Registros indirectos: Registrando las ocurrencias por medio de fotografías y observaciones, las cuales proporcionan la evidencia de la presencia e incluso identidad, así como patrones de actividad de muchas especies. (Tobler *et al.* 2008). Esta metodología se centra en especies que puedan ser identificadas sin ser evidenciadas directamente. Los rastros se registraron a lo largo de los mismos transectos que se utilizan para las observaciones directas y corresponden a cualquier evidencia de actividad que pudiera identificarse con certeza y cuyo registro demuestre la presencia de estas especies de la zona de estudio en forma regular como: huellas, comederos, bañaderos, olores, heces, pelos, excavaciones, madrigueras y otros rastros que son característicos y reconocidas por los pobladores locales (Rumiz et al., 1998). Todas las evidencias fueron fotografiadas. Los puntos de inicio y final del recorrido de búsqueda fueron georreferenciados.

Entrevistas No Estructuradas: Se realizaron a algunos pobladores de comunidades locales con el fin de complementar la información obtenida en campo durante la evaluación de las estaciones de muestreo, haciendo uso de guías ilustradas de los Mamíferos Mayores reportados para la región. Al respecto se recabó información sobre la presencia/ausencia de las especies observadas en las guías ilustradas, la abundancia de la especie en el ámbito territorial evaluado, y el uso que los pobladores de las diferentes locaciones aplican a las especies reportada.

C. Aves

Transectos en franja: En este tipo de transecto se registra todas las aves dentro del área establecida por la longitud y el ancho, predeterminados antes de la evaluación. El ancho varía entre 10 y 20 m de amplitud (dependiendo de la visibilidad del hábitat), teniendo en cuenta que la distancia perpendicular del transecto al ave debe ser igual o menor al ancho (Bibby et al., 1999).

D. Reptiles

Transectos de banda fija: Cada unidad de muestreo puede presentar áreas de 50 metros de largo por dos metros de ancho en zonas agrestes y de poco acceso, hasta 100 metros de largo y dos metros de ancho en zonas abiertas y accesibles. Los transectos son idealmente rectos, y el tiempo de muestreo oscila entre 30 a 45 minutos (horas/hombre). Mediante esta técnica se realizan recorridos efectuando búsquedas minuciosas a una velocidad constante contabilizan los anfibios y reptiles registrados en forma visual y auditiva (Jaeger, 2001; Icochea et al., 2001). Se debe evitar evaluar caminos o trochas que estén siendo utilizadas por personas, porque los resultados pudieran estar influenciados por este factor (MINAM, 2015).

E. Hidrobiología y Necton

La metodología de evaluación del componente hidrobiológico se realizó de acuerdo con la taxa determinada:

- **Fitoplancton:** El fitoplancton fue colectado directamente en un frasco de polietileno de 500 ml. Todos los datos se registraron en la Ficha de Datos de Campo de Hidrobiología. Las muestras fueron inmediatamente almacenadas en frascos de plástico, etiquetados y fijados con formol al 5 % para su posterior separación e identificación de los organismos. (MINAM, 2014).
- **Zooplancton:** El zooplancton fue colectado mediante un arrastre de red planctónica en la superficie de agua a través de una red cónica de 20 micras de abertura de malla. Todos los datos se registraron en la Ficha de Datos de Campo de Hidrobiología. Las muestras fueron inmediatamente almacenadas en frascos de plástico, etiquetados y fijados con formol al 5 % para su posterior separación e identificación de los organismos. (MINAM, 2014).
- **Bentos:** Los organismos del fondo fueron colectados y filtrados en una red Surber de 900 cm² de abertura de malla con 500 micras de tamaño de malla, maniobrada por el personal especialista. Todos los datos se registraron en la Ficha de Datos de Campo de Hidrobiología. Las muestras fueron colocadas en frascos de boca ancha de 500 ml debidamente etiquetados por punto de muestreo y transecto y fijadas con alcohol al 70 % para su posterior separación e identificación de los organismos. (MINAM, 2014).
- **Perifiton:** Se realizó un raspado en piedras o sustratos blandos sobre un área de 25 cm² hasta 100 cm². Todos los datos se registraron en la Ficha de Datos de Campo de Hidrobiología. Las muestras fueron colocadas en frascos de 250 ml y fijadas con 0,5 a 1 ml de Lugol, agitándolas por unos minutos, para finalmente preservarlas en formalina al 5 %. (MINAM, 2014).
- **Necton:** Para el muestreo se empleó una atarraya de 2 brazas, una red de arrastre (5 m x 2 m; 10 m x 2 m y abertura de malla de 1 cm) y una red de espera con tamaño de malla 2" 50 m x 3 m. Las muestras colectadas fueron fotografiadas en fresco, utilizando acuarios o directamente sobre una superficie plana con una escala de medida como referencia. Luego, dependiendo de los objetivos, fueron identificadas, o se contaron, se midieron y pesaron. Todos los datos se registraron en la Ficha de Datos de Campo de Hidrobiología. (MINAM, 2014).

Para muestras de las cuales se extrajo tejido para análisis de metales pesados, se tomaron solamente muestras de peces > 200 gr peso (idealmente 1 kg aproximado de muestra por estación), los cuales fueron lavados con agua destilada, colocados en bolsas con cierre hermético (tipo "ziploc") y rotuladas por estación de muestreo y separadas independientemente por especie, debiendo ser inmediatamente refrigerados para su posterior análisis en laboratorio; otra parte de la muestra eventualmente fue devuelta al natural. (MINAM, 2014). Se tomará asimismo un individuo por especie colectada para ser preservadas de manera adecuada: los peces menudos (en alcohol al 70 %) y mayores de 7 cm (LT) empleando una solución de formol (al 10 %); otra parte de la muestra eventualmente podría ser devueltas al medio natural. (MINAM, 2014).

En el Anexo 6.5 se presenta la Documentación del muestreo de detalle y en el Anexo 6.7 se muestra la Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).

3.5.3 Materiales y aspectos logísticos.

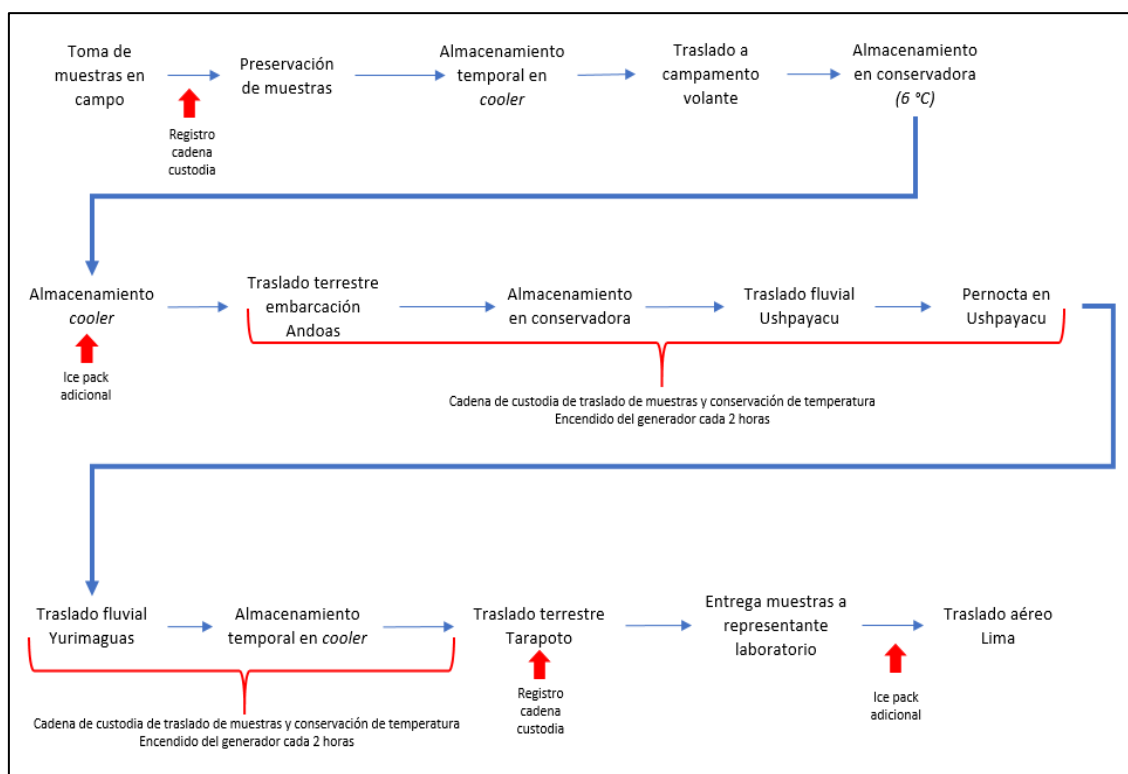
El ingreso de materiales a la zona de estudio fue por vía fluvial en embarcaciones apropiadas de acuerdo con la carga requerida, siguiendo la ruta Yurimaguas- Comunidad Nativa Nuevo Andoas y/o Nauta- Comunidad Nativa Nuevo Andoas. Para la etapa de campo, tanto en época húmeda y seca, se programó primero el ingreso de una brigada de avanzada (social y logística), que estableciera los primeros contactos con las comunidades, contratos del personal o mano de obra

local, permisos de ingreso a la zona y lugares de alimentación/hospedaje o lugares de montaje de campamentos volantes. Una segunda brigada técnica, conformada por el grupo de muestreo de suelos, aguas y biología, hizo su ingreso posterior.

Ya durante la ejecución de los trabajos de campo, se programó de (5) a seis (6) ingresos para trasladar las muestras para los análisis laboratorio, para ser trasladados vía terrestre hasta la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, de allí por vía fluvial hasta Ushpayacu y de allí a Yurimaguas para finalmente ser trasladadas por vía terrestre hasta Tarapoto donde finalmente serán enviadas por vía aérea hasta Lima. El traslado vía fluvial tiene un tiempo de duración de dos (2) días. En esta se llevará una conservadora, más *coolers* más *ice pack* suficiente que permitan mantener la temperatura hasta el punto de entrega al laboratorio en Tarapoto, donde este será el encargado de preservar la temperatura de las muestras hasta su llegada al laboratorio en Lima.

Durante los trabajos de campo, se procedió siguiendo altos estándares de seguridad y salud en el trabajo, asimismo los materiales contaron con sus respectivas hojas MSDS.

Figura 3-12 Diagrama de traslado de muestras y conservación de temperatura



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.4 Custodia y procedimientos de aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas.

Durante toda la etapa de diseño del plan de muestreo, así como en la fase de levantamiento de campo y procesamiento de la información se tomó en cuenta los procedimientos aprobados por el laboratorio, para el adecuado control y aseguramiento de la calidad de las muestras, dentro de las cuales se tomó en cuenta:

Laboratorios acreditados

La Guía de Muestreos de Suelos, exige que las muestras a ser tomadas en campo sean analizadas por un Laboratorio acreditado en INACAL, asimismo las muestras duplicadas.

En el Anexo 6.10 Informes de ensayos de laboratorio se muestra las acreditaciones de los laboratorios de AGQ y SGS.

Acompañamiento de las muestras

En todo momento durante la toma de muestras y el traslado de estas, las muestras fueron acompañadas por un monitor ambiental de la cuenca (uno por cada comunidad) y un responsable de laboratorio, desde el lugar de toma de las muestras hasta el Laboratorio AGQ (Lima), asegurándose del correcto traslado de estas, control de la temperatura, así como custodia de estas. A continuación, se presenta algunas actas de acompañamiento de las muestras:

Figura 3-13 Acta de conformidad del traslado de muestras

Acta de Conformidad del Traslado de Muestras

Por medio de la presente, yo, Natanael Sandi Chimborras, con DNI 44033232, doy conformidad al proceso de traslado de las muestras del "Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 Sitios Impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes", desde los sitios evaluados, ubicados en la CC. NN José Olaya, Distrito de Trompeteros, Provincia y Departamento de Loreto hasta el Laboratorio AGQ, ubicado en el Distrito de La Perla, Provincia Constitucional del Callao y Departamento de Lima.

El procedimiento se llevó a cabo siguiendo una cadena de frío, y además se hicieron controles de temperatura durante el traslado respectivo.


 Nella Arizumi
 JCI


 Natanael Sandi Chimborras
 DNI 44033232

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 3-14 Acta de conformidad del traslado de muestras

ACTA DE CONFORMIDAD DEL TRASLADO DE MUESTRAS

Por medio de la presente, yo NATANIAEL SANDI CHIMBORAZ con DNI 44033232, doy conformidad al proceso de traslado de las muestras del "Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Remediación de 13 sitios Impactados con Actividades de Hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes", tomadas desde la fecha del 15 al 21 de junio.


NATANIAEL SANDI CHIMBORAZ
 DNI 44033232 23 de junio 2018

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cadena de custodias

Las muestras tomadas en campo fueron adecuadamente rotuladas, y se llenó la cadena que contenía la siguiente información:

- El número de cadena de custodia proporcionada por el laboratorio acreditado.
- El nombre de la empresa y responsable de muestreo.
- Los datos de identificación del sitio (coordenadas UTM).
- La fecha y hora del muestreo.
- Las claves de las muestras.
- Nombre del laboratorio que recibe las muestras.
- Los análisis o la determinación requerida.
- El número de envases.
- Identificación de las personas que entregan y reciben en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha y hora.
- Observaciones.

La cadena de custodia en original deberá acompañar a las muestras desde su obtención hasta el ingreso al laboratorio. El laboratorio deberá incluir una copia de esta cadena de custodia con los resultados del análisis.

En el Anexo 6.10 Informes de ensayos de laboratorio se muestran las cadenas de custodia de las muestras monitoreadas.

Muestras control

En el Anexo 6.10 Informes de ensayos de laboratorio se muestra los resultados de las muestras de control.

- **La muestra blanco de transporte (MBT)**

La muestra blanco de laboratorio es una muestra que se prepara en el laboratorio, viaja con el resto de los envases destinados a la toma de muestras al campo y luego regresa al laboratorio. Por medio de esta muestra se evalúa si ocurrió algo anormal durante el transporte y almacenamiento de las muestras, en el campo o en el laboratorio. El número de muestras será de una por cooler. Se mantendrá cerrada todo el viaje y junto al resto de muestras captadas en el campo. Esta muestra será considerada para la matriz agua.

- **La muestra blanco de campo (MBC)**

Es una muestra de agua de-ionizada captada en el campo antes de comenzar las labores de muestreo, se mantendrá abierta junto con el resto de las muestras captadas en el campo y servirá para detectar si algún compuesto fue introducido durante la toma, transporte o almacenamiento de la muestra. Esta muestra será considerada para la matriz agua.

- **La muestra blanco de equipos (MBE)**

Es una muestra de agua destilada que se toma luego del lavado de los equipos de muestreo de suelos (cuchara muestreadora) para verificar si se realizó correctamente. Está muestra será considerada para la matriz suelo.

- **La muestra duplicada de campo (MDuC)**

Será captada de una misma muestra-matriz y enviada al laboratorio. El objeto de ésta es un control analítico de resultados del laboratorio. Esta muestra será considerada para la matriz suelos. se determinó la toma de muestras duplicadas en un 5 % del total de las muestras de suelo.

El control de calidad analítico de las muestras se realizó con la captación y análisis de contramuestras en otro laboratorio acreditado, en este caso SGS.

Se tomó un total de 01 muestras.

Se efectuó un análisis estadístico básico de las muestras (media, desviación estándar e intervalo de variación). De dicho análisis se encontró una variabilidad esperada en las contramuestras del laboratorio SGS con relación a las muestras analizadas por el laboratorio AGQ. El promedio de las muestras se mantiene dentro del rango de variación esperado. Sólo en casos muy particulares la variabilidad es más alta de lo esperado. Sin embargo, al tratarse de un análisis estadístico sobre 2 muestras, resulta complicado identificar o explicar las posibles fuentes de variabilidad entre las muestras. Por ello se recurre a una comparación del promedio usando la desviación estándar como base comparativa.

De acuerdo a lo anterior, el control analítico de los análisis de las muestras resultó positivo. En el Anexo 6.10 Informes de ensayos de laboratorio se muestra los resultados de las muestras duplicadas de SGS, así como el análisis estadístico de las muestras.

3.6 Descripción de los resultados de campo y de laboratorio.

En la presente sección se detalla la cantidad de muestras tomadas en la etapa de campo y resultados obtenidos del análisis de laboratorio de las muestras de suelo, sedimentos, agua

superficial, agua subterránea, hidrobiología, vegetación y fauna (análisis cualitativo). Los cuales fueron recolectados en la época húmeda y época seca respectivamente, en este sitio no hubo recolección de peces por no tener una quebrada cercana con las condiciones adecuadas.

La ubicación espacial de los puntos muestreados para suelos (sondeos manuales, sondeos con equipo y niveles de fondo), agua superficial, sedimentos, agua subterránea, biología, hidrobiología se muestran en los anexos, los cuales se estructuran de la siguiente manera: Anexo 6.4, Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo (suelo, agua, sedimentos, u otros del plan de muestreo de detalle) por época húmeda y seca; las planillas de campo se encuentran en el Anexo 6.5 Documentación de Muestreo de Detalle; en el Anexo 6.7 Memoria fotográfica del sitio y los trabajos efectuados (caracterización) y Anexo 6.10 Informes de ensayos de laboratorio.

3.6.1 Resultados de campo (época húmeda)

Se tomaron muestras para distintos medios (suelos, sedimentos, aguas e hidrobiología), cuyas cantidades se mencionan en los siguientes acápite según corresponda. Las muestras fueron recolectadas con el trabajo conjunto del consorcio JCI-HGEy los especialistas del laboratorio contratado y enviadas para los análisis correspondientes. En esta etapa se muestrearon: suelos (niveles de fondo (calicatas), sondeos manuales y muestras duplicadas), sedimentos, agua superficial, agua subterránea, flora y fauna e hidrobiología. También se tomaron muestras duplicadas para el control de calidad de datos, estas muestras fueron enviadas al laboratorio acreditado contratado (SGS) para este fin.

3.6.1.1 Suelos

Para la toma de muestra de suelos se utilizaron dos métodos los cuales fueron explicados en acápite anteriores (3.5.2 Descripción del trabajo de campo). Como la parte del muestreo de suelo se realizó la toma de muestras de niveles de fondo, así como la toma muestras duplicadas para el control de calidad analítico.

En el Anexo 6.5 se muestra las plantillas de campo, las especificaciones técnicas de los equipos, así también los certificados de calibración y las verificaciones del equipo P.I.D.

A. Sondeos manuales

Se realizaron 17 sondeos manuales de 1.2 metros de profundidad en esta época. En este caso no se realizó la medición del VOC mediante el PID para cada muestra tomada in situ.

En el Cuadro 3-11 se muestra la ubicación de todos los puntos muestreados en al área de evaluación.

Cuadro 3-11 Ubicación de sondeos manuales

Código de muestra	Prof. de muestreo (mbns)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de muestreo	Evidencia Física/Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0118-S001	0,60	374 467	9 720 121	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S002	1,20	374 512	9 720 086	10/06/2018	No	No Medido
S0118-S003	0,60	374 476	9 720 086	10/06/2018	No	No Medido

Cuadro 3-11 Ubicación de sondeos manuales

Código de muestra	Prof. de muestreo (mbns)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de muestreo	Evidencia Física/Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0118-S004	1,20	374 452	9 720 104	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S005	1,20	374 455	9 720 144	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S006	0,90	374 484	9 720 106	10/06/2018	No	No Medido
S0118-S007	0,30	374 492	9 720 096	10/06/2018	No	No Medido
S0118-S008	1,20	374 478	9 720 131	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S009	0,30	374 510	9 720 139	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S010	1,20	374 538	9 720 129	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S011	0,60	374 539	9 720 145	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S012	0,90	374 521	9 720 182	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S013	1,20	374 570	9 720 202	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S013	1,20	374 570	9 720 202	21/06/2018	No	No Medido
S0118-S014	1,20	374 619	9 720 180	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S015	0,60	374 672	9 720 178	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S016	0,30	374 678	9 720 234	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S017	1,20	374 673	9 720 259	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S018	0,30	374 637	9 720 260	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S019	1,20	374 598	9 720 258	11/06/2018	Si	No Medido
S0118-S020	1,20	374 578	9 720 287	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S021	1,20	374 606	9 720 305	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S022	1,20	374 633	9 720 305	11/06/2018	No	No Medido
S0118-S023	1,20	374 656	9 720 339	11/06/2018	No	No Medido

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Niveles de fondo

Para los niveles de fondo se capturaron muestras en zonas aledañas al sitio en estudio, en zonas elevadas, exentas de contaminación, dichas áreas presentaban características fisiográficas, topográficas y naturales similares al sitio impactado.

En este sentido, se realizaron 3 calicatas y se realizó una muestra compuesta el análisis de laboratorio por sitio. Los puntos fueron determinados en campo JCI-HGE y el apoyo de monitores ambientales y la recolección de la muestra fue realizada por el laboratorio AGQ.

Asimismo, para el análisis e interpretación de resultados, se complementó este con la información obtenida del análisis de los niveles de fondo para otros sitios impactados dentro del área de estudio (cuenca del río Corrientes) y que se presenta más adelante en el documento (Ver Cuadro 3-40), ya que los datos revisados como parte de la información bibliográfica para la misma zona de estudio, se encuentran a distancias lejanas (>100 km).

En el Cuadro 3-12 se muestra la ubicación de todos los puntos de muestreo y la codificación de muestra enviada al laboratorio.

Cuadro 3-12 Ubicación de los puntos de muestreo y código de muestra enviada al laboratorio

Código de Laboratorio AGQ	Coordenada UTM WGS84 Cadena de custodia AGQ		Código de Muestreo JCI-HGE	Prof. de Muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo
	Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)	
S0118-NF	374 833	9 719 905	S0118-NF1	0,4	374 353	9 719 973	2/06/2018
			S0118-NF2	0,4	374 572	9 720 319	2/06/2018
			S0118-NF3	0,4	373 243	9 723 705	2/06/2018

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

C. Muestras duplicadas

El número de muestras duplicadas correspondió a un 5 % del total de muestras de suelo. En ese sentido, del total de 27 muestras enviadas al laboratorio AGQ, 1 muestra adicional fue enviada al laboratorio SGS para ser analizadas por metales y comparar resultados de ambos laboratorios (SGS y AGQ). Ver Cuadro 3-13.

Cuadro 3-13 Ubicación de la muestra duplicada

Código	Profundidad de Muestreo (m)	Fecha de Muestreo	Evidencia Física	Registro PID (VOC)
S0118-S013	1,2	21/06/2018	No	No Medido

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.1 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de Fondo del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época húmeda y Mapa 6.4.2 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época seca.

3.6.1.2 Agua superficial

A. Medición de caudales

Como parte del análisis hidrológico se realizó el aforo o el cálculo de los caudales de los ríos y quebradas que se encuentran dentro del área del sitio impactado. La medición del caudal fue realizada por los tres métodos propuestos: el método del correntómetro, método volumétrico y el método del flotador. Los resultados de los caudales tomados para la época húmeda se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3-14 Caudales aforados en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Código	Coordenadas UTM - WGS84			Fecha	Caudal (l/s)
	Este (m)	Norte (m)	altitud (m s. n. m.)		
S118-AF-07	374 540	9 720 285	259	9/06/2018	3,20
S118-AF-08	374 731	9 720 385	263	9/06/2018	9,00

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estos datos fueron tomados a criterio profesional de JCI-HGE durante la época húmeda.

Fotografía 3-7 Medición de caudal en campo

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Calidad de agua superficial

En esta época se evaluaron dos (2) estaciones de muestreo de calidad de agua superficial superficiales, ubicados aguas arriba y aguas abajo del sitio. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

En el Cuadro 3-15 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de muestreo para agua superficial.

Cuadro 3-15 Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial

Código Agua Superficial	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-As001	374 463	9 720 351	13/06/2018	Aguas arriba del sitio
S0118-As002	374 627	9 720 481	13/06/2018	Aguas abajo del sitio

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.1.3 Sedimentos

En esta época se evaluaron 2 muestras de sedimentos, ubicados aguas arriba y aguas abajo. Del sitio. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

En el Cuadro 3-16 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de muestreo de sedimentos. Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.3 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio (Sitio Botadero Comunidad Olaya) -Época húmeda y Mapa 6.4.4 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época seca.

Cuadro 3-16 Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos

Código Sedimentos	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-Sed001	374 463	9 720 351	13/06/2018	Aguas arriba del sitio
S0118-Sed002	374 627	9 720 481	13/06/2018	Aguas abajo del sitio

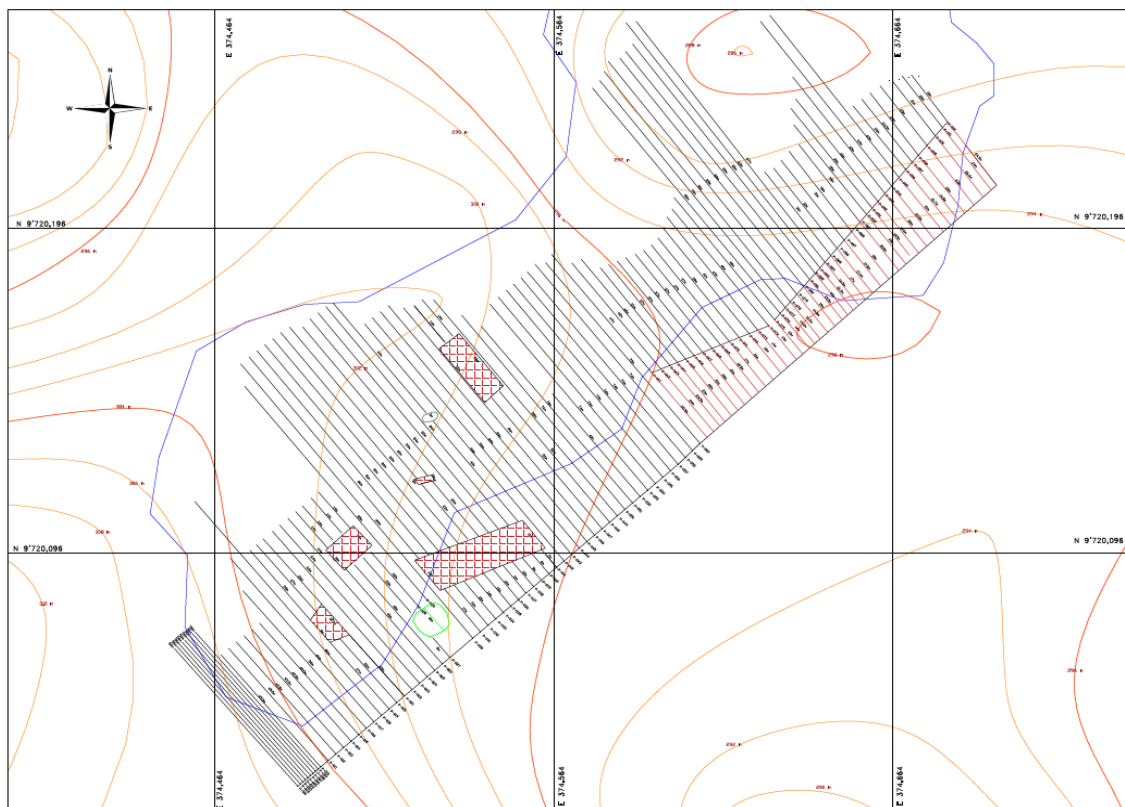
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.1.4 Geofísica

A. Georadar (GPR)

Para el trabajo se realizó un levantamiento de 105 perfiles con el GPR, ubicadas sobre el área del botadero con el fin de detectar los posibles objetos enterrados que contengan hidrocarburo.

Figura 3-15 Distribución espacial de los perfiles con GPR en el botadero



Fuente: GEO GPR Latinoamérica.

B. Tomografía eléctrica

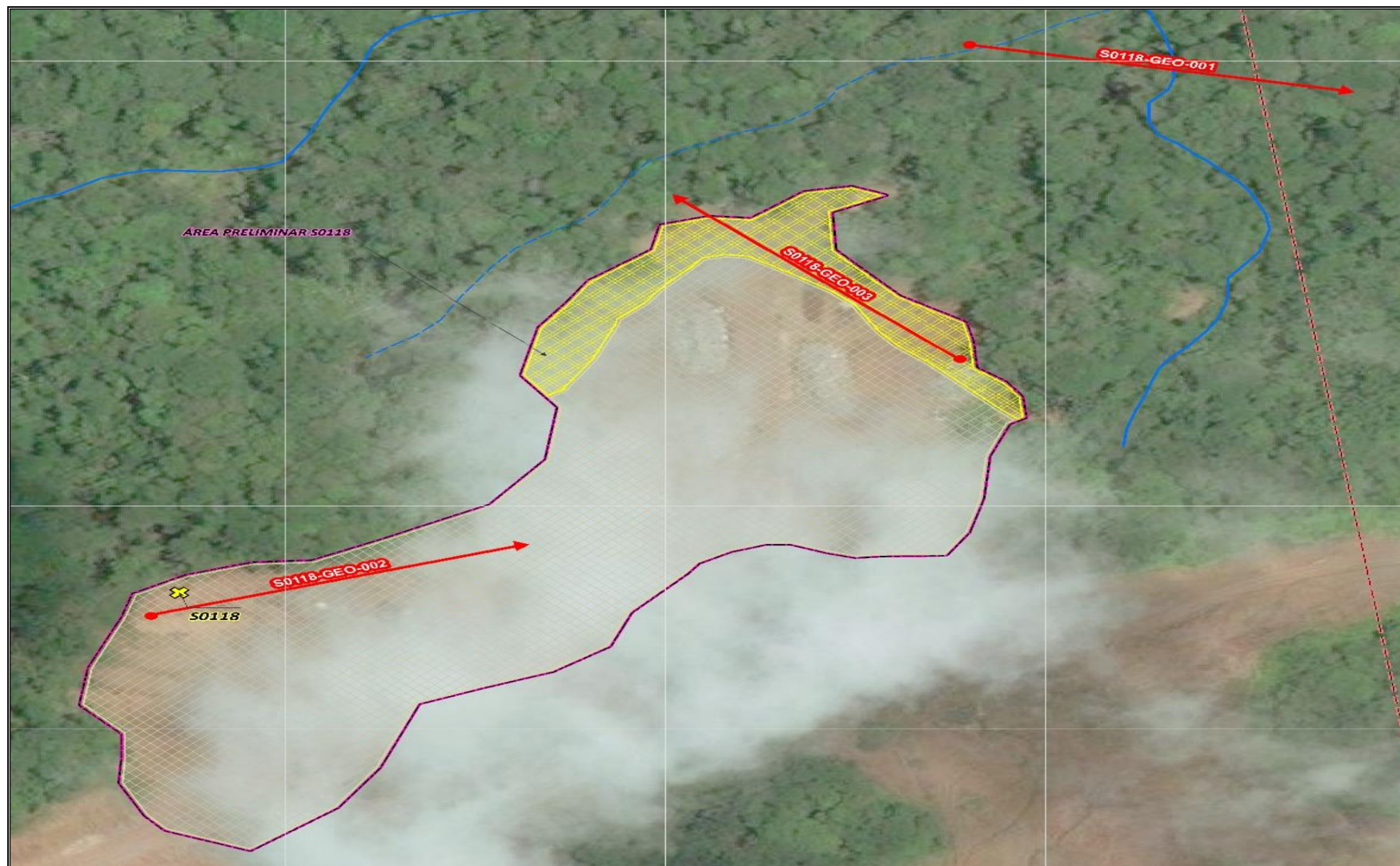
Para el trabajo de campo se realizó el levantamiento de dos (2) líneas tomográficas geoeléctricas ubicadas sobre el área de evaluación con el fin de definir de manera indirecta la litología de la zona y el nivel freático del agua subterránea, estas líneas tuvieron la longitud de 100 metros con el fin de investigar una profundidad máxima de 30 metros. En el siguiente cuadro se observa las coordenadas, longitudes de las líneas tomográficas. En el Anexo 6.5.8 se presenta las planillas de campo de tomografía.

Cuadro 3-17 Ubicación de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT)

Código	Coordenadas WGS84			Fecha	Longitud (m)	Espaciamento de electrodos (m)
	Electrodo	Este (m)	Norte (m)			
S0118-GEO-001	Inicial	374 680	9 720 407	9/06/2018	100,00	6
	Final	374 778	9 720 387			
S0118-GEO-002	Inicial	374 465	9 720 151	9/06/2018	100,00	6
	Final	374 560	9 720 182			
S0118-GEO-003	Inicial	374 605	9 720 337	9/06/2018	100,00	6
	Final	374 676	9 720 267			

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 3-16 Vista en planta de los perfiles de tomografía eléctrica (ERT)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.1.5 Agua subterránea

A. Instalación de piezómetros

En la época húmeda se programó inicialmente la instalación de dos piezómetros, uno aguas arriba y otras aguas abajo del sitio; no obstante, no fue posible culminar la construcción del pozo aguas abajo del sitio por no encontrarse el nivel freático (la perforación se terminó a los 11 m aprox.). El segundo pozo, si se pudo encontrar nivel freático y realizar su muestreo.

En el Cuadro 3-18 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de los piezómetros.

Cuadro 3-18 Características técnicas de la instalación de los piezómetros

Código	Coordenadas WGS84		Prof. de Instalación (m)	Diámetro de Instalación (Pulgadas)	Prof. del Nivel Freático en Instalación (m)*	Fecha de Instalación
	Este (m)	Norte (m)				
S0118-Pz-01	374 729	9 720 274	4,4	2"	0,25	11/06/2018
S0118-Pz-02	374 445	9 720 162	10,45	2"	Seco	11/06/2018

* Profundidad del nivel freático medido desde la superficie del terreno.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el mes de junio 2018 se realizó la medición del nivel freático y posterior limpieza de esta mediante la purga del agua de cada piezómetro, en el Cuadro 3-19 se muestra la medición del nivel freático de acuerdo con la época de muestreo.

Cuadro 3-19 Medición y purga del nivel freático de los piezómetros

Código	Coordenadas WGS84		Nivel freático (m) - Época húmeda	
	Este (m)	Norte (m)	1 ^{ra} Purga 13 junio 2018	2 ^{da} Purga 20 junio 2018
S0118-Pz-01	374 729	9 720 274	0,845	0,88
S0118-Pz-02	374 445	9 720 162	Seco	Seco

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Calidad de agua subterránea

Se captaron muestras de agua subterránea para calidad realizando una limpieza previa del piezómetro instalado (1), siguiendo el protocolo establecido; posteriormente las muestras fueron tomadas por el laboratorio AGQ con la supervisión de JCI-HGE y enviadas al laboratorio.

En el Cuadro 3-20 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de calidad de agua subterránea.

Cuadro 3-20 Ubicación de los puntos de muestro de calidad de agua subterránea

Código	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-ASub001	374 729	9 699 074	10/07/2018	Aguas arriba del sitio

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.3 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época húmeda y Mapa 6.4.4 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época seca.

3.6.1.6 Flora y Fauna

En época húmeda se evaluó los días 10 y 11 de junio del 2018, siguiendo los transectos definidos se monitorearon tres (3) transectos de fauna (T-01, T-02 y T-03) los mismos utilizados para la evaluación de flora y vegetación; para ambas estaciones se realizaron las descripciones biológicas e identificaciones de las diferentes especies de manera directa o indirecta, de acuerdo con el procedimiento descrito en el ítem 3.5.1.5. Se procedió a codificar los puntos donde se registró flora y fauna bajo los criterios ya descritos, tal como se observa en el **Anexo Mapa de ubicación de puntos de muestreo de Biología e Hidrobiología del Sitio S0118 (Sitio Botadero Olaya) – Época húmeda**.

Asimismo, es necesario indicar la excepcionalidad del inventario de flora y fauna en una sola época, pues de acuerdo a los Monitoreos de temperatura extrema de aire del SENAMHI (2018) el cambio de estación no afecta la integridad y desarrollo de la cobertura vegetal (estructura y composición florística), en las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas de la zona de estudio, como fuente de alimentación y refugio de la fauna silvestre; por lo tanto, no se evidenciaría una variabilidad significativa en la composición y abundancia de las poblaciones por unidad de vegetación, ya sea por hábitos reproductivos y de comportamiento (MINAM, 2015), y por tanto, de uso de recursos.

En el Cuadro 3-21 se muestra las coordenadas de ubicación de los transectos de evaluación de flora y fauna. Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.5 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Biología e Hidrobiología del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época húmeda.

Cuadro 3-21 Ubicación de los transectos de flora y fauna

Transectos de Flora	Sitio	Unidad de vegetación	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 Sur			
			Inicio		Final	
			Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
T-01	sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	ANO-BA	374 690	9 720 246	374 595	9 720 173
T-02		ANO-BA	374 663	9 720 288	374 465	9 720 073
T-03		Bcb	374 636	9 720 333	374 394	9 720 148

Transectos de fauna	Sitio	Unidad de vegetación	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 Sur			
			Inicio		Final	
			Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
T-01	sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	ANO-BA	374 690	9 720 246	374 595	9 720 173
T-02		ANO-BA	374 663	9 720 288	374 465	9 720 073
T-03		Bcb	374 636	9 720 333	374 394	9 720 148

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.1.7 Hidrobiología

Este componente se evaluó en ambas épocas del año, durante los días 13 de junio (época húmeda) y 18 de setiembre (época seca). En época húmeda. En esta época húmeda se muestrearon dos (2) estaciones de hidrobiología y para cada estación se tomó cuatro (4) muestras (bentos, fitoplancton, zooplancton, perifiton) que fueron enviadas al laboratorio, también se realizó la descripción de las características de cada estación de muestreo.

En el Cuadro 3-22 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de las muestras tomadas en campo. Ver Anexo 6.4.5 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo Biológicos e Hidrobiológicos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época húmeda.

Cuadro 3-22 Ubicación de estaciones de muestreo hidrobiológico

Código de Estación	Código de Muestreo	Coordenada UTM WGS84		Subcomponente
		Este (m)	Norte (m)	
S0118-Hb-001	S0118- -Hb-BEN-001	374 463	9 720 351	Bentos
	S0118- -Hb-FIT-001			fitoplancton
	S0118- -Hb-ZOO-001			zooplancton
	S0118- Hb-PER-001			perifiton
S0118-Hb-002	S0118- Hb-BEN-002	374 627	9 720 481	Bentos
	S0118- Hb-FIT-002			fitoplancton
	S0118- Hb-ZOO-002			zooplancton
	S0118 -Hb-PER-002			perifiton

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2 Resultados de campo (época seca)

Al igual que en la época húmeda, durante la época seca también se realizaron muestreo de los diferentes medios que conforman el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), los resultados

de los muestreos de campo se mencionan en los siguientes acápite. Las muestras fueron recolectadas con el trabajo conjunto de JCI-HGE y el laboratorio AGQ y enviadas al laboratorio para su el análisis correspondiente. En esta etapa se muestrearon: suelos (sondeos manuales), sedimentos, agua superficial, agua subterránea, flora y fauna, hidrobiología. En esta época no hubo muestras duplicadas para suelos.

3.6.2.1 Suelos

En el Anexo 4.3 se muestra las plantillas de campo, las especificaciones técnicas de los equipos, así también los certificados de calibración y las verificaciones del equipo P.I.D.

A. Sondeos manuales (complementarios)

Se realizó un (1) sondeos manuales de 2 metros de profundidad en esta época. Este sondeo manual fue complementario para verificar la influencia del suelo con el piezómetro. Paralelamente se realizó la medición del VOCs mediante el PID para cada muestra tomada in situ. Los valores registrados por el PID ayudaron al especialista a definir la toma de muestra tal como indica el procedimiento de muestreo en el ítem 3.5.2 Descripción del trabajo de campo.

En el Cuadro 3-23 se muestra la ubicación de todos los puntos muestreados.

Cuadro 3-23 Ubicación de sondeos manuales (complementarios)

Código	Profundidad de Muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de Muestreo	Evidencia Física/Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0118-S025	0,5	374 736	9 720 267	4/09/2018	No	0
S0118-S025	2	374 736	9 720 267	4/09/2018	No	0

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.2 Agua superficial

A. Medición de caudales

En esta época también se realizó la medición de los caudales de las quebradas para completar el ciclo hidrológico. Los resultados de los caudales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3-24 Caudales aforados en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Código	Coordenadas UTM - WGS84			Fecha	Caudal (l/s)
	Este (m)	Norte (m)	altitud (m s. n. m.)		
S118-AF-09	374 748	9 720 303	271	11/09/2018	0,33

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-8 Medición de caudal en campo



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Calidad de agua superficial

En esta época se evaluaron dos (2) estaciones de muestreo de calidad de agua superficial, ubicados aguas arriba y aguas abajo. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

En el Cuadro 3-25 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de muestreo.

Cuadro 3-25 Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial

Código Agua Superficial	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-As001	374 463	9 720 351	5/09/2018	Aguas arriba del sitio
S0118-As002	374 627	9 720 481	5/09/2018	Aguas abajo del sitio

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.3 Sedimentos

En esta época se evaluaron 4 muestras de calidad de sedimentos, ubicados aguas arriba y aguas abajo del sitio, asimismo, algunos puntos son confirmatorios por la excedencia de la primera temporada. Éstas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

En el Cuadro 3-26 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de muestreo.

Cuadro 3-26 Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos

Código Sedimentos	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-Sed001	374 463	9 720 351	5/09/2018	Aguas arriba del sitio
S0118-Sed002	374 627	9 720 481	5/09/2018	Aguas abajo del sitio
S0118-Sed003	374 749	9 720 298	5/09/2018	Aguas arriba piezómetro 1
S0118-Sed004	374 733	9 720 267	5/09/2018	Aguas abajo piezómetro 1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.4 Agua subterránea

A. Monitoreo de piezómetros

En septiembre de 2018 se realizó la purga y medición de los niveles freático de los piezómetros instalados, en el Cuadro 3-27 se muestra la variación del nivel freático de acuerdo con la época de muestreo.

Cuadro 3-27 Variación del nivel freático

Código	Coordenadas WGS84		Nivel freático (m) - Época seca
	Este (m)	Norte (m)	3 ^{ra} Purga 6 setiembre 2018
S0118-Pz-01	374 729	9 720 274	0,92
S0118-Pz-02	374 445	9 720 162	Seco

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Como se observa el comportamiento del nivel en el S0118-Pz-01 en la época húmeda varia debido al proceso de construcción, para el cual se tuvo que realizar purgados del nivel para una fácil instalación del piezómetro, y el nivel se estabilizó varios días después volviéndose casi constante. En mes de setiembre se observa una baja en el nivel freático demostrando así la variación de nivel producido por la estacionalidad.

B. Calidad de agua subterránea

Se captaron muestras de agua subterránea para calidad realizando una limpieza previa del piezómetro instalado (1), siguiendo el protocolo establecido, posteriormente las muestras fueron tomadas por el laboratorio AGQ con la supervisión de JCI-HGE y enviadas al laboratorio. En este sitio impactado se construyeron dos pozos de monitoreo (piezómetros) pero sólo uno tenía agua.

En el Cuadro 3-28 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de los puntos de calidad de agua subterránea.

Cuadro 3-28 Ubicación de los puntos de muestro de calidad de agua subterránea

Código	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Ubicación
	Este (m)	Norte (m)		
S0118-ASub001	374 729	9 699 074	07/09/2018	Aguas arriba del sitio

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.5 Hidrobiología

En esta época se muestrearon dos (2) estaciones de hidrobiología y para cada estación se tomó cuatro (4) muestras (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macrobentos) que fueron enviadas al laboratorio.

En el Cuadro 3-29 se muestra las coordenadas de ubicación y codificación de las muestras tomadas en campo.

Cuadro 3-29 Ubicación de estaciones de muestreo hidrobiológico

Código de Estación	Código de Muestreo	Coordenada UTM WGS84		Fecha	Sub componente
		Este (m)	Norte (m)		
S0118-Hb-001	S0118-Ben1-Hb-001	374 463	9 720 351	Setiembre 2018	Bentos
	S0118-Fit1-Hb-001				fitoplancton
	S0118-Z001-Hb-001				zooplancton
	S0118-Per1-Hb-001				perifiton
S0118-Hb-002	S0118-Ben1-Hb-002	374 627	9 720 481	Setiembre 2018	Bentos
	S0118-Fit1-Hb-002				fitoplancton
	S0118-Z001-Hb-002				zooplancton
	S0118-Per1-Hb-002				perifiton

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.3 Resultados de laboratorio

Las muestras de suelo, agua y sedimentos fueron enviadas al laboratorio AGQ para su análisis, el se encuentra acreditado como Laboratorio de Ensayo en el INACAL, bajo el Código de Acreditación N° LE-072. Posee asimismo certificación: ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007. Dichas certificaciones avalan la competitividad técnica de este laboratorio para realizar el programa analítico desarrollado para el presente muestreo.

Siguiendo los lineamientos establecidos en la Guía para Muestreo de Suelos, tanto en el primer ingreso como en el segundo, el Consorcio JCI-HGE envió muestras duplicadas de suelo o muestras duplicadas a un segundo laboratorio. El laboratorio seleccionado para realizar estos ensayos de control de calidad fue SGS del Perú S.A.C. (SGS), ubicado en el distrito del Callao, Perú. SGS está acreditado por el INACAL, bajo el Código de Acreditación N° LE-002.

En la siguiente tabla se resumen las normas (nacionales e internacionales) que fueron utilizadas como base en los análisis, comparaciones e interpretaciones de los niveles de calidad ambiental para las distintas matrices del medio físico-natural y ecológico evaluadas en o en el entorno de los sitios impactados. En algunos casos las normas de calidad ambiental se consideraron determinantes en la identificación de excedencias en los elementos contaminantes presentes en las diferentes matrices evaluadas en los sitios impactados. Otras normas han sido utilizadas de manera referencial, lo cual ayuda en la interpretación de los resultados, permitiendo inferir, estimar situaciones o hipótesis que simulen la dinámica potencial migración o de cambio en los contaminantes de acuerdo a su composición o características y al entorno que los rodea.

Cuadro 3-30 Resumen de normativa utilizada para evaluación de resultados

MATRIZ	NORMATIVA AMBIENTAL DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (Nacional e internacional)	ALCANCE DE APLICACIÓN
Suelo	Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM)	Comparación con los resultados de laboratorio e interpretación.
	Norma De Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados – Ecuador	Se utilizará de manera orientativa para interpretación de algunos parámetros no contemplados en la normal peruana.
	Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health, Uso Agrícola.	Se utilizará de manera orientativa para interpretación de algunos parámetros no contemplados en la normal peruana.
Agua superficial	Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2	Comparación con los resultados de laboratorio e interpretación.
Sedimentos	Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce)	Comparación con los resultados de laboratorio e interpretación.
Agua subterránea	Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines	Comparación con los resultados de laboratorio e interpretación.
Hidrobiología (Sin Necton)	Se uso como base de comparación los índices de abundancia y de diversidad de especies con respecto a ecosistemas en condiciones prístinas o no contaminados, en regiones similares o equivalentes a la selva peruana	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Véase el Anexo 6.10 informes de resultados analíticos emitidos por el laboratorio y las acreditaciones de cada laboratorio.

Cuadro 3-31 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda)

Suelos							Parámetros																
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de muestreo	Evidencia Física	Registro PID	Clase Textural	Metales						Hidrocarburos Totales C10-C28	Hidrocarburos Totales C28-C40	Hidrocarburos Totales C6-C10	Benzo (a) pireno	Naftaleno	Benceno	Etilbenceno	Tolueno	Xilenos	
		Este	Norte					Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Hexavalente	Mercurio	Plomo										
Unidades								mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS		
Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM)								50	750	1,4	0,4	6,6	70	1200	3000	200	0,1	0,1	0,03	0,082	0,37	11	
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-NF	374 833	9 719 905	02/06/2018	No Medido	No Medido	-	0,811	17,9	0,0008	-	0,066	7,628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S001-0,60	374 467	9 720 121	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	60,3	1837	1,2986	0,1	1,59	475	177,0	277	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S002-1,20	374 512	9 720 086	10/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,473	30,41	0,0008	-	0,01	43,2	5	5	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S003-0,60	374 476	9 720 086	10/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	2,64	20,66	0,0008	-	0,082	11,4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S004-1,20	374 452	9 720 104	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,47	18,88	0,0008	-	0,05	8,583	5	5	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S005-1,20	374 455	9 720 144	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,13	18,82	0,0008	0,1	0,091	9,283	5	5	-	0,005	0,003	-	-	-	-	
	S0118-S006-0,90	374 484	9 720 106	10/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	167	408,2	1,6595	0,1	0,148	797	181,0	362	0,3	0,021	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01	
	S0118-S007-0,30	374 492	9 720 096	10/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	70,1	685,9	1,3586	0,1	0,437	1151	237,0	301	-	0,005	0,003	-	-	-	-	
	S0118-S008-1,20	374 478	9 720 131	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	47,3	848,8	1,1390	-	0,566	341	278,0	451	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S009-0,30	374 510	9 720 139	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	61,7	344	0,9612	0,1	0,15	450	126,0	183	-	0,005	0,003	-	-	-	-	-
	S0118-S010-1,20	374 538	9 720 129	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	53,6	949,7	1,2404	-	0,447	389	163,0	351	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S011-0,60	374 539	9 720 145	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	9,88	136	0,2695	0,1	0,01	14	5	5	-	0,005	0,003	-	-	-	-	-
	S0118-S012-0,90	374 521	9 720 182	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,04	15,08	0,0008	-	0,098	6,612	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S013-1,20	374 570	9 720 202	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,05	17,26	0,0008	-	0,065	5,794	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S013-1,20	374 570	9 720 202	21/06/2018	No	No Medido	-	0,776	15,13	0,0008	-	0,082	7,508	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S014-1,20	374 619	9 720 180	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,695	53,17	0,0008	0,1	0,01	20,4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S015-0,60	374 672	9 720 178	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,07	21,26	0,0008	0,1	0,01	12,2	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S016-0,30	374 678	9 720 234	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,926	20,33	0,0008	-	0,01	8,284	5	5	-	0,005	0,003	-	-	-	-	-
	S0118-S017-1,20	374 673	9 720 259	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	1,49	22,93	0,0008	-	0,051	8,911	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S018-0,30	374 637	9 720 260	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,915	62,82	0,0008	-	0,062	15,1	343,0	82	-	0,005	0,003	-	-	-	-	-
	S0118-S019-1,20	374 598	9 720 258	11/06/2018	Si	No Medido	Arcillosa	1,06	16,26	0,0008	0,1	0,068	6,755	5	5	0,3	0,005	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01	
	S0118-S020-1,20	374 578	9 720 287	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,854	28,02	0,0008	-	0,063	9,997	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S021-1,20	374 606	9 720 305	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,995	19,01	0,0008	0,1	0,01	8,045	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S022-1,20	374 633	9 720 305	11/06/2018	No	No Medido	Arcilla-Limosa	1,26	19,6	0,0008	0,1	0,01	8,36	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	S0118-S023-1,20	374 656	9 720 339	11/06/2018	No	No Medido	Arcillosa	0,901	13,74	0,0008	0,1	0,063	6,067	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur

Fuente: AGQ Perú SAC

Leyenda:

No excede el ECA-Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)
Excede el ECA-Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-32 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca)

Suelos							Parámetros															
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de muestreo	Evidencia Física	Registro PID	Clase Textural	Metales						Hidrocarburos Totales C10-C28	Hidrocarburos Totales 28-C40	Hidrocarburos Totales C6-C10	Benzo (a) pireno	Naftaleno	Benceno	Etilbenceno	Tolueno	Xilenos
		Este	Norte					Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cromo Hexavalente	Mercurio	Plomo									
Unidades								mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	
Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM)								50	750	1,4	0,4	6,6	70	1200	3000	200	0,1	0,1	0,03	0,082	0,37	11
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-S025-0.50	374 736	9 720 267	4/09/2018	No	0	Franco- Arenoso	1,08	36,93	0,0008	-	0,197	11,7	5	5	-	-	-	-	-	-	
	S0118-S025-2.00	374 736	9 720 267	4/09/2018	No	0	Franca	1,01	26,33	0,0008	-	0,113	13,5	5	5	-	-	-	-	-	-	

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur
Fuente: AGQ Perú SAC
Leyenda:

No excede el ECA-Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)
Excede el ECA-Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-33 Resumen de los resultados de laboratorio de agua superficial (época húmeda)

Agua Superficial					Parámetros																				
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH ^[b]	Temperatura	Fósforo	Antimonio	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Mercurio	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	HT C10-C40	Antraceno	Benzo (a) pireno	Fluoranteno	Benceno
		Este	Norte																						
Unidades					µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2					1000	≥ 5	6,5 - 9,0	Δ 3	0,05	0,64	0,15	1,00	0,00025	0,10	0,02	0,0001	0,052	0,0025	0,005	0,0008	0,50	0,0004	0,0001	0,001	0,05
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-As001	374 463	9 720 351	13/06/2018	10	7,97	6,09	23,7	0,008	0,00027	0,0002	0,0074	0,00001	0,0006	0,001	0,00007	0,0012	0,00032	0,00316	0,00001	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007
	S0118-As002	374 627	9 720 481	13/06/2018	19,7	8,09	5,91	24	0,008	0,00002	0,0003	0,0122	0,00001	0,002	0,001	0,00007	0,0014	0,00099	0,00377	0,00001	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur
[b] En preciso indicar, que si bien es cierto, estos valores salen fuera del rango exigido por la norma, los ríos de selva presentan características ácidas con valores desde 3,5.
Leyenda:

No excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)
Excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-34 Resumen de los resultados de laboratorio de agua superficial (época seca)

Agua Superficial					Parámetros																				
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH ^[b]	Temperatura	Fósforo	Antimonio	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Mercurio	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	HT C10-C40	Antraceno	Benzo (a) pireno	Fluoranteno	Benceno
		Este	Norte																						
Unidades					µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2					1000	≥ 5	6,5 - 9,0	Δ 3	0,05	0,64	0,15	1,00	0,00025	0,10	0,02	0,0001	0,052	0,0025	0,005	0,0008	0,50	0,0004	0,0001	0,001	0,05
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-As001	374 463	9 720 351	5/09/2018	7	8	5,4	23	0,008	0,00002	0,00339	0,01	0,00005	0,0008	0,001	0,00007	0,0013	0,00031	0,00004	0,00001	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007
	S0118-As002	374 627	9 720 481	5/09/2018	6	8,1	5,3	23	0,008	0,00002	0,00323	0,01	0,00005	0,0008	0,001	0,00007	0,0012	0,0002	0,00004	0,00001	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur
[b] En preciso indicar, que si bien es cierto, estos valores salen fuera del rango exigido por la norma, los ríos de selva presentan características ácidas con valores desde 3,5.
Leyenda:

No excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)
Excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-35 Resumen de los resultados de laboratorio de sedimentos (época húmeda)

Sedimentos					Parámetros																				
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Clase Textural	Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Mercurio	Plomo	Zinc	Acenafteno	Acenaftileno	Antraceno	Benzo (a) antraceno	Benzo (a) pireno	Criseno	Dibenzo (a,h) antraceno	Fenantreno	Fluoranteno	Fluoreno	Naftaleno	Pireno	
		Este	Norte			mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
Unidades						mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce)						5,90	0,60	35,70	37,30	0,17	35,00	123,0	0,00671	0,00587	0,0469	0,0317	0,0319	0,0571	0,00622	0,0419	0,111	0,0212	0,0346	0,053	
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-Sed001	374 463	9 720 351	13/06/2018	Arcillosa	1,29	0,0008	30	150	0,01	8,054	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S0118-Sed002	374 627	9 720 481	13/06/2018	Franco-Arcillo- Arenoso	4,5	0,0008	34	108	0,01	19	44	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005	

Leyenda:

No excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce
Excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-36 Resumen de los resultados de laboratorio de sedimentos (época seca)

Sedimentos					Parámetros																			
Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Clase Textural	Arsénico	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Mercurio	Plomo	Zinc	Acenafteno	Acenaftileno	Antraceno	Benzo (a) antraceno	Benzo (a) pireno	Criseno	Dibenzo (a,h) antraceno	Fenantreno	Fluoranteno	Fluoreno	Naftaleno	Pireno
		Este	Norte			mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
Unidades																								
Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce)						5,90	0,60	35,70	37,30	0,17	35,00	123,0	0,00671	0,00587	0,0469	0,0317	0,0319	0,0571	0,00622	0,0419	0,111	0,0212	0,0346	0,053
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-Sed001	374 463	9 720 351	5/09/2018	Franca	1,13	0,0008	30	122	0,278	9,43	35	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005
	S0118-Sed002	374 627	9 720 481	5/09/2018	Franca	1,18	0,0008	33	110	0,172	11,6	35	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005
	S0118-Sed003	374 749	9 720 298	5/09/2018	Franca	1,86	0,0008	19	57,5	0,095	16,5	18	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005
	S0118-Sed004	374 733	9 720 267	5/09/2018	Franco- Arenoso	1	0,0008	4,8	14,9	0,01	4,14	7,4	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005

Leyenda:

No excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce
Excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-37 Resumen de los resultados de laboratorio de aguas subterránea (época húmeda)

Agua Subterránea					Parámetros																												
Sitio	Código de muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de muestreo	Cond. Eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH ^[b]	Temp.	Fósforo Total	Cloruros	Aluminio	Antimonio	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Hierro	Manganeso	Mercurio	Níquel	Plata	Plomo	Selenio	Talio	Zinc	HT C10-C40	HT C28-C40	Antraceno	Benzo (a) pireno	Fluoranteno	Benceno
		Este	Norte																														
Unidades					µS/cm a 25°C	mg/L O ₂	Unidades de pH	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines					-	≥ 5	6,5 - 9,0	Δ 3	0,05	100,00	0,01	0,006	0,005	1,00	1,50	0,005	0,007	0,0049	0,30	0,050	0,000005	0,20	0,0001	0,01	0,001	0,0008	0,03	1,10	0,50	0,0004	0,0001	0,001	0,05
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-ASub001	374 729	9 699 074	20/06/2019	90	5,82	5,98	25,1	0,02	3,2	1,44	0,00002	0,00113	0,0181	0,002	0,00001	0,0045	0,003	1,4	0,05892	<0,00007	0,0026	0,00006	0,00135	0,00004	0,00001	0,028	0,05	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007

[b] En preciso indicar, que si bien es cierto, estos valores salen fuera del rango exigido por la norma, los ríos de selva presentan características ácidas con valores desde 3,5.

Leyenda:

No excede la normativa internacional
Excede Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-38 Resumen de los resultados de laboratorio de aguas subterránea (época seca)

Agua Subterránea					Parámetros																												
Sitio	Código de muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de muestreo	Cond. Eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH ^[b]	Temp.	Fósforo Total	Cloruros	Aluminio	Antimonio	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobre	Cromo Total	Hierro	Manganeso	Mercurio	Níquel	Plata	Plomo	Selenio	Talio	Zinc	HT C10-C40	HT C28-C40	Antraceno	Benzo (a) pireno	Fluoranteno	Benceno
		Este	Norte																														
Unidades					µS/cm a 25°C	mg/L O ₂	Unidades de pH	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines					-	≥ 5	6,5 - 9,0	Δ 3	0,05	100,00	0,01	0,006	0,005	1,00	1,50	0,005	0,007	0,0049	0,30	0,050	0,000005	0,20	0,0001	0,01	0,001	0,0008	0,03	1,10	0,50	0,0004	0,0001	0,001	0,05
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-ASub001	374 729	9 699 074	07/09/2018	10,3	6,27	4,92	27	0,008	2,200	1,92	0,00002	0,00155	0,0327	0,002	0,00001	0,0103	0,005	2	0,08058	0,00012	0,0035	0,00006	0,00423	0,00042	0,00001	0,02	0,05	0,05	0,00008	0,00008	0,00008	0,007

[a] Datum-WGS84
[b] En preciso indicar que, si bien es cierto, estos valores salen fuera del rango exigido por la norma, los ríos de selva presentan características ácidas con valores desde 3,5.
Leyenda:

No excede la normativa internacional
Excede Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-39 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo para calidad agrícola o suelo agrícola

Tipo de Producto		SUELO AGRICOLA	
Fecha de muestreo		11/06/2018	4/09/2018
Nombre de la Estación		S118-SCA-039	S118-SCA-040
Parámetro	Unidades	Resultados	
Complejo de Cambio			
Aluminio de Cambio	meq/100 g	< 0,01	< 0,01
Calcio Cambio	meq/100 g	4.46	11.1
CIC Efectiva	meq/100 g	4.61	11.6
Magnesio de Cambio	meq/100 g	0.08	0.45
Potasio Cambio	meq/100 g	0.06	0.06
Sodio Cambio	meq/100 g	< 0,05	< 0,05
Fertilidad			
Caliza Activa	% CaCO3	< 0,5	< 0,5
Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	µS/cm a 20° C	140	1002
Fósforo Disponible Bray-Kurtz	mg/kg	< 9,8	< 9,8
Materia Orgánica	%	1.23	0.71
Nitrógeno Total	mg/kg	412	394
pH (Extracto 1/1)	Unidades de pH	6.13	6.71
Microelementos			
Boro	mg/kg	0.88	< 0,5
Cobre (DTPA)	mg/kg	7.91	0.46
Hierro (DTPA)	mg/kg	16.3	8.13
Manganeso (DTPA)	mg/kg	6.85	11.8
Zinc (DTPA)	mg/kg	78.5	0.66
Propiedades Físicas - Granulometría			
Arcilla	%	47.7	20.4
Arena	%	11.3	27.5
Arena Fina	%	11.3	27.3
Arena Gruesa	%	< 0	0.19
Clase Textural	%	Arcillo-Limosa	Arcillo-Limosa
Limo	%	41	52.1
Relaciones de Interés			
Relación C/N		17.3	10.5

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7 Interpretación de los resultados.

Según los resultados de laboratorio obtenidos se procedió al análisis respectivo, se hizo la comparación con los límites establecidos por los estándares de calidad de la normatividad nacional vigente y para algunos casos las internacionales.

3.7.1 Suelos

La primera interpretación de los datos se efectúa sobre los niveles de fondo, para lo cual se organiza la data en el Cuadro 3-40. Del análisis de esta información se puede evidenciar que el Boro (4 sectores / 8 sitios) y el Selenio (3 sectores / 3 sitios) se presentan con valores que superan algunas de las normas internacionales, aun cuando se tomaron las muestras en lugares no contaminados. El Vanadio y el Cromo igualmente observan este comportamiento, pero en un único sector y en una única muestra (correspondiente al sitio impactado). La variabilidad en los niveles de metales en el área de estudio (en los 4 sectores) es elevada.

En el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) se analizaron 28 muestras de suelo, de las cuales 26 muestras se captaron en época húmeda y 2 en época seca. Los sitios de muestras en la segunda temporada se establecieron a partir de los resultados obtenidos de laboratorio para el muestreo de la primera temporada, adicionando sondeos para comprobar las excedencias encontradas en el piezómetro.

El Cuadro 3-31 y Cuadro 3-32 presenta los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización.

Los metales fueron comparados de manera orientativa con normas internacionales (por tratarse de estándares utilizados en regiones donde las condiciones climáticas, ecosistemas, tipos de bosque y suelos, distan mucho de los existentes en la selva amazónica peruana), encontrándose que no superan los estándares de la Norma Internacional en el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) el: Co y Tl; sin embargo, sí lo superan el Cu, Cr, Mo, Ni, Pb y Zn. Hay presencia en forma natural de B, Cr y V, como lo demuestran las muestras de fondo; siendo el Tl el único metal que reporta valores que superan el estándar internacional. Sólo para el cromo total se compara con la categoría para suelo residencial, por no contar con estándar de calidad para categoría de suelo agrícola.

Cuadro 3-40 Análisis de los niveles de fondo

Eca Agrícola				50	750	-	1,4	-	-	-	-	6,6	-	-	70	-	-	-	-
Norma Ecuatoriana				12	200	1	0,5	10	25	54		0,1	5	19	19	1		76	60
Canada Soil Quality				12	750	2	1,4	40	63	64	-	6,6	5	45	70	1	1	130	250
Sector	Código	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobalto	Cobre	Cromo Total	Estaño Total	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	Vanadio	Zinc
				(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1	S0111-NF	373 200	9 723 927	4,62	47,36	4,728	0,0008	7,038	18	16,5	0,006	0,01	0,49	7,7	10,4	0,631	0,255	59	56
	S0112-NF	373 409	9 724 343	4,18	68,35	6,448	0,0905	9,131	14	11,4	0,0976	0,01	0,29	8,05	10,3	1,451	0,165	41	52
	S0118-NF	374 833	9 719 905	0,811	17,9	5,483	0,0008	2,668	33	94.6	0,2371	0,066	0,133	22	7,628	0,332	0,094	168	25
Promedio				3,20	44,54	5,55	0,03	6,28	21,67	40,83	0,11	0,03	0,30	12,58	9,44	0,80	0,17	89,33	44,33
Desviación Estándar				1,70	20,69	0,70	0,04	2,69	8,18	38,08	0,10	0,03	0,15	6,66	1,28	0,47	0,07	56,11	13,77
Sector	Código	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobalto	Cobre	Cromo Total	Estaño Total	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	Vanadio	Zinc
				(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
2	S0107-NF	363 520	9 709 926	6,22	37,42	1,114	0,0008	0,918	8,5	13	0,1357	0,079	0,631	3,48	8,054	0,326	0,107	42	21
	S0108-NF	363 826	9 713 189	6,39	50,24	6,036	0,0008	20,8	19	24	0,0104	0,01	0,297	6,39	11,3	1,449	0,231	76	41
	S0109-NF	363 630	9 710 670	4,68	14,07	5,677	0,0008	0,571	3,3	12,4	0,0659	0,01	2,722	1,66	5,23	0,694	0,069	37	17
	S0110-NF	371 929	9 708 054	6,25	15,26	1,088	0,0008	0,513	4	13,3	0,0972	0,061	0,482	2,27	41,1	0,098	0,075	48	12
Promedio				5,89	29,25	3,48	0,00	5,70	8,70	15,68	0,08	0,04	1,03	3,45	16,42	0,64	0,12	50,75	22,75
Desviación Estándar				0,70	15,28	2,38	0,00	8,72	6,27	4,82	0,05	0,03	0,98	1,82	14,41	0,51	0,07	15,09	11,01
Sector	Código muestra	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobalto	Cobre	Cromo Total	Estaño Total	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	Vanadio	Zinc
				(ppm)															
3	S0113-NF	365 389	9 696 609	1,08	16,07	0,458	0,0008	0,83	5,6	13,2	0,1047	0,079	0,002	1,48	7,349	0,564	0,098	85	12
	S0115-NF	366 185	9 695 813	0,978	10,53	1,05	0,0008	0,502	3,7	9,632	0,2141	0,01	0,002	1	5,537	0,352	0,071	58	7
	S0116-NF	367 233	9 693 655	1,78	15,81	0,919	0,0008	0,907	6,3	14,9	0,0774	0,01	0,092	1,89	7,301	0,623	0,103	71	14
	S0114-NF	366 632	9 696 894	1,07	10,36	2,125	0,0252	0,506	3,8	11	0,3187	0,084	0,124	1,28	3,674	0,79	0,127	59	13
Promedio				1,23	13,19	1,14	0,01	0,69	4,85	12,18	0,18	0,05	0,05	1,41	5,97	0,58	0,10	68,25	11,50
Desviación Estándar				0,32	2,75	0,61	0,01	0,18	1,13	2,02	0,10	0,04	0,05	0,32	1,51	0,16	0,02	10,94	2,69
Sector	Código	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobalto	Cobre	Cromo Total	Estaño Total	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	Vanadio	Zinc
				(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
4	S0117-NF	385 165	9 699 025	2.7	45,08	2,076	0,0008	0,865	6,5	17,4	0,0517	0,088	0,159	3,09	9,765	1,708	0,169	82	18
	S0119-NF	385 341	9 699 476	3.63	15,61	5,799	0,0008	0,796	3,2	16,4	1,175	0,075	0,002	3,41	5,476	0,881	0,093	72	15
Promedio				3.17	30,35	3,94	0,00	0,83	4,85	16,90	0,61	0,08	0,08	3,25	7,62	1,29	0,13	77,00	16,50
Desviación Estándar				0.47	14,74	1,86	0,00	0,03	1,65	0,50	0,56	0,01	0,08	0,16	2,14	0,41	0,04	5,00	1,50
				Arsénico	Bario Total	Boro	Cadmio	Cobalto	Cobre	Cromo Total	Estaño Total	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Talio	Vanadio	Zinc
Promedio (Todos los sitios)				3.41	28,00	3,30	0,01	3,54	9,92	20,59	0,19	0,04	0,41	4,9	10,2	0,76	0,12	69,08	23,3
Desviación Estándar				2.06	18,9	2,27	0,02	5,64	8,52	21,65	0,29	0,03	0,69	5,45	9,18	0,47	0,05	32,33	15,4

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Anexo 6.10 incluye el informe de resultados analíticos emitidos por el laboratorio, debidamente autorizado por INACAL.

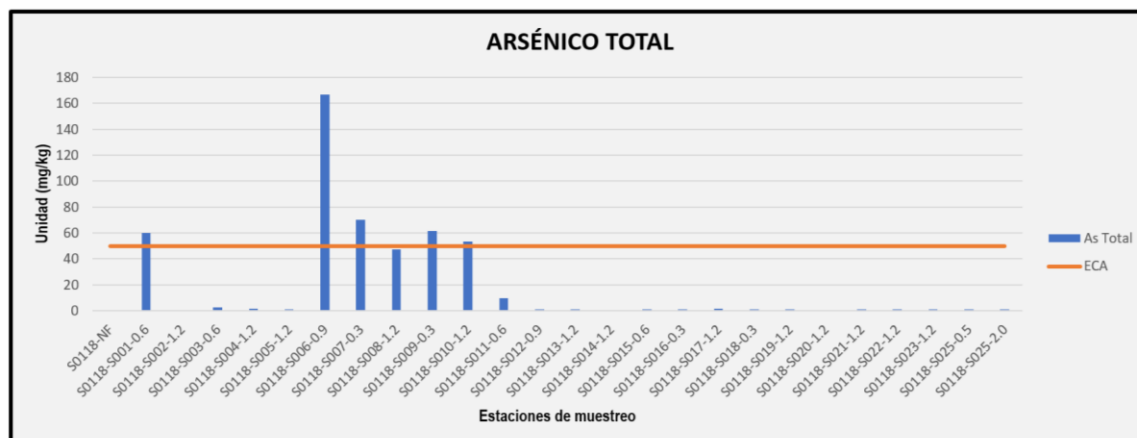
A continuación, se presentan los compuestos que excedieron los ECA para suelos de uso agrícola, (ver Mapa 6.4.1.1 Mapa de Excedencias en Suelos del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya)- Época húmeda y seca) así como específicamente para el cromo en una categoría residencial:

- El **arsénico** total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (50,0 mg/kg) en cinco (5) sondeos:

Sondeo	Concentración mg/kg
S001-0,60	60,3
S006-0,90	167,0
S007-0,30	70,1
S009-0,30	61,7
S010-1,20	53,6

La concentración más alta de arsénico que supera el ECA de 50,0 mg/kg fue de 167,0 mg/kg, en el sondeo S006. Despreciando la concentración de 167,0 mg/kg, el promedio daría 61,4 mg/kg (ver Figura 3-17).

Figura 3-17 Concentraciones de arsénico



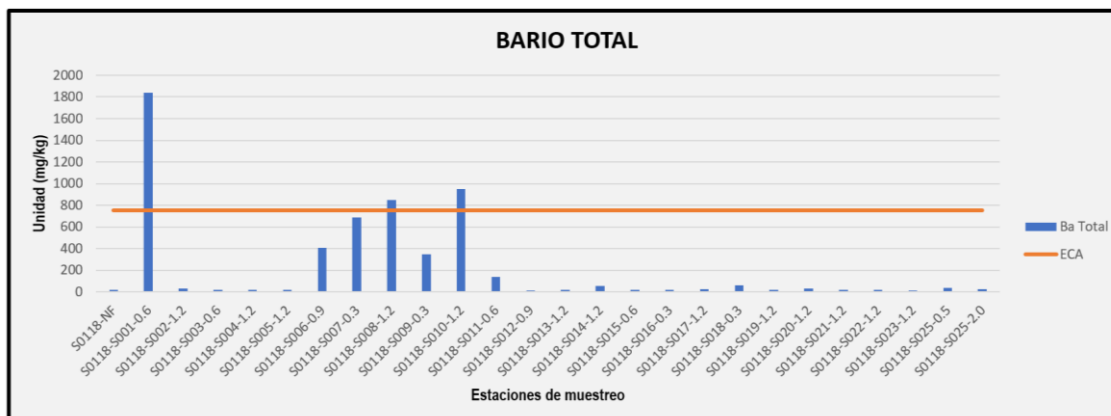
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **bario** total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (750,0 mg/kg) en tres (3) muestras de suelo obtenidas de:

Sondeo	Concentración mg/kg
S001-0,60	1 837
S008-1,20	848,8
S010-1,20	949,7

La concentración más alta de bario que supera el ECA de 750,0 mg/kg fue de 1 837mg/kg, en el punto del sondeo manual S001.

Figura 3-18 Concentraciones de bario

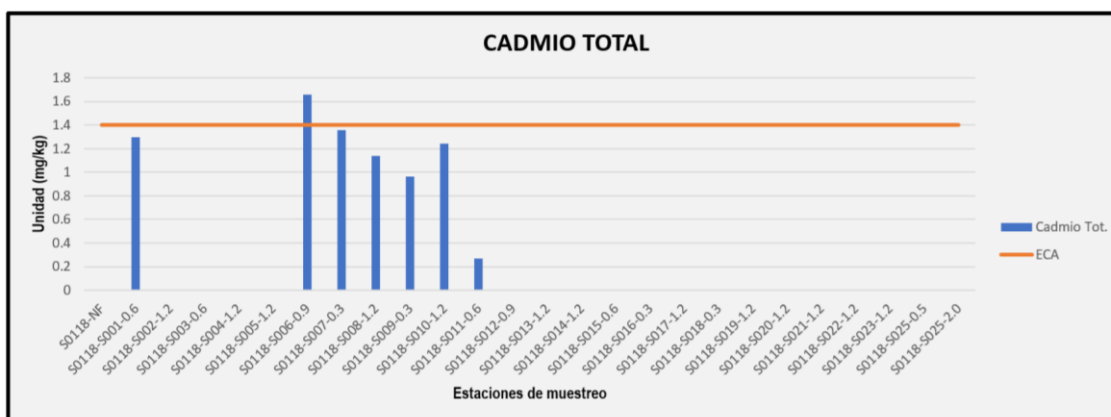


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **cadmio** total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (1,4 mg/kg) en un (1) solo sondeo:

Sondeo	Concentración mg/kg
S006-0,90	1 659

Figura 3-19 Concentraciones de cadmio

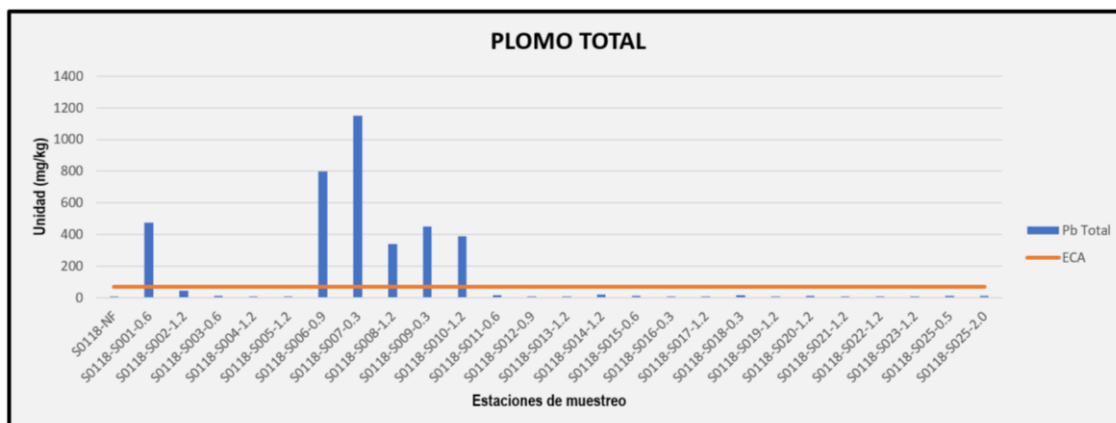


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **plomo** total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (70,0 mg/kg) en seis (6) sondeos:

Sondeo	Concentración mg/kg
S001-0,60	475,0
S006-0,90	797,0
S007-0,30	1 151,0
S008-1,20	341,0
S009-0,30	450,0
S010-1,20	389,0

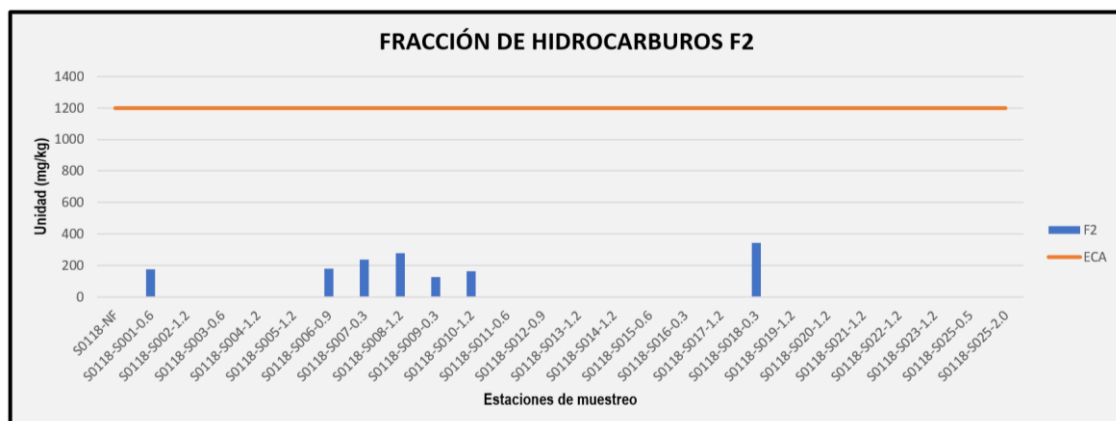
Figura 3-20 Concentraciones de plomo



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- La **fracción de hidrocarburo F2** no se detecta excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (1 200,0 mg/kg).

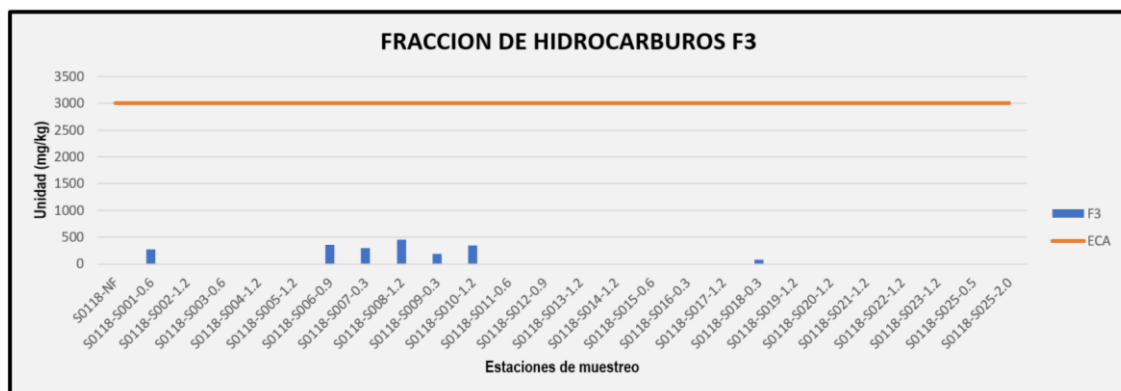
Figura 3-21 Concentraciones de hidrocarburos F2



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- La **fracción de hidrocarburo F3** no se detecta excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (3 000,0 mg/kg).

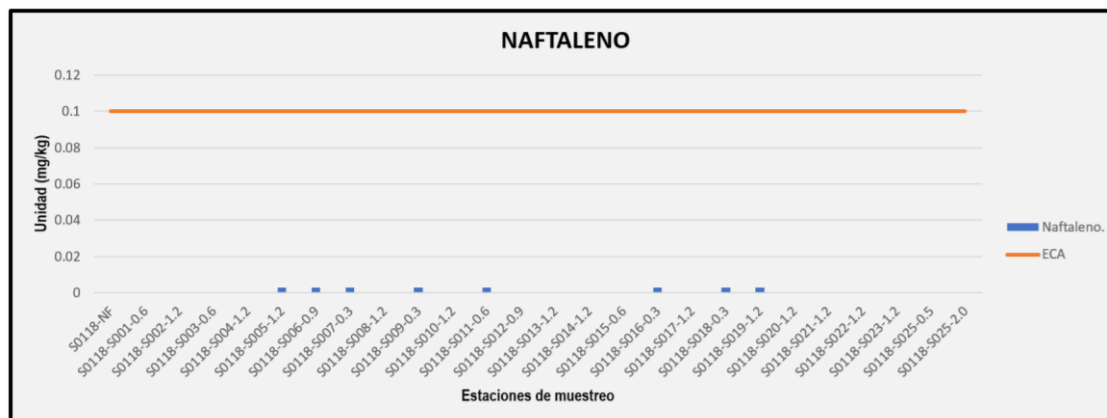
Figura 3-22 Concentraciones de hidrocarburos F3



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **naftaleno** no se detecta excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (0,10 mg/kg).

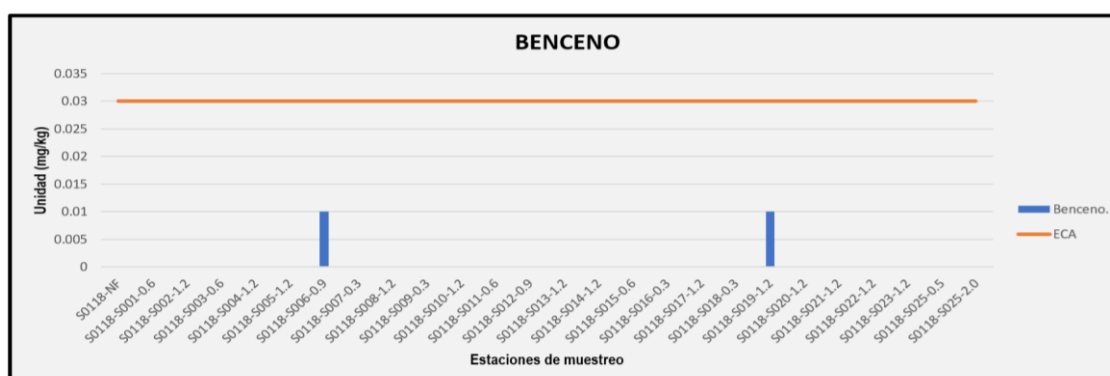
Figura 3-23 Concentraciones de naftaleno



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **benceno** no excede el ECA para suelo de uso agrícola (0,03 mg/kg).

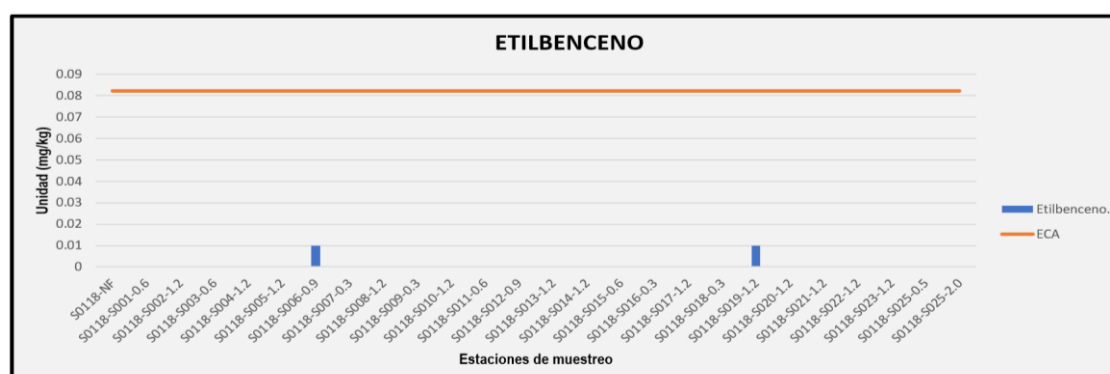
Figura 3-24 Concentraciones de benceno



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El **etilbenceno** no excede el ECA para suelo de uso agrícola (0,082 mg/kg).

Figura 3-25 Concentraciones de etilbenceno



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

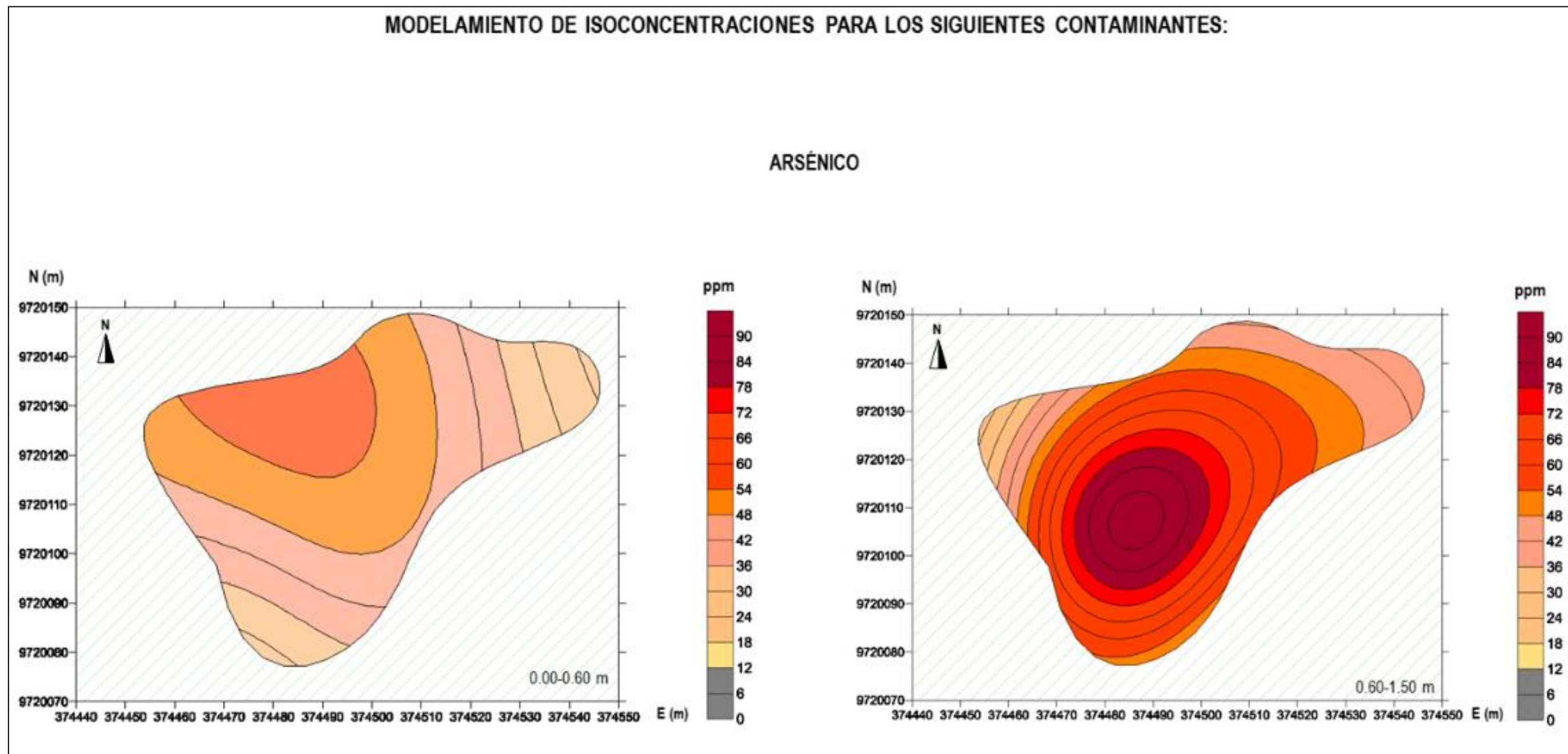
Interpretación de resultados

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encontró prácticamente sin residuos industriales o equipos obsoletos sobre la superficie del terreno para el momento de toma de muestras de suelo. Se presume que, de acuerdo con las concentraciones obtenidas en el laboratorio, pudo anteriormente depositarse algún tipo de residuo industrial con altos contenidos de metales pesados, tales como: arsénico, bario, boro, vanadio, cadmio, cobre, cromo, molibdeno, níquel, manganeso, mercurio, plomo y zinc, localizados al suroeste del botadero Olaya y corresponden a los sondeos: S001, S006, S007, S008, S009, S010 y S011.

Se presentan en la Figura 3-26 el modelamiento para metales pesados que se encontraron para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), de acuerdo con los resultados de laboratorio y con el análisis de las observaciones de campo.

Los modelamientos se generaron en formas de isoconcentración a partir de la interpolación de datos de suelos, a diferentes profundidades y con diferentes concentraciones (siempre comparando las excedencias con el ECA de suelos, tipo agrícola), tomando Arsénico como referencia en el ejercicio de modelamiento. El resto de los que se presentan en el S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se hallaron -en su mayoría- en las mismas profundidades que el Arsénico, lo cual, para efectos de establecer una propuesta de remediación, resulta satisfactorio en la representación del modelo.

Figura 3-26 Modelamientos de Isoconcentraciones



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Ciertos elementos contaminantes fueron comparados con otras normas internacionales (Canadá y Ecuador). No obstante, estas comparaciones se hacen de manera orientativa ya que los escenarios en los que se determinaron los parámetros internacionales pueden discrepar considerablemente de las condiciones del sitio en estudio. Durante el análisis comparativo se comprueba la presencia -en algunos casos de forma natural- de altas concentraciones de algunos metales de acuerdo con los resultados de niveles de fondo, presentados en el Cuadro 3-39.

Es importante resaltar que la comparación de resultados con normas internacionales, incluso con las nacionales, debe ser vista con sumo cuidado. Para este análisis se han contemplado exclusivamente aquellos componentes que predominantemente han aparecido en los sitios impactados y que son inherentes a las operaciones petroleras, y que no se encuentran referidos en los ECA de suelos para el Perú. Específicamente para el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), dada su condición de “botadero”, en donde se presume la disposición de cualquier tipo de material (afín o no a operaciones petroleras), y derivado del análisis de la analítica de laboratorio y su distribución y ocurrencia en el referido sitio impactado, se efectuó la comparación con los estándares internacionales (canadiense y ecuatoriana) para los siguientes metales (no contemplados en la norma peruana): Vanadio, Zinc, Níquel, Manganeseo, Cobre y Boro. Adicionalmente se evaluaron los metales Mercurio y Cromo total ya que los análisis de los resultados en conjunto parecieran indicar que, aunque de acuerdo con los ECA de la norma peruana no exceden, esto si ocurre y es pertinente su evaluación.

En este sentido, se evaluaron de manera independiente y con un fundamento estadístico los contaminantes anteriormente indicados, en comparación con los niveles de fondo y los ECA internacionales y se presentan en el Cuadro 3-41.

Cuadro 3-41 Estadístico de valores de metales no contemplados en normas peruanas - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Metal	Nivel fondo	Media	Norma Canadá	Norma Ecuador	Desviación estándar	Lím. Inf.	Lím. Sup.
	Ppm					ppm	
Boro	6	4,6	2	1	4,01	6	13
Cobre	33	67,3	63	25	227,4	33	522,1
Níquel	22	46	45	19	45,5	22	137
Zinc	25	92	250	60	849	25	1 789
Manganeso	124	259	-	-	282	124	822
Vanadio	168	196	130	76	32	168	259
Cromo total	95	166	64	54	66,4	95	299
Mercurio	0,06	0,07	6,6	0,1	0,32	0,06	0,7

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Posterior al análisis de los estadísticos en la tabla, la variabilidad, ocurrencia espacial de los metales, comparaciones con los niveles de fondo y normas internacionales canadienses y ecuatorianas, se puede concluir lo siguiente:

- El Boro presenta excedencias en 3 muestras, y se correlacionan con la ocurrencia de los otros metales que se encontraron en los análisis.
- El Cobre presenta presumibles excedencias en 2 muestras, correlacionado espacialmente con la ocurrencia de los metales que forman parte de este análisis. En particular la variabilidad del

cobre para el S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es muy alta, siendo esta el doble del promedio.

- El Níquel presenta 2 muestras con posibles excedencias, cuyos puntos de muestreo coinciden espacialmente con el resto de los metales.
- El Zinc está presente como posible contaminante en 6 muestras con posibles excedencias cuya ocurrencia espacial se correlaciona con los otros metales parte de este análisis.
- El Manganeso presenta posibles excedencias en 6 muestras correlacionadas espacialmente con los otros metales.
- El Vanadio con posibles excedencias en 6 muestras correlacionadas espacialmente con la concurrencia de metales que forman parte de este análisis.
- Los metales Hg y Cr se comportan de manera similar a los otros metales que han sido objeto de este análisis. Su ocurrencia espacial está correlacionada con estos metales. Estos 2 metales deben ser evaluados con cuidado. Aun cuando de acuerdo con la norma peruana no se les consideraría en excedencia, los valores que arroja la analítica y su distribución espacial en el sitio impactado dan otros indicios.

Por otro lado, la presencia en las aguas subterránea de muchos de estos metales denota una migración importante y de atención de estos a otros medios, elevando la situación de riesgo del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) como sitio impactado. La evaluación de riesgo -a través de la metodología ERSA- permitirá precisar el nivel de riesgo de este sitio impactado.

Es importante acotar que para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), los niveles de fondo son superados en forma natural por los siguientes elementos: Boro, Cromo y Vanadio, como puede observarse en el Cuadro 3-41.

Origen del Bario

Luego de obtenido los resultados de laboratorio se procedió a realizar un análisis del origen del Bario, para ello, como primer paso se procede a evaluar la concentración de Bario Total (mg/kg) obtenido por el método de ICP-Metales y comparándolo con el valor sugerido por la Guía de Remediación de Suelos con Baritina (DS-011-2017-MINAM), el cual establece un valor de 750 mg/kg para Suelos de Uso Agrícola. En el Cuadro 3-42 se presenta las muestras que excedieron este límite.

Para corroborar un segundo paso es realizar un análisis de Bario Extraíble, y comparar su valor con el valor límite que también establece dicha Guía, el valor límite indicado es de 250 mg/kg, luego de este análisis, se concluye que para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ninguna muestra supera el valor límite indicado, pudiendo suponer que la procedencia es producto de la baritina.

Los valores que no superan el límite para Bario Extraíble y para confirmar si la presencia se debe o fue producto de la Baritina, el proceso avanza a su contrastación con el análisis de Bario Total Real, y comparando el valor resultante sugerido por la Guía: 10 000 mg/kg. Para este sitio ninguna muestra superan el valor límite indicado concluyéndose que el bario no es producto de la Baritina.

Cabe mencionar también que el análisis de Bario extraíble y Bario total real se realizaría sobre el 25 % del total de muestras de cada sitio impactado que superaran la norma ECA agrícola para el Bario.

Cuadro 3-42 Resultados de Bario para el sitio 118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Muestra	Bario total mg/kg	Bario Extraible mg/kg	Bario Total Real mg/kg
Límite - Alberta Barite Site Remediation Guidelines	Fila C: 750 (agrícola)	Fila A: 250 (agrícola)	Fila B: 10 000 (agrícola)
S0118-S001-0.60	1837	19	2725
S0118-S008-1.20	848.8	17	1189
S0118-S010-1.20	949.7	6	1347

Fuente: JCI-HGE

Resultados de Pruebas Adicionales

Como parte del estudio se realizó los análisis de TCLP (lixiviados) para metales y MEH (Material extractable de hexano) para las muestras de suelos. El procedimiento de lixiviación característica de toxicidad (TCLP) determina la movilidad de los contaminantes inorgánicos presente en una muestra. Este ensayo se realiza bajo los estándares EPA (método 1311). El ensayo TCLP se realizó al 10% del total de muestras que superaron la norma ECA de suelos (tipo agrícola) para metales por sitio impactado.

Por otro lado, el material extractable en hexano (MEH) determina si la presencia de hidrocarburos, en sus diferentes fracciones (representados como TPH), se debe a una fuente por petróleo o por descomposición de materia orgánica.

Los análisis de TCLP para metales y MEH (Material Extractable en Hexano) en las muestras de suelo se observan en el Anexo 6.10 informes de resultados analíticos emitidos por el laboratorio AGQ.

- Los resultados obtenidos para TCLP (Cuadro 3-43), de todas las muestras analizadas (sólo metales que superaron el ECA Suelo) ninguna supera la norma internacional (EPA-Hazardous Waste Test Methods / SW-846) en los extractos de lixiviados de las muestras de suelos.
- De las muestras analizadas ninguna muestra presenta concentraciones elevadas en TPH o que se considere representativa, para este caso no se realizó en análisis correspondiente en MEH.

Cuadro 3-43 Concentraciones de TCLP - Temporada Húmeda

Código de Muestra	Máximas concentraciones de contaminantes por su toxicidad característica **					TCLP (mg/l)														
	Arsénico (mg/l)	Bario (mg/l)	Cadmio (mg/l)	Plomo (mg/l)	Sb	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Mo	Ní	Ag	Pb	Tl	V	Zn
S0118-S001-0.60	5	100	1	5	0.09	0.0016	1.9019	0.0005	0.07235	0.0117	0.0066	0.4113	0.00435	0.0123	0.15545	0.0039	0.1286	0.1537	0.0032	7.3588
S0118-S002-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.3769	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0226	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.4114	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S003-0.60	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.1039	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0047	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S004-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.088	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S006-0.90	5	100	1	5	0.09	0.0102	2.3758	0.0005	0.0952	0.0138	0.0066	1.4997	0.0034	0.0123	0.1787	0.0039	0.7323	0.1537	0.0032	10.528
S0118-S007-0.30	5	100	1	5	0.09	0.0017	0.4658	0.0005	0.1212	0.0104	0.0066	0.7819	0.0025	0.0123	0.1114	0.0039	0.6576	0.1537	0.0032	5.4672
S0118-S008-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0018	0.8342	0.0005	0.1629	0.0142	0.0066	0.3697	0.0159	0.0123	0.2029	0.0039	0.3389	0.1537	0.0032	8.6334
S0118-S009-0.30	5	100	1	5	0.09	0.0047	5.0255	0.0005	0.0504	0.0094	0.0066	0.8547	0.0037	0.0123	0.1705	0.0039	0.3852	0.1537	0.0032	7.6233
S0118-S010-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.4379	0.0005	0.1267	0.0109	0.0066	0.4232	0.0033	0.0123	0.15	0.0039	0.084	0.1537	0.0032	6.1851
S0118-S011-0.60	5	100	1	5	0.09	0.0014	2.0925	0.0005	0.0504	0.0034	0.0066	0.0036	0.0029	0.0123	0.0171	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S012-0.90	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.0344	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S013-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.2195	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S014-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.277	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0158	0.0026	0.0123	0.0063	0.0039	0.1827	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S015-0.60	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.2038	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0039	0.0123	0.0063	0.0039	0.0186	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S016-0.30	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.1442	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0058	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S017-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.238	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S018-0.30	5	100	1	5	0.09	0.0014	1.5902	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0042	0.0034	0.0123	0.0063	0.0039	0.0804	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S019-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.1109	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0047	0.0032	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S020-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.5852	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0395	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S021-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.1026	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0024	0.0123	0.0063	0.0039	0.0355	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S022-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.0765	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0041	0.0123	0.0063	0.0039	0.044	0.1537	0.0032	0.1415
S0118-S023-1.20	5	100	1	5	0.09	0.0014	0.0608	0.0005	0.0504	0.0024	0.0066	0.0036	0.0041	0.0123	0.0063	0.0039	0.0151	0.1537	0.0032	0.1415

** EPA - Hazardous Waste Test Methods / SW-846

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados
por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

3.7.2 Agua superficial

Los parámetros a analizar serán los que no superen los estándares de calidad regulados por el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

El Cuadro 3-33 y el Cuadro 3-34 presenta los resultados analíticos del laboratorio de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización. Ver en el Anexo 6.4.2, el Mapa 6.4.2.1 Mapa de Excedencias en Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época húmeda y Mapa 6.4.2.2 Mapa de Excedencias en Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)-Época seca.

3.7.3 Sedimentos

Los parámetros a analizar serán los que no superen los estándares de calidad regulados por el Canadian Interim Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (ISQG)

El Cuadro 3-35, Cuadro 3-36 y Mapas: 6.4.3 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos, y Agua Subterránea-Época Húmeda y Mapa 6.4.4 Ubicación de Puntos de Puntos de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea-Época Seca, se presentan los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización que excedieron, en al menos un parámetro los Estándares de Canadá ISQG:

- Cromo total fue detectado fuera de los Estándares Canadá de sedimentos (37,30 mg/kg) en tres (3) muestras, siendo las estaciones: S0118-Sed001 (ambas épocas), S0118-Sed002 (ambas épocas) y S0118-Sed003 (época seca).
- Mercurio total fue detectado fuera de los Estándares Canadá de sedimentos (0,17 mg/kg) en dos (2) muestras en la época seca, siendo las estaciones: S0118-Sed001 y S0118-Sed002.

El cromo total se presenta de manera natural en el terreno tal como se observan en los resultados en las muestras de suelos, producto de la erosión del terreno por las precipitaciones se concentra en las quebradas cercanas del área impactada.

3.7.4 Geofísica

A. Georadar (GPR)

Esta etapa inicia con la determinación de una velocidad de propagación promedio; por lo que se estima cualitativamente la composición predominante del suelo, y con esta información se recurre a tablas con valores de velocidad ya establecidos, los cuales han sido medidos en condiciones de laboratorio o de campo. Este tipo de estimación es útil para un cálculo preliminar de las velocidades, aunque los valores obtenidos pueden resultar poco exactos.

- **Profundidad a 0,94 metros**

A esta profundidad se puede apreciar dos zonas anómalas de mayor dimensión y otras de menor dimensión, que podrían corresponder a objetos ya sean plásticos o metálicos correspondientes a desechos (basura).

- **Profundidad a 1,35 m**

Se aprecia una zona anómala de mayor dimensión en el extremo izquierdo del esquema de perfiles, correspondientes a una concentración dispersa de objetos metálicos. También se puede observar tres anomalías pequeñas correspondientes a objetos metálicos.

Se aprecia una zona anómala de mayor dimensión en el extremo izquierdo del esquema de perfiles, correspondientes a una concentración dispersa de objetos metálicos. También podemos observar una anomalía de menor dimensión encontrada en los perfiles.

- **Profundidad a 4 metros**

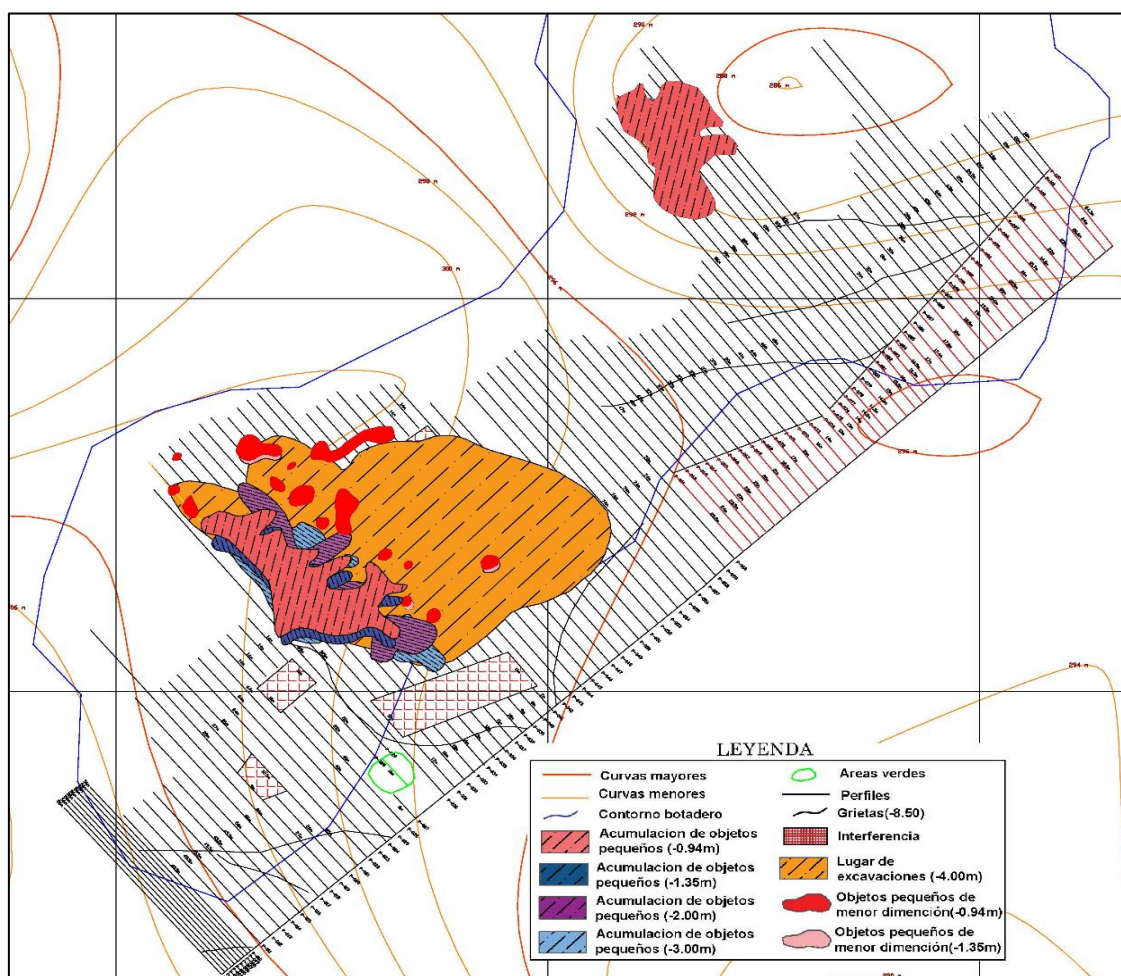
Se aprecia una zona anómala en el extremo izquierdo del esquema de perfiles, que correspondería a un terreno aparentemente excavado en contraste con el suelo natural, se localiza entre los perfiles.

- **Profundidad a 5,50 m y 8,50 m**

Estos dos horizontes no han sido afectados, encontrándose en su estado natural, a la profundidad de 8,50 m se observar 8 grietas y fracturas a lo largo de la distribución de perfiles, los cuales en su mayoría tienen una dirección W-E a excepción de una fractura que tiene una dirección de NNE-SSW. En esta profundidad se puede distinguir capas de arcilla compacta.

En la Figura 3-27 se muestran los resultados obtenidos con GPR, donde se observa la existencia de objetos pequeños (pernos, tornillos, vidrios, etc), estos objetos también son identificados en superficie tal como se observó durante la fase de caracterización, así mismo no se identificó objetos de mayor tamaño (cilindros, depósitos de combustible, etc) que pudieran contener algún derivado de hidrocarburo. En el Anexo 6.11 se muestra en informe de GPR Latino América.

Figura 3-27 Resultados GPR del botadero José Olaya



Fuente: GEO GPR Latinoamérica.

B. Tomografía eléctrica

El procesamiento de los datos obtenidos en campo corresponde a una fase de análisis, los cuales son correlacionados con algunos parámetros de observación de campo como la geomorfología y geología, para la obtención de resultados y su correspondiente elaboración de los perfiles geofísicos.

• Perfil Tomográfico Eléctrico 1 (S0118-GEO-001)

El perfil tomográfico tiene una orientación O-E y una profundidad de investigación de 30 metros y en la cual se ha llegado a determinar tres zonas litológicas. Véase la Figura 3-28.

La zona 1 presenta resistividades entre 0,001 y 10,0 ohm.m, correspondería a un estrato de arcilla limosa saturada. La potencia o espesor estimado es de 18 metros aproximadamente, pero va adelgazándose en dirección a la quebrada llegando a tener en los últimos metros de la línea tomográfica un espesor de 12 metros en promedio, hidrogeológicamente se trata de una buena zona para la instalación de los piezómetros poco profundos. Este estrato trato se encuentra saturado por las lluvias constantes de la época y ser una zona de pendiente media.

La zona 2 presenta resistividades entre 10,0 y 100,0 ohm.m, correspondería a un estrato arcilloso semi compactado. La potencia o espesor estimado es de 1 a 5 metros aproximadamente. Este estrato se presume este saturado por proceso de recarga por infiltración de las quebradas o precipitaciones producto de la época en que se realizó la prospección geofísica.

La zona 3 presenta resistividades entre 100,0 y mayor a 5 000,0 ohm.m, correspondería a un estrato arcilloso compacto posiblemente intercalado con gravillas cuarzosa de la formación Nauta. No se estimó la potencia de dicho estrato.

• Perfil Tomográfico Eléctrico 2 (S0118-GEO-002)

El perfil tomográfico tiene una orientación NO-SE y una profundidad de investigación de 30 metros y en la cual se ha llegado a determinar dos zonas litológicas. Véase la Figura 3-29.

La zona 1 presenta resistividades entre 0,001 y 10,0 ohm.m, correspondería a un estrato de arcilla limosa semicompactada, pero con presencia de humedad. La potencia o espesor estimado es de 1 a 13 metros aproximadamente, hidrogeológicamente se trata de una buena zona para la instalación de los piezómetros poco profundos.

La zona 3 presenta resistividades entre 100,0 y mayor a 5 000,0 ohm.m, correspondería a un estrato arcilloso compacto posiblemente intercalado con gravillas cuarzosa de la formación Nauta. No se estimó la potencia de dicho estrato.

• Perfil Tomográfico Eléctrico 3 (S0118-GEO-003)

El perfil tomográfico tiene una orientación NO-SE y una profundidad de investigación de 30 metros y en la cual se ha llegado a determinar dos zonas litológicas. Véase la Figura 3-30.

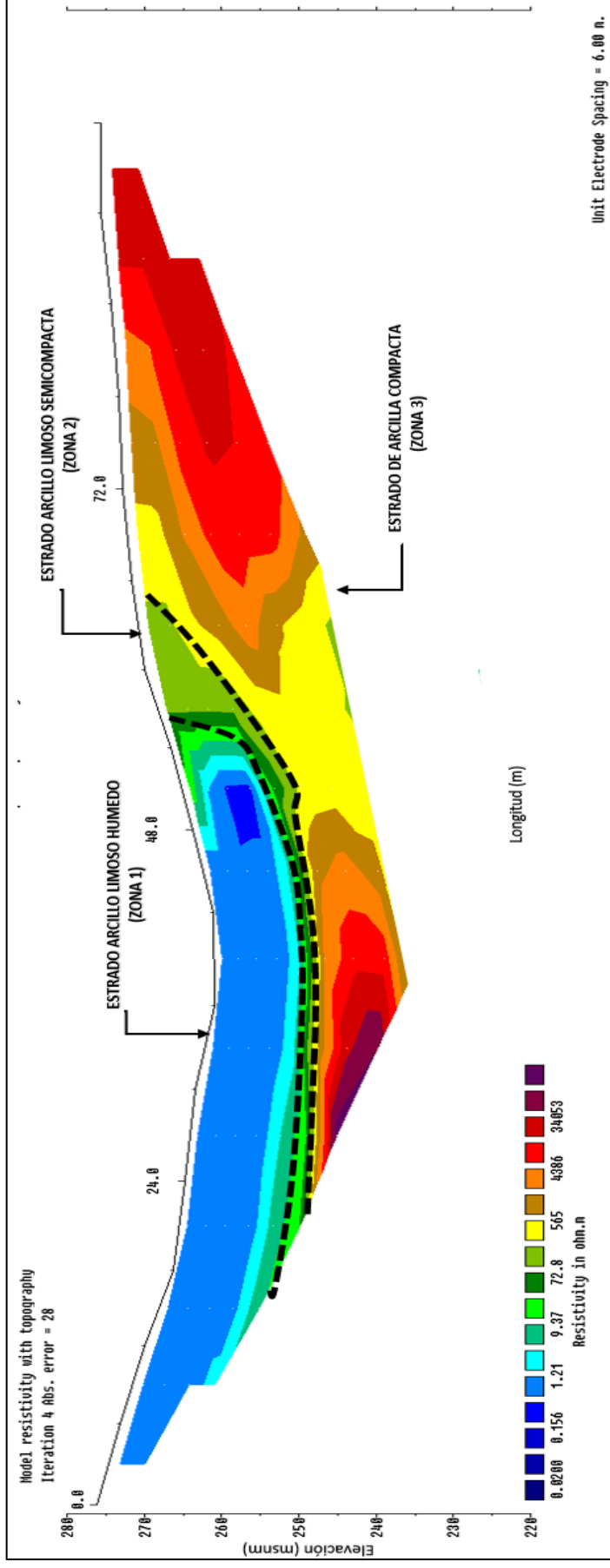
La zona 2 presenta resistividades entre 1,0 y 100,0 ohm.m, correspondería a un estrato arcilloso semi compactado. La potencia o espesor estimado es de 12 a 15 metros aproximadamente. Este estrato se presume se encuentre ligeramente saturado por proceso de recarga por infiltración de las quebradas o precipitaciones producto de la época en que se realizó la prospección geofísica.

La zona 3 presenta resistividades mayores a 5 000,0 ohm.m, correspondería a un estrato arcilloso compacto posiblemente intercalado con gravillas cuarzosa de la formación Nauta. No se estimó la potencia de dicho estrato.

Para los futuros planes de rehabilitación el movimiento de los metales pesados a través de las diferentes litologías producido por el flujo de agua subterránea sea en dirección sur a norte, la distancia horizontal de recorrido estará definido por el tipo de metal presente. Se estima el movimiento vertical de los metales pesado sea como máximo de 12 metros de profundidad, según los resultados de la tomografía eléctrica está presente arcillas más compactas y actúa como material impermeable.

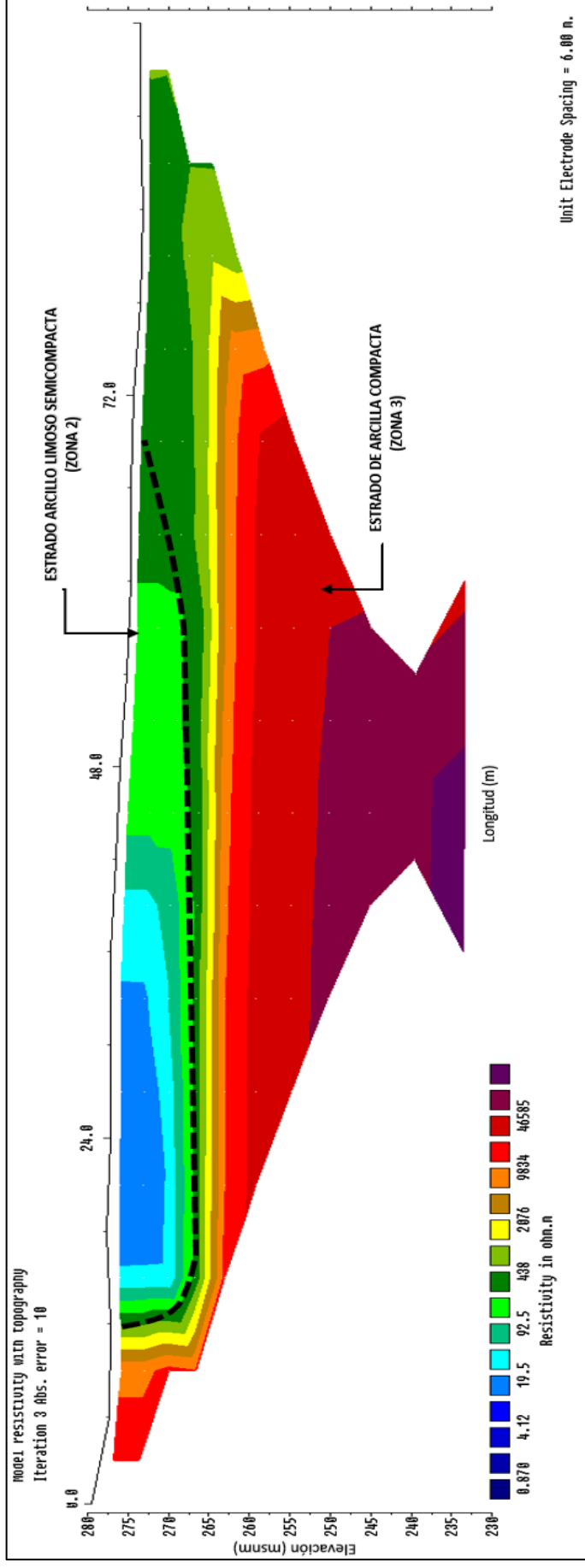
Según los resultados del GPR muestra que el terreno natural se encuentra a partir de los 5 metros de profundidad en la parte alta del área de impacto.

Figura 3-28 Perfil Tomográfico Eléctrico 1 (S0118-GEO-001)



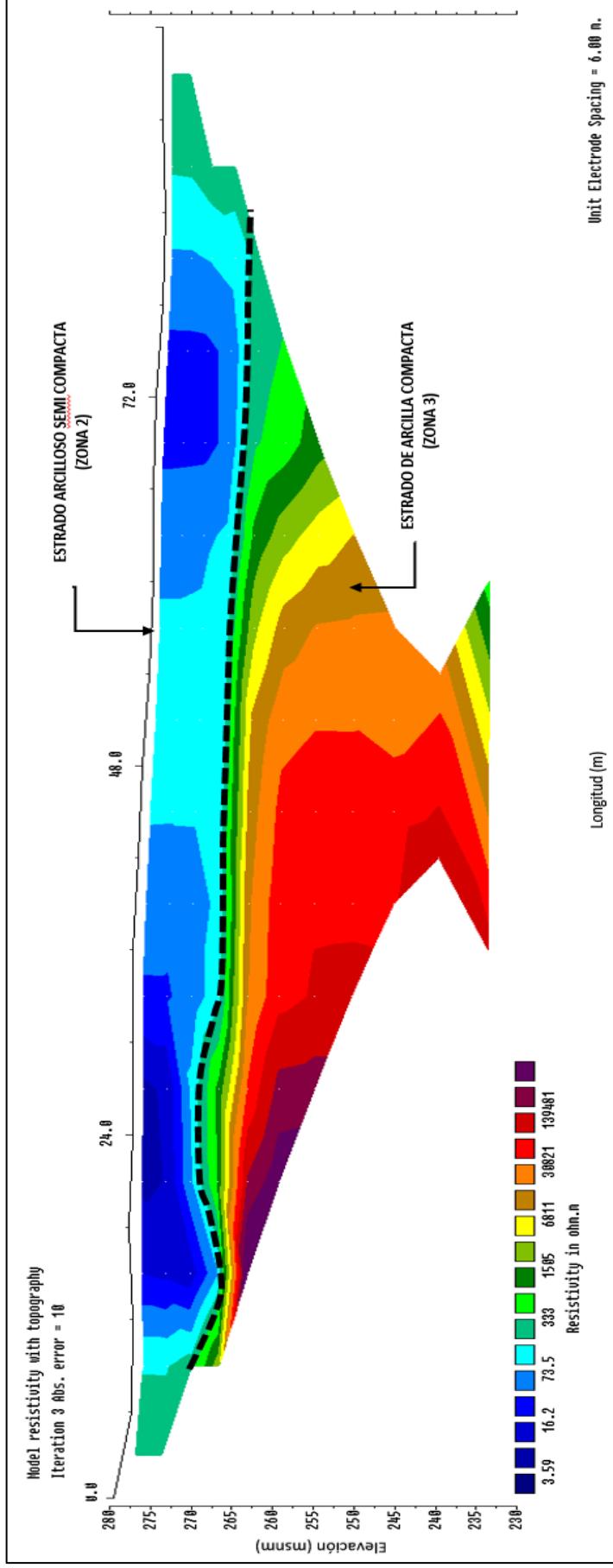
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 3-29 Perfil Tomográfico Eléctrico 2 (S0118-GEO-002)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 3-30 Perfil Tomográfico Eléctrico 3 (S0118-GEO-003)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.5 Agua subterránea

Los parámetros a analizar serán los que superen los estándares de calidad regulados por el Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines de Canadá.

El Cuadro 3-36, Cuadro 3-37 y Mapas: 6.4.3 Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua Superficial, Sedimentos, y Agua Subterránea-Época Húmeda y Mapa 6.4.4 Ubicación de Puntos de Puntos de Agua Superficial, Sedimentos y Agua Subterránea-Época Seca, se presentan los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización:

- Aluminio fue detectado fuera del estándar para agua (0,01 mg/l) en una (1) muestra en ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.
- Cobre fue detectado fuera del estándar para agua (0,007 mg/l) en una (1) muestra en la época seca, siendo la estación: S0118-ASub001.
- Cromo Total fue detectado fuera del estándar para agua (0,0049 mg/l) en una (1) muestra en la época seca, siendo la estación: S0118-ASub001.
- Hierro fue detectado fuera del estándar para agua (0,3 mg/l) en una (1) muestra en ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.
- Manganeseo fue detectado fuera del estándar para agua (0,05 mg/l) en una (1) muestra en ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.
- Mercurio fue detectado fuera del estándar para agua (0,000005 mg/l) en una muestra en la época seca, siendo la estación: S0118-ASub001. Cabe mencionar que el límite de detección de laboratorio <0.00007 mg/l es superior al establecido por Alberta Canadá para agua (0,000005 mg/l), dado ello existe un grado de incertidumbre si el mercurio excede en la época húmeda.

La presencia de los metales (Al, Cr, Fe, Mn y Zn) en las aguas subterráneas se infiere puede deberse por la cantidad de concentración de estos metales que están presentes en el suelo sea de manera natural, y producto de la lixiviación con el flujo de agua subterránea estén afectando a la calidad de esta. Parte de esta afirmación se apoya en el análisis de los valores de fondo para suelo.

3.7.6 Componente flora y fauna

De acuerdo con los objetivos del estudio de fauna terrestre, la temporalidad de muestreo se torna indistinta, ya que la finalidad no es medir abundancia y riqueza general de especies de flora y fauna, sino registrar las especies podrían intervenir en una eventual exposición a agentes contaminantes dentro de los sitios impactados, tal como se sustenta en el ítem **3.6.1.6. Flora y fauna**. Para ello, se analizó la información de campo de acuerdo con la biología de cada especie, tomando como referencia los potenciales escenarios de exposición para receptores humanos, según la Metodología para la Estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de Sitios impactados emitida por OEFA (2017) y la Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de riesgo a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios contaminados, emitido por el MINAM (2015).

3.7.6.1 Flora

Riqueza de especies con uso potencial

Se realizó el muestreo de flora según la metodología propuesta (ítem 3.5.2.4; MINAM, 2015). Se registraron cinco especies, correspondientes a tres familias y tres órdenes taxonómicos. Las especies representativas fueron de uso local medicinal, entre las cuales destaca *Uncaria sp.* “Uña de gato”.

Cuadro 3-44 Lista de especies de flora registrada con uso potencial

Sector	Comunidad Nativa	Sitio	Componente	Transecto	Unidad de Vegetación	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso potencial
1	José Olaya	S0118 (Sitio Botadero CN José Olaya)	Flora	T-03	Bcb	Ericales	Primulaceae	<i>Clavija sp.</i>	Curarina	Medicinal
				T-03	Bcb	Gentianales	Rubiaceae	<i>Uncaria sp.</i>	Uña de gato	Medicinal
				T-02	ANO-BA	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Guayaba sachavaca	Medicinal
				T-02	ANO-BA	Zingiberales	Costaceae	<i>Costus sp.</i>	Caña de ronsoco	Medicinal
				T-02	ANO-BA	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	Granadilla de altura	Alimentación

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-9 *Uncaria sp.* “Uña de gato” (Uso medicinal)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-10 *Passiflora* sp. “Granadilla de altura” (Uso alimentario)


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Abundancia y diversidad

Por ser una evaluación netamente cualitativa, la diversidad es indeterminada. Sin embargo, en el Cuadro 3-44 se muestra la lista general de especies con uso potencial registradas en el sitio, las cuales son principalmente arbustivas.

3.7.6.2 Fauna

Respecto a las especies de fauna silvestre más comunes dentro del área evaluada (Cuadro 3-45), las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en la amazonía de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (Tirira, 2015; Schulenberg, 2010; Carrillo e Icochea, 1995). Se pueden mencionar especies que se encuentran relacionadas con las áreas utilizadas para actividades humanas, generalmente actividades agrícolas; por tanto, dichas especies son frecuentemente avistadas por los pobladores locales quienes, a su vez, utilizan algunas de ellas como alimento, medicina, ornamento, mascotas, etc. Por otro lado, algunas de estas especies también representan un peligro potencial para estas personas, por lo que son cazadas o eliminadas cuando se producen estos encuentros (MEM, 2008). Actualmente, algunas de esas especies se encuentran en categorías de conservación nacional e internacional, presentando relevancia para futuros estudios relacionados a la conservación de especies de fauna silvestre (MINAGRI, 2014; IUCN, 2018.3; CITES, 2018.3). Actualmente no existen programas de manejo y/o conservación de especies de fauna silvestre dentro del área de estudio.

Cuadro 3-45 Lista de especies de fauna más comunes dentro del área de estudio (Pluspetrol, 2008)

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categorías de Conservación			Endemismo	Actividad cinegética	Usos locales
					D.S.004-2014-MINAGRI	IUCN 2018.3	CITES 2018.3			
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul amarillo		LC	Apéndice II		X	Mascota
			<i>Pionites melanocephalus</i>	loro de cabeza negra		LC	Apéndice II		X	Mascota
	Cathartidae	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra						
	Passeriformes	icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Paucarcillo						
Mamíferos	Cingulata	Dasyproctidae	<i>Dasyprobus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas					X	Ornamento
	Primates	Callitrichidae	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común			Apéndice II		X	Mascota
		Cebidae	<i>Cebus apella</i>	Machin negro			Apéndice II		X	Mascota
	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	NT				X	Ornamento
		Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra		LC	Apéndice III			
	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	NT	VU	Apéndice II			*En otras zonas es cazado para consumirlo como alimento
			<i>Cuniculus sp.</i>	Majaz		LC	Apéndice III		X	Alimento
	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta sp.</i>	Añuje					X	Alimento
			<i>Rhinella marina</i>	Sapo						
	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo pipa						
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus mabouia</i>	Salamandra						

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados
por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

Cuadro 3-45 Lista de especies de fauna más comunes dentro del área de estudio (Pluspetrol, 2008)

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categorías de Conservación			Endemismo	Actividad cinegética	Usos locales
					D.S.004-2014-MINAGRI	IUCN 2018.3	CITES 2018.3			
Testudinata	Teiidae		<i>Ameiva ameiva</i>	Lagartija						
			<i>Tupinambis teguixin</i>	Iguana						
	Colubridae		<i>Imantodes lentiferus</i>	Afaninga						
	Viperidae		<i>Bothrops atrox</i>	Jergon						
	Testudinidae		<i>Chelonoidis denticulata</i>	Motelo		VU	Apéndice II		X	Alimento

Leyenda: VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación menor

Apéndice I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales.

Apéndice II incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia.

Apéndice III contiene las especies que están protegidas al menos en un país, y que han solicitado a otras Partes de la CITES ayuda para controlar su comercio.

Fuente: Informe N° 97-2008-MEM-AAE/IB. Proyecto de Perforación de los 20 pozos de Desarrollo en el Lote 1 AB

INFORME TECNICO-LOTE 1AB-N°2413084-N°33

D.S. 004-2014 MINAGRI. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la Lista de Clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

Tirira, D. 2015. Mamíferos del Ecuador. Grupo Murielago Blanco. Versión 5, on-line.

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, ver. 2018.3. The CITES Appendices. <http://www.cites.org/eng/append/index.shtml>

International Union for Conservation of Nature, ver 2018.3. En web: <http://www.iucnredlist.org/static/programme#partnership>

Carrillo e Icochea, 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. Publicaciones del Museo de Historia natural U.N.M.S.M.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Riqueza de especies (con uso potencial)

Se registraron cuatro especies, correspondientes a cuatro familias y cuatro órdenes taxonómicos, tres de las cuales registraron uso potencial por parte de la población. Estas especies están representadas por *Dasypus* sp. "Armadillo". Se tomaron Registros Indirectos como parte del método Censo por Transecto lineal (Ver ítem 3.5.2.5 Métodos para la caracterización biológica).

Cuadro 3-46 Lista de especies de fauna registrada con uso potencial

Sector	Comunidad Nativa	Sitio	Componente	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso potencial
1	José Olaya	S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	Fauna	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	Sin uso conocido
				Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Alimentación
				Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Alimentación
				Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i> sp.	Armadillo, carachupa	Alimentación

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-11 Huella de *Mazama americana* "Venado colorado" (Uso alimentario)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-12 Excavación de *Dasypus sp.* “Armadillo” (Uso alimentario)


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Abundancia y diversidad

La abundancia de una especie está íntimamente relacionada con la probabilidad de ser cazada. De acuerdo con esta premisa, se optó por calcular el índice de ocurrencia e índice de actividad de Boddicker para mamíferos mayores. Todas las especies fueron registradas de manera indirecta. El 75% de las especies registradas alcanzaron un puntaje total menor a 10, con lo que no se puede confirmar la residencia o permanencia de estas especies para el Sitio impactado; (MINAM, 2015). Los resultados indican que sólo se puede confirmar la residencia de la especie *Dasypus sp.* “Armadillo” para este Sitio, ya que es la única que alcanzó un puntaje total mayor a 10; sin embargo, no es considerada una especie abundante, pues este valor es menor a 25 (MINAM, 2015).

Cuadro 3-47 Índice de ocurrencia e índice de actividad de Boddicker para mamíferos

Especie	Nombre común	Tipo de registro	Índice de Ocurrencia	Nº de observaciones	Índice de Actividad
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	Huellas	5	1	5
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Huellas	5	1	5
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Excavación	4	1	4
<i>Dasypus sp.</i>	Armadillo	Huella	5	1	5
<i>Dasypus sp.</i>	Armadillo	Excavación	4	2	8
<i>Dasypus sp.</i>	Armadillo	Dormidero	4	1	4

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es necesario recalcar que se tomó un día por sitio para realizar los registros de fauna, y que los avistamientos directos de especies dependen de distintos factores como temperie, actividad humana, horario, rutas de movilización, disposición de recursos, presencia de impactos, etc. Por tanto, no siempre se puede obtener datos cuantitativos y/o cualitativos de este componente, no siendo susceptibles a análisis estadísticos.

Respecto a las especies de flora y fauna susceptibles a uso humano registrada, se observa una riqueza y diversidad bajas, probablemente producto del impacto antrópico actual en dicha zona, lo que origina el ahuyentamiento de especies de fauna sensibles a cambios en su entorno, y en el caso de flora, la modificación de la cobertura y distribución espacial de las especies vegetales.

3.7.7 Hidrobiología

3.7.7.1 Fitoplancton

A. Composición de especies (con uso potencial)

En la época húmeda, se determinó 2 especies de fitoplancton, correspondientes al Phylum Bacillariophyta, y representando el 100 % de dominancia.

En la época seca, se determinaron cuatro (4) especies de fitoplancton, destacando el Phylum Bacillariophyta con dos (2) especies representando el 50 % de dominancia, seguida por Charophyta y Euglenophyta con una (1) especie cada uno (25 %). La única estación de monitoreo representada fue S0118-HB-FIT-002 con 04 especies, ya que la estación S0118-HB-FIT-001 no registró especies de fitoplancton.

La lista de especies de fitoplancton registradas durante el presente monitoreo se encuentra en el Anexo 6.10 informes de ensayo de laboratorio.

Cuadro 3-48 Número de especies de fitoplancton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002
	N° de especies			
Bacillariophyta	1	1	0	2
Euglenophyta	0	0	0	1
Charophyta	0	0	0	1
Total de especies	1	1	0	4

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Abundancia y diversidad

Debido a que se obtuvieron datos cuantitativos de este componente, se procedió a evaluar la diversidad, con la finalidad de relacionar estos valores con la calidad de agua en las estaciones de muestreo (una estación “blanco” aguas arriba del Sitio impactado, y una estación aguas abajo). Con respecto a la abundancia de especies de fitoplancton para la época húmeda, se registró un total 66 ind/L. La abundancia total fue para el Phylum Bacillariophyta (100 %). Ambas estaciones presentaron igual cantidad de individuos del fitoplancton, con 33 ind/L cada una.

Con respecto a la abundancia de especies de fitoplancton para la época seca, se registró un total 398 ind/L. El Phylum Bacillariophyta presentó la mayor abundancia (91,95 %), seguida de los Phylum Charophyta y Euglenophyta (4,02 % cada uno).

Cuadro 3-49 Abundancia del fitoplancton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002
	N° de individuos			
Bacillariophyta	33	33	0	366
Charophyta	0	0	0	16
Euglenophyta	0	0	0	16
Total	33	33	0	398

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Con respecto a la diversidad en época húmeda, ambas estaciones registraron los valores más bajos de riqueza y diversidad ($S=1$, $H'=0$ bits/ind y $1-D=0$ probits/ind). Los valores de equidad, en general, fueron igual a cero; es decir, la comunidad se presentó totalmente homogénea con una sola especie en cada estación.

En época húmeda, la estación S0118-HB-FIT-002 registró valores bajos de diversidad ($H'=0,614$ bits/ind y $1-D=0,289$ probits/ind). La estación S0118-HB-FIT-002 no presentó índices de diversidad, pues no tuvo registro de especies. Los valores de equidad, en general, fueron medios a bajos; es decir, la comunidad se presentó relativamente homogénea sin especies particularmente dominantes.

La familia Bacillariophyta presentó una clara dominancia sobre las demás taxas. Estas algas son muy diversas y presentan distintos grados de tolerancia a contaminación orgánica como de variabilidad hídrica (Roldán y Ramírez, 2008; Esteves, 2011), por lo cual no se descarta contaminación orgánica en este sitio.

Cuadro 3-50 Número de especies, individuos e índices de diversidad fitoplancton

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002	S0118-HB-FIT-001	S0118-HB-FIT-002
	índices			
Riqueza específica (S)	1	1	0	4
Total de Individuos	33	33	0	398
Índice de Margalef (D)	-	-	-	0,501
Equidad de Pielou (J')	-	-	-	0,442
Índice de Shannon y Wiener (H')	0	0	0	0,614
Índice de Simpson (1-D)	0	0	0	0,289

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.7.2 Zooplancton

A. Composición de especies (con uso potencial)

En época húmeda el zooplancton estuvo representado por cuatro (4) especies, distribuidas en 3 phylum, destacando el Phylum Nematoda con dos (2) especies representando el 50 % de dominancia.

En época seca el zooplancton estuvo representado por tres (3) especies, distribuidas en 2 phylum, destacando el Phylum Nematoda con dos (2) especies representando el 66,66 % de dominancia.

La lista de especies de zooplancton registradas durante el presente monitoreo se encuentra en el

Anexo 6.10 informes de ensayo de laboratorio.

Cuadro 3-51 Número de especies de zooplancton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002
	N° de especies			
Nematoda	1	1	1	1
Protozoa	0	1	0	0
Rotifera	1	0	0	1
Total de especies	2	2	1	2

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Abundancia y diversidad

Respecto a la abundancia del zooplancton para época húmeda, se registró un total de 400 ind/l. La estación S0118-HB-ZOO1-002 representó la mayor abundancia con 250 ind/l.

Respecto a la abundancia del zooplancton para época seca, se registró un total de 364 ind/l. La estación S0118-HB-ZOO1-002 representó la mayor abundancia con 250 ind/l.

Cuadro 3-52 Abundancia de zooplancton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002
	N° de individuos			
Nematoda	100	150	114	125
Rotifera	50	0	0	125
Protozoa	0	100	0	0
Total	150	250	114	250

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En general, las especies registradas en las estaciones de monitoreo evaluadas son comunes de aguas ligeramente ácidas y suelos arcillosos. Pueden ser tolerantes a polución orgánica de moderada a muy fuerte.

Los valores del índice de diversidad de Simpson son sensibles a las abundancias de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad y puede ser considerado como una medida de la concentración dominante, ya que, respecto a los índices de dominancia, son los que mejor describen la estructura de la comunidad de zooplancton, ya que ésta, en general, suele estar compuesta por unas cuantas especies muy abundantes y una larga cola de especies con densidades muy bajas (Margalef, 1983).

La estación S0118-HB-ZOO-002 presentó los mayores valores de diversidad y dominancia ($H' = 0,673$ bits/ind y $1-D = 0,48$ probits/ind), en época húmeda, y la estación S0118-HB-ZOO-002 la que presentó los mayores valores de diversidad ($H' = 0,693$ bits/ind y $1-D = 0,5$ probits/ind) en época seca. De acuerdo con estos valores, se podría inferir una mala calidad de agua para el sitio; y, se debe considerar que el Phylum más abundante es Nematoda, la cual está relacionada a altos niveles de materia orgánica (Varela-Benavides, 2013).

Cuadro 3-53 Número de especies, individuos e índices de diversidad de zooplancton

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002	S0118-HB-ZOO-001	S0118-HB-ZOO-002
	índices			
Riqueza específica (S)	2	2	1	2
Total de Individuos	150	250	114	250
Índice de Margalef (D)	0,199	0,181	-	0,181
Equidad de Pielou (J')	0,918	0,971	-	1
Índice de Shannon y Wiener (H')	0,636	0,673	0	0,693
Índice de Simpson (1-D)	0,444	0,48	0	0,5

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.7.3 Perifiton**A. Composición de especies (con uso potencial)**

En la época húmeda, se determinaron 5 especies de perifiton, destacando el phylum Nematoda con 2 especies representando el 20 % de dominancia. La estación de monitoreo mejor representada fue S0118-HB-PER-001 con 4 especies.

En la época seca, se determinaron 12 especies de perifiton, destacando el phylum Bacillariophyta con 7 especies representando el 58,33 % de dominancia. La estación de monitoreo mejor representada fue S0118-HB-PER-001 con 9 especies.

La lista de especies de perifiton registradas durante el presente monitoreo se encuentra en el Anexo 6.10 Informe de ensayo de laboratorio.

Cuadro 3-54 Número de especies de perifiton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002
	N° de especies			
Bacillariophyta	1	0	5	4
Cyanobacteria	0	0	1	0
Protozoa	1	0	1	1
Nematoda	1	1	1	1
Rotifera	1	0	1	0
Total de especies	4	1	9	6

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Abundancia y diversidad

Con respecto a la abundancia de especies del perifiton en época húmeda, se registró un total 715 org/cm². La mayor abundancia la presentó Nematoda (49,5 %), seguida de Protozoa (31,6 %).

Con respecto a la abundancia de especies del perifiton en época seca, se registró un total 75 682 org/cm². Bacillariophyta presentó la mayor abundancia (87,28 %), seguida de Nematoda (8,09 %).

Las algas más abundantes pertenecieron a especies de diatomeas (Bacillariophytas), por lo que se podría inferir contaminación orgánica en el sitio.

Cuadro 3-55 Abundancia de perifiton por estación de monitoreo

Phylum	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002
	N° de individuos			
Bacillariophyta	45	0	57748	8312
Cyanobacteria	0	0	437	0
Rotifera	90	0	437	0
Nematoda	317	37	1312	4812
Protozoa	226	0	437	2187
Total	678	37	60 371	15 311

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Con respecto a la diversidad en época húmeda, la estación S0118-HB-PER-001 registró los únicos valores de diversidad ($H' = 2,902$ bits/ind y $1-D = 0,64$ probits/ind). Los valores de equidad, en general, fueron medios a altos; es decir, la comunidad se presentó relativamente homogénea sin especies particularmente dominantes.

Con respecto a la diversidad en época seca, la estación S0118-HB-PER-002 registró los valores más altos de diversidad ($H' = 2,351$ bits/ind y $1-D = 0,77$ probits/ind). Los valores de equidad, en general, fueron medios a altos; es decir, la comunidad se presentó relativamente homogénea sin especies particularmente dominantes.

Dado que las Bacillariophytas son bastante tolerantes a distintos grados de contaminación orgánica (Roldán y Ramírez, 2008; Esteves, 2011), se podría inferir que existen indicios de contaminación en este ambiente acuático.

Cuadro 3-56 Número de especies, individuos e índices de diversidad de perifiton

ÍNDICE	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002	S0118-HB-PER-001	S0118-HB-PER-002
	índices			
Riqueza específica (S)	4	1	9	6
Total de Individuos	678	37	60 371	15 311
Índice de Margalef (D)	0,460	-	0,726	0,518
Equidad de Pielou (J')	0,843	-	0,359	0,905
Índice de Shannon y Wiener (H')	1,17	0	0,789	1,622
Índice de Simpson (1-D)	0,648	0	0,322	0,77

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los nemátodos fueron los organismos representativos en época húmeda. Sin embargo, las diatomeas (Bacillariophyta) fueron muy representativas en los valores de perifiton en ambas épocas. Dado que las Bacillariophytas son bastante tolerantes a distintos grados de contaminación orgánica (Roldán y Ramírez, 2008; Esteves, 2011), se podría inferir que existen indicios de contaminación en este ambiente acuático, no solamente por materia orgánica, sino también por otros agentes externos contaminantes.

3.7.7.4 Macroinvertebrados bentónicos

A. Composición de especies (con uso potencial)

En lo que respecta a bentos en época húmeda, se registró un total de 2 órdenes, 2 familias y 3 morfoespecies pertenecientes a la clase Insecta (phylum Arthropoda).

En época seca, se registró un total de 2 órdenes, 3 familias y 4 morfoespecies pertenecientes a la clase Insecta (phylum Arthropoda).

Todos los individuos identificados pertenecen al phylum Arthropoda.

Las especies correspondientes a las familias Chironomidae son las dominantes. Esta familia es tolerante a ambientes con contaminación orgánica, por lo que significarían un indicador de estos impactos en el sitio (Paggi, 2001).

La lista de especies de Macroinvertebrados bentónicos registradas durante el presente monitoreo se encuentra en el Anexo 6.10 Informe de ensayo de laboratorio.

Cuadro 3-57 Número de especies de bentos por orden

Orden	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002
	N° de especies			
Diptera	0	2	2	1
Trichoptera	1	0	0	0
Hemiptera	0	0	1	0
Total de especies	1	2	3	1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B. Abundancia y diversidad

Se colectaron 3 individuos, todos del phylum Arthropoda en época húmeda.

En la estación de monitoreo S0118-HB-BEN-002, se identificaron la mayor cantidad de individuos (2). El macroinvertebrado más abundante fue Chironomidae con 2 individuos.

Se colectaron 8 individuos, todos del phylum Arthropoda en época seca.

En la estación de monitoreo S0118-HB-BEN-001, se identificaron la mayor cantidad de individuos (6). El macroinvertebrado más abundante fue Chironomidae con 4 individuos.

La dominancia del phylum Arthropoda en las estaciones evaluadas fue total, lo cual coincide con estudios anteriores (Rosenberg y Resh, 1993; Lujan *et al.*, 2014; Ortega *et al.*, 2013) donde los artrópodos y particularmente los insectos acuáticos son los predominantes en ecosistemas acuáticos continentales.

Cuadro 3-58 Abundancia de especies de bentos por orden en las estaciones de monitoreo

Orden	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002
	N° de individuos			
Diptera	0	2	5	2
Trichoptera	1	0	0	0
Hemiptera	0	0	1	0
Total	1	2	6	2

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De forma general para ambas épocas, las estaciones de monitoreo presentaron valores de riqueza, diversidad y equidad bajos. La comunidad es poco diversa y con especies particularmente predominantes.

Cuadro 3-59 Número de especies, individuos e índices de diversidad de bentos

Índice	Época húmeda		Época seca	
	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002	S0118-HB-BEN-001	S0118-HB-BEN-002
	índices			
Riqueza específica (S)	1	2	3	1
Total de Individuos	1	2	6	2
Índice de Margalef (D)	-	1,443	1,116	-
Equidad de Pielou (J')	-	1	0,789	-
Índice de Shannon y Wiener (H')	0	0,693	0,867	0
Índice de Simpson 1-D)	0	0,5	0,789	0

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.7.5 Interpretación de resultados

Respecto al fitoplancton, el phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza y abundancia. Estas algas son muy diversas y presentan distintos grados de tolerancia a contaminación orgánica como de variabilidad hídrica (Roldán y Ramírez, 2008; Esteves, 2011). Por ello se podría sospechar de un alto nivel de contaminación orgánica en el sitio.

De acuerdo con los resultados de zooplancton, se observa una baja diversidad de Shannon (cerca de o menores a 1), y se podría interpretar como una mala calidad de agua; al mismo tiempo, el índice de Simpson también muestra un bajo valor, lo cual indica la homogeneidad de las especies. Las especies representativas pertenecen a la familia Chironomidae, las cuales están relacionadas a aguas con abundante materia orgánica en descomposición (Barrera y Monroy, 2015), por lo cual este ambiente no se podría considerar bueno o saludable.

En los resultados de Perifiton, las diatomeas (Bacillariophyta) fueron las más representativas. Esto se debería a las razones ya mencionadas, con la probabilidad de que se trate de un cuerpo de agua afectado por sustancias orgánicas.

En cuanto a los macroinvertebrados bentónicos, el phylum Arthropoda (particularmente la clase Insecta) presentó la mayor dominancia en riqueza y abundancia, al igual que estudios anteriores (Rosenberg y Resh, 1993; Ortega *et al.*, 2010, Lujan *et al.*, 2013, Arana y Cabrera, 2017). De éstos, los dípteros y sobre todo la familia Chironomidae habitan en cuerpos de agua tanto naturales como artificiales, en aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios (Paggi, 2001). También se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición, pudiendo ser usados como bioindicadores (Roldán y Ramírez, 2008; Domínguez y Fernández, 2009). Por tanto, estos organismos podrían haberse adaptado a ambientes contaminados con materia orgánica.

3.8 Delimitación del sitio impactado (técnico y topográfico) y estimación de áreas y volúmenes.

Producto de la interpretación de la información levantada en campo y la simulación del contaminante en el sitio impactado y en su entorno inmediato, se obtuvo la delimitación del área impactada, como se observa en la Figura 3-31 y Figura 3-32.

Se presenta en esta figura el polígono del área impactada, secciones en profundidad con la presencia de metales pesados y un perfil estratigráfico que define, por tipo de suelo y las perforaciones ejecutadas en el sitio, la ubicación de la contaminación asociada a la textura del suelo. Igualmente se presentan los volúmenes y superficies de suelo impactado.

El Cuadro 3-60 resume los cálculos de superficie y de volúmenes contaminados de suelo para el sitio impactado (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 3-60 Superficies y volúmenes de suelo contaminado

Integración de Resultados (Metales)		
Estimación de Volúmenes Contaminados		
Profundidad (m)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
0,00-0,60	3 563,58	2 138,15
0,60-1,20	3 563,58	2 138,15
Total		4 276,30

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

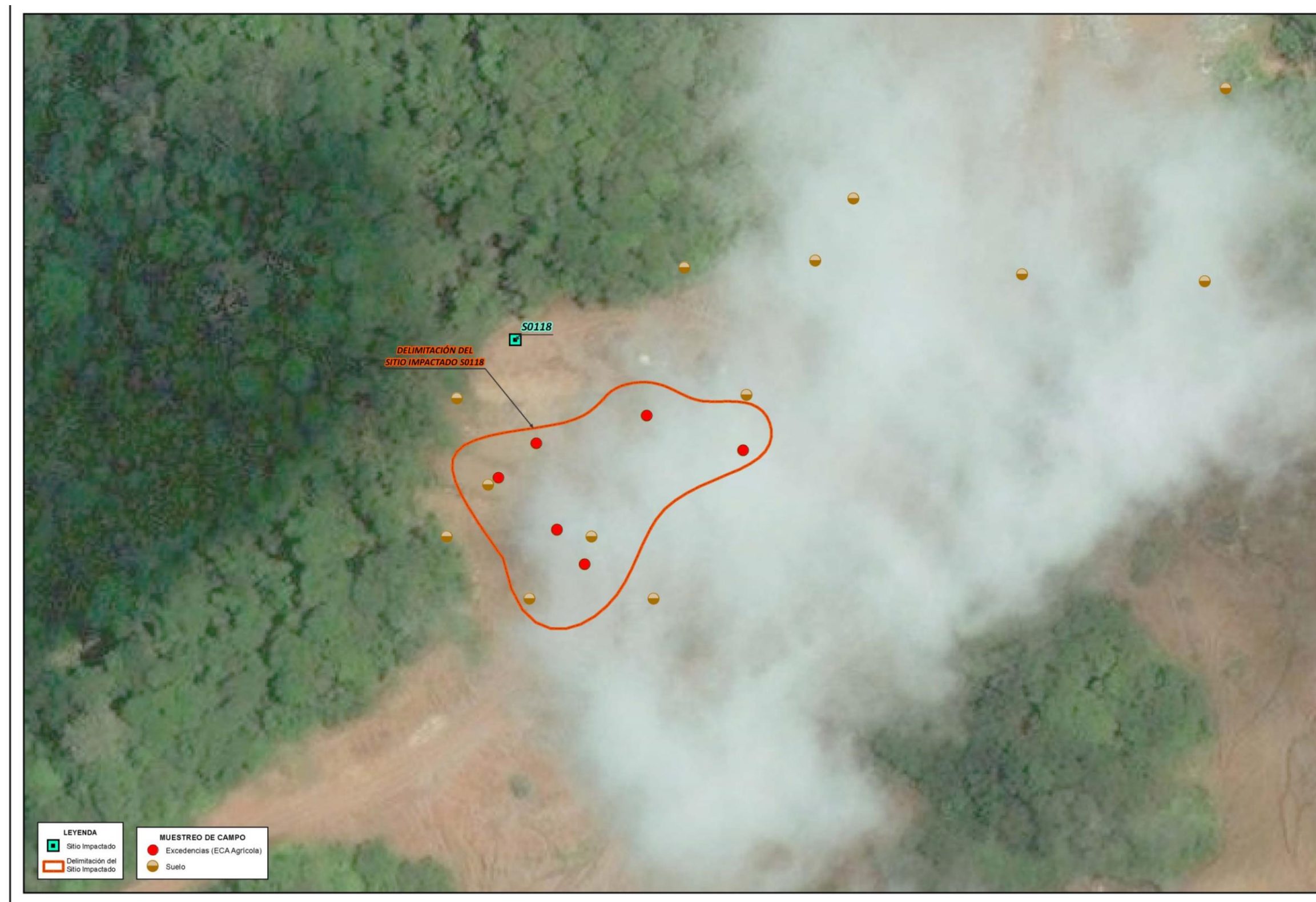
Para la estimación de áreas y volúmenes para el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se tomaron los ejercicios de modelamiento de contaminantes, tomando la peor situación encontrada, para la cual se tomó el Arsénico, como modelo para simular el comportamiento del total de metales encontrados para este sitio: Ba, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn, Mn y Cr. La Figura 3-31 presenta el resultado de las estimaciones de superficies y volúmenes de suelo contaminado a partir del modelo de isoconcentración.

La superficie y volumen de suelo impactado no necesariamente implica la cantidad de suelo a remediar. Para el S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se toma como superficie y volumen contaminado la comprometida por los contaminantes presentes (mayor representatividad) en el sitio impactado. Para este caso la predominancia de contaminantes la observan los metales. La ocurrencia de estos metales se encuentra claramente localizada en un sector que determinó el tamaño del polígono del sitio impactado.

La superficie potencial contaminada compromete casi el 90 % aproximadamente, del área total del sitio impactado en los estratos 0,00-1,5 m.

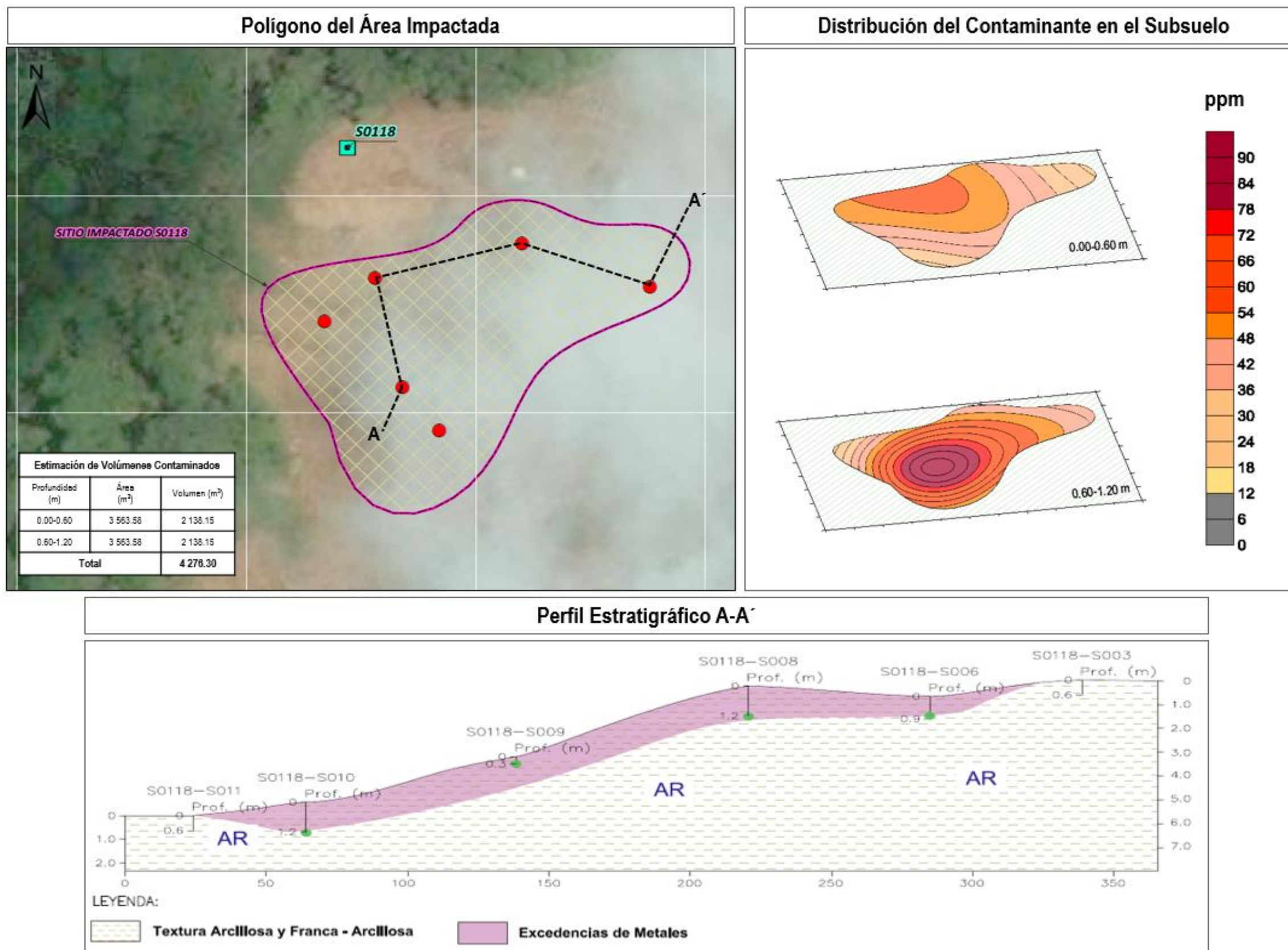
En total se estima un volumen de 4 276,3 m³ de suelo contaminado aproximadamente, para metales para el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Figura 3-31 Delimitación del sitio impactado



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 3-32 Modelo Integrado de análisis del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) – modelamiento efectuado para Vanadio



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9 Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial, considerando:

El MCI inicial es una representación gráfica o esquemática del escenario actual del sitio donde se consideran las relaciones existentes entre las fuentes de contaminación y los receptores sensibles potencialmente expuestos a la misma. Específicamente el MCI incluye:

- Fuente de los contaminantes críticos seleccionados
- Receptores de la contaminación
- Rutas de exposición (mecanismos de transporte)
- Vías de exposición
- Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro y su posible migración fuera de los límites del sitio de estudio
- Otros factores de estrés diferentes a los contaminantes evaluados
- Factores que modifiquen el efecto de los contaminantes sobre los receptores

El sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) ha sido utilizado para la disposición no controlada de materiales inorgánicos, en especial plástico, metal (chatarra) y, algunos residuos de las operaciones petroleras como guantes, aceites, trapos impregnados, pero también posiblemente fluidos de perforación base aceite (con Bario) que fueron enterrados en bidones desde el tiempo de operación de OXY, aunque de esto último no existe una fuente fiable. También ha sido dispuesto en el botadero material orgánico (basura). Existe una disposición más reciente de los residuos orgánicos los cuales se localizan en la parte más baja del terreno ocupado por el botadero. Todo el sistema del vertedero se localiza en un terreno no consolidado, con múltiples cárcavas y que tiene una pendiente fuerte hacia la parte norte. Limita al sur con la carretera. No hay actividad cinegética en el sitio impactado.

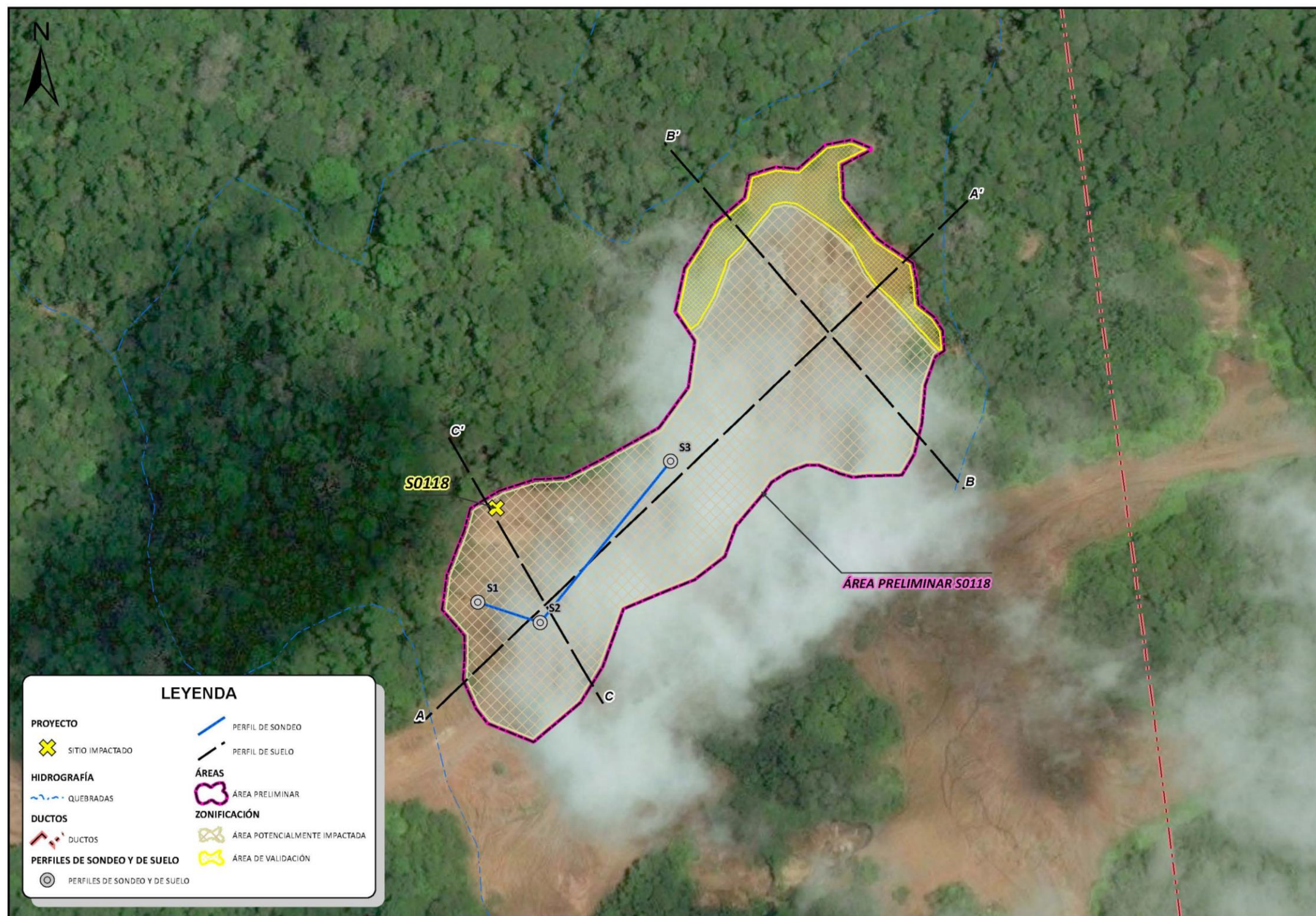
El sitio impactado está sujeto a fuertes cambios por la temporalidad de las lluvias incrementando de manera significativa los volúmenes de agua que discurren por una colina de pendiente suave.

Desde el reconocimiento se infiere que se unen eventos que vienen desde el pozo y desde el oleoducto.

El área impactada se localiza en una microcuenca, esta no ha sido caracterizada previamente de acuerdo con la información del FONAM, se evidencia actividad cinegética en el entorno del sitio, así como evidencias de contaminación superficiales muy recientes. El área está limitada por las laderas de unas colinas.

Por lo indicado en párrafos anteriores se delimitó la concentración del contaminante de acuerdo con el polígono que se observa en la Figura 3-33 y el modelo conceptual inicial de acuerdo con la Figura 3-34.

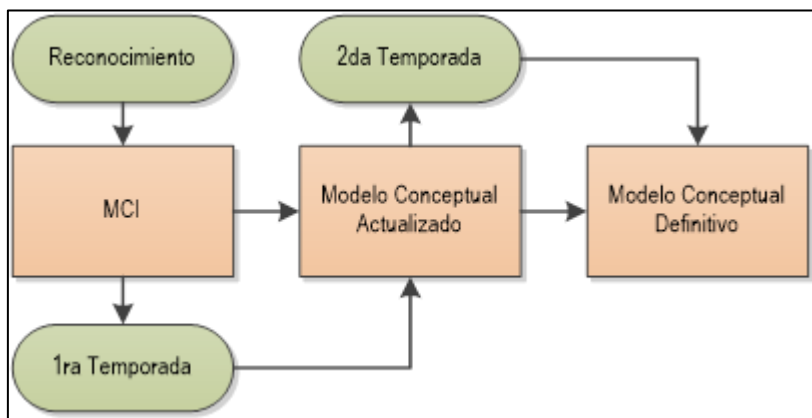
Figura 3-33 Área de potencial interés de acuerdo con el MCI



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El polígono mostrado se trata del API de acuerdo con el MCI, como primera fase que se sustenta en la salida de reconocimiento. En la Figura 3-34 se muestra un flujograma de la evolución del modelo conceptual (MC).

Figura 3-34 Proceso del modelo conceptual



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Durante la investigación se realizaron sondeos en campo cubriendo toda el área en investigación, donde se generó una incertidumbre en cuanto a la excedencia de metales en el pozo S0118-Pz₁, puesto que la proveniencia de la excedencia podía ser generada por la naturaleza del suelo.

Premisas para la actualización del modelo conceptual

La actualización del MCI se realiza con base en los resultados obtenidos de la primera época, esto implicó una ampliación del MCI presentado inicialmente. Se aplicó un ajuste en el modelo conceptual de sitios impactados de acuerdo con las siguientes premisas:

- Excedencias en valores de ECA de suelos (estándar para suelo agrícola) en los parámetros: metales pesados e hidrocarburos totales de petróleo (TPH).
- Se requiera la confirmación del modelo en sitios con excedencias en sectores que pudieran presentar incertidumbres en la dinámica de movilización o transporte de contaminantes.
- Excedencia en los estándares de calidad para sedimentos (bajo los estándares de la norma canadiense).
- Excedencias en los estándares de calidad para aguas subterráneas (bajo los estándares de la norma de Alberta-Canadá).

Para el caso del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) los resultados de laboratorio y su posterior análisis e interpretación no arrojaron evidencias que ameritasen una actualización del modelo conceptual. No obstante, sí se consideró pertinente la captación de muestras adicionales de suelos en el entorno del piezómetro. Por lo anterior, se desarrolló para la segunda época puntos de muestreo en el entorno del pozo de agua subterránea S0118-Pz₁, (para verificar si los valores de metales conseguidos en la primera época eran propios del suelo natural).

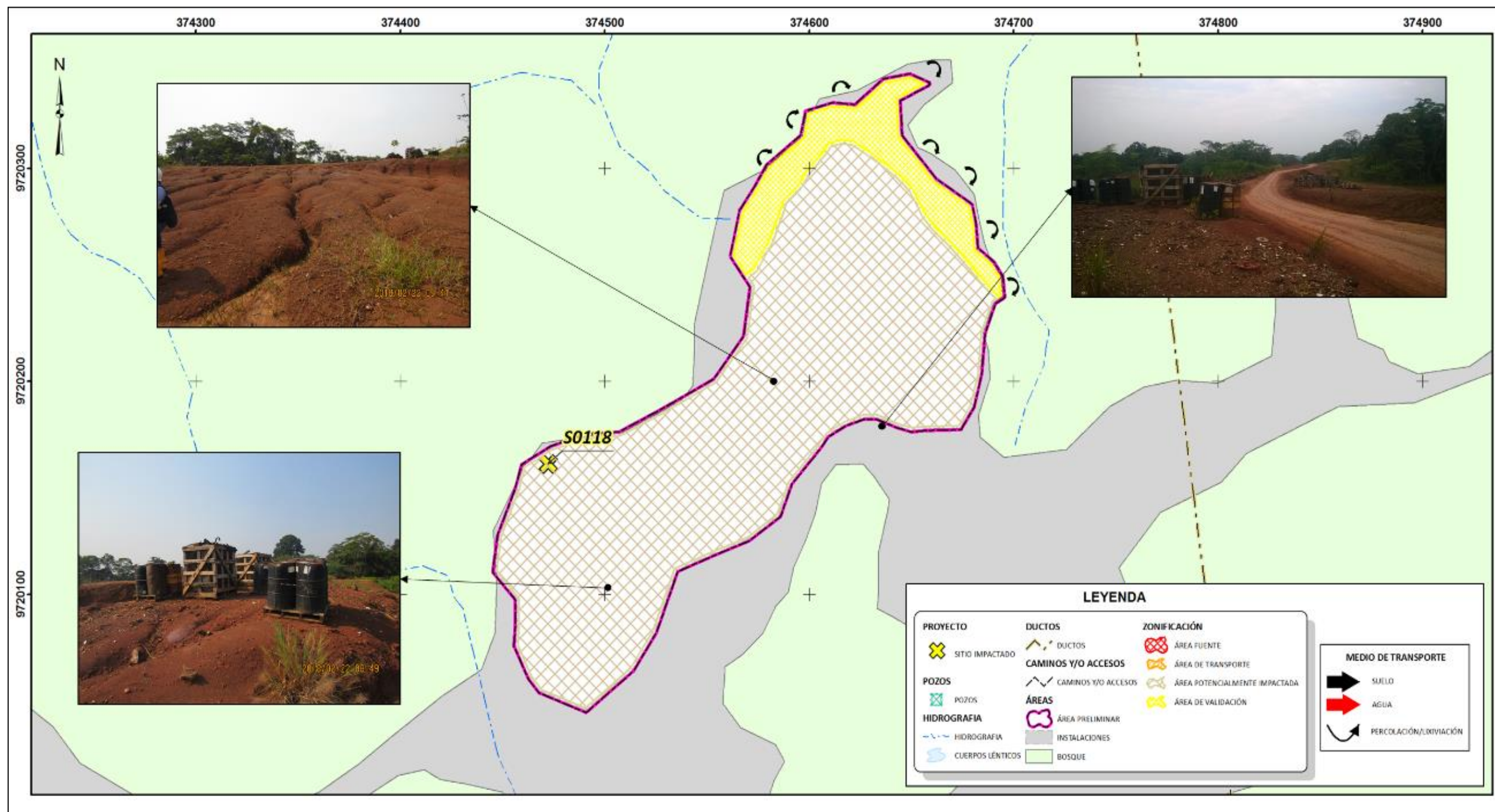
3.9.1 Fuentes de los contaminantes.

La fuente primaria es el vertedero no controlado de materiales orgánicos e inorgánicos, liberados por lixiviación e infiltración.

3.9.2 Potenciales receptores de la contaminación.

Los principales receptores son el suelo, la vegetación a lo largo del bosque secundario (área muy intervenida), y la fauna asociada a estos ecosistemas. Lo indicado se ilustra en la Figura 3-35, que modela el comportamiento/dinámica del contaminante en el sitio impactado, simulando la potencial dirección del flujo del contaminante en suelo, además del posible proceso de percolación o lixiviación.

Figura 3-35 Modelo conceptual inicial sinóptico



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.3 Potenciales rutas y vías de exposición (mecanismos de transporte).

Las potenciales rutas de exposición son la fauna por Ingestión de agua o barro y la flora por absorción por sistema radicular, en aquellas especies que toleren la absorción de dichos contaminantes diluidos en el agua presente en el suelo.

Al analizar los resultados obtenidos en cada uno de los componentes evaluados (Flora, fauna, hidrobiología, agua superficial, agua subterránea, suelos), podemos visualizar de manera concreta y objetiva el estatus de cada uno de los sitios evaluados, analizar si se logran completar vías de exposición, desde la fuente de contaminación hasta el receptor o receptores finales, es decir, las poblaciones humanas, con los riesgos que representan, de acuerdo a los usos específicos potenciales de flora, fauna terrestre y peces en cada uno de los sitios evaluados.

Cuadro 3-61 Tipos de uso/aprovechamiento de las especies de flora, fauna terrestre y peces por parte de las poblaciones locales

Componente	Tipos de uso local
Flora	Alimento
	Ornamento, adorno
	Vestimenta
	Construcción
	Pinturas
	Medicinal
Fauna	Alimento
	Medicinal
	Ornamento, adorno
	Mascotas
	Carnada
Peces	Alimento
	Ornamento, adorno

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Flora. Este sitio presenta por formación vegetal al Bosque de terrazas bajas, y el área impactada representa aproximadamente un 70 % del área total del sitio. Por ser una zona desbrozada y utilizada en muchas zonas como purma, las actividades de recolección en todo el lugar son bastante limitados. Se registró 5 especies vegetales susceptibles a uso por parte de pobladores locales; sin embargo, no se observaron indicios de recolección de especies en este sitio, lo cual significaría una baja probabilidad de exposición a contaminantes por uso de flora.

Fauna. Se registraron tres especies de fauna con potencial de uso por parte de las poblaciones cercanas. Éstas son cazadas incidentalmente; sin embargo, según los pobladores, en este sitio no se realizan actividades cinegéticas por presentar muchos indicios de contaminación. De esta se podría inferir la ausencia de una ruta de exposición completa desde la fuente contaminante hacia las poblaciones humanas.

Por otro lado, el sitio evaluado colinda con dos quebradas al este con una quebrada estacional y al oeste con una quebrada permanente, estas pudieran representar una ruta de migración de contaminantes o de exposición a contaminantes, a diferentes receptores que pueden ir desde la fauna nectónica, hasta la terrestre, como a las comunidades. No obstante, las concentraciones y ocurrencia de contaminantes son extremadamente bajas lo que dificulta esta posibilidad de migración.

3.9.4 Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro.

Migración de suelo superficial hacia aguas subterráneas, especialmente en zonas bajas donde se estima mayor tiempo de exposición al contaminante. Para los futuros planes de rehabilitación el movimiento de los metales pesados a través de las diferentes litologías producido por el flujo de agua subterránea sea en dirección sur a norte, la distancia horizontal de recorrido estará definido por el tipo de metal presente. Se estima el movimiento vertical de los metales pesado sea como máximo de 12 metros de profundidad, según los resultados de la tomografía eléctrica está presente arcillas más compactas y actúa como material impermeable.

3.9.5 Factores que modifiquen el efecto de los contaminantes sobre los receptores.

Se puede mencionar de manera general, grupos de factores que modifican el efecto de contaminantes sobre los receptores:

- **Factores que dependen del medio ambiente (exógenos o físicos)**
 - Topografía (relieve).
 - Condiciones climáticas y meteorológicas.
 - Textura, humedad y permeabilidad de los suelos.
 - Profundidad del nivel freático, distancia a cuerpos de agua superficial.
 - pH, oxígeno disuelto, dureza, potencial óxido-reducción, contenido de materia orgánica.
- **Factores propios del individuo (endógenos o biológicos)**
 - Edad, la cual influye en los factores toxicocinéticos y en las poblaciones susceptibles (ejemplo, los niños presentan tasas metabólicas más altas cuyos órganos vitales y sistemas se encuentran en desarrollo).
 - Genética particular del individuo.
 - Enfermedades (insuficiencia hepática, insuficiencia renal).
 - Otras condiciones particulares (fatiga, embarazo, lactancia).
 - Situación psicosocial (estilos de vida, actividades, alimentación, rutinas entre otros).

3.9.6 Otros factores diferentes a los contaminantes evaluados.

Durante la evaluación de la zona no se evidenciaron otros factores de estrés.

3.9.7 Resultados de campo.

En el siguiente cuadro se muestran exclusivamente los resultados de los análisis de laboratorio que exceden la norma de calidad de suelo para el Perú.

Cuadro 3-62 Resumen de excedencias de muestras de suelo (época húmeda)

Código de Muestra	Coordenadas UTM [a]		Fecha de muestreo	Arsénico	Bario Total	Cadmio	Plomo
	Este	Norte					
Unidades				mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS
Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM)				50	750	1,4	70
S0118-S001-0,60	374 467	9 720 121	11/06/2018	60,3	1837	1,2986	475
S0118-S006-0,90	374 484	9 720 106	10/06/2018	167	408,2	1,6595	797
S0118-S007-0,30	374 492	9 720 096	10/06/2018	70,1	685,9	1,3586	1151
S0118-S008-1,20	374 478	9 720 131	11/06/2018	47,3	848,8	1,1390	341
S0118-S009-0,30	374 510	9 720 139	11/06/2018	61,7	344	0,9612	450
S0118-S010-1,20	374 538	9 720 129	11/06/2018	53,6	949,7	1,2404	389

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur

Fuente: AGQ Perú SAC

Leyenda:

No excede la normativa nacional e internacional

Excede el ECA-Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-63 Resumen de excedencias de muestras de agua superficial (época húmeda)

Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	pH
		Este	Norte		
Unidades					mg/L
Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2					6,5 - 9,0
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-As001	374 463	9 720 351	13/06/2018	6,09
	S0118-As002	374 627	9 720 481	13/06/2018	5,91

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur

Leyenda:

No excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-64 Resumen de excedencias de muestras de agua superficial (época seca)

Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	pH
		Este	Norte		
Unidades					mg/L
Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2					6,5 - 9,0
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-As001	374 463	9 720 351	5/09/2018	5,4
	S0118-As002	374 627	9 720 481	5/09/2018	5,3

[a] Datum WGS 84 – Zona 18 Sur

Legenda:

No excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)
Excede el ECA-Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-65 Resumen de excedencias de muestras de sedimentos (época húmeda)

Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Cromo Total
		Este	Norte		
Unidades					mg/kg PS
Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce)					37,30
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-Sed001	374 463	9 720 351	13/06/2018	150
	S0118-Sed002	374 627	9 720 481	13/06/2018	108

Legenda:

No excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce
Excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-66 Resumen de excedencias de muestras de sedimentos (época seca)

Sitio	Código de Muestra	Coordenadas UTM ^[a]		Fecha de Muestreo	Cromo Total	Mercurio
		Este	Norte			
Unidades					mg/kg PS	mg/kg PS
Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce)					37,30	0,17
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-Sed001	374 463	9 720 351	5/09/2018	122	0,278
	S0118-Sed002	374 627	9 720 481	5/09/2018	110	0,172
	S0118-Sed003	374 749	9 720 298	5/09/2018	57,5	0,095

Legenda:

No excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce
Excede el Estándares Canadá ISQG Agua dulce

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-67 Resumen de excedencias de muestras de agua subterránea (época húmeda)

Sitio	Código de muestra	Coordenadas UTM [a]		Fecha de muestreo	pH	Aluminio	Hierro	Manganeso
		Este	Norte					
Unidades					Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L
Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines					6,5 - 9,0	0,01	0,30	0,050
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-ASub001	374 729	9 699 074	20/06/2019	5,98	1,44	1,4	0,05892

Legenda:

No excede la normativa nacional
Excede <i>Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines</i>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 3-68 Resumen de excedencias de muestras de agua subterránea (época seca)

Sitio	Código de muestra	Coordenadas UTM [a]		Fecha de muestreo	pH	Aluminio	Cobre	Cromo Total	Hierro	Manganeso	Mercurio
		Este	Norte								
Unidades					Unidades de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines					6,5 - 9,0	0,01	0,007	0,0049	0,30	0,050	0,000005
S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	S0118-ASub001	374 729	9 699 074	07/09/2018	4,92	1,92	0,0103	0,005	2	0,08058	0,00012

Legenda:

No excede la normativa nacional
Excede <i>Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines</i>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.10 Interpretación de los resultados.

A partir de los resultados de los análisis de laboratorio y de la interpretación integrada del sitio impactado en el contexto del entorno del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se generó un nuevo polígono que se muestra en la Figura 3-35. Presenta una superficie aproximada de 5,5 ha.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es un área intervenida -no natural-, cuya fisiografía actual no responde al paisaje predominante del entorno. Se caracteriza por ser una conformación de terraplén construido con material de relleno, lo cual le confiere la condición de “botadero”.

Se compone, en su extensión total de 2 áreas bien diferenciadas por el uso que se le ha dado en la disposición de materiales: (1) área de elementos inorgánicos (residuos potencialmente peligrosos) y (2) área de elementos orgánicos (básicamente “basura”).

Los suelos, aunque se trata de una porción de suelo intervenida, son predominantemente arcillosos, hasta los 2 metros de profundidad. Se caracteriza por ser lábiles a la erosión por agua, lo cual se manifiesta en cárcavas que se observan sobre el terreno. No presenta cobertura vegetal lo que hace de este terreno mucho más susceptible a la erosión. Lo anterior hace que la potencialidad de infiltración sea alta -lo cual- infiriendo un terreno no consolidado por su condición de terreno intervenido potencia la posible migración de contaminantes hacia horizontes de suelo más profundos.

Este botadero tiene una profundidad aproximada de 8-10 metros. No obstante, de acuerdo con los resultados del GPR (Ground penetration radar) la porción de terreno que compromete residuos inorgánicos o potenciales elementos contaminantes corresponde a los 2 primeros metros.

No se evidencian restos de materiales sólidos que pudieran contener contaminantes de los resultados del radar de penetración. Lo que se concluye de ese ensayo es que se trata de un terreno cuyo suelo ha sido removido.

Sin embargo, los resultados de laboratorio para muestras de suelo entre los 0 - 1,2 metros indican la presencia consistente de metales pesados: As, Ba, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn y Mn. Este hallazgo responde a prácticas no adecuadas de disposición de residuos peligrosos, ya sean químicos para la estimulación de pozos, para evitar incrustaciones o taponamientos en los pozos, aguas de producción, etc. Esto se deduce por la ocurrencia de todos estos metales en los mismos puntos y profundidades en valores altos, incluso para aquellos no normados por el ECA peruano, pero sí por normas internacionales que se han tomado como referencia (Norma de calidad ambiental-Ecuador y los ECA de suelos de Canadá). El caso del cromo total debe ser considerado. Para efectos de la normativa peruana no aparece como una excedencia. No obstante, cuando se compara con normas internacionales sí refleja valores preocupantes.

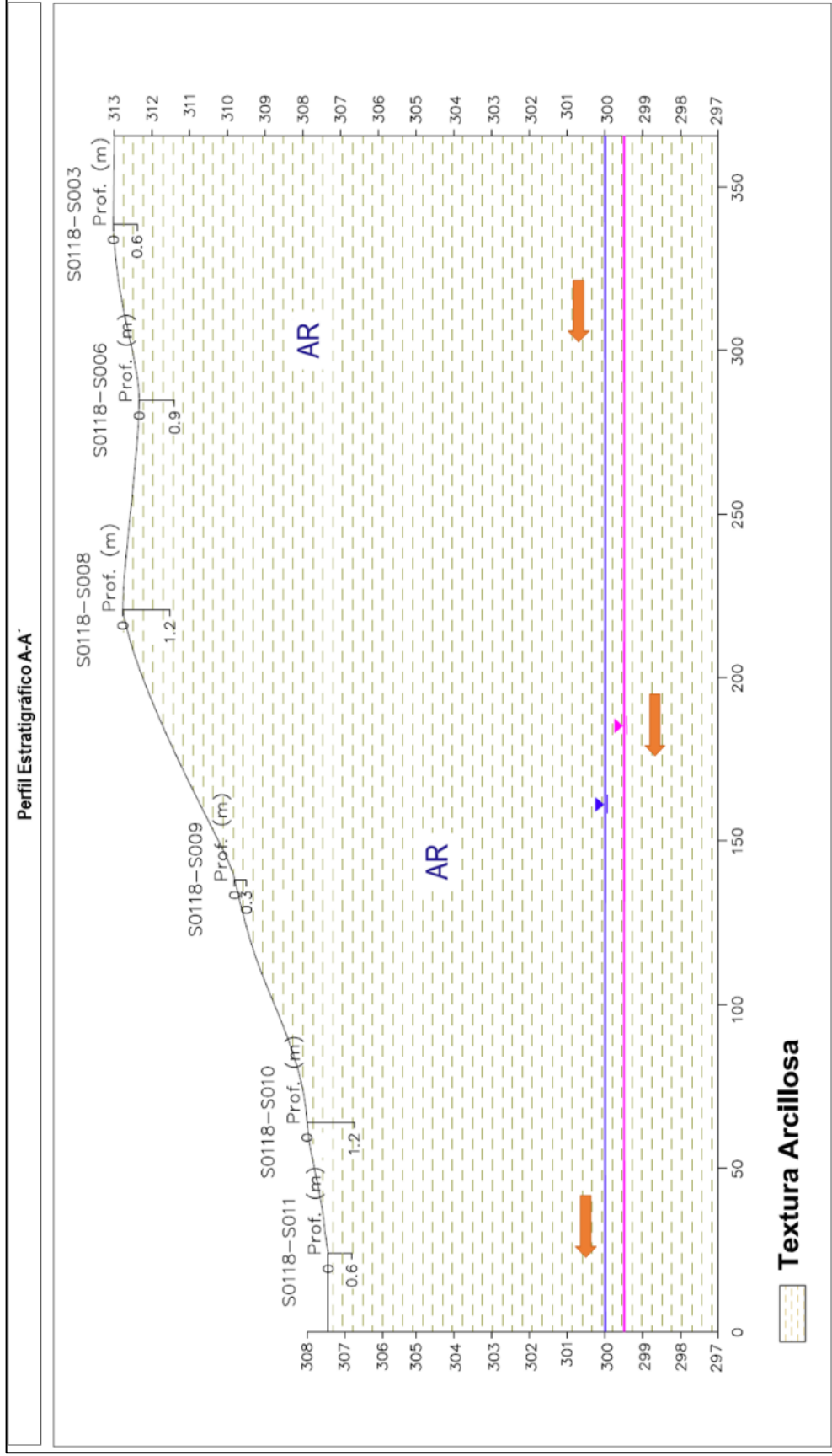
Los sedimentos sólo presentan excedencias en Cr y Hg, tanto en la estación aguas arriba como en la estación aguas abajo, para las muestras captadas en época seca (época seca) para el mercurio y para ambas épocas para el cromo total.

Las aguas subterráneas arrojan una diversidad de metales, uno de ellos relacionados con las características naturales de la región (Al). Los otros metales pudieran guardar relación con los hallazgos en suelos. El caso del Cromo es importante considerarlo. Aparece como una excedencia en las muestras de aguas subterráneas.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) presenta una dinámica de movilidad de contaminantes tanto vertical como horizontal. Los contaminantes predominantes en el sitio impactado son los metales pesados, los cuales pudieran localizarse en los primeros metros. No obstante, los resultados de sedimentos y de aguas subterráneas hacen pensar que existe una migración de estos por vía subterránea y por lavado superficial (escorrentía).

La conceptualización de la dinámica hidrogeológica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se muestra en la Figura 3-36.

Figura 3-36 Conceptualización dinámica hidrogeológica sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.10.1 Determinación de los contaminantes.

Como se presentó en el ítem 3.9.7 los resultados de campo que formaron parte de este análisis fueron aquellos que excedían los estándares de calidad ambiental nacionales e internacionales previamente acordados para este estudio. En el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se determinaron como relevantes los siguientes contaminantes:

Suelos

Arsénico	5 muestras	Textura predominante Arcillosa	Profundidad máxima 1,20 metros
Bario total	3 muestras		
Cadmio	1 muestra		
Cobre	6 muestras		
Molibdeno	Molibdeno		
Níquel	7 muestras		
Plomo	6 muestras		
Manganeso	6 muestras		
Zinc	6 muestras		
Cromo total	7 muestras		

28 muestras de suelo / 24 puntos de muestreo

Sedimentos

Cromo	5 muestras / 6 puntos	Aguas arriba y Aguas abajo
Mercurio	2 muestra / 2 puntos	

Agua superficial

No se encontraron evidencias de contaminación

Aguas subterráneas

Plomo	1 muestras / 1 puntos	Aguas abajo
Mercurio	1 muestra / 1 puntos	
Manganeso	2 muestras / 1 puntos	
Cromo	1 muestra / 1 puntos	
Cobre	1 muestra / 1 puntos	

3.10.2 Aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

Existen diversas condicionantes del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) que contribuyen a la degradación ambiental. A continuación, se mencionan los más determinantes:

- Terreno altamente intervenido.
- Exposición directa a la intemperie.
- Eventos erosivos en el terreno por escorrentía superficial.
- Alta tasa de infiltración.

- Suelo removido, alta porosidad.
- Acceso al área sin control ni seguridad.
- Pendiente del terreno hacia una vertiente.
- Presencia de metales.
- pH bajo facilita movilidad de metales
- Baja concentración de materia orgánica.
- Condición de botadero facilita las prácticas inadecuadas de disposición de material contaminado o contaminante.

Todas las características anteriores facilitan la movilidad de los metales hacia capas más profundas del subsuelo por infiltración y de allí a cuerpos de agua subterránea. Por escorrentía y lavado superficial traslada material contaminante hacia los cuerpos de agua superficiales.

3.11 Base de información en el sistema informático respectivo.

La información relacionada con el proyecto se compila en una estructura conceptualizada en dos módulos:

- Sistema de información geográfica con su base de datos asociada.
- Geodatabase o repositorio de datos (metadata).

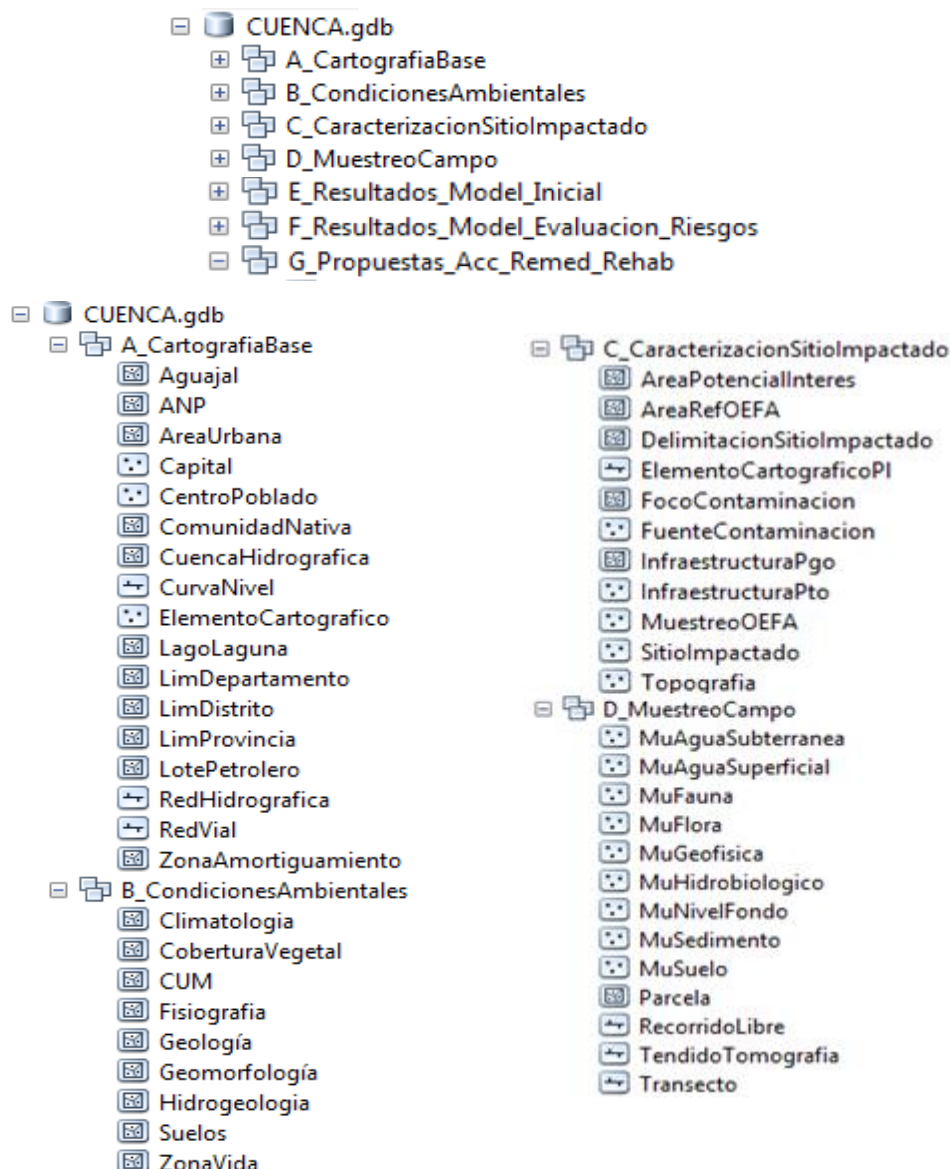
La base de información en donde se almacenará toda la información recopilada durante el desarrollo de proyecto será una **Geodatabase**, en donde se coleccionan datos espaciales, alfanuméricos y reglas de comportamiento, los cuales estarán interrelacionados.

Los **Features Dataset** son elementos lógicos que agrupa a varios **Feature Class** de la base de datos, los cuales poseen el mismo sistema de parámetros geográficos.

Los **Feature Class** son objetos que almacenan elementos geográficos que tiene un tipo de geometría (línea, punto, polígono), los cuales están compuestos por capas cartográficas y atributos.

La estructura del diseño de la **Geodatabase** de la Cuenca del río Corrientes está compuesta por siete (7) **Feature Dataset**, y estos a su vez contienen a varios **Feature Class**, que guardan toda la información alfanumérica y grafica de los elementos evaluados durante el desarrollo del proyecto.

La estructura de la **Geodatabase** de la cuenca Corrientes es la siguiente:



Es importante mencionar, que se vienen realizando los análisis y evaluación de resultados, por lo que los **Features Class** correspondientes a los ítems E, F y G, se encuentran en pleno desarrollo al momento de la presentación de este informe.

4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA^{dd}

El ERSA es un instrumento de orientación que tiene como objetivo evaluar si la contaminación existente en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) representa un riesgo para la salud humana o el ambiente, así como la determinación de los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable, en el caso aplique.

El presente ERSA se basan en los datos y resultados obtenidos en la caracterización del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) con el fin de entender las relaciones y causalidades entre la presencia de los contaminantes, las distintas rutas y vías de exposición y los efectos adversos observados en el ambiente o los efectos potenciales que puedan presentarse.

En la Figura 4-1 se presenta el diagrama de flujo de las etapas en la Evaluación de Riesgos a la Salud y Ambiente (ERSA) conforme al Anexo B de la Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y Ambiente en Sitios Contaminados (MINAM, 2015).

La evaluación de riesgos a la salud y el ambiente involucra cuatro (4) pasos básicos:

1) Definición del problema

La definición y formulación del problema se basa en la evaluación de la información contenida en la caracterización y de otros estudios disponibles.

Permite identificar los contaminantes de preocupación, potenciales receptores humanos y ecológicos e identificación de las rutas y vías de exposición, los cuales se presentan en el ítem 4.1. y 4.2.

2) Evaluación de la toxicidad

La evaluación de la toxicidad permite seleccionar los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de los contaminantes presentes en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). En esta etapa se identifica la toxicidad del contaminante o de los contaminantes a los cuales un receptor está o puede estar expuesto, identificando la correspondencia entre la cantidad del tóxico y la magnitud del efecto, concepto conocido como la relación dosis-respuesta, el desarrollo de lo descrito se presenta en el ítem 4.3.

3) Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición tiene la finalidad de determinar la magnitud, frecuencia y duración de la exposición a los contaminantes considerando las vías principales a las que los receptores están o pueden estar expuestos. La información de exposición permite el cálculo de la dosis, lo

^{dd} Los resultados de análisis de riesgo por exposición a los contaminantes no reflejen la realidad de la problemática ambiental de los pueblos indígenas locales, dado que la presente evaluación solo permite estimar el riesgo por exposición a los CP presentes en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no por exposición a todos los sitios impactados o pasivos ambientales existentes en el lote petrolero, presentando una incertidumbre porque no permite evaluar el riesgo acumulativo y sinérgico, pero sí permite plantear acciones correctivas individuales en función de los resultados, con la finalidad de reducir el impacto sinérgico y acumulativo a futuro.

que es la cantidad de contaminante que ingresa al interior del organismo por contacto con la matriz ambiental potencialmente contaminada y por la ruta de exposición correspondiente.

La evaluación de la exposición presenta una descripción del entorno de los receptores humanos (escenario humano) y del ambiente de flora y fauna (escenario ecológico).

Las principales etapas de la evaluación de la exposición son las siguientes:

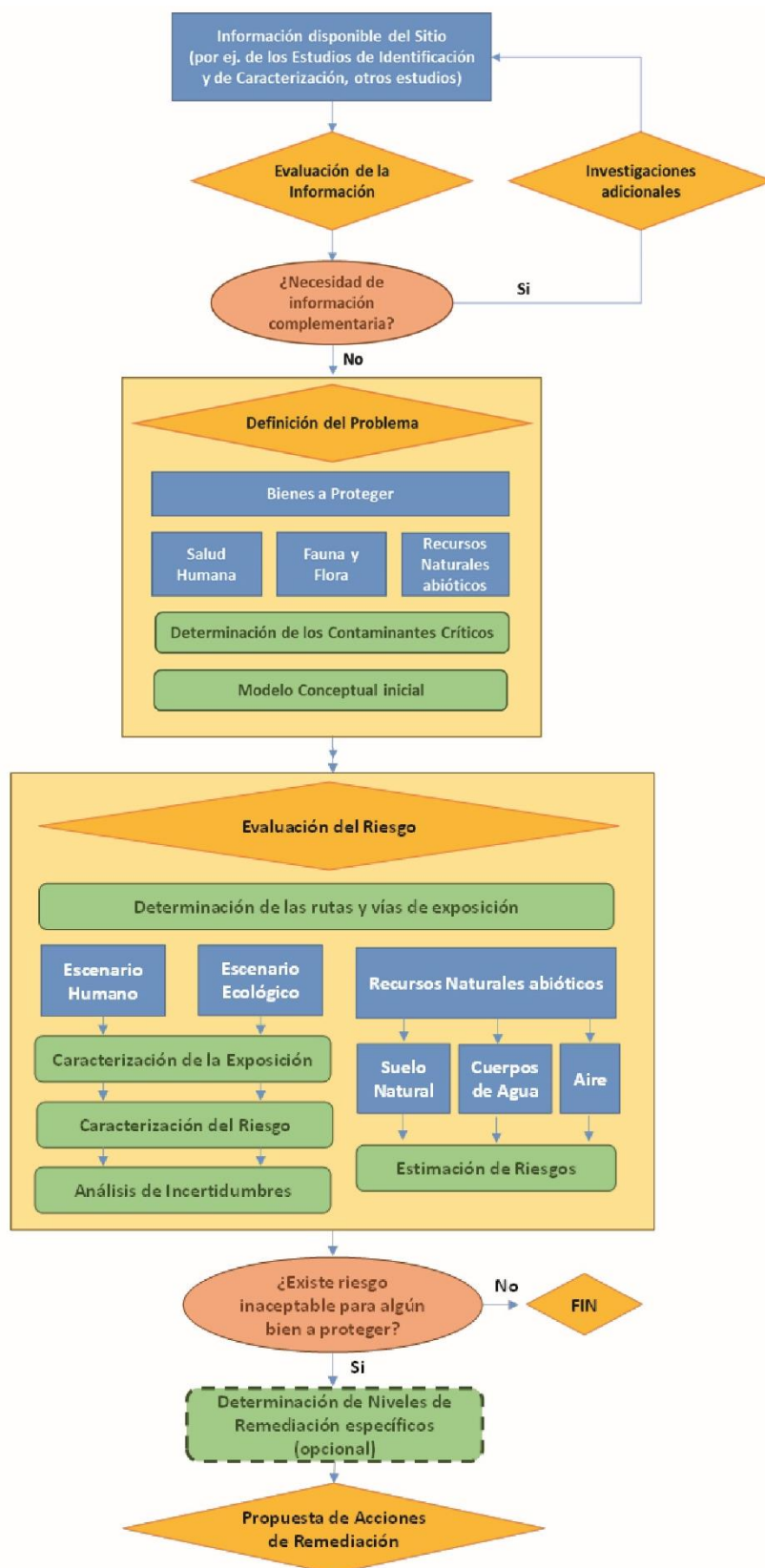
- Identificación de las rutas y vías de exposición.
- Caracterización de los receptores y escenarios de exposición.
- Selección de factores de exposición.
- Cálculo de la dosis de exposición.

El desarrollo de esta información se presenta en el ítem 4.4.

4) Caracterización del riesgo

Implica combinar el peligro, la respuesta a la dosis y las evaluaciones de exposición para describir el riesgo general que representa un contaminante (Ver Ítem 4.10.)

Figura 4-1 Diagrama de Flujo de las etapas del ERSA



Fuente: Anexo B de la Guía ERSA (MINAM, 2015)

4.1 Definición del Problema. Para los contaminantes identificados se debe evaluar:

A) Origen de la contaminación y proceso contaminante

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) compromete un área de botadero de materiales orgánicos (residuos sólidos domésticos) e inorgánicos (residuos peligrosos y material sólido inerte), con data, al menos del año 2011 (de acuerdo con las imágenes de satélite disponibles en internet). No obstante, de acuerdo con la información de los monitores ambientales de la zona, este botadero es objeto de disposición no controlada de materiales y residuos desde hace más de 10 años.

No se puede hacer referencia a fuentes directas de contaminación. Todos los elementos, materiales y residuos que se encuentran en el botadero son el resultado de prácticas inadecuadas y no controladas en el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos de la zona. La falta de controles de seguridad para el acceso al área del botadero, la no cuantificación ni caracterización de volúmenes que ingresan al botadero, así como las características propias del terreno son aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

En base a lo expuesto en los párrafos anteriores, en el Cuadro 4-1 se presentan las fuentes potenciales de contaminación en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 4-1 Fuentes potenciales de contaminación

Fuente potencial	Coordenadas UTM WGS-84		Estado	Evidencias
	Este (m)	Norte (m)		
Residuos industriales peligrosos y no peligrosos	374 488	9 720 148	Activo	Trabajo de campo durante la fase de reconocimiento. Imágenes históricas Google Earth 2011.
Sistema de tuberías de los Pozos SHIV 11 D, SHIV16 D y SHIV 04	Al este del sitio		(--)	No se evidenció <i>in situ</i>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estas fuentes son confirmadas por las imágenes históricas encontradas en el sitio, del año 2011 donde se observó un depósito superficial de residuos industriales en el área suroeste del sitio. Actualmente, dichos residuos han sido removidos en un 90 %, quedando aún desechos industriales, luego de la verificación realizada en la etapa de reconocimiento y posteriores ingresos al sitio.

B) Características generales naturales del sitio

En el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) geológicamente tiene como basamento lo sedimentos de la formación Ipururo donde la litología varía entre areniscas y arcillitas, y superficialmente corresponde a una litología de los cuaternarios antiguos y recientes, compuesta por limo-arenas, limos, arcillas con escasa consolidación e inconsolidadas.

Cabe señalar, que este sitio ha tenido alta intervención antrópica, básicamente por remoción y mezcla de suelo del sitio durante su uso como botadero. Esto ha significado que el suelo tenga comportamiento similar hasta una profundidad aproximada de 5,5 m donde se identifica suelo de origen natural.

Hidrogeológicamente, el flujo del agua subterránea se da en un medio poroso, el cual está controlado básicamente por las características detríticas de la zona, con una litología detrítica que domina el movimiento del flujo subterráneo. La característica detrítica fue comprobada en campo (sondeos manuales) y con los resultados de laboratorio (granulometría).

La morfología de las profundidades del nivel del agua subterránea y la dirección de flujo fue determinado a través del monitoreo del nivel freático del piezómetro en las campañas de campo realizadas en junio/julio y setiembre del 2018 (se observó una fluctuación del nivel dependiendo de la época del año), y con el análisis indirecto de los resultados de tomografía eléctrica (la diferencia de la resistividades eléctricas establecidas por los cuerpos, se puede inferir la litología y las zonas favorables para la instalación de los piezómetros) y los sondeos manuales realizados.

Para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) la profundidad del agua subterránea es mayor a los quince (15) metros y la dirección de flujo del agua subterránea es suroeste – noreste hacia la quebrada estacional que se encuentra cercana.

El área de estudio del sitio se localiza en la región Nor Occidental Amazónica, caracterizado por presentar bosques de terrazas bajas, medias y altas, colinas bajas y altas según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015) y pertenecen a la ecorregión denominada Selva Baja.

C) Caracterización de la contaminación

En esta sección, se presentan los resultados analizados de las muestras de suelo, sedimentos, agua superficial, agua subterránea e hidrobiología, realizados en la fase de caracterización del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) para ambas épocas y siguiendo lo estipulado en el Plan de Muestreo. El detalle de la cantidad de muestras tomadas para cada componente ambiental se menciona en la siguiente tabla:

Cuadro 4-2 Número de muestras tomadas en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - Ambas épocas

Sector	Sitio OEFA	N° Muestras de suelo (*)	N° Muestras de sedimentos	N° Muestras de agua superficial	N° Muestras agua subterránea	N° Muestras de peces
SECTOR 1	S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	28	6	4	2	-

(*) Incluye las muestras de nivel de fondo

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Descripción de resultados en suelo

Se analizaron 28 muestras de suelo, de las cuales 26 muestras se captaron en época húmeda y 2 en época seca. Los sitios de ubicación de muestras de suelo no coinciden entre épocas, ya que no son comparativos, sino complementarios.

Los resultados fueron comparados con el ECA para suelos de uso agrícola cuyo análisis se presenta más adelante. Es preciso mencionar que, de manera orientativa los resultados de metales fueron comparados con normas internacionales (Soil Quality Guidelines for the

Environmental and Human Health, Category Agricultural), sin embargo; se aclara que son estándares utilizados en regiones donde las condiciones climáticas, ecosistemas, tipos de bosque y suelos, distan mucho de los existentes en la selva amazónica peruana. Siendo así, se encontraron valores que no superan los estándares de la Norma Internacional en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) para el Co y Tl mientras que, el Cu, Cr, Mo, Ni, Pb y Zn, si lo superan.

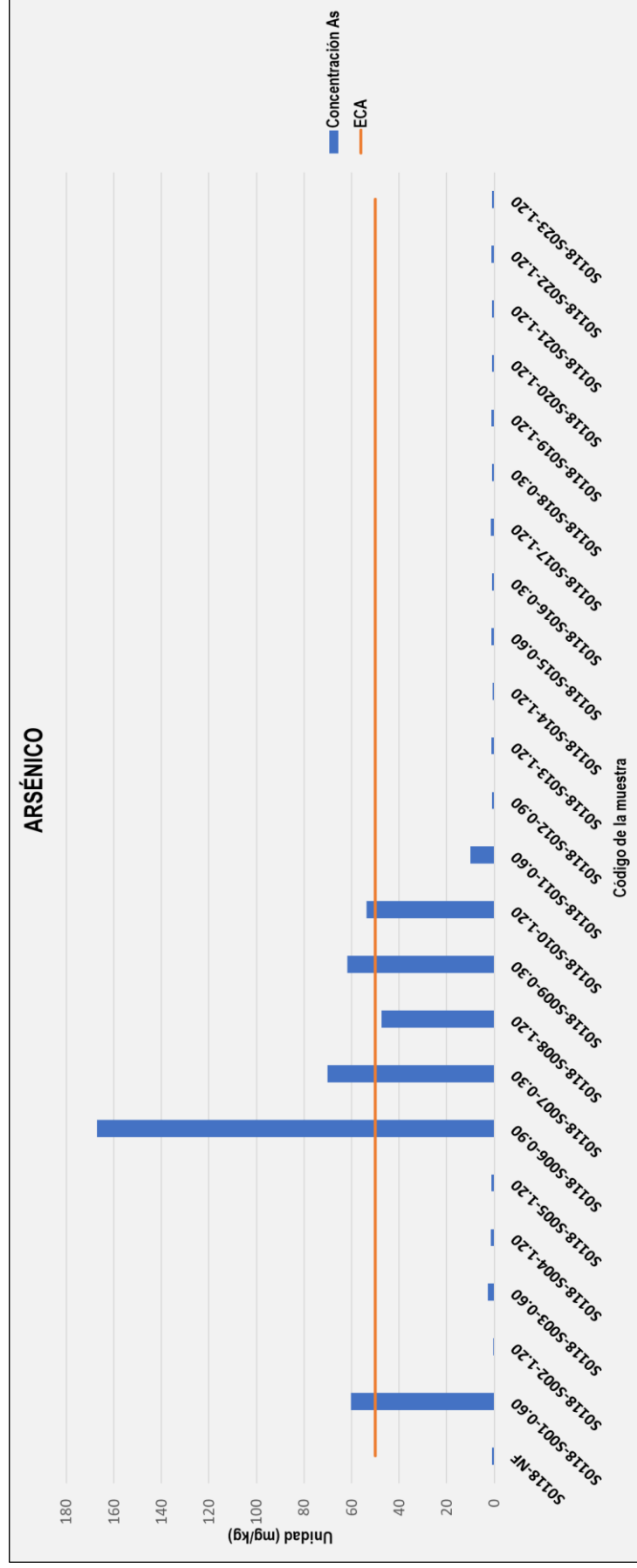
A continuación, se presentan los compuestos que excedieron los ECA para suelos de uso agrícola, se precia que para Cromo total el valor es comparado con el estándar de la categoría para suelos de uso residencial, debido que dicho parámetro no tiene estándar para uso agrícola.

Según los resultados de los análisis de laboratorio se pudo interpretar lo siguiente:

- La fracción de hidrocarburo F2 y F3 no registra excedencia al ECA para suelo de uso agrícola (1200,0 mg/kg).

- El arsénico total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (50,0 mg/kg) en cinco (5) muestras de suelo obtenidas en época húmeda:

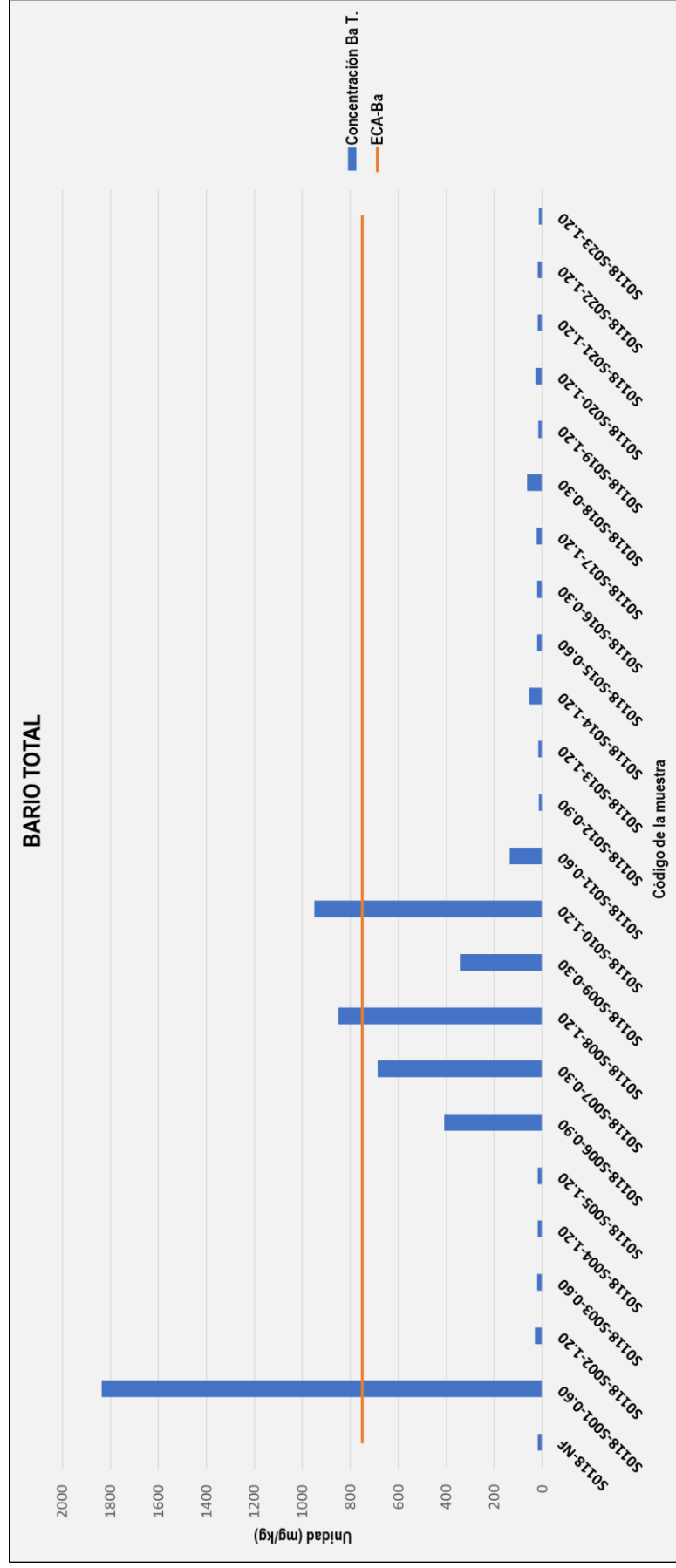
Gráfico 4-1 Excedencia de concentración de Arsénico - Época húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El bario total fue detectado excediendo el ECA para suelo de uso agrícola (750,0 mg/kg) en tres (3) muestras de suelo obtenidas en época húmeda:

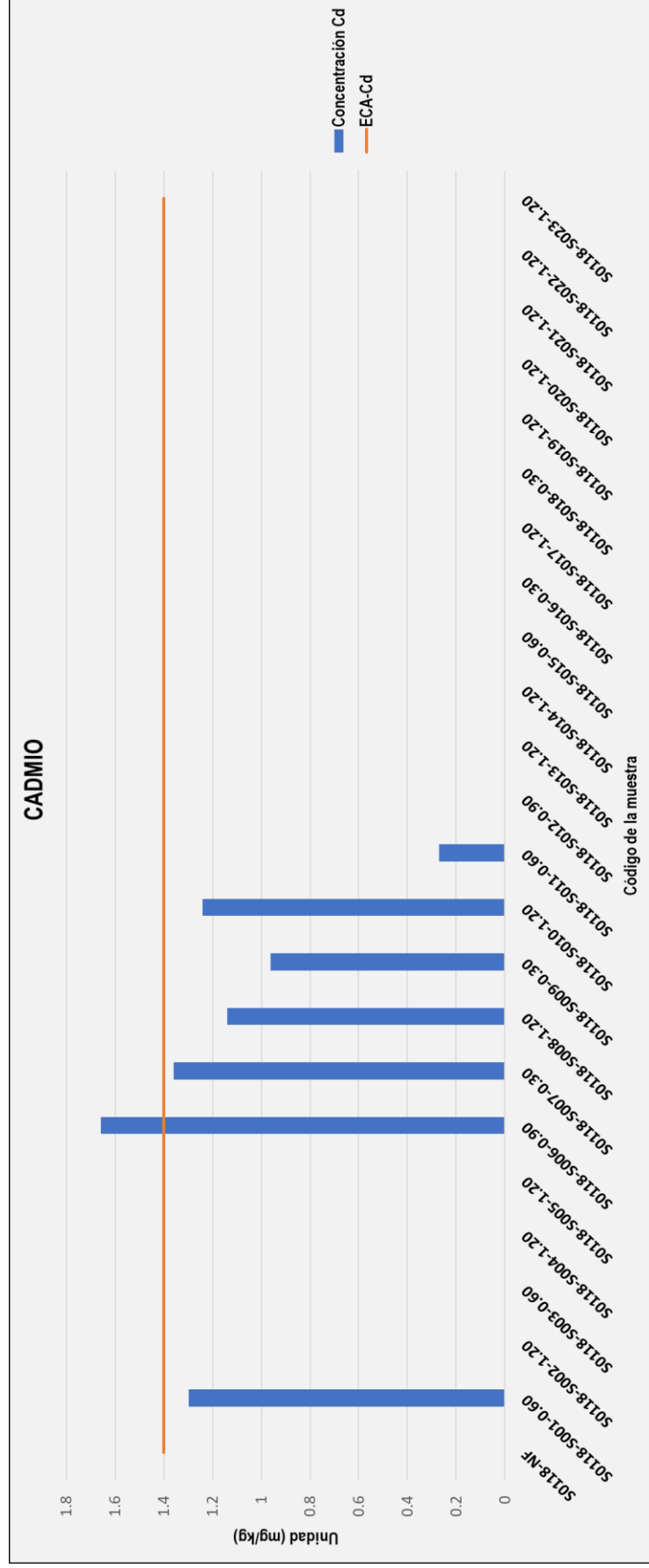
Gráfico 4-2 Excedencia de concentración de Bario Total - Época húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El cadmio total registra excedencia el ECA para suelo de uso agrícola (1,4 mg/kg) en una (1) muestra de suelo obtenida en época húmeda:

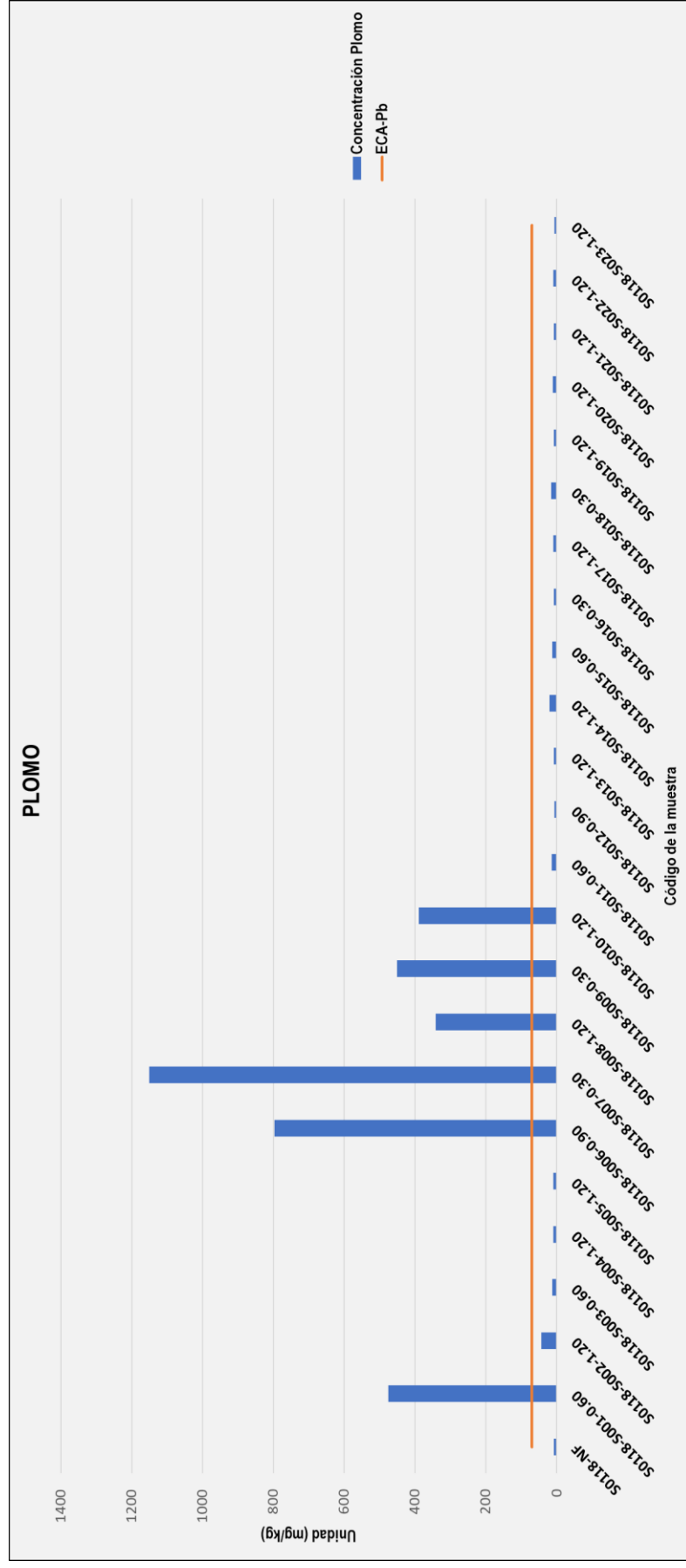
Gráfico 4-3 Excedencia de concentración de Cadmio - Época húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- El plomo total registra excedencia el ECA para suelo de uso agrícola (70,0 mg/kg) en seis (6) muestras de suelo obtenidas en época húmeda:

Gráfico 4-4 Excedencia de concentración de Plomo - Época húmeda

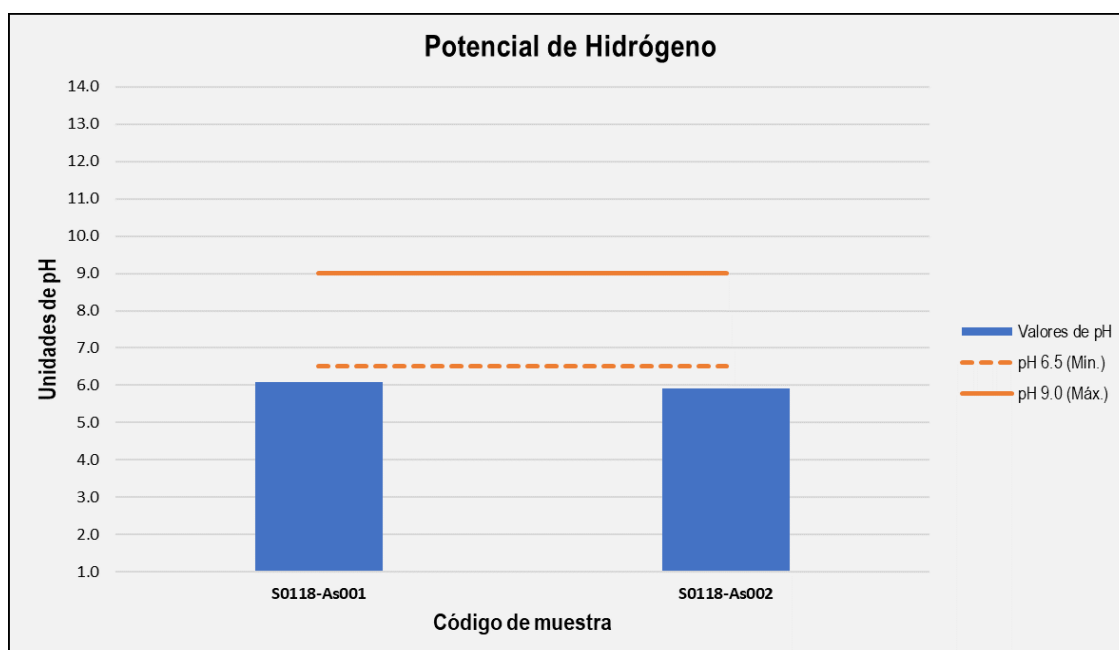


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Descripción de resultados de agua superficial

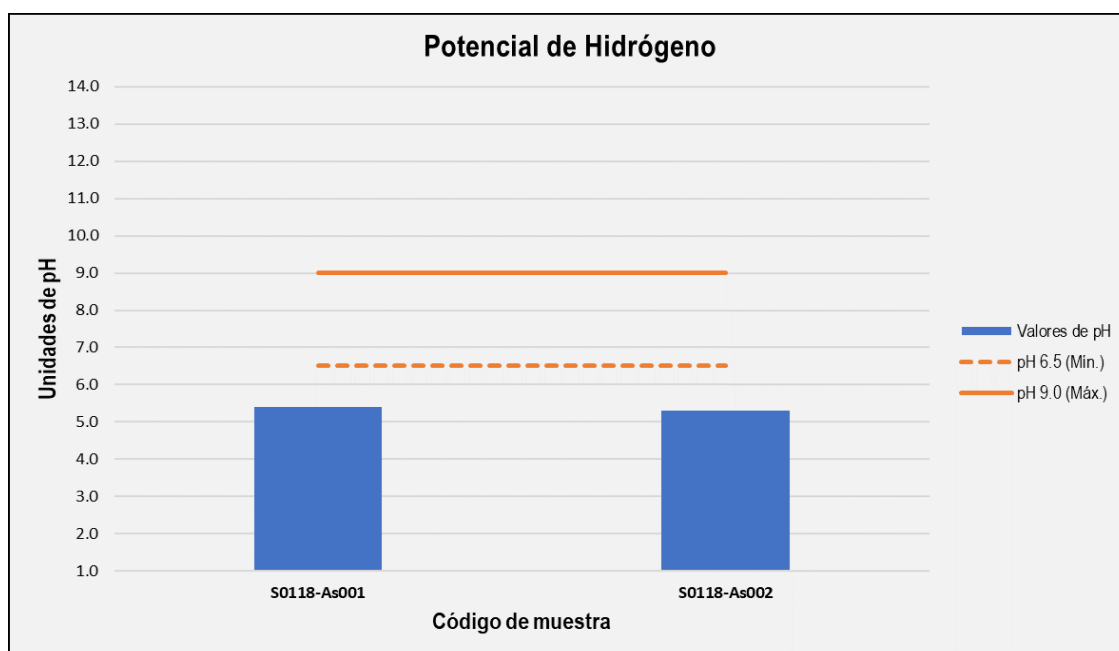
Los parámetros a analizar serán los que superen o se encuentren fuera de los rangos de valores establecidos en el estándar de calidad regulado por el ECA-Agua (D. S. N° 004-2017-MINAM). Siendo así, el pH fue detectado fuera del rango del ECA para agua (6,5-9,0 unidades de pH) en las dos (2) muestras de ambas épocas siendo las estaciones: aguas arriba y aguas abajo del sitio.

Gráfico 4-5 Valores fuera de rango para pH - Época húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Gráfico 4-6 Valores fuera de rango para pH - Época seca



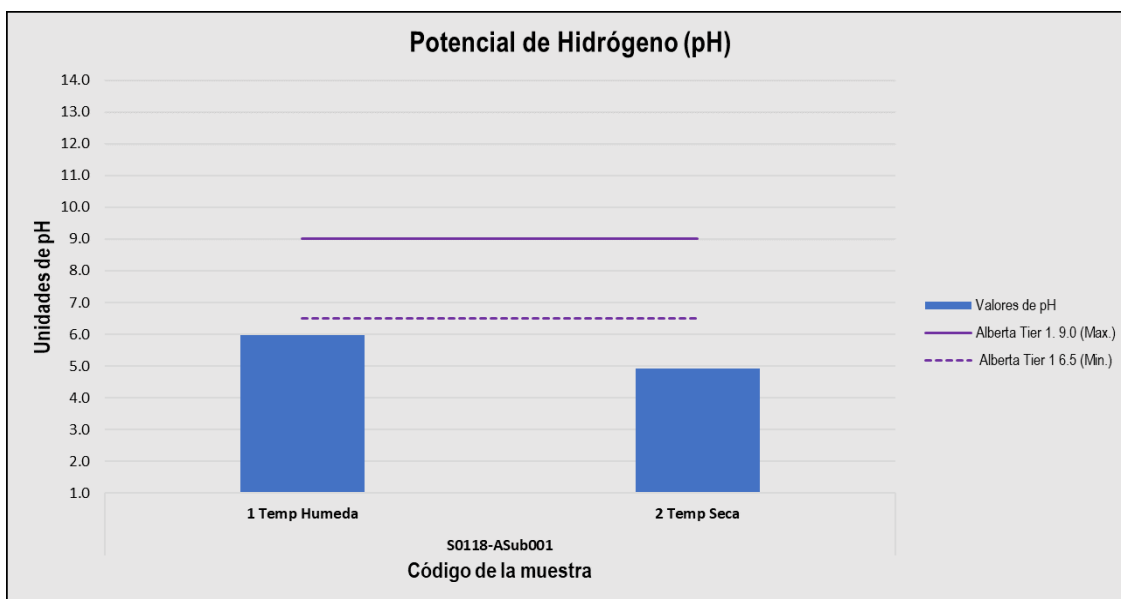
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Descripción de resultados de agua subterránea

Los parámetros para analizar serán los que superen los estándares de calidad regulados por el Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines de Canadá:

El pH fue detectado fuera del rango del Alberta Canadá para agua (6,5-9,0 unidades de pH) en una (1) muestra de ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.

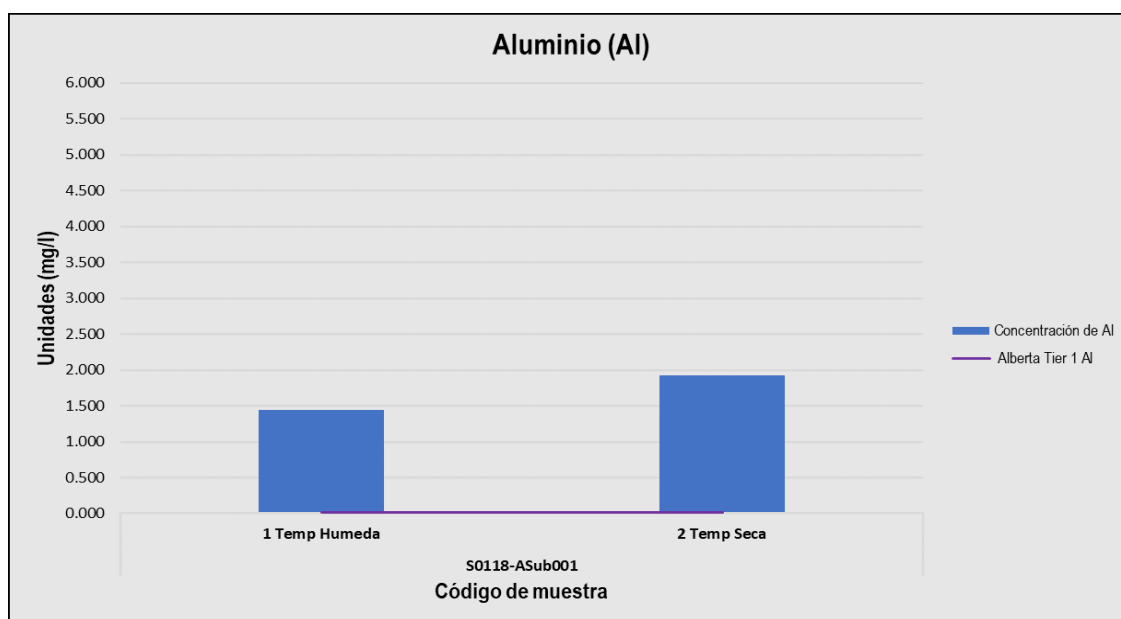
Gráfico 4-7 Valores fuera de rango para pH - Ambas épocas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Aluminio fue detectado por encima del valor establecido por Alberta Canadá (0,01 mg/l) en una (1) muestra en ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.

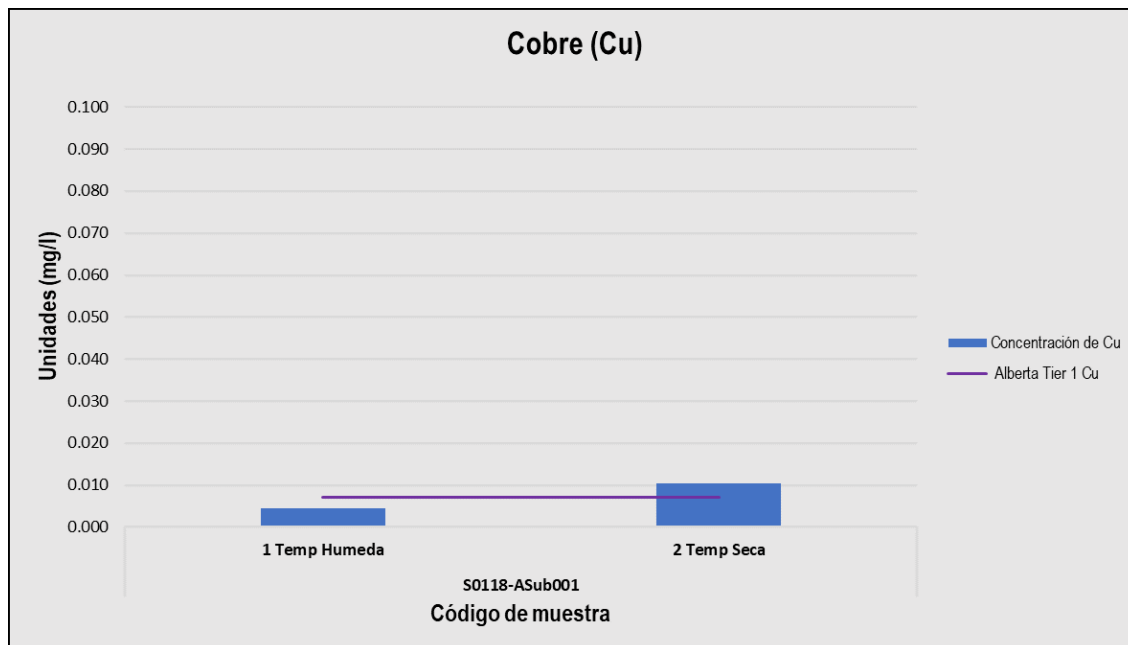
Gráfico 4-8 Excedencias de Aluminio - Ambas épocas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Cobre fue detectado por encima del valor establecido por Alberta Canadá (0,007 mg/l) en una (1) muestra en la época seca, siendo la estación: S0118-ASub001.

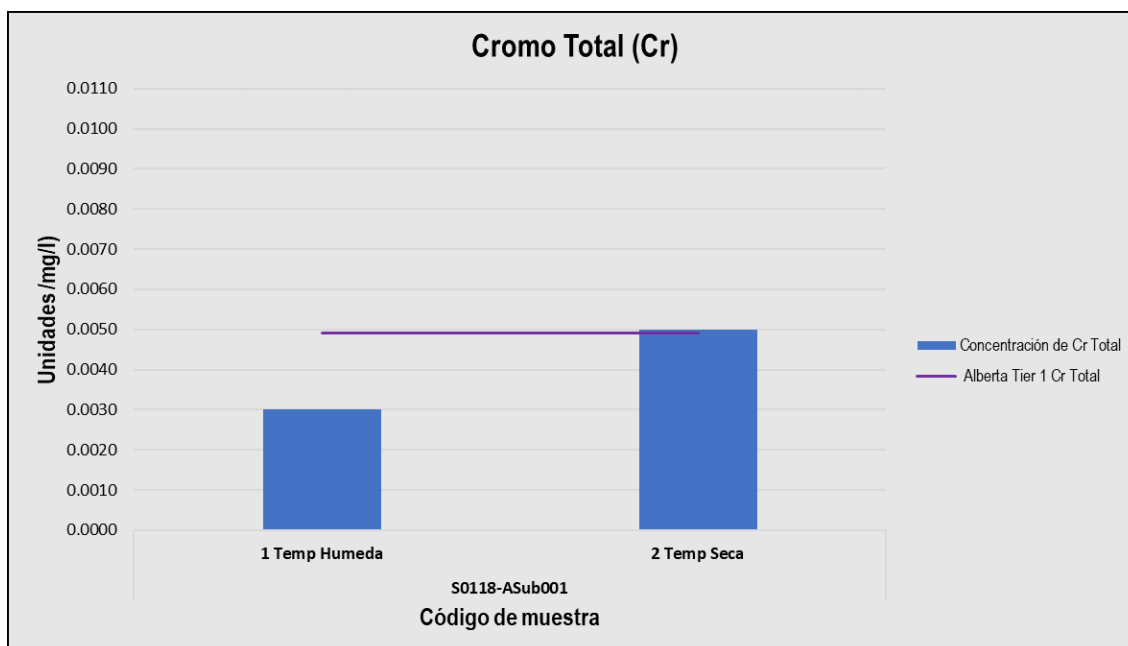
Gráfico 4-9 Excedencia de Cobre - Época seca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Cromo Total fue detectado por encima del valor establecido por Alberta Canadá (0,0049 mg/l) en una (1) muestra en la época seca, siendo la estación: S0118-ASub001.

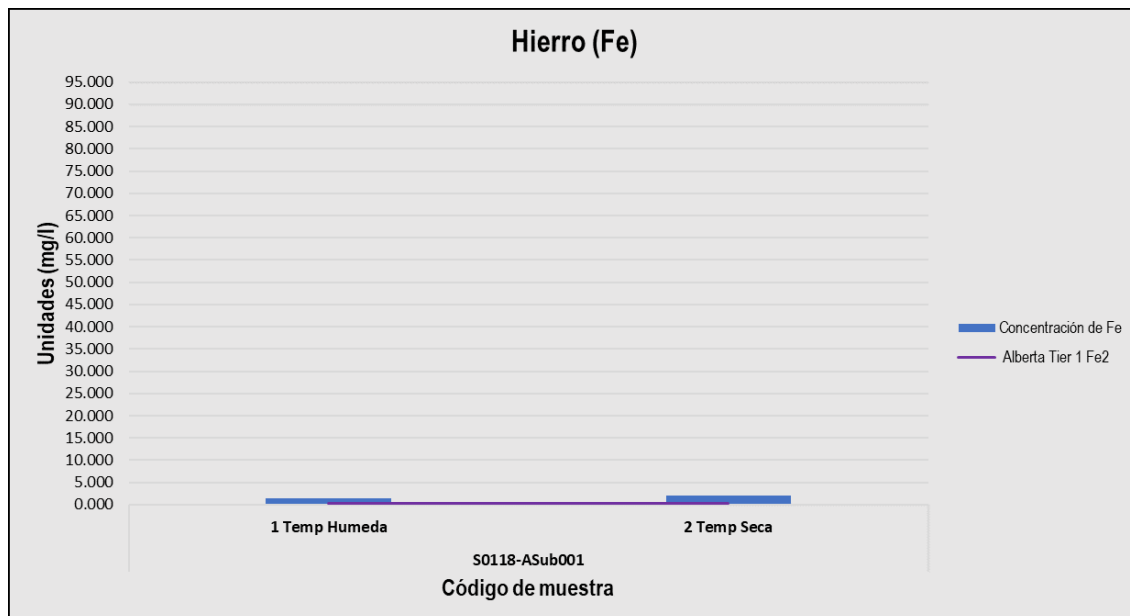
Gráfico 4-10 Excedencia de Cromo Total - Época seca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Hierro fue detectado por encima del valor establecido por Alberta Canadá (0,3 mg/l) en una (1) muestra en ambas épocas, siendo la estación: S0118-ASub001.

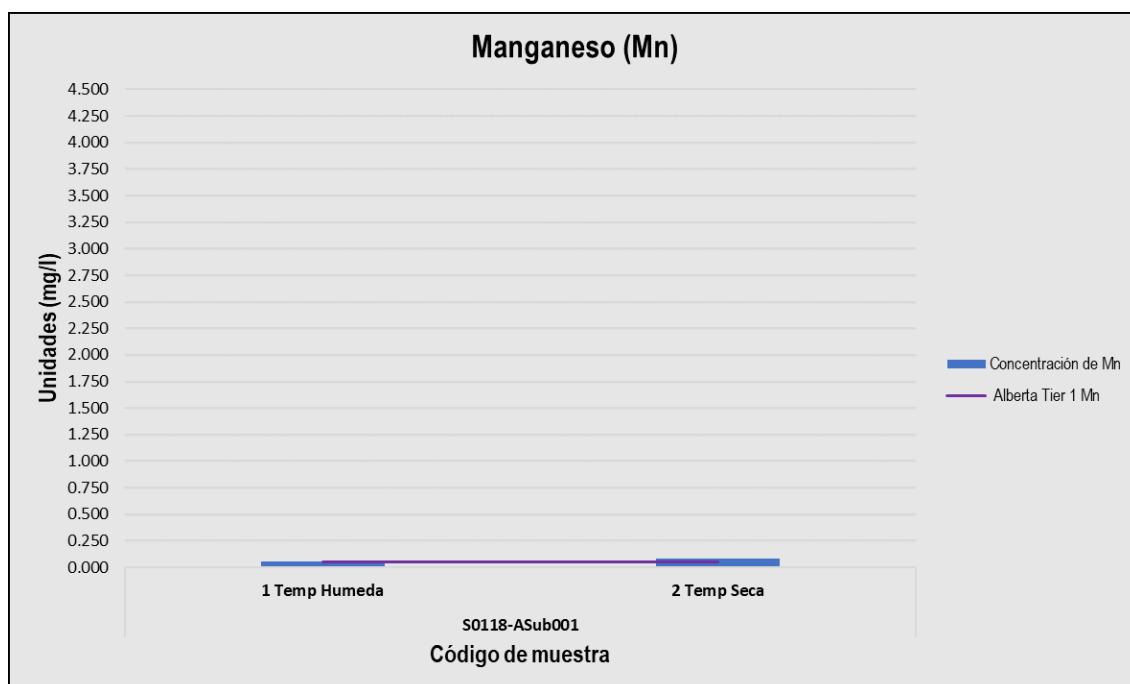
Gráfico 4-11 Excedencias de Hierro - Ambas épocas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Manganeseo fue detectado por encima del valor establecido por Alberta Canadá (0,05 mg/l) en una (1) muestra en la ambas húmeda, siendo la estación: S0118-ASub001.

Gráfico 4-12 Excedencias de Manganeseo - Ambas épocas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

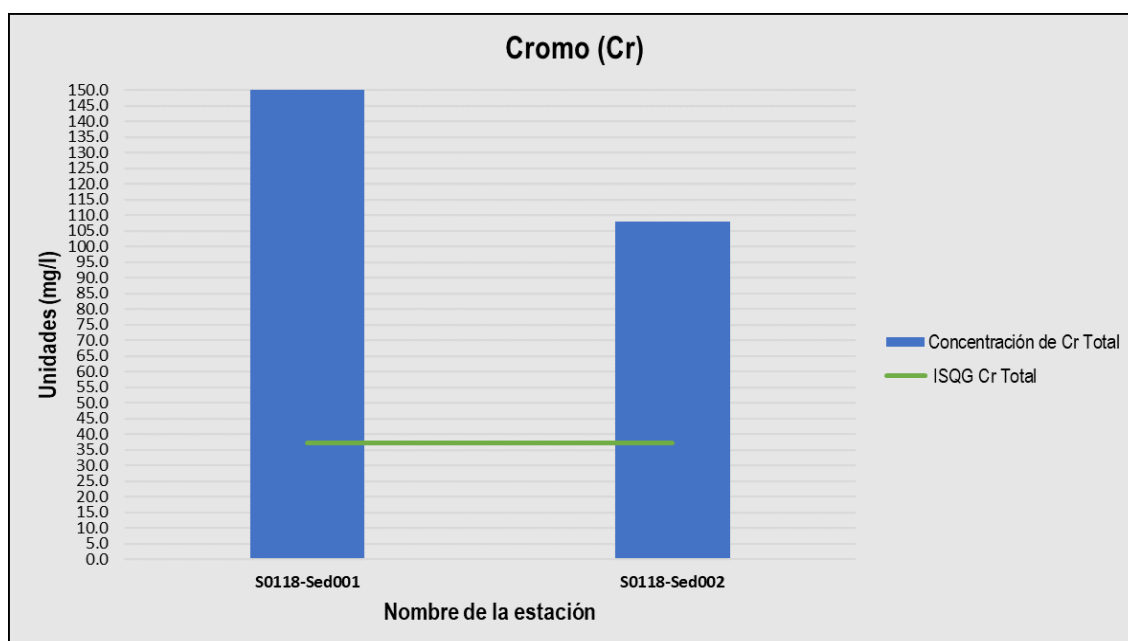
La presencia de los metales (Al, Cr, Fe, Mn y Zn) en las aguas subterráneas puede deberse por la concentración de estos metales que están presentes en el suelo sea de manera natural, y producto de la lixiviación con el flujo de agua subterránea estén afectando a la calidad de la misma.

- **Descripción de resultados de sedimentos**

Los parámetros a analizar serán los que superen los estándares de calidad regulados por el Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISQG Agua dulce):

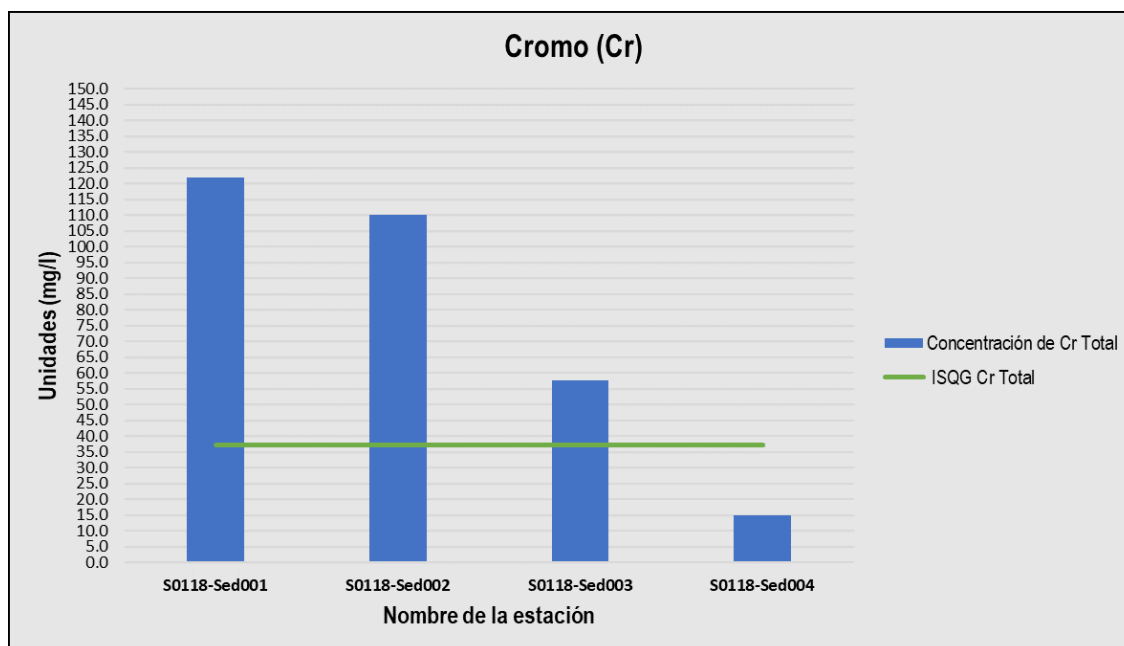
El cromo total fue detectado por encima de los Estándares de Canadá (37,30 mg/kg) en tres (3) muestras, siendo las estaciones: S0118-Sed001 (ambas épocas), S0118-Sed002 (ambas épocas) y S0118-Sed003 (época seca).

Gráfico 4-13 Excedencias de Cromo - Época húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

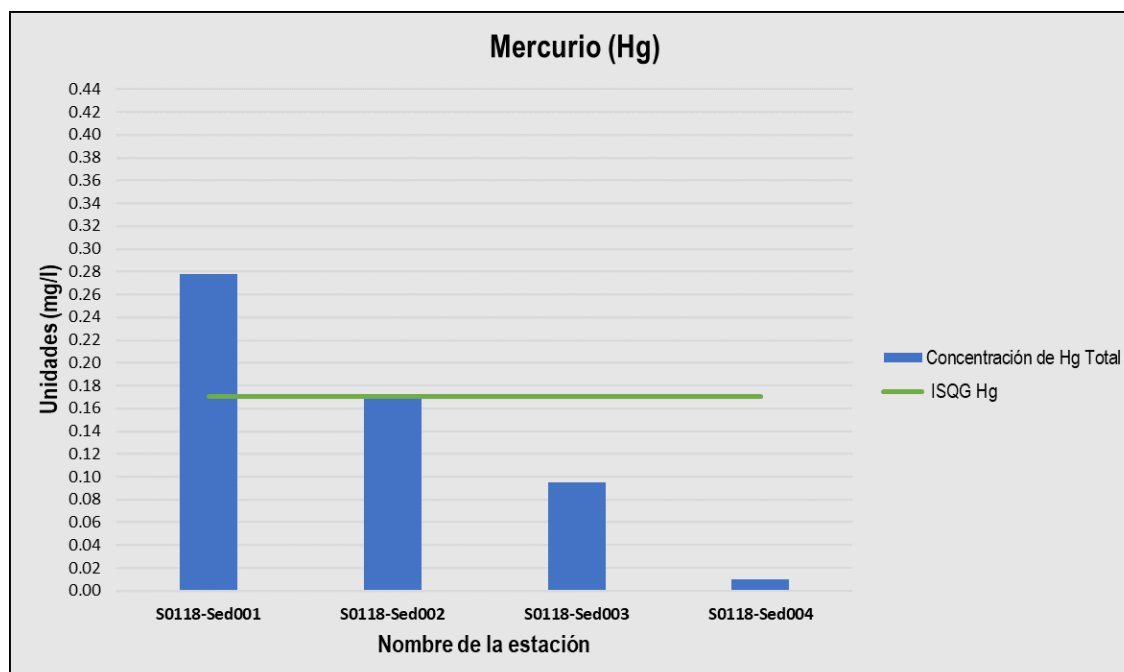
Gráfico 4-14 Excedencias de Cromo - Época seca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mercurio total fue detectado fuera del rango de los Estándares Canadá de sedimentos (0,17 mg/kg) en dos (2) muestras en la época seca, siendo las estaciones: S0118-Sed001 y S0118-Sed002.

Gráfico 4-15 Excedencias de Mercurio - Época seca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El cromo total se presenta de manera natural en el terreno tal como se observan en los resultados en las muestras de suelos, producto de la erosión del terreno por las precipitaciones se concentra en las quebradas cercanas del área impactada.

El mercurio se presenta solo se presenta en la época húmeda donde las precipitaciones bajan originando se concentre más en las quebradas. El mercurio está presente en el suelo en bajas concentraciones.

D) Evaluación de la información

La evaluación de la información de sitios contaminados involucró el uso de referentes normativos nacionales e internacionales; además de un intenso trabajo de campo que permiten definir las características de los escenarios de exposición, las variables antropométricas nacionales, patrones de consumo de la población en el área de influencia y características propias del suelo; incluyendo las concentraciones de una gran gama de contaminantes monitoreados, para así contar con información suficiente para definir un escenario de exposición más cercano a la realidad.

En una etapa inicial, la información recopilada en campo es procesada para ser comparada con unos niveles de referencia (ECA o estándares nacionales y/o internacionales) que permiten evaluar si existe un problema en el sitio. Posteriormente gracias a la información recopilada en campo, se calculan unos niveles de remediación que son valores de concentración característicos de cada sustancia en escenarios de exposición definidos y se calculan con base en una metodología denominada Risk Based Corrective Action (RBCA) o acciones correctivas basadas en riesgo y más conocida como metodología RBCA por sus siglas en inglés.

Antes de entrar en detalle de la metodología RBCA, es preciso indicar que esta metodología se basa en la determinación de un “riesgo aceptable”, teniendo en cuenta la exposición de los humanos y otros receptores sensibles a los medios afectados por presencia de compuestos de preocupación. Por otro lado, el riesgo es la medida de la probabilidad de que una sustancia peligrosa pueda ocasionar un daño a la salud o al ambiente (USEPA, 2018).

En el ámbito medioambiental se ha implementado una herramienta conocida como análisis de riesgo que permite, en principio, priorizar la magnitud del riesgo para así poder tomar una decisión e intervenir prioritariamente un evento antes que otro medido. Este análisis de riesgos es una herramienta muy versátil, la cual permite por un lado determinar las concentraciones de contaminantes en suelo necesarias para que este riesgo no exceda; y por el otro lado, determinar el nivel de riesgo con base en mediciones hechas en campo para contaminantes ambientales en suelo.

La metodología RBCA entonces, se basa en los principios de análisis de riesgos y consecuentemente se basa en principios científicos y de información de esta misma índole validada por pares alrededor del mundo. Agencias internacionales como USEPA y OMS (Organización Mundial de la Salud) han desarrollado un amplio número de estudios para determinar la toxicidad de sustancias de interés toxicológico para el medio ambiente y la calidad de vida de sus receptores, para poder así determinar cuál es el nivel de riesgo aceptable para las diferentes poblaciones a proteger.

Aunque se habla de un gran número de sustancias químicas evaluadas desde el punto de vista toxicológico, estas básicamente pueden dividirse en cancerígenas y no cancerígenas. En la metodología RBCA, para las sustancias cancerígenas se fija un límite de riesgo aceptable denominado riesgo objetivo o TR (Target Risk) por sus siglas en inglés, mientras para las

sustancias no cancerígenas, el riesgo se mide como un cociente denominado coeficiente de peligrosidad o HQ (Hazard Quotient) por sus siglas en inglés.

En las guías ASTM E1739 - 95(2015) se define el TR como un valor entre 0 y 10-4, 10-5 o 10-6 con un trasfondo estadístico, donde su significado se relaciona con cuántos casos de cáncer sobre ese umbral se consideran aceptables, diferentes de las causas comunes (cigarrillo, radiación, entre otros) y atribuibles a la exposición a esta sustancia particular. Para este caso específico, las guías ERSa establecen un TR de 10-5.

Para el caso de las sustancias no cancerígenas y su coeficiente de peligrosidad, las mismas guías definen este como un valor entre cero y N, correspondiente al cociente entre el valor de la exposición medida a un contaminante químico y la dosis de referencia del mismo, siendo entonces que un valor de 1 corresponde a un escenario donde la exposición medioambiental es igual a la dosis de referencia, cualquier valor superior a 1, se considera de especial atención ya que la probabilidad de que ocurran efectos indeseados se puede ver aumentada.

Es importante resaltar que el HQ=1 es un valor conservador ya que se está asumiendo que hay una absorción completa del contaminante por todas las vías, situación que se considera el peor escenario, por lo que se recomienda refinar la evaluación de exposición en estos casos, introduciendo variables cuantificadas y no por defecto.

Siendo la metodología RBCA el resultado del análisis de estudios preliminares medioambientales con herramientas de evaluación de riesgo basadas en los límites de exposición a contaminantes derivados de estudios toxicológicos revisados por pares, esta se desarrolla metodológicamente de forma escalonada debido a las implicaciones de costos, es así como las guías ASTM E1739 - 95(2015) establecen entonces un camino de seis (6) pasos para la evaluación de riesgo a saber:

- **Evaluación preliminar del sitio contaminado**

Se definen los contaminantes de interés, los posibles impactos ambientales, tipos de receptores y vías de transporte de contaminantes importantes.

- **Clasificación del sitio de acuerdo con su urgencia de intervención**

Como indica su nombre, en esta etapa se hace una clasificación de la urgencia de la intervención en los casos donde haya varios sitios contaminados, en caso de ser un solo sitio este paso podría obviarse.

- **TIER I**

En este paso se utiliza niveles de referencia para los diferentes contaminantes y simplemente se hace una comparación, siendo la conclusión de este análisis si los niveles encontrados exceden o no los niveles de referencia. En caso de que los valores medidos sean inferiores al nivel de referencia establecido, la autoridad competente debe cerrar el caso, de lo contrario se pasa a TIER II.

- **TIER II**

En esta etapa de la evaluación es posible determinar los niveles de remediación específicos del sitio por inclusión de nuevos datos reales medidos en campo. En los niveles de análisis TIER I y TIER II se usan los mismos niveles de riesgo; ya sea el TR o el HQ pero la diferencia es, como se expresó anteriormente, que se introducen valores obtenidos de investigaciones realizadas en el sitio para minimizar la incertidumbre. Generalmente en el TIER II se usan las mismas ecuaciones genéricas usadas para el cálculo de los mismo de los niveles de referencia (por ejemplo, los Soil Screening levels de la USEPA) donde se sustituye la información genérica por una más real;

comúnmente se usan modelos de dispersión o transporte y destino de contaminantes en esta etapa.

- **TIER III**

En esta etapa se hace uso de una evaluación probabilística dejando a un lado la estocástica o determinista, lo que hace que el nivel de complejidad del análisis aumente, lo anterior aunado al uso de modelos de transporte de contaminantes más complejos y detallados que se ven reflejados en el costo de la operación. Además de la medición de parámetros de campo más específicos que los desarrollados en el TIER II. En esta etapa comúnmente se puede hacer una evaluación de costo-beneficio en la medida en que a veces las acciones para realizar una remediación pueden ser más económicas que las de la evaluación misma.

- **Acción correctiva**

Esta es la última etapa de la metodología RBCA y permite un manejo costo-eficiencia en el alcance de los niveles de remediación calculados para que el sitio objeto de análisis entre en cumplimiento normativo y represente un riesgo aceptable por exposición de los receptores identificados como prioritarios.

Para esto, se debe establecer un plan de reducción de la contaminación presente igual o menor al nivel definido como objetivo de remediación. Como consecuencia de la rigurosidad de la metodología, el uso de información científica evaluada por pares y modelos de dispersión de contaminantes y probabilísticos, la metodología RBCA es considerada suficientemente robusta para la toma de decisiones de control y regulatorias.

4.2 Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial.

4.2.1 Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP).

Los Contaminantes de Preocupación (CP) vienen a ser aquellos elementos y/o compuestos químicos los cuales cuentan con el potencial de generar efectos sobre la salud humana y/o al ambiente (receptores), siempre y cuando estos receptores entren en contacto con el sitio contaminado. En este sentido, para poder definir dichos contaminantes en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se ha tenido en cuenta toda la información disponible del área de estudio (primaria, secundaria); partiendo desde la investigación histórica, la cual nos permitió contextualizar los eventos históricos, así como los procesos y/u orígenes de la contaminación (fuentes potenciales) del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

También se tuvo en cuenta las labores de la caracterización, las cuales permitieron corroborar y delimitar la extensión de la contaminación, así como identificar y evaluar los mecanismos de transporte, rutas de exposición y potenciales receptores (humanos, ecosistemas, entre otros) que puedan verse afectados.

Para determinar los CP como parte del ERSA del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se siguen los criterios expuestos en el ítem 3.1. de la Guía para la elaboración del ERSA (R. M. N° 034-2015-MINAM); donde se fijan una serie de pasos para poder definir estos CP.

- **Análisis comparativo con los niveles de fondo**

En esta primera etapa, se realizó el análisis comparativo de todas las concentraciones obtenidas de las muestras de suelo con la muestra de nivel de fondo (S0118-NF) del área y de los niveles en las muestras cercanas al sitio, de la cual se obtuvo que, en su mayoría los parámetros registran concentraciones superiores a los niveles de fondo en el suelo; por lo tanto, en este primer paso se

mantienen a todos los parámetros analizados como contaminantes de preocupación. Se precisa que cada muestra de nivel de fondo es el resultado de la combinación de tres submuestras (muestras simples) tomadas en los alrededores del área impactada con características geológicas, climáticas y vegetación similar^{ee}.

- **Variables donde todos los valores medidos son inferiores al LDA**

Se seleccionan aquellos parámetros donde todos los valores medidos dieron resultados inferiores al Límite de Detección Analítico (LDA) y se excluyen del análisis. Normalmente se excluyen debido a que la incertidumbre estadística es muy alta como para tomar estos valores como representativos de la concentración real de los contaminantes en las muestras; sin embargo, para el presente análisis se verificó que el Límite de Detección Analítico (LDA) fuera inferior a los ECA o límite de referencia internacional (para aquellos parámetros que tienen un nivel de referencia).

- **Análisis comparativo con los estándares nacionales e internacionales**

Para el caso de suelo, se compararon las muestras evaluadas con los niveles de fondo, ECA y Estándares Internacionales. Asimismo, para las demás matrices evaluadas, se consideraron los ECA y Estándares Internacionales, a fin de identificar los posibles Contaminantes de Preocupación (CP).

- **Cálculo del UCL95**

Para los valores que no fueron descartados en los pasos anteriores y cuando el número de datos es mayor a 10, se calculó el Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95 % de la media Aritmética (UCL95) con ayuda del programa estadístico ProUCL 5.1 de la US EPA. Para los parámetros con un registro menor a 10 datos, se seleccionó el mayor valor reportado.

El programa ProUCL genera diferentes valores de UCL95 en función de la distribución estadística y el número de datos. Para la evaluación se empleó como UCL95 el que mejor ajuste tiene y que es recomendado por el programa.

Se debe tener en cuenta que para los valores cuya concentración es inferior al LDA se tomó el valor del LDA para realizar el cálculo del UCL95, toda vez que al sustituir estos valores inferiores al LDA por LDM/2 no permitiría realizar un cálculo representativo del UCL95, pudiendo desestimar el valor real del contaminante ^{ff}. El análisis estadístico a través del software ProUCL 5.1 para los CP se adjuntan en el Anexo 6.6.1

Para aquellos parámetros que presentaron un registro menor a diez (10) datos, se utiliza la concentración más alta registrada la cual reemplazará al UCL95.

- **Comparación del UCL95 con los ECA y estándares internacionales**

Los UCL95 y los valores máximos fueron calculados teniendo en cuenta la época (seca o húmeda) por cada matriz evaluada. Posterior a ello, se compararon los UCL95 de cada CPP con los ECA y/o Estándares Internacionales (siendo estas últimas de carácter referencial) de acuerdo a lo siguiente:

^{ee} Existen muestreos de niveles de fondo obtenidos de información bibliográfica, sin embargo, se encuentran a distancias que superan los 100 km, por lo tanto, no fueron considerados en el análisis.

^{ff} ProUCL Version 5.1 User Guide. Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. Item 1.11.

Suelo:

- Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Categoría para Uso Agrícola.
- Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health, Uso Agrícola.

Sedimentos:

- Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – ISQG.
- Dutch Target and Intervention Values (Holanda, 2000).

Agua superficial:

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E2: Ríos de Selva para todos los parámetros a excepción del Arsénico, el cual fue comparada con la Subcategoría A1: Aguas que puedan ser potabilizadas con desinfección.

Agua subterránea:

- Alberta Tier 1 (Groundwater) Remediation Guidelines.

Las tablas resumen de los CPP precisando la distribución que mejor correlacionó el UCL95 en todas las matrices evaluadas y su comparación con los estándares (nacionales e internacionales) se adjuntan en el Anexo 6.6.2.

Cuadro 4-3 Determinación de los contaminantes de preocupación (suelo)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Boro	0,012	15,73	5,483	10,29	2	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Cobre	23	1000	33	331,4	63	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Cromo Total	71,3	347	94,6	199,9	64	95 % Adjusted Gamma UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Níquel	18,9	188	22	95,39	45	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Plomo	5,794	1151	7,628	381,5	70	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.

Cuadro 4-3 Determinación de los contaminantes de preocupación (suelo)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Vanadio	112	249	168	208,4	130	95 % Student's-t UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Zinc	20	2744	25	1190	250	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health (SQG), Category Agricultural.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-4 Determinación de los contaminantes de preocupación (agua subterránea)

CP	Valor Min (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Aluminio	1,44	1,92	-	1,92*	0,01	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Cobre	0,0045	0,0103	-	0,0103*	0,007	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Cromo Total	0,003	0,005	-	0,005*	0,0049	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Hierro Total	1,4	2	-	2*	0,30	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Manganeso	0,05892	0,08058	-	0,08058*	0,050	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Mercurio	0,00007	0,00012	-	0,00012*	0,000005	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.

* Concentración máxima seleccionada al no ser apto el tamaño muestral para realizar el cálculo del UCL 95 %.

Alberta Tier 1 (Groundwater) Remediation Guidelines de Canadá

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-5 Determinación de los contaminantes de preocupación (Sedimentos)

CP	Valor Min (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Cromo Total	14,9	150	-	150*	37,3	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Mercurio	0,01	0,278	-	0,278*	0,17	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.

* Concentración máxima seleccionada al no ser apto el tamaño muestral para realizar el cálculo del UCL 95 %.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es preciso indicar la ausencia de peces en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) por tanto, no es posible determinar y cuantificar la concentración de CP para estos receptores ecológicos.

Teniendo en cuenta los criterios expuestos anteriormente, en el siguiente cuadro aquellos parámetros evaluados los cuales no fueron considerados como CP.

Cuadro 4-6 Parámetros no seleccionados como Contaminantes de Preocupación

Matriz	Sustancia	Justificación
Suelo	Antimonio, Arsénico, Bario Total, Berilio, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (a) fluoranteno, Benzo (g,h,i) perileno, Cadmio, Cobalto, Cobre, Criseno, Cromo total, Fenantreno, Fluoranteno, Fracción de Hidrocarburos C10-C28, Fracción de Hidrocarburos C28-C40, Mercurio, Pireno, Plomo, Selenio, Talio.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales al ECA o niveles de referencia internacional.
	Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benceno, Benzo (e) pireno, Benzo (k) fluoranteno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fluoreno, Hidrocarburos C5-C10, Indeno (1.2.3-c,d) pireno, Naftaleno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA, existe incertidumbre sobre la medición
Sedimento	Arsénico, Cobre, Plomo, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los niveles de referencia internacional.
	Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Cadmio, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno, Pireno.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA – existe incertidumbre sobre la medición
Agua subterránea	Fósforo, Cloruros, Aluminio, Arsénico, Bario, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio,	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los niveles de referencia internacional.
	Antraceno, Antimonio, Benceno, Benzo(a) pireno, Boro, Cadmio, Fluoranteno, Fracción de Hidrocarburos C10-C28, Fracción de Hidrocarburos C28-C40, Plata, Talio, Zinc	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Criterios de selección para escenario humano

Respecto al escenario humano, se recomienda usar el “Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95 % de la media aritmética (UCL95)” al ser una medida de “exposición máxima razonable”, representativa y relevante para describir concentraciones en evaluaciones ambientales (US EPA, 1989).

- Para contaminantes no cancerígenos. - Se considerará en el ERSA si el UCL95 es igual o encima del estándar ambiental adoptado.
- Para contaminantes cancerígenos. - Todos los contaminantes considerados cancerígenos con el UCL95 encima del estándar ambiental aplicado será considerados en el ERSA.

De acuerdo con la Guía para la elaboración del ERSA, sugiere que para el caso de aquellas concentraciones de contaminantes que se encuentren bajo los límites de detección analíticos (LDA), se considerará la concentración equivalente a la mitad del LDA para el cálculo del UCL95. Sin embargo, y ante lo expuesto en el ítem 3.1.4. del presente informe, se consideró el valor del LDA para realizar el cálculo del UCL95.

Dentro de otras consideraciones, se tiene para aquellos contaminantes no considerados inicialmente en la evaluación de riesgos bajo los criterios antes señalados, se revisarán considerando los siguientes aspectos:

- Importancia considerable de la sustancia según la toxicidad, movilidad, persistencia, bioacumulación, carcinogenicidad, mutagenicidad y alteradores endócrinos.
- La sustancia desempeña un papel importante en las rutas de exposición específicas en el área de estudio.
- Toxicidad equivalente de la clase de químicos (hidrocarburos aromáticos policíclicos carcinógenos [cHAP's], dioxinas, furanos, etc.).

Partiendo del modelo conceptual del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya), donde se exponen las vías de exposición para este escenario; se plantean dos (2) receptores: el poblador de la C.N. José Olaya y los receptores ecológicos; respecto al poblador local se identificaron tres (3) posibles escenarios humanos, los cuales estarían expuestos ante los CP: escenario humano 1 (poblador local - cazadores esporádicos), correspondiente a pobladores adulto y niño de la CN José Olaya que probablemente realicen actividades de caza en el sitio impactado o cerca a este; escenario humano 2 (trabajadores industriales), los cuales se encuentran realizando sus actividades de mantenimiento y vigilancia a las instalaciones industriales (tanques, almacenes, pozos, etc.); finalmente el escenario humano 3 (poblador local – residente de la Comunidad Nativa José Olaya) ubicada a 15,6 km

Las sustancias determinadas como contaminantes de preocupación presentan una probabilidad de entrar en contacto con estos receptores, bajo un contexto crítico; es decir, en el peor de los escenarios en el cual podría darse una posible afección a los mismos. A continuación, se detalla los CP para el escenario humano, teniendo en cuenta los criterios expuestos anteriormente:

Cuadro 4-7 Contaminantes de preocupación para el escenario humano del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Posibles Receptores	Edad receptor	Ruta de exposición	Contaminante de Preocupación	Compuesto Carcinógeno *	Descripción
Cazadores esporádicos Trabajadores industriales cercanos	Adulto Niño ***	Suelo: Contacto dérmico / absorción	Boro	No	El boro se puede encontrar en concentraciones muy superiores a las recomendadas en forma natural. La toxicidad por boro puede causar erupciones en la piel, náuseas, vómito (puede ser de color azul verdoso), diarrea (puede ser de color azul verdoso), dolores abdominales y de cabeza. Se ha informado de baja presión arterial y cambios metabólicos en la sangre.
			Cobre	No	Es un elemento esencial del metabolismo humano. Sin embargo, puede haber un riesgo de toxicidad cuando se suministra de manera oral una gran cantidad de sales de cobre al organismo humano. La inhalación de polvos, humos o nieblas de sales de cobre puede causar congestión nasal y de las mucosas, y ulceración con perforación del tabique nasal.
			Cromo Total	Si	Se encuentra en estado natural como cromita (FeOCr_2O_3), formando diversos compuestos, según su estado de valencia. En estado II (cromoso) es básico, en estado III (crómico) es anfótero por lo cual se considera menos peligroso; y en estado VI (cromato) es ácido, siendo más fáciles de absorber al organismo después de la ingestión o inhalación. Este último produce úlceras en la piel, penetrando los tejidos blandos, también produce dermatitis, irritación de las mucosas nasales, necrosis renal y hepática, así como aumento de incidencia de cáncer de pulmón, entre otros.
			Níquel	Si	Se encuentra en forma de minerales, combinado con azufre, oxígeno, antimonio, arsénico y/o silice. Ante una exposición a este elemento, puede producir alergias, rinitis, sinusitis, enfermedades respiratorias; así como un aumento de mortandad por cáncer de pulmón y cavidades nasales, e incidencia de tumores malignos en la laringe, riñón, próstata y tejidos blandos.
			Plomo	No	Se encuentra de manera natural en la galena (sulfuro de plomo), cerusita (carbonato), anglesita (sulfato), corcoita (cromato), entre otros. El principal riesgo asociado a este elemento es su toxicidad, pudiendo asimilarse por inhalación e ingestión; siendo el destino más sensible de intoxicación el sistema nervioso, así como efectos hematológicos (anemia), efectos endocrinos, renales, entre otros. La IARC ha clasificado al plomo inorgánico y los compuestos de plomo inorgánico en el Grupo 2B (posibles cancerígenos) para el hombre; sin embargo, los informes de casos indican que el plomo es un

Cuadro 4-7 Contaminantes de preocupación para el escenario humano del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Posibles Receptores	Edad receptor	Ruta de exposición	Contaminante de Preocupación	Compuesto Carcinógeno *	Descripción
					posible cancerígeno para el hombre, pero la asociación aún no está claramente definida.
			Vanadio	No	Encontrándose en el Perú como sulfuro de vanadio (patronita), y otros minerales como la roscolita y carnotita; asimismo está relacionado en pequeñas cantidades en el petróleo, y en áreas donde se producen quema de combustibles de petróleo. Ante una exposición de este elemento puede producir efectos tóxicos, presentando síntoma de lagrimeo, ardor en la conjuntiva, dolor de garganta entre otros; y en elevadas concentraciones puede producir neumonía, bronquitis, tos verdosa, etc.
			Zinc	No	Adopta la forma de sulfuro (esfalerita), carbonato, óxido o silicato (calamina) de zinc, combinado con muchos minerales; distribuido en la naturaleza y representa el 0,02 % de la corteza terrestre. Este elemento constituye un nutriente esencia en la metabolización de los ácidos nucleicos y síntesis de proteínas; sin embargo, el cloruro de zinc representa una sustancia altamente toxica capaz de producir ulceraciones en las extremidades, y por inhalación puede producir bloqueo de las glándulas sebáceas; y en casos extremos la muerte.

* Agentes clasificados por la International Agency for Research on Cancer (IARC) - Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans.

Group 1 – Carcinogenic to humans

Group 2A – Probably carcinogenic to humans

Group 2B – Possibly carcinogenic to humans

Group 3 – Not classifiable as to its carcinogenicity to humans

Group 4 – Probably not carcinogenic to humans

*** Considerado para el escenario humano 2, correspondiente a cazadores esporádicos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Criterios de selección para escenario ecológico

Para determinar los CP en el escenario ecológico para cada matriz ambiental, se tuvo en cuenta la normativa (nacional e internacional vigente) aplicada para el escenario humano. Sin embargo, se detallan algunas particularidades en cada matriz ambiental respecto a estos CP; toda vez que las normativas vigentes (nacionales e internacionales) no contemplan en algunos casos niveles de referencia para algunos parámetros en este escenario.

Suelo

Para determinar los CP se utilizaron los ECA para Suelo en la Categoría Uso Agrícola, aprobado mediante D. S. N° 011-2017-MINAM; asimismo, se emplearon normas internacionales como la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health, Uso Agrícola, para aquellos parámetros que no estén contemplados en la norma nacional vigente.

En el siguiente cuadro, se detalla los CP para el escenario ecológico en suelos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya):

Cuadro 4-8 Contaminantes de preocupación para escenario ecológico - Suelo en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Boro	0,012	15,73	0,4581	10,29	2	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Cobre	23	1 000	5,6	331,4	63	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Cromo Total	71,3	347	13,2	199,9	64	95 % Adjusted Gamma UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Níquel	18,9	188	1,48	95,39	45	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Plomo	5,794	1 151	7,349	381,5	70	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Vanadio	112	249	85	208,4	130	95 % Student's-t UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.
Zinc	20	2 744	12	1 190	250	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.

*Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).
Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health, Category Agricultural.*

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Agua superficial

Para seleccionar los Contaminantes de Preocupación (CP) de la matriz agua superficial, se consideraron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, E2: Ríos de Selva, aprobados mediante D.S. N° 004-2017-MINAM y la Categoría 1, Subcategoría A1: Aguas que puedan ser potabilizadas con desinfección, esta última subcategoría fue utilizada únicamente para el arsénico. De acuerdo al ítem 3 del Informe de Caracterización del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) las concentraciones de todos los metales pesados, entre ellos el arsénico (As), mercurio (Hg), plomo (Pb) y selenio (Se) presentan niveles inferiores al límite de detección de análisis (LDA), al igual que los compuestos orgánicos HTP, antraceno, benzo (a) pireno, fluoranteno y benceno. Por lo tanto, no se determinaron CP para esta matriz ambiental.

Sedimentos

Respecto a sedimentos, no se cuenta con estándares nacionales respecto a receptores ecológicos; por lo cual se ha consultado con estándares internacionales, así como trabajos de investigación científica.

Para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) se contemplaron los valores establecidos en la *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life*, específicamente el *Interim Sediment Quality Guidelines* (ISQG) para cuerpos de agua continental, el cual corresponde al límite por debajo de los cuales no se espera efectos biológicos adversos en la vida acuática. Los HAPs: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo (a) antraceno, benzo (a) pireno, criseno, dibenzo (a,h) antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno y naftaleno son indicadores de la calidad de sedimentos y/o protección de la vida acuática conforme a la normativa canadiense, de acuerdo al ítem 3 del Informe de Caracterización del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), las concentraciones de estos HAPs registran concentraciones inferiores al LDA y por ende al ISQG. No obstante, se registraron excedencias de Cromo Total y Mercurio, donde sus respectivos UCL95/concentración máxima superaron el ISQG, por lo tanto, estos metales constituyen los CP para esta matriz ambiental.

Cuadro 4-9 Determinación de los contaminantes de preocupación para escenario ecológico - Sedimentos

CP	Valor Min (mg/kg)	Valor Max (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Cromo Total	14,9	150	-	150*	37,3	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.
Mercurio	0,01	0,278	-	0,278*	0,17	Cuando el tamaño muestral es <10 no es apto para calcular el UCL95, por lo que se utiliza el valor más alto.

* Concentración máxima seleccionada al no ser apto el tamaño muestral para realizar el cálculo del UCL 95 %.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life

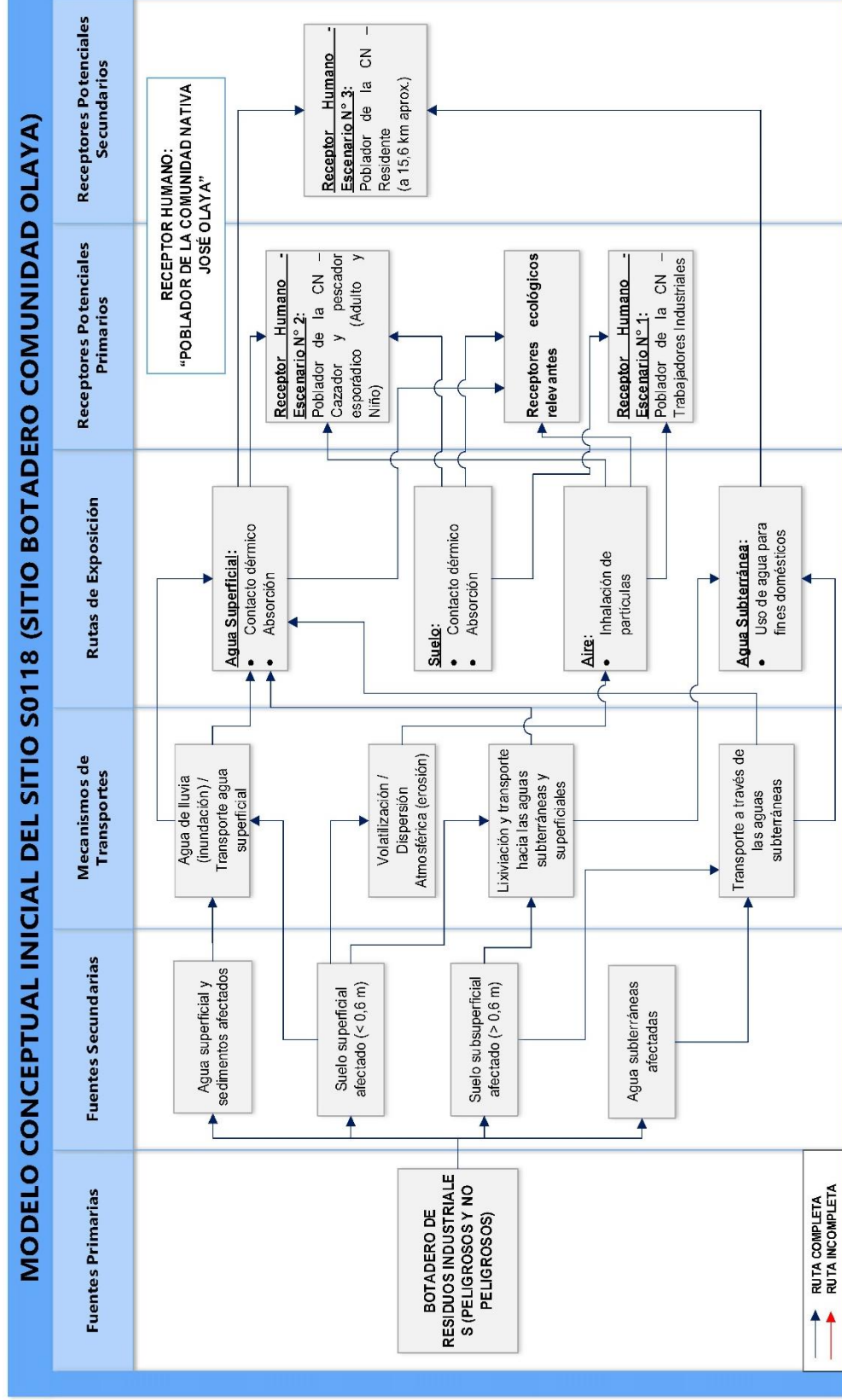
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.2.2 Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial

A) Modelo conceptual inicial del sitio

En el siguiente diagrama muestra de forma esquemática y gráfica el modelo conceptual del sitio, a partir de los resultados y evidencias identificados durante la fase de caracterización del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Figura 4-2 Modelo conceptual inicial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Fuentes Primarias**

Tal y como se ha venido mencionando a lo largo del documento se identificó una (1) fuente primaria de contaminación, provenientes de la disposición de residuos industriales peligrosos y no peligrosos; donde las concentraciones máximas están relacionadas a los metales pesados como Boro, Cobre, Cromo Total, Níquel, Vanadio, entre otros.

La extensión del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) es de 3 563,58 m², presentando concentraciones de metales pesados desde los 0,3 m hasta los 1,2 m de profundidad. Las concentraciones más elevadas de metales pesados se encuentran en la zona suroeste (SO) del área de interés.

- **Fuentes Secundarias**

Se identificaron como fuentes secundarias de contaminación aquellas matrices ambientales que por su carga contaminante a través de evidencia analítica podrían verse afectadas, convirtiéndose en focos (fuentes secundarias) y medio de depósito de contaminación que posteriormente pueda trasladarse a otro lugar; ya sea en la misma matriz o una de diferente naturaleza, por acción de los mecanismos de transporte específicos y coherentes con las propiedades físicas y químicas de la interacción contaminante-matriz ambiental.

Tomando como base las acciones de Remediación y Rehabilitación con el objeto de restaurar las funciones ecológicas de los sitios impactados, y considerando como estrategia para lograr este objetivo el uso de estándares rigurosos (ECA suelo agrícola) en la determinación de los niveles de remediación, se establece como criterio de suelo superficial el suelo del tipo agrícola, cuya definición es: “...dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.”

Visto en forma de perfil de suelo, este se distribuye básicamente en dos horizontes: Horizonte O (Capa superficial del horizonte A) y Horizonte A (zona de lavado vertical. En él enraíza la vegetación herbácea. Su color es generalmente oscuro por la descomposición de materia orgánica, determinando el paso del agua arrastrándola hacia abajo, de fragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles).

La distribución en profundidad de los referidos horizontes, en líneas generales en un suelo de selva, no superan los 40 cm. Son embargo, para efectos del establecimiento de las condiciones originarias del ecosistema, se profundiza el perfil de suelo hasta los 60 cm (0,6 m). De acuerdo a lo anterior se ha tomado como profundidad para el suelo superficial en los análisis de ERSA, 0,6 m.

Se identifica al suelo superficial como una fuente secundaria afectada, entendiéndose a este suelo como aquel que se encuentra hasta una profundidad máxima de 0,6 m; y respecto al subsuelo, aquel que se encuentra a profundidades mayores a 0,6 m. Mediante los resultados de las perforaciones realizadas se evidencia la afectación del suelo superficial hasta una profundidad máxima de 0,6 m y afectación del suelo subsuperficial hasta una profundidad máxima de 2,0 m, cabe precisar que para este último horizonte se reportaron únicamente concentraciones elevadas de selenio.

Se considera también como fuente secundaria a los sedimentos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) por el contenido de Mercurio y Cromo Total, determinados como contaminantes de preocupación; sin embargo, estos compuestos podrían relacionarse con el arrastre de residuos

de metales desde el suelo del sitio impactado, y su transporte hacia cuerpos de agua superficial y posterior sedimentación en el fondo de estos, el cual pueda ser coadyuvado por el transporte mecánico producto de las fuertes precipitaciones (fragmentación, remoción y arrastre) por la lluvia (erosión hídrica), posible paso de animales, entre otros.

Asimismo, se considera el agua subterránea afectada por los siguientes metales pesados: aluminio, cobre, manganeso, mercurio y cromo total, este último contaminante se evidenció también en la matriz sedimentos y suelo, por lo que es probable la lixiviación y transporte de contaminantes desde la matriz suelos y sedimentos al agua subterránea.

• Receptores identificados

En el modelo conceptual presentado se identifican dos (2) receptores:

- Receptor Humano (en el sitio y fuera del sitio): Poblador Local de la Comunidad Nativa José Olaya, considerando los siguientes escenarios:
 - Escenario Humano N° 1: Poblador Local - Trabajador Industrial (in situ)
 - Escenario Humano N° 2: Poblador Local - Cazador y pescador esporádico (in situ)
 - 2A: Cazador y pescador esporádico “Adulto”.
 - 2B: Cazador y pescador esporádico “Niño”.
 - Escenario Humano N° 3: Poblador Local - Residente de la C.N. José Olaya (ex situ)
- Receptores ecológicos relevantes.

Es importante aclarar, que los escenarios humanos de trabajador industrial y de cazador esporádico fueron seleccionados para la presente de evaluación de riesgos, porque representan los escenarios “más crítico” por la frecuencia, el tipo de receptor (in situ) y por la exposición directa con los contaminantes de las matrices ambientales afectadas. Otros escenarios como personas que transitan por el sitio eventualmente como los monitores ambientales o personas que lavan de ropa con suelo impregnado, representan escenarios con una exposición directa pero menor o de exposición indirecta.

Asimismo, no se ha incluido la vía de exposición por ingestión para los escenarios planteados en el sitio (*in situ*), dado que el Sitio S0118 corresponde a un botadero, donde las actividades industriales para el escenario humano 1 (trabajador industrial) como el mantenimiento y/o supervisión de instalaciones o de caza para el escenario humano 2 (cazador esporádico) no se llevan a cabo; sin embargo, se ha planteado rutas de exposición completa entre el suelo y estos escenarios, mediante las vías de exposición por contacto dérmico e inhalación de partículas.

Receptores en sitio

Escenario Humano N° 1: Poblador Local – Trabajador Industrial

Corresponde a los pobladores de la Comunidad Nativa José Olaya que desarrollan actividades industriales en el lote petrolero y que podrían exponerse a los contaminantes de preocupación de la matriz suelos del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

A pesar que la infraestructura más cercana es el sistema de tuberías a una distancia de 235 m aproximadamente, se ha planteado a este escenario como un receptor en el sitio (0 m), dado que es probable que este receptor durante el desarrollo de actividades de supervisión, mantenimiento de instalaciones, excavaciones moderadas, adecuación de terrenos, entre otras actividades, en el sitio impactado o en zonas cercanas, se expongan a los contaminantes de preocupación del suelo por las vías de exposición por inhalación de partículas y contacto dérmico.

Es importante mencionar que el trabajador industrial pasa la mayor parte del tiempo en actividades exteriores distantes y no en un lugar en específico; sin embargo, se ha considerado un escenario conservador de evaluación equivalente a una frecuencia de exposición de 230 días/año, conforme a lo recomendado por la Guía ERSa (MINAM, 2015).

Se espera que este tipo de receptor tenga un consumo de partículas de los contaminantes del suelo; por lo tanto, se expone por las vías de exposición de ingestión accidental de partículas, dérmica por contacto del suelo con áreas de piel expuesta e inhalatoria por material particulado; no se consideran como ruta de exposición la inhalación de vapores, teniendo en cuenta que no se detectaron hidrocarburos de la fracción ligera o F1 (C6 – C10) en ninguna de las matrices analizadas; además, no se considera la exposición por consumo de agua no tratada, ni ingestión de pescado.

Se debe resaltar que se considera un escenario de exposición conservador teniendo en cuenta la frecuencia de exposición.

Escenario Humano N° 2: Poblador Local - Cazador esporádico

Corresponde a los pobladores de la Comunidad Nativa José Olaya, adulto (2A) y niño (2B), que visitan el sitio impactado o zonas cercanas a este, con el fin de desarrollar actividades de caza y pesca esporádicamente, exponiéndose a los contaminantes de preocupación de la matriz suelos, directamente por contacto e ingestión accidental e indirectamente con los CP del suelo que lixivian y descargan en quebradas cercanos al sitio impactado (distancia de 50 m); y de la matriz sedimentos, por contacto dérmico e ingestión, durante el aseo personal y/o inmersión en los cuerpos de agua superficial cercanos. No se considera, una vía de exposición completa con los CP de la matriz agua subterránea, dado que no se identificó una ruta de exposición completa.

Considerando un escenario conservador, se define una frecuencia de exposición de dos (2) veces a la semana, equivalente a 96 días al año, tanto para el receptor adulto y niño, siendo este último es más vulnerable. La edad del receptor niño evaluado es el rango de 6 a 11 años, dado que a esta edad los niños comienzan aprender actividades como la caza en el bosque.

Se espera que este tipo de receptor tenga un consumo de partículas provenientes del suelo; por lo tanto, se expone a la contaminación por las vías de exposición por ingestión accidental de partículas, dérmica por contacto del suelo con áreas de piel expuesta e inhalatoria de material particulado del suelo. Para este receptor no se consideran como vía de exposición la inhalación de vapores, teniendo en cuenta que no se detectaron hidrocarburos de la fracción F1 o ligera (C6 – C10) en ninguna de las matrices analizadas.

Respecto a la exposición del receptor con los contaminantes presentes en sedimentos, se espera una exposición mediante las vías de exposición por contacto dérmico e ingestión accidental durante el aseo personal e inmersión.

Receptores Ecológicos Relevantes (fauna y flora)

Incluye la flora del sector que puede contener especies capaces de asimilar y/o bioacumular ciertos contaminantes de preocupación a través de sus procesos fisiológicos; asimismo se considera la fauna transitoria por el sitio contaminado al estar en contacto directo con las fuentes de contaminación secundaria (focos).

Receptores fuera del sitio

Escenario Humano N° 3: Poblador Local - Residente de la C.N. José Olaya

La distancia entre el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y el asentamiento donde se emplaza el núcleo poblacional principal de la C.N. José Olaya es de aproximadamente 15,6 km, por lo tanto, es poco probable la exposición con los CP identificados, a diferencia de los pobladores de la CN que desarrollan actividades industriales (escenario humano N° 1) y caza (escenario humano N° 2) en el sitio o en zonas cercanas.

Sin embargo, se ha considerado para el análisis de riesgo la exposición por contacto dérmico e ingestión accidental de agua superficial para fines recreacionales (inmersión) e ingestión de pescado en cuerpos de agua superficial de importancia para los pobladores, alejados del sitio impactado, que actúan como cuerpos receptores para los CP que lixivian desde el suelo afectado del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), recorriendo una distancia aproximadamente de 15,6 km. No se ha considerado la exposición sedimentos, dado que no existe una ruta de exposición completa entre el escenario residencial y los CP por el facto dilución y la distancia.

Se define como receptor residencial aquel que pasa la mayor parte de su día, pero no todo en su lugar de residencia. Las actividades que desarrolla este tipo de receptor se relacionan con los típicos quehaceres del hogar como cocinar, lavandería y limpieza además de actividades al aire libre de bajo impacto.

Es de resaltar que la probabilidad de exposición está directamente ligada a distancia del receptor al foco de contaminación, las características de las sustancias en sí y sus mecanismos de transporte. Por lo anterior, no se considera para este escenario la inhalación e ingestión de partículas transportadas por el aire ni tampoco contacto dérmico e ingestión de suelo y sedimentos potencialmente afectados, teniendo en cuenta la distancia (15,6 km) a la que se encuentra dicha comunidad del sitio.

Es importante mencionar que, existe una relación entre el receptor primario ecológico y el receptor secundario, debido al hábito de la caza en este sector.

4.3 Evaluación de la toxicidad de los CP.

4.3.1 Toxicidad para seres humanos.

Para calcular las estimaciones de riesgo en el escenario humano se utilizó información referencial respecto a la toxicidad a través del software RBCA ToolKit Versión 2.6 (RBCA), el cual cuenta con una base de datos que incluye parámetros predeterminados para más de 650 sustancias químicas, basadas en un conjunto de referencias publicadas y citadas para cada parámetro. Entre estas y las que sirvieron para la evaluación de la toxicidad en la caracterización del riesgo humano se encuentran:

- USEPA Integrated Risk Information System (IRIS), as of March 31, 2007 (EPA-I).
- USEPA, Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications, ORD, EPA/600/8-91/011B).
- Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/Sediment and Groundwater.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Minimal Risk Levels (MRL), 2006.
- EPA Superfund Soil Screening Guidance (SSL) Guidance: Tech. Bkgd. Doc., EPA/540/R-95/128 (E2).

- Texas Risk Reduction Program, RG-366 TRRP-19, Toxicity Factors and Chemical/Physical Parameters, June 2001; (toxicity and physical/chemical properties tables dated May 24, 2011).

Así mismo, se realizó una corroboración respecto a la carcinogenicidad de los CP, entre la clasificación realizada por el RBCA, la clasificación de la Agencia Internacional de Investigación Sobre el Cáncer (IARC) y la Guía para la evaluación del riesgo carcinógeno de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA). De esta clasificación, únicamente Níquel fue categorizado como CP carcinógeno, siendo la inhalación su vía de contacto.

En el Anexo 6.6.3 se describen los parámetros de toxicidad de los CP.

4.3.2 Toxicidad para receptores ecológicos.

La evaluación de la toxicidad al ecosistema se realizó para los CP identificados, que involucra la comparación de concentraciones con valores de referencia obtenidos de la literatura. Este acápite se enfoca en una investigación más exhaustiva sobre dichos CP en función al grado de toxicidad que pueda tener sobre este escenario.

Dentro de las metodologías y valores de referencia internacionales más utilizados al momento de hacer evaluaciones ecotoxicológicas, se encuentran los desarrollados por entidades como la USEPA ⁹⁹ (Ecotox) y el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (Canadian Council of Ministers of the Environment) Canadian Environmental Quality Guidelines.

A) Evaluación de la toxicidad en los ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos albergan gran variedad de organismos, con diferentes características y requerimientos ecológicos que facilitan y/o limitan su establecimiento y representatividad en los mismos, dentro de los habitantes de estos ecosistemas se han detectado y seleccionado algunos para aplicación de bioensayos tendientes a determinar su afectación ante la presencia y/o determinadas cantidades de un contaminante.

El acceso de un organismo a un contaminante dado está relacionado no solo con el ciclo de vida del contaminante, sino además por el de los organismos, y la capacidad del cuerpo de agua para asimilar, disminuir o aumentar su concentración, en función de los ciclos hidrológicos o de las regulaciones a las que se vea sometido el caudal.

Dentro de las comunidades que han sido empleadas para evaluar los efectos de contaminantes sobre la vida acuática para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se ha considerado la evaluación de la comunidad hidrobiológica, toda vez que el riesgo estaría asociado por la presencia de Cromo Total y Mercurio en sedimentos. Además, no se encontraron muestras de peces en el sitio por lo cual, tampoco se realizó un análisis de la toxicidad para estos.

Para la evaluación de la comunidad hidrobiológica en la matriz agua superficial, se tuvo en cuenta la información proveniente de la EPA Ecotox para aquellas especies (análogas) que en la medida de lo posible correspondieran a alguno de los géneros y/o familias reportados en los resultados de la comunidad hidrobiológica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), además de los CP presentes en sedimentos (toda vez que en el agua superficial no se encontraron CP). Teniendo en cuenta ello, se emplearon los valores de referencia proveniente de la Ecotox:

⁹⁹ <https://cfpub.epa.gov/ecotox/search.cfm>

Cuadro 4-10 EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Cromo:

Comunidad HB	Nombre químico	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Estadio del organismo	Medio	Localización test	Conc 1 (Estandarizada)	Conc 1 Unid (Estandarizada)
Fitoplancton	Chromium	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	1	Al mg/L
Zooplancton	Chromium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,05	Al mg/L
Bentos	Copper	<i>Chironomus plumosus</i>	Midge	Insects/Spiders	Larva	Freshwater	Lab	1	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Mercurio:

Comunidad HB	Nombre químico	Nombre científico	Nombre común	Grupo	Estadio del organismo	Medio	Localización test	Conc 1 (Estandarizada)	Conc 1 Unid (Estandarizada)
Fitoplancton	Mercury	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	0.0000000000000015	Al mg/ml
Zooplancton	Mercury	<i>Hyalella azteca</i>	Scud	Crustaceans	Young	Freshwater	Lab	0,0084	Al mg/ml
Bentos	Mercury	<i>Chironomus sp.</i>	Midge	Insects/Spiders	NR	Freshwater	Lab	0,02	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para evaluar la toxicidad de Cromo Total, se usó como referencia a tres especies representativas de cada comunidad hidrobiológica: en el caso del fitoplancton, se usó como referencia a la especie *Scenedesmus incrassatulus*, la cual pertenece a la familia *Chlorophyta*, la cual agrupa organismos microscópicos de agua dulce; en el caso del zooplancton, se usó como referencia a la especie *Daphnia magna*, la cual habita principalmente en medios acuáticos, desde charcos hasta ríos, y se alimentan esencialmente de fitoplancton. Pueden obtener su alimento no sólo de la columna de agua, sino también del fondo de los lagos, especialmente en invierno. Esta especie es muy utilizada para ensayos toxicológicos en el laboratorio, así como en ambientes acuáticos; se escogió estas dos especies, debido a que en la base de datos de la matriz EPA Ecotox, no se encontró ninguna de las especies registradas en el estudio. Para el caso de los bentos se utilizó a la especie *Chironomus plumosus* por pertenecer a la familia *Chironomidae* al igual que la mayoría de especies registradas en sedimentos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya); por lo que dicha especie sirvió de referente dado a su similitud y posibilidad de presentar los mismos mecanismos de respuesta ante el Cromo Total. La *Chironomus plumosus* (especie análoga) pertenece a una familia muy grande con más de 5 000 especies descritas, donde los machos presentan antenas pulmonosas y alargadas (más de la mitad de la longitud de la cabeza).^{hh} Asimismo, estas especies (especialmente las larvas y pupas) sirven de alimento para peces, anfibios y avesⁱⁱ; así como indicadoras de la contaminación de aguas continentales.^{jj}

Respecto al Mercurio, para el caso de fitoplancton se usó como referencia a la especie *Pseudokirchneriella subcapitata*, la cual es una microalga, es muy usada como bioindicador para analizar los niveles de nutrientes y contaminantes en ecosistemas acuáticos. En el caso del zooplancton se utilizó a la especie *Hyalella azteca*, la cual es una especie muy común encontrada en ríos y lagos de Norteamérica y Sudamérica; se escogió estas dos especies, debido a que en la base de datos de la matriz EPA Ecotox, no se encontró ninguna de las especies registradas en el estudio. Para el caso de los bentos, la Ecotox también presenta referencias para especies de la familia a la familia *Chironomidae*, que ha sido registradas en sedimentos del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), también podrían presentar los mismos mecanismos de respuesta ante el Mercurio, además de ser usada esta especie en la evaluación de la toxicidad de los sedimentos en sitios contaminados.^{kk}

Los resultados de la evaluación de toxicidad en la comunidad béntica se presentan a continuación, teniendo en cuenta las concentraciones de Cromo Total y Mercurio presentes en el agua superficial:

^{hh} Prat, N. et al (2012). Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Clave para la determinación de los principales morfotipos larvatorios.

ⁱⁱ Michael Hogan (2008) Rough-skinned Newt (*Taricha granulosa*), Globaltwitcher, ed. Nicklas Stromberg.

^{jj} Soriano Hernando, Ó. (1995). Los quironómidos (Diptera, Chironomidae) de Madrid efecto de la regulación ejercida por el embalse del Vado (Guadalajara, España) sobre una comunidad de quironómidos (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid.

^{kk} M.M. Watts & D. Pascoe (1996). Use of the freshwater macroinvertebrate *Chironomus riparius* (Diptera: Chironomidae) in the assessment of sediment toxicity. Water Science and Technology. Vol 34, Issues 7–8, 1996, Pages 101-107.

Cuadro 4-11 Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante						
							Cromo total			Mercurio			
							Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación	Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación	
Agua superficial	Húmeda	S0118-HB-FIT-1-001	BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	Nitzschia sp.	mg/L	0,001	1	Valor encontrado por debajo del límite de referencia	0,00007	0,05	Valor encontrado por debajo del límite de referencia 0,00007	
		S0118-HB-FIT-2-001	NAVICULALES	NAVICULACEAE	Navicula sp.	mg/L	0,001			0,00007			
	Seca	S0118-HB-FIT-1-001	No se detectaron muestras en esta etapa				mg/L			0,001			0,00006999
		S0118-HB-FIT-1-002	EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	Eunotia sp.	mg/L	0,001			0,00007			
			NAVICULALES	ND	ND	mg/L	0,001			0,00007			
			DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	Trachelomonas sp.	mg/L	0,001			0,00007			
			EUGLENALES	EUGLENACEAE	Eunotia sp.	mg/L	0,001			0,00007			

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-12 Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante					
							Cromo Total			Mercurio		
							Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación	Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación
Agua superficial	Húmeda	S0118-HB-ZOO-1-001	PLOIMA	LECANIDAE	Lecane sp.	mg/L	0,001	0,05	Valor encontrado por debajo del límite de referencia	0,00007	0,0084	Valor encontrado por debajo del límite de referencia
		S0118-HB-ZOO-1-002	ARCELLINIDA	ARCELLIDAE	Arcella sp.	mg/L	0,001			0,00007		
	Seca	S0118-HB-ZOO-1-001	ND	ND	ND	mg/L	0,001			0,00007		
		S0118-HB-ZOO-1-002	ND	ND	ND	mg/L	0,001			0,00007		
Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: http://www.Epa.gov/ecotox/ (Matriz Agua Superficial)												

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-13 Evaluación de toxicidad de la comunidad bentónica en agua superficial del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Matriz	Época	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante			Contaminante		
							Cromo Total			Mercurio		
							Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación	Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX	Interpretación
Agua Superficial	Húmeda	S0118-Hb-BEN-001	Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea sp	mg/L	0,001	1	Valor encontrado por debajo del límite de referencia	0,00007	0,02	Valor por debajo del límite Ecotox
		S0118-Hb BEN-002	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,001			0,00007		
			Diptera	Chironomidae (Pupa)	ND	mg/L	0,001			0,00007		
	Seca	S0118-Hb BEN-001	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,001			0,00007		
			Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0,001			0,00007		
			Hemiptera	Veliidae	ND	mg/L	0,001			0,00007		
		S0118-Hb-BEN-002	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,001			0,00007		

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Norma: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Importante:

Se indica que el Cromo Total y Mercurio no son CP para la matriz agua superficial del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya); sin embargo, se evaluaron estos elementos a fin de demostrar que las concentraciones registradas no superan los valores de Ecotox.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En lo que respecta a la flora y fauna del lugar, no se cuenta con información a detalle sobre los grados de toxicidad de las especies endémicas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), por lo cual se ha considerado con los Valores de Toxicidad de Referencia (VRT) las cuales provienen de fuentes bibliográficas y de bioensayos realizados con especies de fauna que pudieran ser de interés para el área de estudio.

De acuerdo a lo estipulado en la *Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund*^{II}, para cada contaminante para el que exista una ruta de exposición completa, se debe revisar la literatura para determinar el nivel de exposición más bajo (concentración en agua o en la dieta, dosis ingerida) que muestre que produce efectos adversos (reducción del crecimiento, reproducción deteriorada, aumento de la mortalidad) en una posible especie receptora; este valor se denomina LOAEL (Probabilidad de Efecto Tóxico Bajo).

Asimismo, para aquellos contaminantes con efectos adversos documentados, también se debe identificar el nivel de exposición más alto, denominado NOAEL (Concentración más Alta de Efecto No Observado).

Un NOAEL es más apropiado que un LOAEL para usar como un valor de ecotoxicidad de detección para garantizar que el riesgo no se subestime. Sin embargo, los NOAEL actualmente no están disponibles para muchos grupos de organismos y muchos productos químicos. Cuando se dispone de un valor de LOAEL, pero no de NOAEL, en la literatura, una práctica estándar es usar el LOAEL más bajo disponible para la población en estudio, de esta forma nos aseguramos que la población esté protegida.

Debido a que NOAEL y LOAEL se estiman mediante pruebas de hipótesis (es decir, comparando el nivel de respuesta de un grupo de prueba con el nivel de respuesta de un grupo de control para una diferencia estadísticamente significativa), la proporción real de los animales de prueba que muestran la respuesta adversa a un LOAEL identificado depende del tamaño de la muestra, la variabilidad de la respuesta y el intervalo de dosis. Por esta razón, la USEPA recomienda a los NOAEL más conservadores en lugar de los LOAEL para determinar un nivel de exposición de detección, que es poco probable que tenga un impacto adverso en las poblaciones. Si se dispone de datos de dosis-respuesta, se puede determinar un nivel de bajo efecto específico del sitio.

En este sentido, se tuvo en cuenta los criterios expuestos por Sample B.E., et al (1996)^{mm} cuyo documento detalla las concentraciones con una Probabilidad de Efecto Tóxico Bajo (LOAEL) y la Concentración más Alta de Efecto No Observado (NOAEL) en ciertas especies salvajes en un determinado escenario ecológico. Respecto a ello, se ha procedido comparar el UCL95 y/o concentración más alta de cada CP determinado en este escenario, a fin de determinar su toxicidad en este escenario, independientemente de cada matriz ambiental.

Es preciso indicar que estos valores son referenciales en función a los valores NOAEL de las especies de las cuales se tiene este valor con base en pruebas toxicológicas y tengan una relación cercada (casi igual) a las especies características del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya); sin embargo, para la matriz sedimentos no se encontró una especie análoga a un individuo específico del sitio para considerar un valor de NOAEL referencial. A continuación, se detalla la toxicidad y su efecto, teniendo en cuenta los NOAEL de una especie representativa y sensible a estos CP en la matriz suelo.

^{II} Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments - US EPA

^{mm} Toxicological Benchmarks for Wildlife: 1996 Revisión. - U.S. Department of Energy.

Cuadro 4-14 NOAEL para CP de la matriz suelos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	NOAEL* (mg/kg)	Descripción
Boro	7,9	El NOAEL asumido para estos CP proviene de la especie <i>Odocoileus virginianus</i> (Ciervo cola blanca), la cual se ha considerado como especie análoga al <i>Mazama americana</i> (venado colorado) registrada en campo para el presente estudio.
Cobre	4,3	
Cromo Total	768	
Níquel	11,22	
Plomo	2,24	Se asume que este valor podría tener los mismos efectos de toxicidad sobre el venado colorado, ejemplar del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).
Vanadio	0,055	
Zinc	44,9	

* Toxicological Benchmarks for Wildlife: 1996 Revisión. Tabla N°12.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es preciso indicar que, si bien el *Tapirus terrestris* "Tapir" presentó evidencias en campo, al igual que el *Mazama americana* (venado colorado); se consideró a este último como representativo del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y pueda ser comparable con el *Odocoileus virginianus*, debido a su taxonomía (ambos pertenecen a la familia *Cervidae*) y presenten los mismos mecanismos de respuesta ante una exposición de estos CP.

Además, los valores antes expuestos son referenciales y se basan en estudios de toxicidad, obteniendo así valores NOAEL de algunas especies, como el caso del *Odocoileus virginianus* el cual se consideró como una especie análoga respecto al *Mazama americana*.

4.4 Evaluación de la exposición.

A) Caracterización de los receptores y escenarios de exposición

La identificación de receptores se realizó según la información levantada en campo, estableciendo posibles escenarios de exposición.

A.1 Receptor y escenario ecológico

Se ha identificado un (1) posible receptor ecológico, el cual agrupa tanto a ecosistemas como a la fauna y flora silvestre del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) la cual podría verse afectada por la presencia de estos CP, especialmente compuestos por metales pesados.

El comportamiento ambiental de los metales depende altamente de su especiación química y su solubilidad en agua depende de la habilidad de las especies para reaccionar con otras disueltas y formar precipitados insolubles (complejos) así como adsorberse en superficies cargadas. En la Tabla N° VI-14 de la Guía ERSa puede observarse que las especies químicas de metales pesados anfóteros unidos aniónicamente como por ejemplo cromatos y selenatos, son muy solubles mientras que los carbonatos que se formen con metales son insolubles.

En el caso particular de los metales pesados, su movilidad en suelo es función de varios factores como la forma de unión química, el pH en el suelo, el potencial redox, el contenido de sustancias orgánicas, el contenido de minerales de arcilla del suelo. En la Tabla N° VI-15 de la Guía ERSa en donde se relaciona el pH del medio con la movilidad del elemento puede notarse que, dado que

las diferentes mediciones de pH en agua subterránea resultaron mayores a 4.5, la migración del Cromo en suelo (único metal pesado encontrado en concentraciones superiores a los límites de referencia en suelo) al agua subterránea puede considerarse como baja.

Lo metales considerados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), como contaminantes de preocupación, no tienen propiedades volátiles como el mercurio, por lo que la migración al aire no sería posible por volatilización, sin embargo, se podría presentar dispersión de partículas de suelo conteniéndolos dado que, se encontraron concentraciones sobre los niveles de fondo y ECA en el suelo superficial (<1,2 m).

De acuerdo con el análisis de toxicidad, se han determinado que estos CP son tóxicos a ciertos umbrales de acuerdo con la cada especie, y en base al modelo conceptual del sitio se define tres (3) posibles rutas de exposición:

- **Suelo**

Tanto especies de flora como fauna *in situ* podrían asimilar estos CP por absorción en su sistema radicular o contacto dérmico, respectivamente. De acuerdo con la información recopilada en la etapa de caracterización (entrevistas no estructuradas), se han encontrado registro de ciertas especies como *Tapirus terrestres* (tapir), *Mazama americana* (venado colorado), *Pecari tajacu* (sajino) y *Dasypus sp* (armadillo carachupa) las cuales podrían verse expuestas a los CP identificados en esta matriz. Una forma de exponerse a esto CP es el contacto directo de los residuos dispersos y a la intemperie.

- **Aire**

La flora del sitio S118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) en primera instancia sería afectada por la asimilación de vapores/partículas de los CP a través de las hojas (haz y envés). Paralelamente la fauna no es exenta a esta exposición, la cual estaría expuesta a la inhalación en función a la periodicidad y/o recurrencia de estas especies al sitio impactado. En caso de los metales pesados, existe una probabilidad de que estos pueden propagarse por dispersión de partículas; debido a la exposición (sin cobertura vegetal) del área donde se sitúa el sitio S118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

- **Agua superficial**

Las especies de flora y fauna presentarían un alto grado de afectación, toda vez que el agua es un elemento esencial para la subsistencia de dichas especies. El contacto con los CP sería por ingesta directamente (fauna) y absorción en las raíces (flora). Si bien es cierto no se registraron concentraciones de estos metales pesados en esta matriz, no se descartaría esta vía de exposición; toda vez que habría una posibilidad que estos metales pesados puedan transportarse por dispersión y se asienten en los cuerpos de agua cercano.

A.2 Receptor y escenario humano

Se determinaron tres (3) escenarios para el receptor humano (poblador de la Comunidad Nativa José Olaya): i) Poblador Local – Trabajador Industrial; ii) Cazadores esporádicos (adulto y niño); iii) Poblador Local - Residentes de la C.N. José Olaya.

Los receptores primarios (*in situ*) corresponden a los trabajadores industriales y cazadores esporádicos (adulto y niño) y los receptores secundarios (*ex situ*) corresponde a los residentes de la CN José Olaya, conforme a lo planteado en el modelo conceptual.

Escenario Humano N° 1: Poblador Local – Trabajador Industrial

El escenario humano 1 corresponde a los trabajadores industriales, por ende, es probable que estos receptores transiten por el sitio impactado para realizar actividades estrictamente de carácter industrial (verificación, inspección, etc.) o en zonas cercanas. En el Cuadro 4-15 se presenta los datos generales u otros datos del receptor humano 1:

Cuadro 4-15 Receptor/Escenario humano 1 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Escenario Humano N° 1: Trabajadores industriales	
Datos Generales	El grupo poblacional corresponde a adultos mayores a 18 años de edad de género masculino.
Espacios Educativos	N.A.
Vulnerabilidad	N.A.
Fuentes de agua potable y alimentos	N.A.
Aspectos migratorios	N.A.
Preocupación de las comunidades	No se tiene información.

N.A.: No Aplica.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Escenario Humano N° 2: Poblador Local – Cazadores esporádicos

Este receptor corresponde a pobladores adultos de la Comunidad Nativa José Olaya que realizan actividades de pesca en el sitio impactado (in situ) en acompañamiento de niños en el rango de edad de 6 a 11 años, este último receptor se evalúa dado que representan el receptor más sensible y vulnerable. Este escenario es hipotético pues la posibilidad que personas ingresen al sitio impactado y realicen específicamente las actividades en mención, es relativamente baja (ver Cuadro 4-16).

Cuadro 4-16 Receptor/Escenario humano 2 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Escenario Humano N° 2: Cazadores y pescadores esporádicos		
	Adulto (2A)	Niño (2B)
Datos Generales	El grupo poblacional corresponde a los pobladores “adultos” de la CN José Olaya que realicen actividades esporádicas de pesca y/o caza en el sitio. Rango de edad: mayores de 18 años	El grupo poblacional corresponde a los pobladores “niños” de la CN José Olaya que realicen actividades esporádicas de pesca y/o caza en el sitio. Rango de edad: 6 a 11 años
Espacios Educativos	La institución educativa de la CN José Olaya es de nivel inicial, primario y secundario. Cuenta con infraestructura de material noble, con espacios para aulas divididos por secciones y con servicios higiénicos.	
Vulnerabilidad	Los registros de morbilidad señalan como principales enfermedades a las infecciosas intestinales, helmintiasis, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 0 a 11 años. Las condiciones sanitarias que son deficientes en la comunidad, algunas viviendas cuentan con servicios higiénicos (letrinas).	

Cuadro 4-16 Receptor/Escenario humano 2 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Escenario Humano N° 2: Cazadores y pescadores esporádicos		
	Adulto (2A)	Niño (2B)
Fuentes de agua potable y alimentos	El agua propia de los cursos de agua en torno a los sitios impactados no es utilizada para riego o consumo humano, debido a que se encuentran distantes a los asentamientos. La comunidad cuenta con una pequeña planta de tratamiento comunal que no logra abastecer al total de su población.	
Aspectos migratorios	La emigración se da a localidades cercanas como Andoas, de distancias intermedias como San Lorenzo, Lagunas o Yurimaguas y más distantes como Iquitos, pero no se manifiestan motivos ligados a las actividades de hidrocarburos; sino por estudios, salud o negocios.	
Preocupación de las comunidades	Afección a su entorno y el medio ambiente.	

N.A.: No Aplica.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Escenario Humano N° 3: Poblador Local – Residentes de la C.N. José Olaya

El receptor humano 3, corresponde al asentamiento donde se emplaza el núcleo poblacional principal de la C.N. José Olaya, el cual se localiza aproximadamente a 15,6 km de distancia del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya); por consiguiente, representa un escenario de evaluación de receptores fuera del sitio (ex situ).

Esta población podría verse afectada por una eventual exposición de contaminantes que lixivian al subsuelo y son transportados por las aguas subterráneas, para posteriormente descargar en aguas superficiales de relevancia para la comunidad (río Corrientes) para fines de usos recreacionales (ver Cuadro 4-17).

Cuadro 4-17 Receptor/Escenario humano 3 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Escenario Humano N° 3: CN José Olaya	
Datos Generales	El grupo poblacional corresponde a la CN José Olaya cuenta con una población estimada asciende a las de 500 personas; entre adultos, adolescentes y niños de género masculino y femenino. Su tipo de vivienda se caracteriza por tener una sola habitación, sin paredes o divisiones, como era antiguamente, y otras que ya tienen separaciones o cuartos en su interior. Algunas casas son con pona o techos con hojas de palmera tejidas, en algunas casas también se han reutilizado calaminas o bidones abiertos que sirven de cercos o paredes.
Espacios Educativos	La institución educativa de la CN José Olaya es de nivel inicial, primario y secundario. Cuenta con infraestructura de material noble, con espacios para aulas divididos por secciones y con servicios higiénicos.
Vulnerabilidad	Los registros de morbilidad señalan como principales enfermedades a las infecciosas intestinales, helmintiasis, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 00 a 11 años. Las condiciones sanitarias que son deficientes en la comunidad, algunas viviendas cuentan con servicios higiénicos (letrinas)
Fuentes de agua potable y alimentos	El agua propia de los cursos de agua en torno a los sitios impactados no es utilizada para riego o consumo humano, debido a que se encuentran distantes a los asentamientos. La comunidad cuenta con una pequeña planta de tratamiento comunal que no logra abastecer al total de su población.

Cuadro 4-17 Receptor/Escenario humano 3 - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Escenario Humano N° 3: CN José Olaya	
Aspectos migratorios	La emigración se da a localidades cercanas como Andoas, de distancias intermedias como San Lorenzo, Lagunas o Yurimaguas y más distantes como Iquitos, pero no se manifiestan motivos ligados a las actividades de hidrocarburos; sino por estudios, salud o negocios.
Preocupación de las comunidades	Afección a su entorno y el medio ambiente.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el ítem 4.9 *Factores culturales y sociales* se presenta una mayor descripción del receptor humano referente a la Comunidad Nativa José Olaya.

B) Cálculo de la dosis de exposición en seres humanos (para las vías de exposición relevantes)

• Selección de factores de exposición

Para la determinación de la dosis de exposición fue necesario una selección preliminar de ciertos parámetros como características de los CP, parámetros fisiológicos y biológicos de los receptores humanos identificados y parámetros según el escenario de exposición. En el Anexo 6.6.3 se encuentra la descripción detallada de las propiedades fisicoquímicas de los CP seleccionados para el escenario humano, mientras que en el siguiente cuadro se resumen las propiedades de mayor relevancia.

Cuadro 4-18 Parámetros de los contaminantes de preocupación para suelos

CP	CF	S	P0	Log (K _{oc})	Log (K _d)	FBD _R	FBC	DdR (Derm.)	DdR (Oral)	DdR (Inh.)
Boro	10,29	ND	ND	ND	ND	1,00	ND	0,2	0,2	0,02
Cobre	331,4	0	0,0	ND	1,60	1,00	ND	0,04	0,04	0,001
Cromo Total	199,9	0	0,0	ND	3,08	1,00	ND	1,5	1,5	0,00014
Níquel	95,39	0	0,0	ND	f(pH)	1,00	ND	0,02	0,02	0,00009
Plomo	381,5	0	0,0	ND	1,00	1,00	ND	0,0054	0,0036	ND
Vanadio	208,4	0	0,0	ND	3,00	1,00	ND	0,00007	0,00007	0,0001
Zinc	1 190	0	0,0	ND	f(pH)	1,00	ND	0,3	0,3	ND

ND: No definido, no se obtuvo información del parámetro en la normativa seleccionada para la presente ERSa (Cuadro 5.6).

CF: Concentración en el foco (unidades según la matriz)

S: Solubilidad acuosa (@ 20 – 25 °C) mg/L

P0: Presión de vapor (@ 20 – 25 °C) mm Hg

Log (K_{oc}): Constante de partición octano agua (@ 20 – 25 °C).

Log (K_d): Coeficiente de distribución suelo-agua (@ 20 – 25 °C).

FBD_R: Factor de biodisponibilidad relativa

FBC: Factor de bioconcentración:

DdR_{DER}: Dosis de referencia dérmica (mg/kg/día)

DdR_{ING}: Dosis de referencia oral (mg/kg/día)

DdR_{ING}: Dosis de referencia por inhalación (mg/m³)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-19 Parámetros de los contaminantes de preocupación para sedimentos

CP	CF	SA	PV	Log (K _{oc})	Log (K _d)	FBD _R	FBC	DdR (Derm.)	DdR (Oral)
Cromo Total	150	0	0,0	ND	3,08	1,00	ND	1,5	1,5
Mercurio	0,278	0,03	1,3E-03	ND	1.2	1,00	ND	0,0003	0,0003

Fuente: RBCA Toolkit versión 2.6e, 2011.

ND: No definido, no se obtuvo información del parámetro en la normativa seleccionada para la presente ERSa (Cuadro No. 6.5).

CF: Concentración en el foco (unidades según la matriz)

S: Solubilidad acuosa (@ 20 – 25 °C) mg/L

P0: Presión de vapor (@ 20 – 25 °C) mm Hg

Log (K_{oc}): Constante de partición octano agua (@ 20 – 25 °C).

Log (K_d): Coeficiente de distribución suelo-agua (@ 20 – 25 °C).

FBD_R: Factor de biodisponibilidad relativa

FBC: Factor de bioconcentración:

DdR_{DER}: Dosis de referencia dérmica (mg/kg/día)

DdR_{ING}: Dosis de referencia oral (mg/kg/día)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Anexo 6.6.4, se describe detalladamente los parámetros biológicos y fisiológicos de relevancia para el escenario humano que fueron utilizados para el cálculo de la dosis de exposición, los cuales, a su vez, se resumen brevemente en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-20 Parámetros de exposición utilizados para los receptores humanos

Parámetro de exposición	Receptor humano 1	Receptor humano 2 Cazador / Pescador		Receptor humano 3 Residencial	
	Trabajador	Adulto	Niño (a)	Adulto	Niño (a)
Tiempo promedio para agentes cancerígenos (años)	74,5*	74,5*		74,5*	
Tiempo promedio para agentes no cancerígenos (años)	24*	24*	12*	24	12*
Peso corporal (kg)	65*	65*	29*	65*	29*
Duración de la exposición (años)	24*	24*	12*	24	12*
Tiempo promedio para el flujo de vapor (años)	24	24		24	
Frecuencia de la exposición (días/año)	230*	96**	96**	365	365
Frecuencia de exposición para la exposición dérmica (días/año)	230*	96**	96**	365	365
Tasa de ingestión de agua (L/día)	NA	2*	1*	2*	1*
Tasa de ingestión de suelo (mg/día)	200*	200*	200*	50*	200*

Cuadro 4-20 Parámetros de exposición utilizados para los receptores humanos

Parámetro de exposición	Receptor humano 1	Receptor humano 2 Cazador / Pescador		Receptor humano 3 Residencial	
	Trabajador	Adulto	Niño (a)	Adulto	Niño (a)
Área de la superficie de la piel (estacional) (cm ²)	1815*	1 815*	2094*	1 815*	2 094*
Factor de adherencia del suelo a la piel (mg/cm ²)	0,75*	0,75*	0,75*	0,75	0,75
Área de la superficie de la piel durante la inmersión (cm ²)	NA	19 400*	8 750*	19 400*	8 750*
Tasa de ingestión de pescado (kg/año)	NA	1,0	1,0	1,0	1,0

Valores predeterminados de la ASTM E-2081 y Exposición Máxima Razonable (RME) especificados en la guía publicada por la U.S. EPA.

*Valores obtenidos del Anexo C de la Guía ERSa (RM: 034-2015-MINAM).

** Se asume una frecuencia de exposición de dos (2) veces a la semana, equivalente a 96 días/año.

(a) Niños en el rango de edad de 6 a 11 años.

NA: No aplica.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante mencionar que, varios de estos parámetros fueron adquiridos de literatura relevante para el presente ERSa, algunos de estos se encuentran en la base del programa RBCA Toolkit, donde a su vez se menciona la bibliografía de origen. Parte de la literatura de referencia fue descrita en la sección 4.1, así como en el siguiente cuadro:

Cuadro 4-21 Fuentes consultadas para el cálculo de la dosis de exposición

Parámetro	Normativa / Documento técnico	Descripción
Compuestos de preocupación	-	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Minimal Risk Levels (MRL), 2006.
	EPA/540/R-95/128	EPA SSL Guidance: Tech. Bkgd. Doc.
	-	EPA Water Quality Criteria, downloaded June 2003.
	RG-366 TRRP-19 (TX11)	Texas Risk Reduction Program, Toxicity Factors and Chemical/Physical Parameters, June 2001.
	30 TAC 307	Texas Surface Water Quality Criteria, Table 3, downloaded June 2003.
	-	Texas Surface Water Quality Criteria, Table 1, downloaded June 2003.
	EPA-I	USEPA Integrated Risk Information System (IRIS), as of March 31, 2007.
	-	Límites de detección analítica para suelos y sedimentos. AGQ Lab (Registro LE-072)
	SW-846, Third Edition	USEPA, Test Methods for Evaluating Solid Waste.

Cuadro 4-21 Fuentes consultadas para el cálculo de la dosis de exposición

Parámetro	Normativa / Documento técnico	Descripción
	OSWER, November 1986	
	-	Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/Sediment and Groundwater, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM report 711701 023. February 2001.
Fisiología y biología del receptor	Guía ERSa (RM: 034-2015-INAM)	Anexo C: Tabla de datos para el cálculo de la exposición.
Escenario de Exposición	NA	Según el escenario.
	EPA/600/8-91/011B	USEPA, Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications, ORD.
	EPA 816-F-03-016	National Primary Drinking Water Regulations, June 2003, downloaded February 2007.
	-	American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1997.
	-	Occupational Safety and Health Administration, downloaded June 2003.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Ecuaciones para el cálculo de la exposición

Tal como se ha mencionado en varias secciones del documento, la evaluación de riesgos hacia la salud humana se realizó mediante el uso del software RBCA Toolkit, el cual cuenta con valores predeterminados para cada CP, así como las fórmulas según la vía de exposición.

Para la presente ERSa se seleccionaron como vías de exposición para el receptor humano a la ingestión y contacto dérmico de suelos superficiales, así como la inhalación de partículas por dispersión atmosférica en el aire. Es importante mencionar que, tanto la Guía ERSa como el software RBCA Toolkit utiliza a las Guías EPA como referencia para el cálculo de la exposición.

4.5 Rutas y Vías de Exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos.

• Mecanismos de transporte

Se consideran mecanismos de transporte a los fenómenos físicos que intervienen en la translocación de los contaminantes en el área de estudio, para este sitio en particular se incluye una posible erosión eólica y/o dispersión atmosférica de partículas contaminantes, las cuales puedan provenir del suelo superficial; debido a que gran parte del sitio presenta una exposición del suelo (sin cobertura vegetal) producto de la remoción de los residuos industriales. Esto puede limitarse a los bordes del sitio el cual presenta cobertura vegetal frondosa.

Para algunas sustancias como metales pesados, se considera una posible lixiviación y transporte tanto al agua superficial como el agua subterránea. La medida del grado de avance de estos metales pesados dependerá específicamente de las características del suelo y su interacción con los contaminantes presentes en esta matriz. Una vez estos contaminantes lleguen a un cuerpo de

agua o alcancen el nivel freático, su dinámica de dispersión cambiará en función del flujo del cuerpo receptor.

Asimismo, se considera un mecanismo de transporte el agua superficial proveniente de las altas precipitaciones, las cuales pueden alcanzar los 2 987 mm anuales aproximadamente; facilitando de esta manera el transporte por arrastre de los contaminantes hacia cuerpos de agua superficial. Este mecanismo de transporte tiende a ser netamente mecánico; dado que las fuertes precipitaciones podrían generar la fragmentación de los sedimentos impactados, formando sólidos suspendidos que contengan ciertos contaminantes de preocupación adheridos a dichas partículas; así como acción mecánica antropogénica (remoción del medio) y el posible paso de animales (sajinos, sachavacas, etc.). Se tiene en cuenta que no hay diferencia significativa en cuanto al tipo de contaminante que se transporta por esta vía, ya sea soluble o insoluble en agua, pesado o liviano, libre o en un matiz compleja.

Por último, se tiene el transporte por acción de las aguas subterráneas las cuales pueden recibir aportes de contaminantes por posibles lixiviaciones que se produzcan en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

• Rutas de exposición

Se entiende como exposición a todo contacto de los límites exteriores de un determinado receptor con los componentes del medio que lo rodea. Estas rutas de exposición hacen referencia específica al mecanismo de ingreso de estos contaminantes al cuerpo de un determinado receptor donde se puede determinar de manera preliminar; dependiendo de las propiedades físicas y químicas de la sustancia, si esta se absorbe o no y en qué medida.

Existen dos propiedades fisicoquímicas generales en las sustancias contaminantes que pueden orientar en el tipo de vía de absorción predominante, estas son la volatilidad medida por la presión de vapor de la sustancia y la otra es su coeficiente de partición octanol / agua que da una idea de que tan fácilmente una sustancia puede atravesar una membrana biológica.

En este orden de ideas, cuando una sustancia tiene una presión de vapor baja, alcanza rápidamente el equilibrio con su fase de vapor y se volatiliza a menor temperatura, esto se traduce que esta sustancia puede ingresar fácilmente por la vía inhalatoria.

Por otro lado, si una sustancia tiene un coeficiente de partición octanol / agua superior a 3, se interpreta que la sustancia es liposoluble y por ende puede atravesar más fácilmente las barreras biológicas, como la piel. En este sentido, esta propiedad hace que la vía de exposición dérmica sea importante para este tipo de sustancias.

Es importante resaltar que a pesar de que existen muchas otras características fisicoquímicas que permiten predecir el comportamiento de las sustancias químicas potencialmente contaminantes, estas dos relacionadas anteriormente son un indicador básico y en la mayoría de los casos suficiente para hacer este tipo de análisis.

Dentro de las vías de exposición, se tienen las vías más comunes o extensas en función de su interacción con los componentes ambientales y sus posibles contaminantes; siendo estas la vía oral o digestiva, la vía inhalatoria y la vía dérmica. Existen otras vías de entrada de los contaminantes al organismo tales como la placentaria, leche materna y parenteral; sin embargo, no son objeto de análisis en este documento.

Vía Digestiva: Es la vía más común en intoxicaciones con agentes químicos, los cuales se absorben principalmente en el estómago e intestino debido a que ofrecen un área superficial más grande en comparación con los tejidos de la mucosa orofaríngea, por ejemplo. La absorción de los

contaminantes depende no solo de las características fisicoquímicas de estos sino también de la movilidad intestinal, gran área de exposición y otras variables fisiológicas que harían que aun pequeñas dosis fueran absorbidas ampliamente.

Vía Inhalatoria: Esta vía de exposición es la más común para la absorción de material particulado. La absorción comienza desde la nariz misma hasta los pulmones; la nariz actúa junto con sus vellosidades como filtro de partículas y la mucosa oro nasal como una trampa para las mismas.

Cuando los contaminantes llegan a los pulmones usan el mecanismo de intercambio gaseoso entre el oxígeno y el dióxido de carbono para ingresar al torrente sanguíneo y distribuirse en el organismo hacia los órganos blanco. Los pulmones tienen la característica de una gran superficie de contacto que hace que la velocidad de difusión de los gases sea muy alta, más aún en consideración de la escasa barrera con un torrente sanguíneo alto.

Vía Dérmica: La absorción a través de la piel o absorción percutánea permite el ingreso de sustancias exógenas al organismo. La absorción por esta vía se favorece por las características fisicoquímicas del contaminante y por el grosor de la epidermis principalmente. De manera general, entre más gruesa sea la epidermis, menor es la probabilidad de que los contaminantes puedan ingresar al organismo por esta vía. La penetración de sustancias contaminantes por esta vía puede expresarse como un flujo de penetración para cada sustancia específica en unidades de miligramos por área superficial de piel y por unidad de tiempo; esto equivaldría a la velocidad teórica con que la sustancia particular penetra la piel.

Si bien es cierto que la dificultad para el cálculo de este flujo de penetración es difícil de calcular, se sabe que es función del Kp o coeficiente de permeabilidad y el gradiente de concentración del contaminante.

Se supone que, para la exposición a suelos por contacto dérmico e ingestión accidental, sucede en el área inmediata al suelo afectado y, por definición, aplica sólo a los receptores que están en el sitio (*in situ*).

El receptor del escenario humano N° 1 correspondiente al poblador local de la C.N. José Olaya que es trabajador industrial del lote petrolero y probablemente transita por el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), por tal es un receptor *in situ* (dentro del sitio) y se espera una probable afectación a través de la vía de exposición por inhalación de partículas de CP del suelo que han sido transportadas desde el foco hasta la zona industrial por acción del viento y por contacto dérmico de los CP de la matriz suelos.

El receptor del escenario humano N° 2 (en el sitio) correspondiente a pobladores locales adulto y niño que visitan el sitio o transitan cerca a este, para desarrollar actividades como la caza esporádicamente, podría verse afectado por exposición con los contaminante del suelo directamente por contacto dérmico e inhalación de partículas e indirectamente con los CP que lixivian y descargan en quebradas cercanas; además, por exposición a sedimentos mediante las vías de exposición por contacto dérmico e ingestión accidental, ya que es probable que este receptor se lave las manos o se bañe en los cuerpos de agua superficial del sitio. No se considera el consumo de agua no tratada.

Para el receptor del escenario humano N° 3 (C.N. José Olaya), se plantea una potencial ruta de exposición por contacto dérmico e ingestión accidental de agua superficial afectada con los CP derivados de los derrames ocurridos en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Esta exposición puede generarse, considerando que tanto las aguas superficiales como las subterráneas tienen una potencial relación respecto a la descarga de estas; pudiendo existir un

contacto de las aguas superficiales con las aguas del río Corrientes, el cual pasa por las cercanías de la CN José Olaya donde se frecuenta el uso recreativo.

Para este último escenario no se considera la vía de exposición por inhalación de partículas, porque la distancia entre el foco de contaminación y el receptor es de 15,6 km, y tampoco la vía de exposición por contacto dérmico e ingestión accidental de suelos y sedimentos, porque estas rutas de exposición afectan únicamente a los receptores en el sitio impactado.

Asimismo para el escenario humano 1 (trabajadores industriales) y escenario humano 2 (cazadores esporádicos), no se ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre los receptores y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo la profundidad del nivel freático de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo.

Dentro del modelo conceptual del sitio se consideró principalmente la interacción de un receptor biótico (fauna) con el suelo potencialmente contaminado con sustancias químicas, a través del contacto directo (dérmico y absorción) y la posible ingestión de material vegetal contaminado (receptor en sitio). Este mismo tipo de receptor puede estar expuesto a material particulado que contenga algunas sustancias contaminantes, las cuales pueden ingresar al organismo del receptor por la inhalación.

Finalmente, dentro del modelo conceptual del sitio S0118 (Sitio Botadero Olaya) se consideró principalmente la interacción del receptor ecológico con el suelo y sedimento potencialmente contaminado con sustancias químicas, a través del contacto directo (dérmico y absorción) y la posible ingestión accidental de suelo (receptor en sitio). Este mismo tipo de receptor puede estar expuesto a partículas de sustancias contaminantes que por la inhalación pueden ingresar al organismo del receptor.

Es importante mencionar que puede existir una relación entre el receptor ecológico con el de las comunidades locales, debido al hábito de la caza que practican; pero no necesariamente se puede desarrollar estas actividades en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), sino que la fauna tiene a desplazarse grandes distancias, existiendo una posibilidad de que transiten por el sitio contaminado, y al estar expuestos a estos contaminantes se puedan ver afectados y se trasladen a áreas donde se realice la caza por parte de los pobladores.

4.6 Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro.

Para cada uno de los contaminantes de preocupación (CP) identificados en los capítulos anteriores, se evaluó su posible migración a otros medios físico. Esto se realizó considerando de manera cualitativa las propiedades fisicoquímicas y las concentraciones encontradas de cada contaminante y las características hidrogeológicas del sitio.

Como se señaló anteriormente, los contaminantes de preocupación identificados, considerando todas las matrices suelos y sedimentos, por presentar rutas de exposición completa, se resumen a continuación:

- Metales: Boro (suelo), Cobre (sedimentos), Cromo Total (suelo y sedimentos), Mercurio (suelos y sedimentos), Níquel (suelo), Plomo (suelos), Vanadio (suelos) y Zinc (suelos).

• Metales

El comportamiento ambiental de los metales depende altamente de su especiación química. Su solubilidad en agua depende de la habilidad de las especies para reaccionar con otras disueltas y formar precipitados insolubles (complejos) y a adsorberse en superficies cargadasⁿⁿ. En el Cuadro N° VI-14 de la Guía ERSa puede observarse que las especies químicas de metales pesados anfóteros unidos aniónicamente como por ejemplo cromatos y selenatos, son muy solubles mientras que los carbonatos que se formen con metales son insolubles.

En el caso particular de los metales pesados, su movilidad en suelo es función de varios factores como la forma de unión química, el pH en el suelo, el potencial redox, el contenido de sustancias orgánicas, el contenido de minerales de arcilla del suelo. En el Cuadro N° VI-15 de la Guía ERSa en donde se relaciona el pH del medio con la movilidad del elemento puede notarse que, dado que las diferentes mediciones de pH en agua subterránea resultaron mayores a 4,92, la migración del Cromo en suelo al agua subterránea puede considerarse como baja. Los metales considerados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), como contaminantes de preocupación, no tienen propiedades volátiles a excepción del mercurio pero este último pertenece a la matriz sedimentos, por lo que la migración al aire no sería posible por volatilización, sin embargo los metales en la matriz suelos, podrían presentar dispersión de partículas por acción del viento, dado que, se encontraron concentraciones sobre los niveles de fondo y ECA en el suelo superficial (<0,6 m).

Cuadro 4-22 Vías de exposición del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Medios de contacto	Vías de potencial exposición	Receptor
Suelo	Contacto dérmico / Inhalación	Receptor humano / Receptor ecológico
Sedimentos	Contacto dérmico / Ingestión	Receptor humano / Receptor ecológico
Aguas superficiales	Contacto dérmico / Ingestión	Receptor humano / Receptor ecológico
Aire	Inhalación	Receptor humano / Receptor ecológico

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.7 Factores que modifiquen el efecto de los contaminantes sobre los receptores.

En un escenario de exposición múltiple o única a sustancias químicas con el potencial de ejercer un efecto negativo sobre la homeostasis del receptor, juegan papeles importantes en la magnitud del efecto del contaminante mismo tanto las características de la o las sustancias como las características del individuo y el escenario de exposición.

De manera general, se pueden identificar tres grandes factores que tienen efecto directo sobre la intensidad de toxicidad de las sustancias químicas o la magnitud del efecto a saber, la dosis, la capacidad de atravesar membranas biológicas y la sensibilidad del receptor a una sustancia específica.

Sin embargo, hay factores que influyen también en la toxicidad misma de la sustancia o grupo de sustancias en evaluación y estos son los factores ambientales como la pluviosidad, temperatura,

ⁿⁿ ASTM E 2081-00 Standard Guide for Risk Based Corrective Actions

salinidad, pH, dirección e intensidad de los vientos, entre otros que podrían diluir la sustancia, concentrarla o dejarla más disponible al receptor.

Aunque en una evaluación de riesgos y en general en la aplicación de políticas públicas relacionadas con la salud ambiental contempla una población general con características antropométricas y biológicas iguales, la realidad es que la variabilidad entre individuos humanos puede ser muy grande, así como la diferencia en la respuesta frente a la exposición a la misma dosis de un contaminante particular o mezcla de ellos.

Adicionalmente, no todas las vías de exposición permiten la misma velocidad de absorción y penetración en el individuo, razón por la cual, la vía de exposición limita también el grado de toxicidad de una sustancia, es decir que una misma sustancia que esté presente en agua o en suelo podría ingresar a un receptor vía oral a través del consumo de esta agua, vía dérmica por el contacto directo con esta o vía inhalatoria por partículas suspendidas en el aire respirable sin que eso signifique que la absorción y el efecto sean de la misma magnitud necesariamente.

Lo mismo sucede con los receptores ecológicos y más aun teniendo en cuenta la variabilidad tan amplia entre especies diferentes y los efectos o desenlaces que podrían acarrear la exposición a una sustancia o mezcla de ellas.

En un nicho ecológico, se pueden tener múltiples especies que podrían verse expuestas a un contaminante particular, pero la misma biología de estos individuos puede ser tan diametralmente opuesta que se presentan poblaciones resistentes y otras sensibles a un mismo contaminante, lo que haría que los resistentes no solo sobrevivan, sino que se fortalezcan y colonicen el nicho ecológico de los sensibles ocasionando un desequilibrio ecosistémico.

4.8 Otros factores de estrés diferentes a los contaminantes evaluados.

Si bien es cierto que el análisis ERSA se ha centrado principalmente en los CP, no podemos dejar de lado aquellos CP que de una u otra forma podrían representar un riesgo a la salud de las personas y al ambiente. Sin embargo, muchos de estos elementos no alcanzaron el LDA necesario para puntualizar concretamente entre que rangos oscilan estas concentraciones, existiendo así una incertidumbre de su presencia en las diferentes matrices ambientales evaluadas.

En el mejor de los casos, esto nos indica la ausencia de dichos contaminantes en el medio de los cuales, a pesar de que puedan estar relacionados con la contaminación histórica de hidrocarburos en la zona, no representan un riesgo a la salud de las personas y al ambiente. De la misma forma, se registraron concentraciones de algunos CP los cuales superaron el LDA, mas no el ECA correspondiente y/o estándar internacional para cada matriz ambiental. Esto nos permite inferir que si bien es cierto hay presencia de estos elementos en el entorno, estos cumplen con los estándares de calidad que definen un entorno óptimo donde no habría algún riesgo a la salud de las personas y al ambiente.

Cuadro 4-23 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación

Matriz	Sustancia	Justificación
Suelo	Antimonio, Arsénico, Bario Total, Berilio, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (a) fluoranteno, Benzo (g,h,i) perileno, Cadmio, Cobalto, Cobre, Criseno, Cromo total, Fenantreno, Fluoranteno, Fracción de Hidrocarburos C10-C28, Fracción de Hidrocarburos C28-C40, Mercurio, Pireno, Plomo, Selenio, Talio.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales al ECA o niveles de referencia internacional.

Cuadro 4-23 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación

Matriz	Sustancia	Justificación
	Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benceno, Benzo (e) pireno, Benzo (k) fluoranteno, Dibenzo (a.h) antraceno, Fluoreno, Hidrocarburos C5-C10, Indeno (1.2.3-c.d) pireno, Naftaleno, Etilbenceno, m.p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA, existe incertidumbre sobre la medición.
Sedimento	Arsénico, Cobre, Plomo, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los niveles de referencia internacional.
	Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Cadmio, Criseno, Dibenzo (a.h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno, Pireno.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA – existe incertidumbre sobre la medición.
Agua subterránea	Fósforo, Cloruros, Aluminio, Arsénico, Bario, Cobre, Cromo Total, Hierro, Manganeseo, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio,	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los niveles de referencia internacional.
	Antraceno, Antimonio, Benceno, Benzo(a) pireno, Boro, Cadmio, Fluoranteno, Fracción de Hidrocarburos C10-C28, Fracción de Hidrocarburos C28-C40, Plata, Talio, Zinc	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9 Factores culturales y sociales^{oo}.

Para la identificación de los factores sociales y culturales del ERSA se ejecutó una Ficha de Relevamiento con el objetivo de obtener información específica. Se ejecutó un número promedio de 4 a 10 entrevistas por comunidad, a cargo de la especialista en relaciones comunitarias del equipo. Cabe señalar, que la ficha de relevamiento social contó con la revisión y validación de la empresa supervisora.

Las variables de levantamiento preliminar fueron en número de tres:

- Demografía y migración
- Actividades económicas
- Dieta, nutrición y salud

La mayor parte de la información social requerida también es posible identificarla en fuentes secundarias, debido a la serie de estudios previos en el Lote 192. Hacer uso de las fuentes secundarias se considera relevante, pues la población ya se encuentra saturada con la investigación social (primaria) de la cual han sido objeto en tiempos pasados debido al levantamiento de información para la obtención de las licencias y permisos ambientales (Estudios de Impacto Ambiental).

En el Cuadro 4-24, se presenta la ficha social de relevamiento.

^{oo} La caracterización de los Grupos de Interés y de los Factores Sociales y Culturales referidos a la Comunidad Nativa José Olaya mantienen un mismo texto y análisis para los siguientes sitios: sitio S0111 (Sitio 16), sitio S0112 (Sitio 35), sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), sitio S0107 (Sitio 1), sitio S0108 (Sitio 2) y sitio S0109 (Sitio 3) salvo las particularidades referidas a actividades económicas que pudieran ser propias del sitio en estudio.

Cuadro 4-24 Ficha social de relevamiento

Indicadores	Preguntas Semiestructuradas
a. Demografía y Migración.	- N° Familias / Hogares. - Población (N° hombres, N° mujeres y N° niños). - Características socioculturales de las viviendas. - Lugares de emigración / Motivos de emigración (enfatar motivos referidos a la actividad de hidrocarburos). - Lugares de inmigración / Motivos de inmigración (enfatar motivos referidos a la actividad de hidrocarburos).
b. Actividades Económicas	- Actividades económico-productivas ejecutadas en torno al casco comunal. - Actividades económico-productivas ejecutadas en torno a los sitios impactados. - Impacto de la actividad de hidrocarburos en las actividades económico-productivas.
c. Dieta, Nutrición y Salud.	- Particularidades de la dieta cotidiana. - Cambios o introducciones en la dieta por impacto de la actividad de hidrocarburos. - Características de la salud: Condiciones del establecimiento, personal, morbilidad y mortalidad.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para complementar la ficha social de relevamiento se llevó a cabo la observación participante, vital para identificar otros aspectos tales como los tipos de construcción y materiales de las viviendas, los patrones de comportamiento y aspectos culturales.

Cuadro 4-25 Ficha de observación participante

Indicadores	Preguntas Semiestructuradas
a. Vivienda	- Tipo de vivienda (material de construcción, tipo de piso, tipo de calles, asfaltadas o no asfaltadas), localización del área residencial con respecto a la fuente (distancia, vientos dominantes, etc.), antigüedad del área residencial, proyectos de crecimiento del área residencial. - Patrones de comportamiento en el interior de la vivienda. - Presencia de contaminantes en interiores: Por ejemplo, fumigación con insecticidas, leña para la cocción de alimentos. - Localización del dormitorio y del área de preparación de alimentos. - Presencia de industria familiar: Por ejemplo, carpinterías, ladrilleras, invernaderos.
b. Fuentes de Agua y Alimentos	- Fuentes de agua potable y alimentos - Determinar las fuentes de agua potable y alimentos de los receptores, con el propósito de establecer si hay una exposición a contaminantes de preocupación por el consumo de éstos. Se debe considerar además una posible exposición por el uso utensilios de cocina que contengan contaminantes de preocupación
c. Área de Recreación	- Áreas donde juegan los niños, - Tipo de piso del área de recreación, - Localización del área con respecto a la fuente. - Antigüedad del área de recreación, - o Eventos de restauración en el área, - o Frecuencia de juego.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Finalmente, se levantó información sobre aspectos referidos a las preocupaciones de la población en torno al servicio, sus expectativas y recomendaciones para la rehabilitación en base a una ficha de percepciones, la cual se detalla a continuación:

Cuadro 4-26 Ficha de percepciones

N°	Temas	Preguntas y/o Uso de Mensajes Clave
1	Conocimiento acerca del servicio y la empresa ejecutora	a. ¿Conoce usted sobre el servicio "Elaboración de los Planes de Rehabilitación de 13 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la Cuenca del Río Corrientes"? b. ¿Conoce a la empresa JCI-HGE? De ser necesario se brindará información en relación con el proyecto. c. ¿Qué opinión tiene sobre el servicio?
2	Percepciones y expectativas sobre la remediación (impactos)	a. ¿Qué entiende usted por remediación? ¿Qué entiende usted por rehabilitación? Explicación sobre las diferencias y solicitud de opinión. b. ¿Qué espera usted de los trabajos de remediación o rehabilitación? c. ¿Qué cosas positivas podría traer la tarea de remediación a la comunidad?
3	Detalles del servicio	a. ¿Conoce usted los tiempos del servicio, la ejecución en campo, la sistematización y la presentación de resultados a las comunidades? b. ¿Qué riesgos o problemas podría traer la tarea de remediación a la comunidad?
4	Recomendaciones	a. Recomendaciones a JCI-HGE, FONAM o la Junta de Administración para la ejecución del servicio.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el cuadro siguiente se registra el número de entrevistas realizadas en campo considerando la etapa de reconocimiento, y las dos épocas:

Cuadro 4-27 Entrevistas en comunidades

Etapa	Meses (2018)	Número de entrevistas (J. Olaya, Nueva Jerusalén y Antioquia)
Reconocimiento	Febrero	15
Época húmeda	Marzo-Mayo	22
Época seca	Julio-Septiembre	24
Tota entrevistas		61

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Distancias estimadas desde el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la Comunidad Nativa José Olaya**

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra ubicado a 15,6 km aprox. del casco comunal de la CN José Olaya. De acuerdo con las evidencias históricas y referencias de monitores

ambientales este sitio, ha sido servido para la disposición final de residuos orgánicos e inorgánicos (industriales).^{pp}

Cuadro 4-28 Distancia del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a la CN José Olaya

Comunidad Nativa	Sectores	Sitio	Distancia estimada del sitio a la comunidad (Kilómetros)	Tipo de Recorrido
CN José Olaya	Sector 1	S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)	15,6	Carretera / Bosque

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Demografía y población

El río Corrientes se encuentra ubicado en la parte nororiental de la Amazonía peruana, distrito de Trompeteros, provincia de Maynas, en el departamento de Loreto. La cuenca del Corrientes alberga a 31 comunidades nativas de los Pueblos Indígenas Achuar, Quichua y Urarina, los que involucran una población de 7 mil habitantes.

La población de José Olaya, Antioquía y Nueva Jerusalén es de origen exclusivamente Achuar y mestiza y asciende a 2 351 habitantes, donde el 46,2 % corresponde a población masculina y el 53,8 % a población femenina.^{qq}

Según los resultados del trabajo de campo, basado en entrevistas y observación participante, la población de la CN José Olaya asciende a más de 500 personas, siendo la comunidad más grande. La población mestiza ha llegado a establecerse en José Olaya debido a la relación de ésta con la empresa petrolera, la cual demanda servicios y mano de obra.

En el siguiente cuadro se identifica la población estimada para la CN José Olaya.

Cuadro 4-29 Población de la CN José Olaya

Comunidad Nativa	Población Total estimada – Trabajo de Campo (*)	Población Total aproximada	De 0 a 4 años	De 5 a 14 años	De 15 a 29 años	De 30 a 64 años	Más de 65 años	Hombres	Mujeres
José Olaya	500	127	22,83 %	31,5 %	25,98 %	19,69 %	0,0 %	46,5 %	63,5 %

Fuente: Base de Datos Oficial de Pueblos Indígenas u Originarios. Ministerio de Cultura. Actualización: Agosto, 2017.

(*) Cifras obtenidas durante las entrevistas a autoridades en las comunidades de estudio.

• Caracterización de las viviendas

La organización tradicional Achuar se caracterizó por un patrón de asentamiento disperso en la selva; la vivienda estaba ocupada por una familia extensa, es decir más de una unidad nuclear

^{pp} Entrevista a Monitor Edinson Ramírez Butuna.

^{qq} Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú. PNUD. 2018.

coexistiendo bajo un mismo techo (padres, niños, abuelos, tíos, tías, etc.) y cuya organización respondía a la práctica de la poligamia (varón que puede tener más de una esposa) y el levirato (el hermano del que muere sin hijos se casa con la viuda). Por ello, la vivienda representaba una unidad básica y necesariamente autosuficiente de producción y consumo, de manera que el liderazgo era vital tanto para la gestión de la unidad familiar como para proveer y defender la producción durante los tiempos de guerra.

Antiguamente, los Achuar habitaron enormes casas multifamiliares y espaciales. Hoy, la composición de los hogares achuar, así como el tipo de asentamiento en el territorio, es diversa. Mientras algunos achuarenses viven en comunidades en donde las viviendas están aisladas, otros viven en comunidades nativas densamente nucleadas^{rr}.

Las viviendas Achuar siguen albergando a familias extensas, existiendo casas de una sola habitación, sin paredes o divisiones, como era antiguamente, y otras que ya tienen separaciones o cuartos en su interior. La construcción de las casas en las comunidades de estudio está basada en la combinación de materiales propios de la zona y foráneos, como de estilos de construcción. Si bien se siguen construyendo casas con pona o techos con hojas de palmera tejidas, en algunas casas también se han reutilizado calaminas o bidones abiertos que sirven de cercos o paredes, o plásticos que han sido colocados fuera de las puertas de ingreso de las casas, tarimas de fierro que son empleadas como mesas o lugares para colocar cosas, especies de tubos como bancos, etc. Muchos de estos materiales fueron en algún tiempo propiedad de la empresa petrolera y luego fueron donados o desechados y, posteriormente, reciclados por los pobladores^{ss}.

En otras ocasiones, son los mismos pobladores quienes han adquirido calaminas (zinc) para sus techos o quienes han sido beneficiarios de una donación de calaminas, por parte del Estado o la empresa petrolera. A excepción de las otras dos comunidades, en José Olaya la mayor parte de las viviendas pueden tener paredes y una mínima separación de espacios internos, sin embargo existen espacios únicos que fungen de “subespacios” para dormitorio, cocina y sala de estar (lugar donde se coloca una o más “hamacas”), lo que posibilita que insumos inflamables o químicos se encuentren a la mano, como el caso de la leña para la cocción de alimentos, combustible o Diesel para el uso de las pequeñas embarcaciones familiares, etc. Esta situación se recrudece en tanto la cocina es contigua a los dormitorios.

^{rr} URIARTE, Luis. “Los Achuar”. En: SANTOS GRANERO, Fernando y Frederica BARCLAY (editores). 2007.

^{ss} Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú. PNUD. 2018.

Fotografía 4-1 Comunidad Nativa José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Una particularidad adicional es que en la CN José Olaya, a raíz de la presencia de personal foráneo que llega a alquilar su mano de obra a la petrolera, las familias deciden ampliar sus viviendas para albergarlos, razón por la que algunas viviendas se convierten en una especie de carpintería, donde coexisten el uso de la motosierra y la presencia de madera y otros materiales de construcción.

Como se mencionó, el principal insumo para la cocina en José Olaya es el gas debido a la mayor capacidad adquisitiva de las familias de esta comunidad que cuentan con mayores ingresos económicos y tiene el subsidio de la empresa petrolera en el uso de la energía eléctrica.

• Áreas de recreación y espacios educativos

Al igual que en toda sociedad, las actividades de recreación están pautadas por el sistema cultural, de manera que los Achuar cuentan con una serie de actividades lúdicas y de ocio que se llevan a cabo en torno a la vivienda, el bosque y los ríos y quebradas. Sin embargo, el proceso de aculturación de las comunidades Achuar ha privilegiado en los últimos años a la losa deportiva o cancha comunal como el espacio recreativo por excelencia, lo que no descarta que niños y adultos realicen actividades de ocio y recreación en el bosque durante los momentos de caza, pesca o recolección.

La “Cancha o Losa Deportiva” es el lugar a donde llegan niños, jóvenes y adultos a practicar deportes como el fútbol y voleibol. La CN José Olaya cuenta con esta losa. El material del piso de esta losa es de cemento pulido y se encuentra ubicada casi al centro del casco comunal. La distancia de la cancha deportiva o losa hacia el sitio S0118 (Sitio Botadero comunidad Olaya) es la misma que desde la comunidad (15,6 km).

También se encuentran los juegos infantiles ubicados en las inmediaciones de la institución educativa, compuesto por: columpios, sube y baja, barras paralelas, bancas de cemento para reposar, entre otros. La frecuencia del juego de niños y jóvenes en estos espacios es cotidiana, esencialmente en horas de la tarde, después de las actividades escolares y laborales.

Fotografía 4-2 Áreas de recreación y espacios educativos Comunidad Nativa José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto a la educación entre los Achuar, la formación tradicional y educación de los niños y niñas están pautadas por la transmisión de valores para el fortalecimiento de la persona y la búsqueda de una visión, incluyendo fórmulas alimentarias, normas de dieta y abstinencia, purgas, búsqueda de visiones, etc. Es importante para el padre y la madre Achuar el transmitir a sus hijos todo lo referido a las normas de conducta social y el trato con todos los seres - animados o no - del bosque^{tt}.

En relación a la educación formal, la CN José Olaya cuenta con los tres niveles de Educación Básica Regular, es decir: inicial, primaria y secundaria. La Institución Educativa No. 384461 es la encargada de brindar la instrucción en primaria y secundaria, y laboran bajo la modalidad polidocente, todas las aulas cuentan con un docente responsable; cada nivel cuenta con su propia dirección y administración. El nivel inicial cuenta con tres docentes.

Cada nivel cuenta con una infraestructura propia de material noble, con espacios para aulas divididos por secciones y con servicios higiénicos, aunque el agua potable dentro de la infraestructura, así como el desagüe para la disposición de excretas, es ineficiente.

Las viviendas o los domicilios del alumnado están conglomerados en torno a la infraestructura escolar. Adicionalmente existe el Instituto Superior Tecnológico (Joaquín Reátegui Medina) que brinda la carrera de Técnico en Enfermería.

Cuadro 4-30 Institución educativa según nivel educativo y estadísticas

Nivel Educativo	Institución Educativa	N° Alumnos*	N° docentes	N° aulas
Inicial	N° 505868	50	3	3
Primaria	N° 384461	70	6	4
Secundaria	N° 384461	25	**	2

Fuente: Información aproximada del número de alumnos, brindada por actores clave de la CN José Olaya.

** No se cuenta con información sobre el número de docentes.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

^{tt} Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar 2006. Dirección General de Epidemiología. Ministerio de Salud. Perú.

- **Fuentes de agua potable y alimentos: Agricultura, caza y pesca**

Las comunidades se surten del agua del río Corrientes y sus quebradas al interior de sus territorios. El régimen de las aguas del Corrientes presenta una creciente que se inicia en el mes de febrero, alcanzando una máxima en el mes de mayo que continua hasta junio. La vaciante se inicia en el mes de junio y alcanza el nivel mínimo del río en enero. La diferencia del nivel del río Corrientes entre creciente y vaciante es variable, pudiendo alcanzar una amplitud máxima de 4,7 metros.

Para el caso de la CN José Olaya, durante períodos de creciente, el agua de ríos y quebradas inunda el bosque y llega hasta el casco comunal. Las condiciones sanitarias que son deficientes se agudizan en ese período, situación que se complica pues los servicios higiénicos (letrinas) se inundan y se vuelven inutilizables. Con el agua “estancada” se generan focos de enfermedades como la malaria. En la entrevista a la responsable del Establecimiento de Salud de la CN José Olaya, se mencionó que el 50 % de la población ha contraído la enfermedad.

El acceso a agua potable es ineficiente. Gracias a las iniciativas locales, la comunidad cuenta con una pequeña planta de tratamiento comunal que no logra abastecer al total de su población. Adicionalmente, las aguas del río Corrientes, siendo navegables y habiendo recibido descargas de las baterías de producción por más de cuatro décadas, son aguas no utilizadas para consumo humano. La misma situación es para otras quebradas cercanas a las tres comunidades, tal como la quebrada Huayurí, cerca de la CN José Olaya, la cual fue centro de descargas de una batería del mismo nombre durante toda la operación petrolera.

Fotografía 4-3 Planta de tratamiento comunal



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El agua propia de los cursos de agua en torno a los sitios impactados no es utilizada para riego o consumo humano, debido a que se encuentran distantes a los asentamientos y la población local percibe la posibilidad que se encuentren afectadas por el hidrocarburo que llegó a manera de derrame o que se encuentren cercanas a botaderos propios de la actividad de abandono de las petroleras.

- **Alimentos propios de la actividad agrícola**

Los suelos de estas comunidades tienen bajos niveles de nutrientes, las altas temperaturas y lluvias todo el año contribuyen a la lixiviación de los nutrientes químicos del suelo, razones por las que la agricultura es básica limitándose al cultivo en “chacras” familiares que se asientan de manera muy cercana a los cascos comunales (no se encuentran chacras en los sitios contaminados en evaluación).

Fotografía 4-4 Preparación de masato en base a yuca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las especies que se cultivan son, esencialmente, la yuca (usada para el masato, bebida tradicional) y el plátano, especies que no requieren más que agua de lluvia para riego pues no es posible la canalización del agua de río o quebradas hasta las zonas de cultivo. La agricultura local no hace uso de fertilizantes químicos ni naturales y carece de asistencia técnica de algún tipo.

- **Alimentación basada en la caza o carne de monte**

El bosque era y es un espacio vital para los Achuar, pues de él se obtienen alimentos provenientes de la caza y la recolección de frutos silvestres. En la caza, el arma principal era la cerbatana de madera, y su fabricación es una de las formas de especialización técnica en esta sociedad. También se utilizan venenos “curare” para las cerbatanas, trampas y perros para atrapar a algunos animales. En la actualidad, se ha incorporado el uso de escopetas o rifles de poco alcance. La caza es una actividad extendida y practicada por la totalidad de los varones locales mientras que cada mujer achuar posee y cultiva su propia chacra donde se cultiva yuca y plátano esencialmente, ambos productos como base de la dieta alimenticia Achuar juntamente con el pescado y la “carne de monte” ^{uu} como fuente proteica.

Debe agregarse que los niños y niñas Achuar también participan ejecutando actividades en el bosque. Desde muy pequeños acompañan a sus padres en sus faenas de caza, pesca o recolección, lo que les permite horas de recreo en el bosque o en alguna quebrada o curso de agua cercano. Los niños – al alcanzar la edad de 10 o 12 años aproximadamente- son instruidos por el padre en la actividad de la caza, aprendiendo a manejar alguna técnica tradicional o siendo adiestrados en el uso de la escopeta. Los niños varones Achuar empiezan sus cercanas incursiones al bosque a muy corta edad, aunque es en la pubertad y adolescencia que se adentran en éste y asumen el rol del cazador de la familia.

La caza requiere un amplio conocimiento, no solo de la etología animal (qué comen, a qué hora, como andan o duermen, cuándo están gordos, etc.) sino de las alteraciones indicativas del entorno (ruidos, pisadas, fecas). La excursión típica de un cazador adulto está basada en el recorrido de

^{uu} URIARTE, Luis. “Los achuareños”. En: SANTOS GRANERO, Fernando y Frederica BARCLAY (editores). Guía etnográfica de la Alta Amazonía. Volumen VI. Lima: IFEA, Smithsonian Tropical Research Institute, pp. 1-241. 2007.

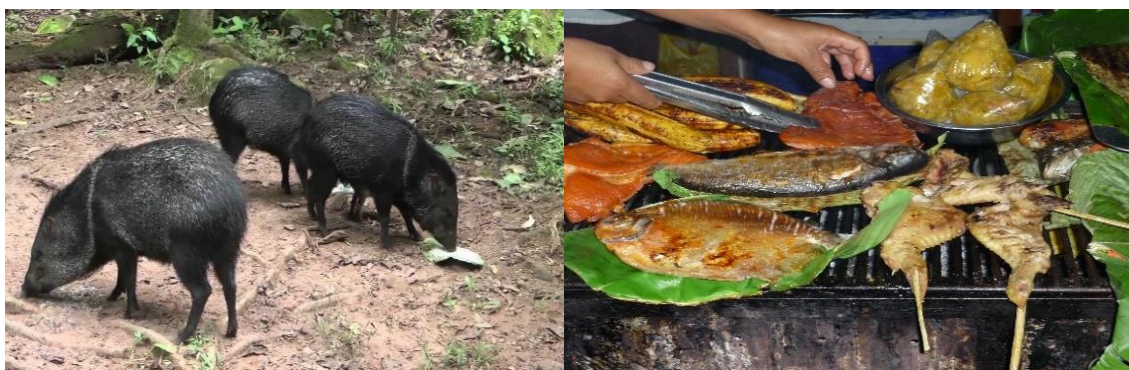
30 a 45 km por día, lo que permite la identificación de lugares estacionales de recolección de frutos, especies medicinales u otros recursos (lianas, cortezas, etc.) para diferentes usos^{vv}.

Las especies de caza favoritas son: Huangana, sajino, sachavaca, armadillo, añaño, majas, y aves como: pucacunga, pava, perdiz, paujil, trompetero, tucán, panguana, guacamayos y loros. El tipo de preparación de la carne de monte es esencialmente el asado o “ahumado”, para lo cual la carne es recubierta con algunas hojas de la especie bijao y colocada a la parrilla.

La población local identifica y conoce los sitios impactados en el marco del presente estudio, se precisa que en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se registraron evidencias (cartuchos, huellas, etc.) del desarrollo de esta actividad.

Cabe anotarse que la caza entre los Achuar es también una práctica comunal en base a las denominadas “mingas” o trabajo comunitario. En síntesis, la caza y otras actividades económicas (recolección y pesca) permiten relaciones simbólicas y afectivas del poblador con el territorio o el bosque, generándose lazos de identidad con estos que evidencia la interrelación entre seres humanos y no humanos^{ww} (animales, plantas, seres míticos, otros). El bosque también – adicionalmente a una fuente de vida- implica un espacio de conocimiento, espiritualidad y recreación.

Fotografía 4-5 Alimentación basada en la caza



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Alimentación producto de la pesca

La pesca es otra de las actividades de vital importancia junto con la caza. La época de pesca es de mayo a diciembre. Esta actividad se desarrolla en el río Corrientes y en cochas con el empleo de canoas pequeñas, redes, diversos tipos de flechas, arpones, anzuelos, etc. y la utilización de vegetales como el tigui, timbo, ganbi y semilla de asco; plantas que actúan como narcotizantes. La actividad se desarrolla de manera individual o en mingas.

La pesca es la actividad más importante en su aporte a la dieta y nutrición familiar. Las familias consumen diariamente raciones de pescado estimado en 1000 gramos por persona. Sin embargo, en los últimos años, a raíz de la intervención estatal por los temores de la población de exposición

^{vv} Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar. Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología. 2006.

^{ww} Descola, Philippe y Palsson, Gisli, Coord. (2001) [1996]. Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas. Traducción de Stella Mastrangelo. México: Siglo XXI. Según la literatura etnográfica contemporánea sobre la Amazonía no opera en las ontologías de los pueblos indígenas la división entre sociedad y naturaleza. Se concibe más bien una amplia red social que incluye a los distintos seres humanos o no humanos (animales, vegetales, condiciones meteorológicas, espíritus, etc.), e incluso las cosas y los artefactos.

al plomo y cadmio, las piscigranjas se han convertido en una estrategia para proveerse de pescado. El pescado se come asado, “envuelto en hoja de bijao”, en caldo o frito.

Las especies que se cultivan en las piscigranjas son introducidas: Paco (*Myleus pacu*) y Gamitana (*Colossoma macropomum*) y requieren de alimento y asistencia especializada que reciben de entidades del Estado. En períodos críticos, los cultivos se ven sumamente afectados, perdiéndose la producción de pescado en piscigranja y recurriéndose a quebradas y cochas (lagunas) cercanas a las comunidades.

Cabe resaltar que no se identificaron en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) evidencias del desarrollo de la pesca. Sin embargo, las especies para consumo humano más representativas y que se encuentran en ríos y quebradas de la zona son:

Cuadro 4-31 Pesca para consumo humano

Familia	Especie	Nombre común	I Época	II Época
Characidae	<i>Leporinus friderici</i>	"lisa"	x	
Characidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	"paña" (piraña)	x	x
Characidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	"fasaco"	x	x
Characidae	<i>Brycon cephalus</i>	"Sábalo"		x
characidae	<i>Hemibrycon jelskii</i>	"Sábalo"	x	
characidae	<i>Hemigrammus sp.</i>	"Mojarrita"	x	x
Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	"Diente de perro"	x	x
Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus sternicla</i>	Pez hacha plateado	x	x
Loricariidae	<i>Hypostomus sp.</i>	"carachama"	x	x

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estas especies son propias de aguas ligeramente ácidas y suelos arcillosos y pueden ser tolerantes a polución orgánica de moderada a muy fuerte.

• Recolección

Esta actividad representa un medio de subsistencia familiar en la CN José Olaya, y como tal, cumple las siguientes funciones: suplemento de alimentos de origen vegetal no obtenidos a través del cultivo, complemento de proteínas vegetales durante las épocas de escasez de caza y pesca, obtención de materias primas para diferentes usos domésticos y utensilios. etc. Se recolecta plantas medicinales como: uña de gato, chuchuhuasi, sachá ajos, suelda con suelda, leche caspi, etc. El método de recolección de los frutos es cortar los árboles con hachas y machetes. Durante el mes de noviembre se recolecta huevos de taricaya (tortuga). No se identificaron en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) evidencias de actividades de recolección.

• Salud

El pueblo Achuar concibe que la enfermedad es causada por un ser externo y que es reflejo de un desequilibrio en las relaciones sociales. Por ello, el individuo observa normas y prácticas culturales para prevenir y eludir el daño de la enfermedad (fórmulas alimentarias, normas de abstinencia,

purgas, tratamientos tonificantes de cuerpo y espíritu, etc.)^{xx}. La base del sistema médico Achuar radica en la identificación de la naturaleza del daño o enfermedad dentro de un sistema propio de clasificación de enfermedades^{yy}.

Existen tres categorías básicas de enfermedades en la concepción Achuar: *wáwek*, *sugkúr* y *mímkau*. *Wáwek* o *wáwekratmau* son enfermedades que aparecen súbitamente y conducen a la muerte de manera muy rápida, de manera que son atribuidas a la hechicería o el daño, donde los pacientes deben ser atendidos por un *Wishín shirám* o médico que dieta, emplea la ayahuasca, entona cantos y receta abstinencias, entre otras prácticas propias de su sistema médico. Las enfermedades *sugkur* son aquellas menos graves y que pueden ser tratadas por la medicina occidental. Se incluye dentro de estas enfermedades a las lesiones; mientras que las enfermedades de tipo *mímkau* son patologías graves atribuidas al contacto mágico con un objeto, animal o a la violación de prescripciones rituales del postparto y la lactancia por lo que afectan -especialmente- a niños lactantes cuya salud está pautada por el comportamiento de los padres ^{zz}

Dentro del sistema médico Achuar existen las parteras y los promotores de plantas medicinales. Las *Uchin Takumtikin* o parteras han aprendido de madres y abuelas los conocimientos para atender un parto a través de técnicas como el “enderezar” al bebé, utilizar vegetales para “aliviar” el dolor y facilitar el parto, etc. Los *Nupajar tsuakratin* o promotores de plantas medicinales cuentan con una serie de recursos según la sintomatología. Entre las especies de plantas o vegetales de mayor uso se encuentran el jengibre para hemorragias, enfermedades estomacales, dolores reumáticos, etc. El ajo calma distintos tipos de dolor como el de dientes y de huesos. También se conocen diversas cortezas que se aplican para curar abscesos o heridas. En resumen, existe todo un conocimiento referido a la medicina Achuar que coexiste en la actualidad con el sistema médico occidental.

El poblador Achuar combina esta lógica cultural de tratamiento de la enfermedad con la lógica occidental, por lo que recurre a un establecimiento de salud y accede a tratamiento y medicinas. Sin embargo, la prestación estatal del servicio de salud tiene muchas deficiencias para atender a la población Achuar del Corrientes, aun considerando que la población habita en un entorno de alto riesgo por exposición a emergencias y riesgos sanitarios por desastres antropogénicos provenientes de derrames de petróleo y brotes epidémicos. A esto se añade que las enfermedades prevalentes son la desnutrición crónica, la anemia, la malaria, así como las enfermedades infecciosas y parasitarias, existiendo también una alta tasa de muerte materna y neonatal.^{aaa}. Adicionalmente, si bien Proyecto Especial Plan Integral de Salud del Corrientes (PEPISCO) - activo entre el año 2005 – 2015 – hizo posible una mejora en cuanto a la infraestructura de salud, existe aún problemas en materia de infraestructura, equipos, mobiliario y personal.

El establecimiento de salud de la CN José Olaya es de categoría I-1, es decir Puesto de salud con profesional de salud no médico dedicado a la atención de urgencias y emergencias. El puesto de salud es atendido por el siguiente personal:

- Un (1) técnica enfermera, encargada del establecimiento, Rosario del Pilar Navarro.
- Un (1) laboratorista.
- Además, recibe el apoyo de tres (3) estudiantes del Instituto Superior José Olaya, que realizan prácticas preprofesionales.

^{xx} Análisis de Situación de Salud del Pueblo Achuar. Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología. 2006.

^{yy} Warren, Patricio; Hess, Carmen & Ferraro, Emilia. Salud y antropología. Serie Hombre y Ambiente, 29, pp 7-46. 1994.

^{zz} Warren, Patricio; Hess, Carmen & Ferraro, Emilia. Salud y antropología. Serie Hombre y Ambiente, 29, pp 7-46. 1994.

^{aaa} Salud de los pueblos indígenas amazónicos y explotación petrolera en los lotes 192 y 8: ¿Se cumplen los acuerdos en el Perú? Defensoría del Pueblo. 2018.

Los registros de morbilidad de la Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Salud señalan las siguientes enfermedades entre la población de la comunidad:

- Enfermedades infecciosas intestinales, helmintiasis^{bbb}, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 00 a 11 años.
- Trastornos episódicos y paroxísticos^{ccc}, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y enfermedades de la cavidad bucal con mayor prevalencia en el grupo de edad de 18 a 19 años.

En el cuadro siguiente se detalla la morbilidad por grupos de edad en la CN José Olaya, según registros del MINSA.

Cuadro 4-32 Morbilidad en la CN José Olaya

Grupos de categorías	00a - 11a	12a - 17a	18a - 29a	30a - 59a	60a >
(A00 - A09) Enfermedades infecciosas intestinales	68	1	11	7	-
(A90 - A99) Fiebres virales transmitidas por artrópodos y fiebres virales hemorrágicas	1	-	-	-	-
(B00 - B09) Infecciones virales por lesiones de la piel y de las membranas mucosas	1	-	-	-	-
(B35 - B49) Micosis	3	-	4	6	-
(B50 - B64) Enfermedades debidas a protozoarios	1	1	-	1	-
(B65 - B83) Helmintiasis	31	1	9	3	1
(B85 - B89) Pediculosis, ascariasis y otras infestaciones	1	-	2	-	-
(D50 - D53) Anemias nutricionales	1	-	1	-	-
(E65 - E68) Obesidad y otros de hiperalimentación	1	-	1	-	-
(E70 - E90) Trastornos metabólicos	-	-	-	1	-
(F80 - F89) Trastornos del desarrollo psicológico	2	-	-	-	-
(G40 - G47) Trastornos episódicos y paroxísticos	4	7	23	14	3
(H10 - H13) Trastornos de la conjuntiva	8	1	5	6	-
(H60 - H62) Enfermedades del oído externo	-	1	1	-	-
(I10 - I15) Enfermedades hipertensivas	-	-	-	1	-
(J00 - J06) Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	87	8	28	15	3
(J09 - J18) Influenza (gripe) y neumonía	-	-	-	-	1
(J20 - J22) Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	32	1	-	-	-
(J30 - J39) Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1	-	-	-	-
(J40 - J47) Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	-	-	3	2	-

^{bbb} Enfermedad producida por gusanos parásitos que viven alojados en el intestino o en los tejidos del ser humano y los animales vertebrados.

^{ccc} Los trastornos paroxísticos no epilépticos (TPNE) los forman una serie de episodios de origen cerebral ó no, que constituyen un grupo muy heterogéneo de procesos, y que aparecen con mucha frecuencia durante la infancia. La mayoría de los TPNE son de naturaleza benigna y no suelen precisar tratamiento médico. Se estima que en torno al 10 % de los niños presentarán un TPNE a lo largo de su infancia.

Cuadro 4-32 Morbilidad en la CN José Olaya

Grupos de categorías	00a - 11a	12a - 17a	18a - 29a	30a - 59a	60a >
(K00 - K14) Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares	32	4	31	16	-
(K20 - K31) Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	-	-	6	8	1
(K55 - K63) Otras enfermedades de los intestinos	-	-	1	-	-
(K80 - K87) Trastornos de la vesícula biliar, de las vías biliares y del páncreas	1	-	-	-	2
(L00 - L08) Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	6	2	2	10	-
(L20 - L30) Dermatitis y eczema	1	-	1	-	-
(L60 - L75) Trastornos de las faneras	1	-	1	-	-
(M00 - M25) Artropatías	2	1	7	10	1
(M40 - M54) Dorsopatías	-	-	1	13	2
(M60 - M79) Trastornos de los tejidos blandos	7	-	4	4	-
(N30 - N39) Otras enfermedades del sistema urinario	-	2	16	14	1
(N70 - N77) Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos	-	-	-	1	-
(O20 - O29) Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo	-	-	1	-	-
(O85 - O92) Complicaciones principalmente relacionadas con el puerperio	-	-	2	-	-
(O94 - O99) Otras afecciones obstétricas no clasificadas en otra parte	-	-	5	1	-
(R10 - R19) Síntomas y signos que involucran el sistema digestivo y el abdomen	3	14	9	6	-
(R50 - R69) Síntomas y signos generales	32	14	23	26	1
(S90 - S99) Traumatismos del tobillo y del pie	1	1	3	3	-
(T08 - T14) Traumatismos de parte no especificada del tronco, miembro o región del cuerpo	15	7	8	8	1
(T20 - T32) Quemaduras y corrosiones	-	-	1	-	-
(T66 - T78) Otros efectos y los no especificados de causas externas	8	1	7	3	-
(W00 - X59) Otras causas externas de traumatismos accidentales	-	-	-	1	-
	351	67	217	180	17

Fuente: MINSA - Oficina General de Tecnologías de la Información. 2018

- Aspectos migratorios**

Cabe destacar que la población mestiza ha llegado a establecerse en un número importante en estas comunidades, debido a la relación de éstas con la empresa petrolera, la cual demanda servicios y mano de obra.

Para el caso de las tres comunidades, la emigración se da a localidades cercanas como Comunidad Nativa Nuevo Andoas, de distancias intermedias como San Lorenzo, Lagunas o Yurimaguas y más distantes como Iquitos, pero no se manifiestan motivos ligados a las actividades de hidrocarburos, si por estudios, salud o negocios. La inmigración es mayoritariamente por motivos laborales ligados a la actividad temporal vinculada a la operadora del Lote 192. Existe una fuerte inmigración de personas a la comunidad de José Olaya, procedente de comunidades cercanas como Nueva Jerusalén, centros urbanos como Comunidad Nativa Nuevo Andoas o incluso ciudades bastante lejanas como Iquitos o San Lorenzo.

Es importante indicar que la movilidad entre Nueva Jerusalén y José Olaya es muy intensa, muchos tienen familiares y/o viviendas en ambas localidades. Sin embargo, esta situación difiere en Antioquía donde no se observan foráneos exceptuando a los funcionarios del estado de los sectores educación y salud.

Grupos de Interés

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra ubicado dentro de los territorios de la Comunidad Nativa (CN) José Olaya. La CN fue reconocida legalmente el año 2000 y titulada el 1 de marzo de 2014 con R.D. 002-2014-GRL-DRA-L. En el Cuadro 4-33 se encuentra información sobre el reconocimiento y la titulación de la comunidad.

Cuadro 4-33 Reconocimiento y titulación de la CN José Olaya

Comunidad	Resolución de reconocimiento	Fecha de resolución de reconocimiento	Título comunal	Fecha de Titulación Comunal
José Olaya	R.D.070-2000-CTARDRA-L	4/6/00	R.D. 002-2014-GRL-DRA-L	1/3/14

(*) Fuente: Directorio 2016 Comunidades Nativas del Perú. SICNA - Sistema de Información sobre Comunidades Nativas de la Amazonía Peruana.

Los orígenes de la comunidad nativa datan de hace más de 40 años cuando familias de apellidos Piñola e Isla, de la comunidad de Valencia, deciden asentarse en José Olaya motivados por mejorar su situación económica, abandonando el lugar en la década de los 70.

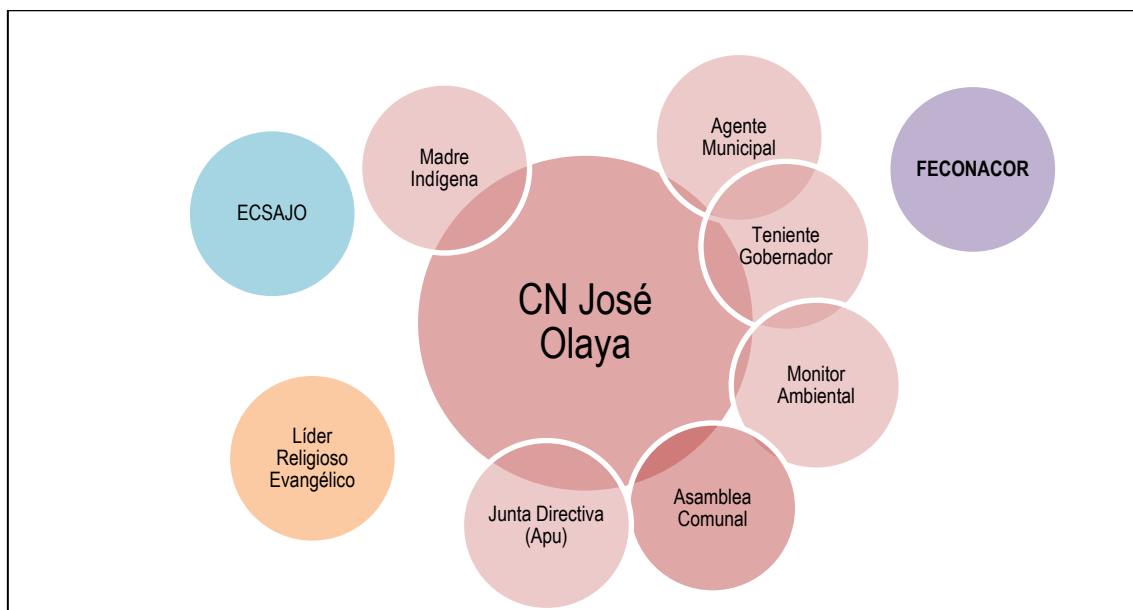
A continuación, un extracto de la historia comunal recogida por el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen - Lote 1AB, Pluspetrol Norte S.A, noviembre del 2006:

“Al encontrar una zona en donde pudieron dedicarse a la comercialización de pieles (otorongos, tigrillos, sajinos, serpientes) y extracción de resinas (leche caspi, balata, palo rosa), fundaron el pueblo. Inicialmente se establecieron en un lugar cercano a las tierras actuales, en una zona de bajal, de difícil acceso debido a las continuas inundaciones pero que, sin embargo, era rica en animales como sachavacas, motelos, pajiles, huanganas, pavas, sajinos, lobos, etc y especies madereras como cedros, tornillos, moenas, puchili, moena, entre otros. Era una tierra ideal para la agricultura y estaba próxima a la empresa PETTI SUM, que se dedicaba a exploraciones petroleras, y que podía comprar sus productos. Más tarde, aproximadamente por la década de los 70's, la empresa de construcciones OPECOS, a quien se debe la construcción de la carretera, apoyaría la fundación del pueblo y la construcción de la primera escuela a través del norteamericano Sr. Haros. Este, a su vez, apoyaría por medio de donaciones de paquetes escolares, así como también comprando periódicamente la producción agrícola y carne de monte. Una vez que estos salieron de la zona, los pobladores decidieron trasladarse al lugar. El pueblo de José Olaya se establece definitivamente una vez que FONCODES construye una escuela en el terreno. El nombre del pueblo corresponde a un héroe nacional y se debe a la iniciativa del mestizo moyobambino Sr. Nemesio La Torre, residente de la zona. Dicho nombre se aceptó el 02 de febrero de 1989 y rige hasta el día de hoy. Aproximadamente, en el año de 1975 ingresó a la zona la empresa OXY, hecho que suscitó muchos malestares en el pueblo. Según testimonios de

los pobladores, en un principio ellos no se percataron de que en las aguas del río Corrientes se producían derrames de petróleo crudo”^{ddd}

En el siguiente gráfico se aprecia la conformación por Grupos de Interés, donde se pueden observar los actores clave de la comunidad considerando la “distancia” que se percibe de cada uno en función a la comunidad.^{eee}

Gráfico 4-16 Grupos de interés CN José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el presente acápite se desarrollará la participación de los grupos de interés de la CN José Olaya en el marco del “Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes”. Se los considera grupos de interés pues afectan o pueden ser afectados por las actividades de rehabilitación de sus sitios impactados. A continuación, la lista de grupos de interés:

- a. Federación de Comunidades Nativas de la cuenca del Corrientes (FECONACOR)
- b. Comunidad Nativa José Olaya (para el caso del S0118 – Sitio Botadero Comunidad Olaya).
- c. Autoridades consuetudinarias: Apu / Junta Directiva Comunal.
- d. Autoridades del Estado: Teniente Gobernador / Agente Municipal.
- e. Líderes: Madre Indígena / Monitores Ambientales/ Líder religioso evangélico.
- f. Instituciones Privadas: Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios José Olaya S.R.L (ECSAJO).

Para el detalle y análisis de los grupos de interés se ejecutó en campo -entre los meses de febrero, mayo y julio del presente año- una metodología basada en la observación participante y la entrevista semiestructurada dirigida a un estimado de 5 a 6 autoridades y/o líderes comunales.

^{ddd} Línea de Base Socioeconómica del EIA Semidetallado Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen - Lote 1AB. Walsh Perú S.A. Noviembre, 2006.

^{eee} Cabe resaltar que la metodología ejecutada para el presente servicio no consideró un mapeo de poder e influencia por lo que la posición de distancia (influencia) de los grupos de interés es la lectura del investigador.

Esta metodología permitió caracterizar a los grupos de interés y conocer sus percepciones acerca del servicio, así como acerca de la rehabilitación y la remediación.

FECONACOR

La Federación de Comunidades Nativas de la cuenca del Corrientes (FECONACOR)^{fff} es la organización indígena representativa de la cuenca. Afiliadas a ésta se encuentra 14 comunidades según Asamblea realizada el 4, 5 y 6 de agosto de 2017 en la comunidad nativa Pampa Hermosa^{ggg}. Estas comunidades son:

- 1) **José Olaya**
- 2) Nueva Jerusalén
- 3) Antioquia
- 4) Nueva Nazareth
- 5) Pampa Hermosa
- 6) Sauki (anexo de Pampa Hermosa).
- 7) Providencia
- 8) Santa Rosa
- 9) San José de Porvenir
- 10) Nuevo Paraíso
- 11) Nuevo Triunfo
- 12) Trompeteros
- 13) San Ramón
- 14) San José

Cabe anotar que la Inscripción en Registros Públicos de FECONACOR es: Zona Registral N° IV - Sede Iquitos Oficina Registral de Iquitos. N° de Partida 1109637. Resolución del Superintendente Nacional de Registros Públicos N° 124-97 SUNARP.

Su actual presidente es el Sr. Carlos Sandi Maynas, quien lidera una agenda política a favor de los derechos indígenas que se centra en el respeto y defensa del territorio, los recursos y la biodiversidad del pueblo Achuar del río Corrientes. La actual junta directiva para el período junio 2017-junio 2022 es:

- Presidente: Carlos Sandi Maynas
- Vicepresidente: Nicolás Kukush Sandi
- Secretaría de actas y archivos: Edinson Ramírez Butuna
- Secretaría de Educación: Dobías Hualinga Sandi
- Secretaría de Economía – Tesorero: Federico Díaz Sandi
- Gerente: Raúl Sosa Rodríguez.

^{fff} Inscripción en Registros Públicos: Zona Registral N° IV -Sede Iquitos Oficina Registral de Iquitos. N° de Partida 1109637. Resolución del Superintendente Nacional de Registros Públicos N° 124-97 SUNARP.

^{ggg} <http://observatoriopetrolero.org/pronunciamiento-de-feconacor-federacion-de-comunidades-nativas-de-la-cuenca-del-corrientes/>

Asamblea Comunal

La Asamblea Comunal está conformada por los comuneros o jefes de hogar^{hhh} que residen en la comunidad y que cumplen con una serie de obligaciones como comuneros, tales como la participación en las mingas (trabajo comunal) y la asunción de cargos por designación de la asamblea comunal. La Asamblea General es el órgano máximo y está constituida por comuneros debidamente empadronados y calificados.

APU

El Apu es la figura más importante en la comunidad, quien la gestiona de la mano con una junta directiva. Es la persona que toma decisiones con base a los acuerdos de sus asambleas comunales, encargándose del cumplimiento de éstos. El Vice Apu lo reemplaza en ausencia.

La Junta Directiva es elegida por un periodo de dos a tres años mediante votación mayoritaria en la asamblea comunal, pudiendo ser ratificada o cambiada. El cargo de Apu debe ser asumido por todos los comuneros, aunque existen algunos personajes que son reelegidos como tal debido a su liderazgo y carisma. En José Olaya el cargo de Apu está siendo asumido (octubre 2018) por el señor Abel Nango, personaje histórico para la comunidad y el pueblo Achuar del Corrientes.

Teniente Gobernador / Agente Municipal

Los cargos de Teniente Gobernador y Agente Municipal son conferidos por el Estado Peruano. Ambas autoridades representan a la nación y se encargan de velar por el cumplimiento y respeto a la constitución política y el derecho nacional.

El Teniente Gobernador representa un cuerpo de vigilancia o disciplina en la comunidad, mientras que el agente municipal representa a ésta ante la población. El artículo 71 de la Ley Orgánica de Municipalidades indica que cuando se establezcan agencias municipales en comunidades campesinas y nativas, no constituidas como municipalidades delegadas, el alcalde designará agente a la autoridad elegida por la comunidad, de acuerdo con sus usos y costumbres.

A octubre de 2018, el cargo de Teniente Gobernador era asumido por el señor Edinson Ramírez Butuna y el de Agente Municipal por el señor Rubén Paima Cariajano.

Madre Indígena

La madre indígena es una mujer líder que se destaca por su sabiduría y conocimiento acerca de su cultura y cómo ve el futuro para ésta. Suele participar ampliamente en las asambleas y conduce las opiniones locales. Para octubre de 2018, el cargo de madre indígena era asumido por la señora Adolfinia García Sandi.

Monitor Ambiental

Como resultado de la firma del Acta de Dorissaⁱⁱⁱ el año 2006, Pluspetrol acepta la presencia de los monitores comunitarios independientes, a través de los compromisos con las comunidades achuar, cuya capacitación y salarios ha financiado a través del proyecto Plan de Salud en el marco de los acuerdos del Acta.

Los monitores son los encargados de recolectar la información. Elegidos por sus comunidades mediante una asamblea comunal, la mayoría de ellos son jóvenes y tienen un nivel de estudio secundario. La empresa Pluspetrol en acuerdo con el Acta de Dorissa financió las remuneraciones de los monitores mediante un depósito en una cuenta manejada por FECONACOⁱⁱⁱ de forma

^{hhh} No se cuenta con la información del Padrón Comunal, según el estudio cualitativo se estima un número de 85 comuneros.

ⁱⁱⁱ Acta de Dorissa: Acuerdo firmado el 2006 entre los Apus de las comunidades indígenas del río Corrientes – el MEM – el MINSA – el Gobierno Regional de Loreto y la Empresa Pluspetrol Norte S.A.

ⁱⁱⁱ Organización histórica, previa a FECONACOR.

independiente. El resto del financiamiento está cubierto por otras organizaciones externas como Rainforest Foundation Noruega, WWF Perú, la Universidad Autónoma de Barcelona o la fundación privada suiza Nuevo Planeta. Cabe mencionar, que el hecho de contar con un financiamiento externo garantiza al programa una mayor independencia.^{kkk}

Durante el período de evaluación de JCI-HGE en campo, los monitores ambientales de la CN José Olaya que acompañaron toda la experiencia fueron:

- Eval Salas García
- Natanael Sandi Chimborás
- Javier Díaz Chimborás
- César Piñola Llaja
- Edinson Ramírez Butuna

Líder religioso evangélico

Es uno de los líderes con mayor influencia en la comunidad y comunidades aledañas, debido a que es el máximo líder de la iglesia evangélica en esta parte del río Corrientes. Son funciones como líder religioso: predicar la palabra de Dios, aconsejar a familias en caso se suscite algún problema, así como buscar nuevos creyentes, invitándolos a los cultos y asesorarlos en su visión de vida.

Asimismo, por su capacidad de liderazgo en la CN José Olaya coordina con el Apu acciones en beneficio de la población, aporta a la gestión comunal, entre otros. El cargo es ocupado por Gerardo Guardia.

ECSAJO

Con la presencia de la empresa Pluspetrol en el ex Lote 1AB desde 2000, se intensifica la relación económica de las comunidades, siendo la actividad petrolera una importante fuente de ingreso de las comunidades por medio de las empresas comunales.

La Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios José Olaya S.R.L (ECSAJO) con RUC 20493546733 fue fundada el 18 de enero de 2007, siendo la primera experiencia de este tipo entre las comunidades del río Corrientes. En su Informe de Sostenibilidad^{lll}, Pluspetrol afirma que las empresas comunales promueven la generación de nuevas oportunidades laborales para la población local, a la vez que el grado de organización y capacitación que van adquiriendo les permite acceder a contratos de servicios no solo con Pluspetrol sino con otras empresas que también desarrollan actividades en la zona.

Entre las actividades que realizan las empresas comunales figuran diversos trabajos de mantenimiento de vías, chaleos, construcción de infraestructura, reforestación, talas selectivas, talas masivas, alquiler de camionetas y minimización de los residuos sólidos, entre otros.

A continuación, se presenta información de la ficha registral de la empresa comunal:

- N° partida de Ficha Registral: 11018425
- N° de socios: 249
- Fecha de Constitución: 15 de diciembre 2006
- Gerente: Adán Sandi Chimborás, DNI 05711418

^{kkk} Sistematización de experiencias con el programa de capacitación y vigilancia territorial independiente de FECONACO. Iquitos, Perú febrero 2011. Shinai y FECONACO. Financiado por WWF e IBIS.

^{lll} Informe de Sostenibilidad 2014. Pluspetrol S.A.

Junta de Administración

- Presidente: Eval Abigail Salas García, DNI 05326101
- Secretario de Actas y Archivos: Andrés Salas García, DNI 05711406
- Secretario de Economía: Aurelio Piñola Hualinga, DNI 44645568
- Fiscal: Lizardo Nango Piñola, DNI 05717116
- Vocal: Faquín Nango Valencia, DNI 44874772

4.10 Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM.

En esta sección se presenta la caracterización del riesgo para la salud humana y el ambiente. Para el escenario humano se ha estimado el riesgo para efectos cancerígenos y para efectos no cancerígenos. Para ello, primero se determinó el riesgo total de cada contaminante de preocupación para todos los medios físicos, rutas y vías de exposición identificados en el Modelo Conceptual, luego se calculó la suma de los riesgos individuales por vías de exposición. Segundo, se determinó el riesgo total de todos los CP seleccionados como la suma de los riesgos por ingestión, inhalación y contacto dérmica, siempre y cuando aplique.

Esta caracterización implica combinar el peligro, la respuesta a la dosis y las evaluaciones de exposición para describir el riesgo general de un determinado CP. Uno de los objetivos del estudio de ERSA es evaluar tanto la toxicidad, la exposición y determinar el riesgo asociado con el actual y potencial uso del sitio.

A través del software RBCA Toolkit se caracterizó el riesgo para efectos cancerígenos y para efectos no cancerígenos para cada CP en función a las vías de exposición y escenarios planteados. Para la estimación del riesgo cancerígeno y no cancerígeno se está optando por una postura conservadora con la finalidad de que no se subestime el riesgo, dado que la información de estudios epidemiológicos y toxicológicos utilizados como base de datos, en su mayoría, son resultados de pruebas realizadas en animales, extrapolando los riesgos a los seres humanos.

Los siguientes resultados presentan el riesgo total por exposición a sustancias cancerígenas y no cancerígenas de los contaminantes asociados a la contaminación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no el riesgo e impacto acumulativo y sinérgico de todos los sitios impactados del Lote Petrolero que afectan directa e indirectamente a los pobladores de las comunidades nativas.

El Cuadro 4-34 describe los receptores para los cuales se realizarán las caracterizaciones de riesgo no cancerígeno y cancerígeno teniendo en cuenta las diferentes vías de exposición evaluadas en los capítulos anteriores.

Cuadro 4-34 Vías de exposición para los escenarios considerados

Vía de exposición	Receptores Humano – Poblador de la CN			Fuente considerada para el modelamiento
	Escenario 1 Trabajador Industrial	Escenario 2 Cazador esporádico	Escenario 3 Residencial	
Inhalación (partículas de polvo)	X	X	-	Suelo superficial (menor a 0,6 m).
Contacto Dérmico (Suelo)	X	X	-	Suelo superficial (menor a 0,6 m).
Contacto Dérmico (Sedimentos)	-	X	-	Sedimentos de agua superficial de quebradas cercanas al sitio impactado
Ingestión (sedimentos)	-	X	-	Sedimentos de agua superficial de quebradas cercanas al sitio impactado
Ingestión (Agua superficial)	-	X	X	Cuerpo de agua superficial en el sitio / Río Corrientes
Contacto Dérmico (Agua superficial)	-	X	X	Cuerpo de agua superficial en el sitio / Río Corrientes

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Anexo 6.6.5 se presenta los parámetros específicos del sitio considerados para las corridas en el software RBCA Toolkit, tales como espesor del suelo superficial, techo de suelo afectado, base de techo afectado, fracción de carbono, textura, gradiente hidráulica, pH, entre otros, que en su mayoría fueron obtenidos del informe de caracterización del Sitio S0118 (sitio Botadero Comunidad Olaya); asimismo, los parámetros de exposición de los receptores, tales como frecuencia de exposición, peso corporal, duración de la exposición, área de la superficie de la piel, entre otros, que fueron obtenidos del Anexo C de la Guía ERSa del MINAM o de agencias internacionales como la USEPA y la ASTM y se presentan en el Anexo 6.6.4.

A) Caracterización del riesgo cancerígeno

La caracterización del riesgo cancerígeno tiene como fin determinar si la exposición a la que se encuentran los receptores humanos identificados para los CP (caracterizados como cancerígenos), se encuentran dentro del rango de riesgo aceptable, considerando el límite superior a la probabilidad en la que se estima que una persona contraiga cáncer (sea tratable o letal) durante su vida entera (RECV). En concordancia con la Guía ERSa (MINAM, 2015) para la presente ERSa se considera por defecto un RECV de uno en cien mil habitantes como aceptable (1:100 000; RVEC=1,0E-5), tanto para el riesgo individual de cada CP como acumulativo. En el siguiente cuadro se detalla la categorización utilizada para el riesgo cancerígeno:

Cuadro 4-35 Riesgo Cancerígeno según Índice de Riesgo

Riesgo	Rango	Descripción
Riesgo aceptable	$IRT \leq 1E-5$,	La exposición a las sustancias cancerígenas del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) no representan un riesgo de contraer cáncer a lo largo de la vida de uno en cien mil habitantes expuestos (1 hab. / 100 000 hab.)
Riesgo aceptable en caso excepcionales	$IRT = 1E-5$ y $IRT = 1E-4$	La exposición a las sustancias cancerígenas del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) no representan un riesgo de contraer cáncer a lo largo de la vida en el rango de uno en cien mil y uno en diez mil habitantes expuestos (1 hab. / 100 000 hab. – 1 hab. / 10 000 hab.)
Riesgo inaceptable (no aceptable)	Uno en diez mil ($1:10.000 = 1E-04 = 1 \times 10^{-4}$) o más es en general	La exposición a las sustancias cancerígenas del Sitio S0118 (Sitio Comunidad Olaya) representan un riesgo de contraer cáncer a lo largo de la vida en uno en diez mil habitantes expuestos. (1 hab. / 10 000 hab.).

Fuente: Guía ERSa (MINAM, 2015).

Un nivel de riesgo de uno en un millón (1 / 1 000 000 hab.) representa que el riesgo para los seres humanos es casi inexistente.

Es importante resaltar, que el nivel de riesgo no es un riesgo real, es decir, no se espera que una persona de cada un millón o cien mil contraiga cáncer si se expone a los CP, en realidad es un riesgo matemático basado en premisas científicas utilizadas en la evaluación de riesgos.

Para el cálculo del riesgo cancerígeno se ha utilizado la dosis de exposición y factor de pendiente de Cáncer (PFC), calculados a partir de los datos del sitio ingresados en el software RBCA Toolkit (Ver Anexo 6.6.4 y 6.6.5). La estimación del riesgo cancerígeno se realizó para las rutas de exposición completas identificadas en el modelo conceptual, para sus respectivas vías de exposición, y para cada escenario de evaluación.

• Escenario Humano 1: Poblador Local - Trabajador Industrial

En el Cuadro 4-36 se presenta los resultados del Índice de Riesgo (IR) por exposición a las sustancias cancerígenas identificadas en la matriz ambiental suelo para el escenario humano 1 (trabajadores industriales). Del cálculo se puede determinar que los índices de riesgos individual (IR) para cada CP presentan un valor inferior al RECV fijado en $1,0E10^{-5}$, siendo un riesgo aceptable.

Para este escenario se identificó rutas de exposición completas con los CP del suelo mediante las vías de exposición por inhalación de partículas y contacto dérmico. Entre los parámetros de exposición más importantes se consideró una frecuencia de exposición de 230 días al año, una duración de exposición de 24 años, un tiempo promedio para agentes cancerígenos de 74,5 años equivalente a la esperanza promedio de vida según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), un peso corporal de 65 kg, entre otros que se detallan en el Anexo 6.6.4.

No se determinaron índices de riesgo (IR) por exposición a Níquel (sustancia carcinógena) para la vía de exposición dérmica, debido a que la mayor parte de efectos por estas vías son de carácter

toxicológico y no carcinógenos, conforme a los resultados de las corridas del RBCA (Ver Cuadro 4-34).

El efecto adverso más común a la exposición de Níquel en seres humanos se asocia a reacciones alérgicas, según la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ASTDR) trabajadores expuestos a más de 10 mg de níquel/m³ en la forma de compuestos de níquel poco solubles, desarrollaron cáncer de pulmón y de los senos nasales.

La vía de exposición por inhalación de partículas para el escenario de trabajadores industriales presenta una potencial ruta completa conforme a lo descrito en el modelo conceptual, por la cercanía (*in situ*) de los receptores con el sitio impactado; además, de la probable exposición durante el desarrollo de sus actividades. Los cálculos del IR integral por vía (IR_j) indican que no existe riesgo potencial de efectos carcinógenos por inhalación de partículas de Níquel, pues el valor del IR_j para esta vía de exposición es de 3,5E-11, valor muy alejado al RVEC, siendo un riesgo aceptable.

El Índice de Riesgo Total (IR_T), entendiéndose como la suma de los diversos IR_j identificados, es igual al IR_j para la vía de exposición por inhalación de partículas, por ende, es un riesgo aceptable, ya que este índice es inferior al límite del Riesgo Extra de Cáncer de por Vida (RECV).

Asimismo, la distancia considerada entre el foco y el receptor fue de cero (0) metros, con el fin de evaluar un escenario crítico.

Para este escenario no se ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas, si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre el receptor humano industrial y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo la profundidad del nivel freático de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo significativo. Asimismo, no se ha considerado una afectación de los receptores por ingestión o contacto dérmico de CP de la matriz sedimentos, ya que las actividades del trabajador industrial se desarrollan en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no en los cuerpos de agua superficial circundantes al sitio impactado.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición.

Cuadro 4-36 Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 1

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Factor de Pendiente (FPC)	Índice de Riesgo (IR)	Índice de Riesgo Integral por Vía (IR _i)	Índice de Riesgo Total (IR _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Niquel	NA	NA	NA	NA	3,5E-11
Ingestión	Suelo Superficial	Niquel	NA	NA	NA	NA	
Inhalación	Suelo Superficial	Niquel	7,4E-11	4,8E-04	3,5E-11	3,5E-11	
RECV						1,0E-05	

NA: No Aplica

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

CP: Contaminante de preocupación

IR_T: Índice de riesgo total (acumulativo)

RECV: Riesgo Extra de Cáncer de por Vía

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Escenario Humano 2: Poblador Local - Cazadores esporádicos

En el Cuadro 4-37 y Cuadro 4-38 se presenta los resultados del Índice de Riesgo (IR) por exposición a la sustancia cancerígena identificada en las matrices ambientales suelo para el escenario humano 2 (cazadores esporádicos).

Para este escenario humano se evaluó los receptores adultos y niños (6 a 11 años de edad) por separado, este último receptor es más vulnerable a la exposición directa de los contaminantes presentes en el sitio impactado, dado que, desde muy temprana edad, aproximadamente desde los 6 años, empieza con el aprendizaje de la caza, de la pesca o acompaña a sus familiares al bosque.

Estos receptores presentan potenciales rutas de exposición completas con los CP del suelo mediante las vías de exposición por inhalación de partículas y contacto dérmico. Con la finalidad de evaluar un escenario conservador se ha planteado que los CP del suelo lixivian y descargan en quebradas cercanas al sitio a una distancia de 50 m, a pesar que los resultados de los ensayos de TCLP indican que no se genera lixiviados.

La distancia considerada entre la fuente y el receptor fue de cero (0) metros, con el fin de evaluar un escenario crítico.

Entre los parámetros de exposición más importantes se consideró una frecuencia de exposición de dos (2) veces a la semana equivalente a 96 días al año, una duración de exposición de 12 y 24 años para el receptor niño y adulto respectivamente, un tiempo promedio para agentes cancerígenos de 74,5 años para ambos receptores equivalente a la esperanza promedio de vida según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), un peso corporal de 29 kg y 65 kg para el receptor niño y adulto respectivamente, entre otros que se detallan en el Anexo 6.6.4.

Similarmente al escenario humano 1, para este escenario no se determinaron índices de riesgo (IR) por exposición a Níquel (sustancia carcinógena) para las vías de exposición dérmica e ingestión, debido a que la mayor parte de efectos por estas vías son de carácter toxicológico y no carcinógenos, conforme a los resultados de las corridas del RBCA (Ver Cuadro 4-37).

Del cálculo se puede determinar que los índices de riesgos individual (IR) para el CP y para el receptor adulto y niño presentan un valor inferior al RECV fijado en $1,0E10^{-5}$, siendo un riesgo aceptable.

La vía de exposición por inhalación de partículas para el escenario humano 2 (cazadores esporádicos) presenta una potencial ruta completa conforme a lo descrito en el modelo conceptual, porque corresponde a un receptor in situ; además, de la probable exposición durante el desarrollo de sus actividades. Los cálculos del IR integral por vía (IR_i) indican que no existe riesgo potencial de efectos carcinógenos por inhalación de partículas de Níquel, pues el valor del IR_i para esta vía de exposición es de $1,5E-11$ y $7,4E-12$ para el receptor adulto y niño respectivamente, valores muy alejados al RVEC, siendo un riesgo aceptable.

El Índice de Riesgo Total (IR_T), entendiéndose como la suma de los diversos IR_j identificados, es igual al IR_j para la vía de exposición por inhalación de partículas para cada receptor (adulto y niño), por ende, es un riesgo aceptable, ya que este índice es inferior al límite del Riesgo Extra de Cáncer de por Vida (RECV), tal como se detalla en el Cuadro 4-37 y Cuadro 4-38.

Para este escenario no se ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas, si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre el receptor humano 2 y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo

la profundidad del nivel freático de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición.

Cuadro 4-37 Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 2 - Adulto

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Factor de Pendiente (FPC)	Índice de Riesgo (IR)	Índice de Riesgo Integral por Vía (IR _i)	Índice de Riesgo Total (IR _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Níquel	NA	NA	NA	NA	1,5E-11
Ingestión	Suelo Superficial	Níquel	NA	NA	NA	NA	
Inhalación	Suelo Superficial	Níquel	3,1E-11	4,8E-04	1,5E-11	1,5E-11	
RECV						1,0E-05	

NA: No aplica

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

CP: Contaminante de preocupación

IR_T: Índice de riesgo total (acumulativo)

RECV: Riesgo Extra de Cáncer de por Vía

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-38 Índice del riesgo cancerígeno para CP en suelos - Escenario humano 2 – Niño

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Factor de Pendiente (FPC)	Índice de Riesgo (IR)	Índice de Riesgo Integral por Vía (IR _i)	Índice de Riesgo Total (IR _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Níquel	NA	NA	NA	NA	1,5E-11
Ingestión	Suelo Superficial	Níquel	NA	NA	NA	NA	
Inhalación	Suelo Superficial	Níquel	1,5E-11	4,8E-04	7,4E-12	7,4E-12	
RECV						1,0E-05	

NA: No aplica

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

CP: Contaminante de preocupación

IR_T: Índice de riesgo total (acumulativo)

RECV: Riesgo Extra de Cáncer de por Vida

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Escenario humano 3: Poblador Local - Residente de la Comunidad Nativa José Olaya

Para la estimación del riesgo cancerígeno, para el escenario humano 3 correspondiente a los residentes de la CN José Olaya. Se ha planteado que los CP del suelo lixivian hacia las aguas subterráneas, las cuales descargan y/o afloran en algún cuerpo de agua superficial que posteriormente desemboca en el río Corrientes, siendo este último de relevancia para la población de la comunidad nativa, debido al uso de sus aguas para fines recreacionales (natación) o de consumo de pescado.

A pesar de haber planteado rutas de exposición completa para el escenario humano 3, no se determinaron índices de riesgo (IR) por exposición a Níquel (sustancia carcinógena) para las vías de exposición dérmica e ingestión, debido a que la mayor parte de efectos por estas vías son de carácter toxicológico y no carcinógenos; además, que la CN José Olaya se encuentra a una distancia de 15,6 km del sitio impactado.

Para este escenario no se ha considerado una afectación de los receptores por inhalación de partículas, por la distancia entre el receptor y el foco de contaminación.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición.

B) Caracterización del riesgo no cancerígeno

El objetivo de la evaluación dosis-respuesta para sustancias no cancerígenas es identificar un umbral o valor en el que se espera que no se produzca un daño, la meta de la caracterización del riesgo de no cancerígeno es determinar si la exposición con base en el valor medido rebasa ese límite y, por lo tanto, es preocupante para la salud de la población.

Para estimar el riesgo no cancerígeno de los CP en los distintos escenarios se ha utilizado el software RBCA Toolkit, el cual calcula la Dosis de Exposición (DE) y la Dosis de Referencia (DdR) a partir de datos del sitio ingresados en dicho software (Ver Anexo 6.6.4). Seguidamente se evalúa si la exposición es superior a la exposición de referencia. Un método común para la caracterización de un riesgo de no cancerígeno es calcular el cociente de peligrosidad (CdP).

Siguiendo las pautas de la Guía ERSa (MINAM, 2015) se ha establecido un riesgo aceptable para un cociente de peligrosidad (CdP) inferior a la unidad (1), mientras que para un cociente superior a uno (1) se considera preocupante por tratarse de una exposición elevada que puede representar un riesgo.

La Dosis de Referencia (DdR) es un valor de toxicidad para evaluar los posibles efectos en los humanos, que resulta de la exposición a los contaminantes de preocupación (CP). Generalmente se obtienen de la base de datos del Sistema Integrado de Información de Riesgos (*Integrated Risk Information System* -IRIS), cuyas evaluaciones son aprobadas por la Agencia de Protección Ambiental de USA (EPA), sin embargo, se tiene una postura conservadora al utilizar esta información, dado que por lo general solo ha sido revisada dentro del marco de la EPA y no siempre por comunidad científica externa o en el marco nacional. Las estimaciones de las DdR, se traduce a una exposición diaria en mg/kg/día a la población, que posiblemente no tenga un riesgo de efectos no cancerígenos en la salud durante una exposición que abarca toda la vida.

La Dosis de Exposición (DE) es la cantidad total de una sustancia que penetra en el organismo de los receptores por una vía de exposición específica.

El Coeficiente de Peligro es la relación entre el Dosis de Exposición (DE) de los CP en un período de tiempo especificado y una Dosis de Referencia (DdR) de los CP, derivada para un período de exposición similar.

En el siguiente cuadro se detalla la categorización utilizada para el riesgo no cancerígeno:

Cuadro 4-39 Riesgo no cancerígeno - Criterios

Riesgo	Rango	Descripción
Riesgo aceptable	$CdP \leq 1$	Cuando la relación entre la dosis de exposición y la dosis de referencia es menor a uno (1) denota que no existe riesgo en las condiciones de exposición con los contaminantes del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Representa una exposición a una dosis menor a la dosis de referencia estimada como segura.
Riesgo preocupante	$1 < CdP \leq 10$	Cuando la relación entre la dosis de exposición y la dosis de referencia es mayor a uno (1) y menos a diez (10) significa que la exposición representa un riesgo preocupante y aumenta la posibilidad de que aparezcan efectos adversos en los receptores humanos del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Representa una exposición a una dosis por encima a la dosis de referencia y un efecto potencialmente adverso a la salud.
Riesgo muy elevado	$CdP > 10$	Cuando la relación entre la dosis de exposición y la dosis de referencia es mayor a diez (10) significa que la exposición representa un riesgo muy elevado y aparecen efectos adversos en los receptores humanos del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Se debe tomar acciones correctivas inmediatas para proteger a la población y receptores. Como parte de medidas correctivas debe considerarse la restricción del acceso

Fuente: Guía ERSa (MINAM, 2015).

La estimación del riesgo no cancerígeno se realizó para las rutas de exposición completas identificadas en el modelo conceptual, para sus respectivas vías de exposición, y para cada escenario de evaluación.

- Escenario humano 1: Poblador Local - Trabajador Industrial**

En el Cuadro 4-40 se presentan los resultados calculados para el escenario humano 1, es decir, pobladores de la comunidad nativa que son trabajadores industriales, expuestos por contacto dérmico e inhalación a los contaminantes de preocupación CP determinados en la matriz suelos, de acuerdo con los escenarios de exposición descritos en numerales anteriores.

El Níquel a pesar de considerarse un agente carcinógeno se ha incluido en esta evaluación, debido a sus posibles efectos tóxicos por contacto dérmico e ingesta, ya que sus efectos carcinógenos están ligadas a la vía de exposición por inhalación de partículas por presentar baja volatilidad y depositarse en el tracto respiratorio, según la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ASTDR).

El cociente de peligrosidad (CdP) de los metales Boro, Cobre, Níquel, Plomo y Zinc para las vías de exposición por contacto dérmico de suelos, presentan un riesgo aceptable, pues los cocientes de peligrosidad son inferiores a la unidad, caso contrario para el Vanadio el cual presenta un cociente de peligrosidad por exposición a suelos de 15,1 por contacto dérmico, por ende, un riesgo muy elevado.

A pesar que el Vanadio es el único CP que representa un riesgo muy elevado para la salud humana por efectos tóxicos, los restantes contaminantes podrían potencializar el riesgo en el receptor del escenario humano 1, pues el índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP_j) es de 15.75 para la vía de exposición por contacto dérmico, categorizado como riesgo muy elevado. Es importante mencionar que, bajo el concepto definido en la guía ERSa (coeficiente de peligrosidad > 10) se requieren tomar acciones correctivas inmediatas para minimizar la exposición a las concentraciones reportadas de Vanadio y así proteger al receptor humano 1. Cabe mencionar que este CP se registró en la mayor parte de muestras de suelo, incluyendo la mayor parte de las muestras de nivel de fondo.

La vía de exposición por inhalación de partículas presenta cocientes de peligrosidad inferiores a uno (1) para Boro, Níquel, Vanadio y Cromo total, siendo el riesgo aceptable para cada CP. No se determinaron coeficientes de peligrosidad por inhalación de partículas para Plomo, Zinc y Cobre, debido a la falta de información de fuentes bibliográficas de dosis de referencia por inhalación. El IP_j para esta vía de exposición, indica que el riesgo es aceptable, pues el valor del IP_j es de 1,1E-05, valor inferior al cociente de 1.

El Índice de Peligrosidad Total (IP_T), entendiéndose como la suma de los diversos IP_j identificados, es de 1,6E+1, siendo un riesgo muy elevado, ya que este índice es superior a diez, conforme a la categorización del Cuadro 4-40.

Para este escenario no se ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas, si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre el receptor humano industrial y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo la profundidad del nivel freático de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo significativo. Asimismo, no se ha considerado una afectación de los receptores por ingestión o contacto dérmico de CP de la matriz sedimentos, ya que las actividades del trabajador industrial se desarrollan en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no en los cuerpos de agua superficial circundantes al sitio impactado.

Es importante mencionar que, para este escenario de exposición se ha considerado una distancia entre la fuente y el receptor de cero (0) metros y una frecuencia de exposición de 230 días al año (siguiendo las pautas de la Guía ERSa), a pesar del difícil acceso al sitio, con el fin de evaluar un escenario crítico.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo no cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición

Un resumen de los resultados obtenidos para cálculo de riesgo cancerígeno y no cancerígeno, considerando como al suelo/subsuelo y sedimentos afectados, es presentado en el Anexo 6.6.7 respectivamente. Asimismo, en el Anexo 6.6.8 se presentan los diagramas de rutas de exposición generado por el software RBCA.

Cuadro 4-40 Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas - Escenario Humano 1

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Boro	1.5E-06	2.0E-01	7.5E-06	1.6E+01	1.6E+01
	Suelo Superficial	Níquel	3.1E-04	2.0E-02	1.6E-02		
	Suelo Superficial	Plomo	3.4E-04	5.4E-04	6.2E-01		
	Suelo Superficial	Vanadio	1.1E-03	7.0E-05	1.5E+01		
	Suelo Superficial	Zinc	7.9E-04	3.0E-01	2.6E-03		
	Suelo Superficial	Cobre	7.7E-05	4.0E-02	1.9E-03		
	Suelo Superficial	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
Inhalación	Suelo Superficial	Boro	2.5E-11	2.0E-02	1.2E-09	1.1E-05	1.6E+01
	Suelo Superficial	Níquel	2.3E-10	9.0E-05	2.5E-06		
	Suelo Superficial	Plomo	9.1E-10	SD	NC		
	Suelo Superficial	Vanadio	5.0E-10	1.0E-04	5.0E-06		
	Suelo Superficial	Zinc	2.9E-09	SD	NC		
	Suelo Superficial	Cobre	7.9E-10	SD	NC		
	Suelo Superficial	Cromo Total	4.8E-10	1.4E-04	3.4E-06		
Cociente de Peligrosidad						1.0E+0	

NC: No calculado / SD: Sin Data

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

• Escenario humano 2: Poblador Local - Cazadores esporádicos

En el Cuadro 4-41 y Cuadro 4-42 se presentan los resultados del Índice de Peligrosidad (IP) por exposición a las CP identificados en las matrices ambientales suelo y sedimento para el receptor humano 2 (cazadores esporádicos), de acuerdo con los escenarios de exposición descritos en capítulos anteriores.

Entre los parámetros de exposición más importantes se consideró una frecuencia de exposición de dos (2) veces a la semana equivalente a 96 días al año; asimismo, siguiendo las pautas de la Guía ERSa, se consideró una duración de exposición de 12 y 24 años para el receptor niño y adulto respectivamente, un peso corporal de 29 kg y 65 kg para el receptor niño y adulto respectivamente, entre otros que se detallan en el Anexo 6.6.4.

Del cálculo del índice de peligrosidad individual se determina que la exposición a los contaminantes de preocupación para el receptor adulto (Ver Cuadro 4-41) y niño (Ver Cuadro 4-42) representan un riesgo aceptable, dado que los valores del cociente no superan la unidad (1).

Las vías de exposición por contacto dérmico e inhalación de partículas del suelo, y por contacto dérmico e ingestión de sedimentos para el escenario humano 2 adulto y niño; presentan potenciales rutas completas conforme a lo descrito en el modelo conceptual.

No se determinaron coeficientes de peligrosidad por contacto dérmico de Cromo Total y por inhalación de Plomo y Zinc, debido a la falta de información generalmente obtenidas a través de bibliografía para el cálculo de dosis de referencia. Asimismo, no se determinó la dosis de exposición por contacto dérmico de agua superficial afectada por la posible lixiviación de los metales (Boro, Níquel, Plomo, Vanadio, Zinc, Cromo Total y Cobre) del suelo, dado que no se cuenta con un factor de bioconcentración (mg/L-agua) para estos metales, tanto para el receptor adulto y niño.

Del cálculo del índice de peligrosidad se determina que para todos los contaminantes de preocupación el valor del cociente supera a 1, representando un riesgo aceptable para el receptor adulto y niño, a excepción del Vanadio mediante la vía de exposición por contacto dérmico que presenta un CdP individual de 6,3 (riesgo preocupante) y 16,31 (riesgo muy elevado) para el receptor adulto y niño respectivamente, conforme a la categorización del Cuadro 4-38.

El Índice de Peligrosidad Total (IP_T), entendiéndose como la suma de los diversos IP_j identificados, presenta un valor de 1,8E-0 para el cazador adulto y de 1,7E+1 para el cazador niño, siendo un riesgo preocupante y muy elevado respectivamente.

Para este escenario no se ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas, si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre el receptor del escenario humano cazador y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo la profundidad del nivel freático de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo significativo.

En cambio, es probable que exista una ruta de exposición directa entre los cazadores esporádicos (escenario humano 2) con los contaminantes de preocupación de las matrices suelos y sedimentos, a través del desarrollo de dichas actividades en el sitio impactado o cerca a este.

Es importante mencionar que, para este escenario de exposición se ha considerado una distancia entre el foco y el receptor de cero (0) metros equivalentes a un receptor en el sitio (*in situ*), con el fin de evaluar un escenario conservador.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo no cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición

Un resumen de los resultados obtenidos para cálculo de riesgo cancerígeno y no cancerígeno, considerando como foco a suelos/subsuelos afectados y sedimentos afectados, es presentado en el Anexo 6.6.7 respectivamente. Asimismo, en el Anexo 6.6.8 se presentan los diagramas de rutas de exposición generado por el software RBCA.

Cuadro 4-41 Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Adulto

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Boro	6.3E-07	2.0E-01	3.1E-06	6.6E+00	6.8E+00
	Suelo Superficial	Níquel	1.3E-04	2.0E-02	6.6E-03		
	Suelo Superficial	Plomo	1.4E-04	5.4E-04	2.6E-01		
	Suelo Superficial	Vanadio	4.4E-04	7.0E-05	6.3E+00		
	Suelo Superficial	Zinc	3.3E-04	3.0E-01	1.1E-03		
	Suelo Superficial	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
	Suelo Superficial	Cobre	1.9E-05	4.0E-02	4.8E-04		
	Agua Superficial (a)	Boro	NC	2.0E-01	NC		
	Agua Superficial (a)	Níquel	NC	2.0E-02	NC		
	Agua Superficial (a)	Plomo	NC	3.6E-03	NC		
	Agua Superficial (a)	Vanadio	NC	7.0E-05	NC		
	Agua Superficial (a)	Zinc	NC	3.0E-01	NC		
	Agua Superficial (a)	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
	Agua Superficial (a)	Cobre	NC	4.0E-02	NC		
	Sedimentos	Mercurio	2.2E-07	3.0E-04	7.29E-04		
	Sedimentos	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
Ingestión	Agua Superficial (a)	Boro	0.0E+00	2.0E-01	0.0E+00	2.3E-01	
	Agua Superficial (a)	Níquel	1.2E-05	2.0E-02	6.1E-04		
	Agua Superficial (a)	Plomo	1.2E-04	5.4E-04	2.2E-01		

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados
por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

Cuadro 4-41 Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Adulto

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
	Agua Superficial (a)	Vanadio	6.6E-07	7.0E-05	9.5E-03		
	Agua Superficial (a)	Zinc	8.8E-05	3.0E-01	2.9E-04		
	Agua Superficial (a)	Cromo Total	8.8E-7	1.5E+00	5.86E-07		
	Agua Superficial (a)	Cobre	1.6E-5	4.0E-02	3.96E-04		
	Sedimentos	Mercurio	2.2E-07	3.0E-04	7.50E-04		
	Sedimentos	Cromo Total	1.2E-04	1.5E+00	8.09E-05		
	Suelo Superficial	Boro	1.0E-11	2.0E-02	5.1E-10		
	Suelo Superficial	Níquel	9.5E-11	9.0E-05	1.1E-06		
	Suelo Superficial	Plomo	3.8E-10	SD	NC		
	Suelo Superficial	Vanadio	2.1E-10	1.0E-04	2.1E-06		
Inhalación	Suelo Superficial	Zinc	1.2E-09	SD	NC	5.5E-06	
	Suelo Superficial	Cromo Total	3.3E-10	1.4E-04	2.4E-06		
	Suelo Superficial	Cobre	2.0E-10	SD	NC		
	Cociente de Peligrosidad						

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

(a) Agua superficial afectada por lixiviación de contaminantes provenientes de la matriz suelos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-42 Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Niño

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
Dérmica	Suelo Superficial	Boro	1.6E-06	2.0E-01	8.1E-06	1.7E+01	1.7E+01
	Suelo Superficial	Níquel	3.4E-04	2.0E-02	1.7E-02		
	Suelo Superficial	Plomo	3.6E-04	5.4E-04	6.7E-01		
	Suelo Superficial	Vanadio	1.1E-03	7.0E-05	1.6E+01		
	Suelo Superficial	Zinc	8.5E-04	3.0E-01	2.8E-03		
	Suelo Superficial	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
	Suelo Superficial	Cobre	5.0E-05	4.0E-02	1.2E-03		
	Agua Superficial (a)	Boro	NC	2.0E-01	NC		
	Agua Superficial (a)	Níquel	NC	2.0E-02	NC		
	Agua Superficial (a)	Plomo	NC	3.6E-03	NC		
	Agua Superficial (a)	Vanadio	NC	7.0E-05	NC		
	Agua Superficial (a)	Zinc	NC	3.0E-01	NC		
	Agua Superficial (a)	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
	Agua Superficial (a)	Cobre	NC	4.0E-02	NC		
	Sedimentos	Mercurio	5.7E-07	3.0E-04	1.9E-03		
	Sedimentos	Cromo Total	NC	1.5E+00	NC		
Ingestión	Agua Superficial (a)	Boro	0.0E+0	2.0E-01	0.0E+00	2.9E-01	2.9E-01
	Agua Superficial (a)	Níquel	1.5E-5	2.0E-02	7.5E-04		
	Agua Superficial (a)	Plomo	1.5E-4	5.4E-04	2.7E-01		

PY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)
Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados
por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes

Cuadro 4-42 Índice de peligrosidad para CP no cancerígenas- Escenario Humano 2 - Niño

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
	Agua Superficial (a)	Vanadio	8.2E-7	7.0E-05	1.2E-02		
	Agua Superficial (a)	Zinc	1.1E-4	3.0E-01	3.6E-04		
	Agua Superficial (a)	Cromo Total	1.1E-6	1.5E+00	7.3E-07		
	Agua Superficial (a)	Cobre	2.0E-5	4.0E-02	4.9E-04		
	Sedimentos	Mercurio	5.0E-07	3.0E-04	1.7E-03		
	Sedimentos	Cromo Total	2.7E-04	1.5E+00	1.8E-04		
	Suelo Superficial	Boro	1.0E-11	2.0E-02	5.1E-10		
	Suelo Superficial	Níquel	9.5E-11	9.0E-05	1.1E-06		
	Suelo Superficial	Plomo	3.8E-10	SD	NC		
	Suelo Superficial	Vanadio	2.1E-10	1.0E-04	2.1E-06		
Inhalación	Suelo Superficial	Zinc	1.2E-09	SD	NC	5.5E-06	
	Suelo Superficial	Cromo Total	3.3E-10	1.4E-04	2.4E-06		
	Suelo Superficial	Cobre	2.0E-10	SD	NC		
	Cociente de Peligrosidad						

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

(a) Agua superficial afectada por lixiviación de contaminantes provenientes de la matriz suelos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Escenario Humano 3: Poblador Local - Residentes de la Comunidad Nativa José Olaya

Para la estimación del riesgo no cancerígeno, para el escenario humano 3 correspondiente a los residentes de la CN José Olaya. Se ha planteado que las aguas subterráneas, afectadas por lixiviación de CP desde el suelo y sedimentos, descargan y/o afloran en algún cuerpo de agua superficial que posteriormente desembocan en el río Corrientes, siendo este último de relevancia para la población de la comunidad nativa, debido al uso de sus aguas para fines recreacionales (natación).

Entre los parámetros de exposición más importantes se consideró una frecuencia de exposición de la totalidad de los días al año (365 días), una duración de exposición de 24 años, un peso corporal de 65 kg, entre otros que se detallan en el Anexo 6.6.4.

En el Cuadro 4-43 se presentan los resultados del Índice de Riesgo (IR) para el escenario humano 3, es decir, los pobladores de la CN José Olaya, por exposición vía dérmica (inmersión) y oral (ingestión) de agua superficial. Del cálculo del índice de peligrosidad se determina que para ninguno de los contaminantes de preocupación el valor del cociente supera a 1, siendo un riesgo aceptable.

No se determinaron coeficientes de peligrosidad por contacto dérmico para el Boro, Cobre, Níquel, Plomo, Vanadio, Zinc, Cromo Total, Mercurio, y Cromo Total, debido a que no se pueden estimar las dosis de exposición, por la falta de información del factor de bioconcentración (BCF) en la base de datos del RBCA e información bibliográfica (Ver Anexo 6.6.3), a pesar que se cuenta con la dosis de referencia para la vía de exposición por contacto dérmico.

La vía de exposición por ingestión de agua superficial para el receptor del escenario humano 3 presenta una potencial ruta completa conforme a lo descrito en el modelo conceptual. Los cálculos del IP integral por vía (IP_i) indican un riesgo aceptable, pues el valor del IP_i para la vía de exposición por contacto dérmico (inmersión) es de 9,7E-07, valor muy inferior al cociente de 1.

El Índice de Peligrosidad Total (IP_T), entendiéndose como la suma de los diversos IP_j identificados, presenta un riesgo aceptable, ya que este índice es inferior al cociente de peligrosidad.

No se ha evaluado una exposición del receptor humano con agua subterránea, ya que la C. N. José Olaya se abastece de agua del río Corrientes y no de agua subterránea, por eso se planteó un escenario por contacto dérmico e ingestión por agua superficial.

En el Anexo 6.6.6 se presentan los cálculos de riesgo no cancerígeno, considerando las distintas vías de exposición.

Un resumen de los resultados obtenidos para cálculo de riesgo cancerígeno y no cancerígeno, considerando como al suelo/subsuelo y sedimentos afectados, es presentado en el Anexo 6.6.7 respectivamente. Asimismo, en el Anexo 6.6.8 se presentan los diagramas de rutas de exposición generado por el software RBCA.

Cuadro 4-43 Índice de Peligrosidad para CP no cancerígenas - Escenario humano 3

Vía	Matriz Ambiental	Contaminante de Preocupación (CP)	Dosis de Exposición (DE)	Dosis de Referencia (DdR)	Cociente de Peligrosidad (CdP)	Índice de Peligrosidad Integral por Vía (IP _i)	Índice de Peligrosidad Total (IP _T)
Dérmica	Agua Superficial ^A	Boro	NC	2,0E-01	NC	NC	9,7E-07!
	Agua Superficial ^A	Cobre	NC	4,0E-02	NC		
	Agua Superficial ^A	Níquel	NC	2,0E-02	NC		
	Agua Superficial ^A	Plomo	NC	5,4E-04	NC		
	Agua Superficial ^A	Vanadio	NC	7,0E-05	NC		
	Agua Superficial ^A	Zinc	NC	3,0E-01	NC		
	Agua Superficial ^A	Cromo Total	NC	1,5E+00	NC		
	Ingestión	Agua Superficial ^A	Boro	0,0E+00	2,0E-01		
Agua Superficial ^A		Cobre	5,8E-10	4,0E-02	1,4E-08		
Agua Superficial ^A		Níquel	2,7E-10	2,0E-02	1,3E-08		
Agua Superficial ^A		Plomo	2,6E-09	3,6E-03	7,2E-07		
Agua Superficial ^A		Vanadio	1,5E-11	7,0E-05	2,1E-07		
Agua Superficial ^A		Zinc	1,9E-09	3,0E-01	6,4E-09		
Agua Superficial ^A		Cromo Total	1,2E-11	1,5E+00	7,8E-12		
Cociente de Peligrosidad					1,0E+0		

(A) Agua superficial afectada por lixiviación de contaminantes provenientes de la matriz suelos.

NC: No calculado

Fuente: RBCA Toolkit, V 2.6, 2018

NC: No calculado

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

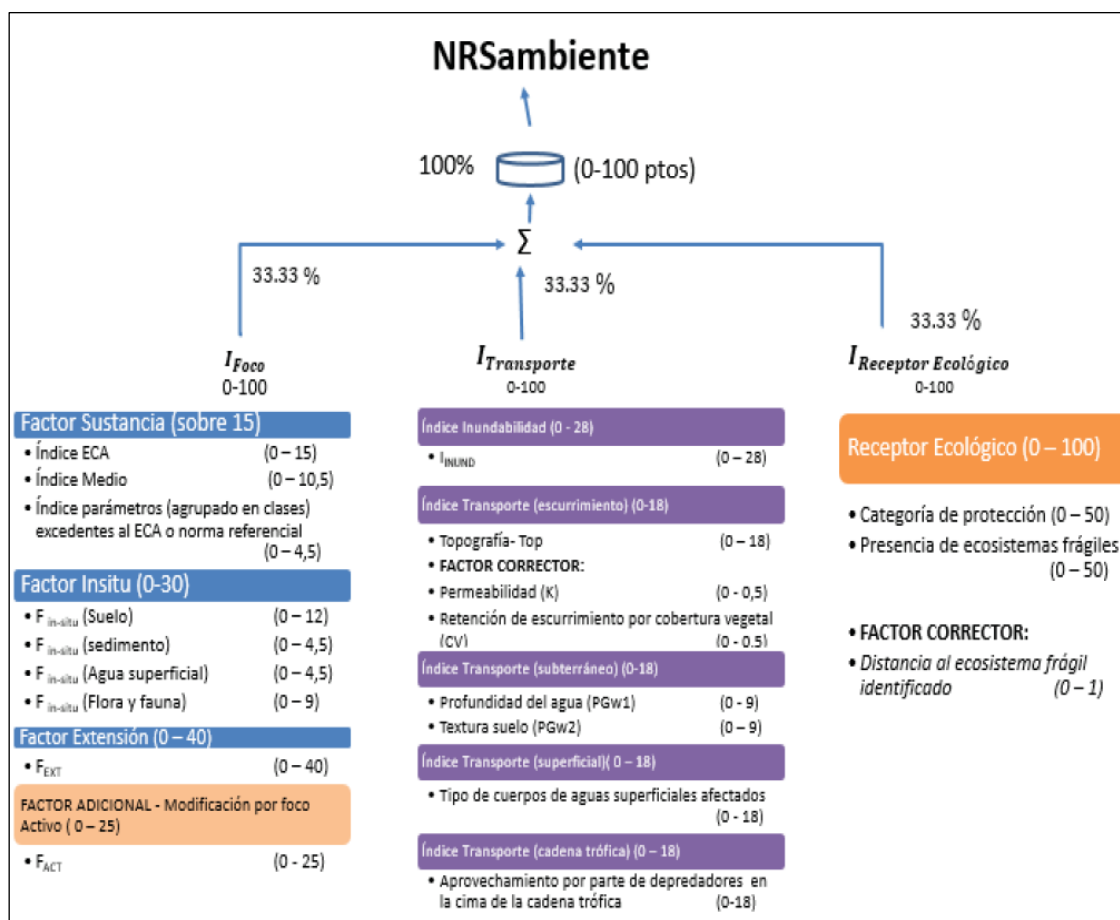
C) Caracterización del riesgo ecológico

Para poder estimar el riesgo ecológico en este escenario, se tuvo en cuenta los posibles receptores que puedan verse afectados ante los CP por cada una de las matrices ambientales evaluadas por la cual puedan tener una vía de exposición. Para el caso de la comunidad bentónica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), partimos de los valores de toxicidad (Ecotox) descritos en el ítem 4.3.2 del presente estudio; donde su comparación permita encontrar excedencias las cuales permitan estimar un riesgo aceptable o no en el escenario ecológico. Teniendo cuenta que no existen datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas, fue necesario en este aspecto tomar decisiones basadas en una evaluación cualitativa.

De manera general se pudo observar que se encontraron algunas excedencias relacionadas con la presencia de Cromo Total y Mercurio en sedimentos, por lo que se asume un Riesgo Medio hacia la comunidad bentónica por parte de estos CP, ante una posible afectación de las mismas; y de esta hacia otras especies (peces anfibios, aves) a través de la cadena trófica. Sin embargo, respecto a las concentraciones de estos CP en la matriz agua superficial, no presentaron excedencias a los valores referenciales establecidos en la Ecotox; deduciendo que el riesgo es aceptable por parte de las concentraciones presentes en agua superficial para este escenario.

Asimismo, para poder tener un panorama sobre este escenario y realizar la caracterización del riesgo ecológico, se empleó la *“Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados”* establecida por OEFA; en la cual se consideró específicamente la determinación del Nivel de Riesgo por Sustancias (NRSambiente), a través del modelo Sustancia - Transporte - Receptor, interpretado como la suma de la evaluación de dichos tres componentes para el potencial receptor ambiente. En la Figura 4-3 se presentan los criterios de valoración y puntuación del Nivel de Riesgo por Sustancias respecto al ambiente.

Figura 4-3 Esquema de los criterios de valoración y puntuación del nivel de riesgo por sustancias



Fuente: Resolución de Consejo Directivo N.º 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de Canadian Council of Ministers of the Environment. (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

C.1 Descripción de la metodología

Para la estimación del nivel de riesgo asociado a sustancias respecto a un receptor ambiente se emplea la siguiente fórmula:

$$NRS_{ambiente} = \frac{(I_{Foco} \cdot 0.33) + (I_{Transporte \text{ asociado a receptor ecológico}} \cdot 0.33) + (I_{Receptor ambiente} \cdot 0.33)}{1}$$

Dónde:

I_{foco} : Índice basado en la suma de varios factores asociados al impacto en el vector suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimento y flora/fauna.

$I_{transporte \text{ asociado a receptor ecológico}}$: Índice basado en la posible migración y/o atenuación de la afectación como consecuencia del transporte hacia escenarios de exposición ambiental fuera del sitio impactado.

$I_{receptor ambiente}$: Índice basado en la potencial exposición del receptor ecológico a las sustancias peligrosas.

Mediante ella se obtiene un valor numérico, entre 0 y 100. Para el caso del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), este cálculo es posible dado que existe al menos un parámetro (relacionado a la actividad que generó la afectación) que supera el ECA o nivel (norma) de referencia aplicable para alguno de los componentes ambientales evaluados (suelo, agua superficial, sedimento, agua subterránea).

Para este caso se emplearán los CP en el escenario ecológico para cada matriz ambiental, teniendo en cuenta la normativa (nacional e internacional vigente).

• Índice Foco

Se relaciona con el riesgo relativo de las sustancias potencialmente contaminantes presentes en el sitio. Los aspectos a evaluar incluyen factores específicos de contaminantes, tales como la toxicidad y que presente concentraciones por encima de los valores de referencia, así como el agrupamiento en clases y componentes ambientales donde se detecta la presencia de afectación.

Para determinar el valor Índice Foco, se usa la siguiente fórmula:

$$I_{Foco} = F_{sust} + F_{in-situ} + F_{ext} + F_{ACT}$$

Donde:

F_{sust}: Factor basado en la toxicidad y potencial efecto de las sustancias potencialmente contaminantes presentes en el medio en un escenario conservador.

F_{in-situ}: Factor *in-situ* basado en las observaciones e indicadores *in-situ*.

F_{ext}: Factos extensión basado en la extensión del sitio potencialmente contaminado

F_{ACT}: Factor actividad del foco: Que contempla un valor modificador para incorporar las siguientes posibilidades: a) que el foco sea activo o no; b) la probabilidad de no poder definir la opción a en campo.

El valor máximo del Índice foco es de 100 puntos; sin embargo, adicionalmente se incluye un factor correctivo relacionado a la característica de actividad / no actividad de dicho foco. Este factor correctivo está diseñado de forma que pueda aportar numéricamente en caso se considere activo.

Factor sustancia

El valor factor sustancia se basa en información obtenida analíticamente, y se obtiene de la aplicación del siguiente algoritmo:

$$F_{sust} = I_{ECA} + I_{MEDIO} + I_{PARAM EXCED}$$

Donde:

I_{ECA}: Índice basado en la comparación de la concentración máxima o UCL9518 detectada de cada compuesto y su valor ECA, nivel de fondo o valor genérico de referencia aplicable. Proporciona un valor para evaluar las condiciones de calidad del medio.

I_{MEDIO}: Índice que categoriza la afectación en función del número de medios afectados (suelo, agua superficial, sedimento, agua subterránea).

I_{PARAM EXCED}: Índice que se basa en el efecto aditivo de la presencia de diferentes compuestos químicos agrupados en clases.

Índice ECA

La categorización del índice ECA, correspondería a la categorización de la toxicidad de las sustancias presentes basado en el Primer Nivel de Análisis de Riesgo. Para ello se procede a calcular el Cociente ECA máximo (para todos los medios de los que se dispongan datos analíticos de laboratorio y para todas las sustancias o compuestos asociados a la actividad de hidrocarburos) y asignar un valor al Índice ECA en función del resultado del Cociente ECA.

$$Cociente_{ECA} = MAX \left[\frac{Concentración\ representativa_i}{ECA_i} \times Factor\ corrector_i \right]$$

Donde:

i: Parámetro (compuesto o sustancia) de interés.

Concentración representativa_i: Concentración máxima de un parámetro detectada si se dispone de menos de 10 datos, o UCL95 si se dispone de más de 10 valores.

Factor corrector_i: Factor corrector para considerar la potencial biodisponibilidad del compuesto, será empleado solamente para el caso de metales si se dispone de ensayos de lixiviación o de extracción secuencial. En caso de no disponer información o para el resto de compuestos, se considera igual a la unidad.

ECA_i: Nivel de referencia (norma nacional o internacional) contemplado para los componentes considerados (suelo, agua superficial, agua subterránea o sedimento).

El factor corrector sirve para valorar el foco como más (+) o menos (-) problemático en caso el metal no se encuentre biodisponible, y se obtiene de la siguiente manera:

- Si se dispone de ensayos de lixiviación (metodología TCLP), el factor corrector corresponderá al porcentaje (%) de metal que es lixiviable respecto al valor total.
- Si no existe información sobre ensayos de lixiviación (TCLP), pero existe información sobre extracción secuencial por Método Tessier, se aplicará la siguiente corrección:

Cuadro 4-44 Factor corrector para evaluación de biodisponibilidad de metales (Tessier)

Factor corrector para evaluar biodisponibilidad de metales	Valor
Sin información sobre la biodisponibilidad	1
Metales mayormente en forma de iones intercambiables (Extracción 1).	1
Metales mayoritariamente ligados a carbonatos (Extracción 2), que se liberan al bajar el pH	0,75
Metales mayormente asociados a óxidos de hierro y manganeso (Extracción 3), que pasan al agua en condiciones reductoras y no son estables en condiciones anóxicas.	0,50
Metales mayoritariamente asociados a la Materia Orgánica (Extracción 4), que se liberan en condiciones oxidantes	0,50
Concentración metales mayoritariamente asociada a fracción residual (Extracción 5).	0,25

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

El Índice ECA se categorizará en función del resultado del Cociente ECA, calculado mediante la fórmula de Cálculo de Cociente ECA y corresponderá al máximo valor, independientemente del componente ambiental, de la siguiente manera:

Cuadro 4-45 Parámetro I_{ECA}

Cociente ECA	Valor
Cociente ECA >20	15
10 < Cociente ECA < 20	10
1 < Cociente ECA < 10	6,5
Cociente ECA < 1	0
No se tienen datos analíticos	7,5

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

Índice Medio

Este índice responde a la pregunta de en cuantos medios o vectores se detectan concentraciones de sustancias que superen los valores de referencia. El puntaje general se calcula sumando los puntajes individuales de cada medio vector.

$$I_{MEDIO} = (I_{SUELO} + I_{AGUA\ SUPERFICIAL} + I_{SEDIMENTOS} + I_{AGUA\ SUBTERRÁNEA})$$

Se categoriza de la siguiente manera:

Cuadro 4-46 Parámetro I_{MEDIO} (N° medios afectados)

Medios Afectados	Valor
Suelo	
Se supera el ECA aplicable al menos para 3 parámetros.	2,75
Se supera el ECA aplicable al menos para 1 parámetro.	2
Ningún parámetro supera el valor ECA.	0
No se sabe (no existe información analítica de laboratorio de los compuestos sospechados).	1,25
Agua superficial	
Se supera el ECA aplicable al menos para 3 parámetros.	2,50
Se supera el ECA aplicable al menos para 1 parámetro.	1,75
Ningún parámetro supera el valor ECA.	0

Cuadro 4-46 Parámetro I_{MEDIO} (N° medios afectados)

Medios Afectados	Valor
No se sabe (no existe información analítica de laboratorio de los compuestos sospechados).	1,25
Sedimentos	
Se supera el ECA aplicable o valor referencial al menos para 3 parámetros.	2,75
Se supera el ECA aplicable o valor referencial al menos para 1 parámetro.	2
Ningún parámetro supera el valor ECA o valor referencial.	0
No se sabe (no existe información analítica de laboratorio de los compuestos sospechados).	1,25
Agua subterránea	
Se supera el ECA aplicable o valor referencial al menos para 1 parámetros o se detecta presencia de fase libre sobrenadante en la napa freática.	2.75
Ningún parámetro supera el valor ECA o valor referencial aplicable.	0
No se sabe (no existe información analítica de laboratorio de los compuestos sospechados).	1.25

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

Índice Clases

Este índice responde a la pregunta de cuantas clases o tipo de sustancias están superando su valor de referencia. No es necesario analizar todos los compuestos, sino que se priorizarán en la identificación de sitios impactados aquellas sustancias relevantes asociadas a los focos potenciales en el emplazamiento. De la misma manera y cuando se considere necesario, podrían analizarse sustancias como Sustancias Fenólicas, Hidrocarburos Clorados y PCB, Sustancias Halogenadas, Ftalatos, Pesticidas, etc. En ese caso, deberá definirse el grupo de clases al cual pertenece y su normativa referencial de comparación.

Cuadro 4-47 Parámetro I_{PARA EXCED}

Índice parámetros (agrupado en clases) excedentes al ECA o norma referencial	Valor "Clases"
Cuatro o más.	4,5
De dos a tres.	3
Una.	1,5
No supera ningún parámetro (agrupado en clases).	0
Se desconoce debido a la falta de datos analíticos.	2,25

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

- **Factor *in-situ***

Este factor complementa al anterior, atendiendo a que en determinadas ocasiones la identificación del sitio impactado contará con un número limitado de determinaciones analíticas de laboratorio para los medios potencialmente afectados. El valor de este factor será el sumatorio de valores aplicados a cada vector observado.

$$F_{in-situ} = F_{in-situ}(suelo) + F_{in-situ}(sedim) + F_{in-situ}(agua\ sup) + F_{in-situ}(flora/fauna)$$

Los valores se obtendrán a partir de los siguientes cuadros:

Cuadro 4-48 Parámetro *in-situ* (suelo)

Observaciones organolépticas e indicadores <i>in situ</i> en suelo (subsuelo y aguas subterráneas)	Valor
Presencia de crudo en superficie / fase libre sobrenadante.	12
Presencia de COVs (en Ensayos Head-Space realizados en muestras de suelo) y/o alteración organoléptica.	9
Presencia de suelo removido (indicios de excavaciones, enterramientos, remediaciones <i>in-situ</i> , etc.).	4,5
No hay información sobre observaciones <i>in-situ</i> .	6,75
Sin indicios.	0

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cuadro 4-49 Parámetro $F_{in-situ}$ (sedim)

Observaciones organolépticas e indicadores <i>in situ</i> en sedimento	Valor
Presencia de producto en fase libre en el sedimento colectado (a través de equipo de muestreo), u observación de producto en fase libre en la superficie del agua luego del hincado.	4,5
Observaciones de líneas o manchas de HC en las orillas del cuerpo de agua y/o indicios organolépticos de HC en sedimento colectado (a través de equipo de muestreo), o luego del hincado.	3,25
No hay información sobre observaciones <i>in-situ</i> .	2,25
No se aprecian características organolépticas en el sedimento colectado (a través de equipo de muestreo) o a través del hincado.	0

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cuadro 4-50 Parámetro F_{in-situ} (agua sup)

Observaciones organolépticas e indicadores in situ en agua superficial	Valor
Presencia de fase libre sobrenadante.	4,5
Presencia de gotículas / líneas o manchas de hidrocarburo (iridiscencia) / cambio significativo a nivel de color en cuerpo de agua.	3,5
Olor en la muestra colectada que pueda indicar afectación en el cuerpo de agua léntico (laguna, cocha) O lótico (Río).	2,75
No hay información sobre observaciones in-situ.	2,25
Sin indicios de afectación organoléptica.	0

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

Cuadro 4-51 Parámetro F_{in-situ} (flora/fauna)

Observaciones organolépticas e indicadores in situ en flora y fauna	Valor
Se aprecia mortandad de fauna y/o flora en el sitio debido a la presencia de sustancias peligrosas.	9
Se aprecia individuos de fauna y/o flora con presencia de producto impregnado; o bien determinación visual de manchas en vegetación, asociados a variaciones estacionales.	7
Se aprecia cambio en la composición de especies vegetales como consecuencia de una posible afectación (sucesión ecológica natural).	4
No hay información sobre observaciones in-situ.	4,5
Aparentemente no se aprecian cambios en la fauna y/o flora.	0

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Es determinante la presencia de hidrocarburos en fase libre en los medios ambientales. Dicha evidencia en el sitio debe considerarse como principal para priorización y debe ser destacada en el informe respectivo.

Factor extensión

Por último, en la evaluación de la cantidad de sustancia presente, se tiene en cuenta la extensión del área potencialmente contaminada. Los criterios para la delimitación del área potencialmente impactada serán los siguientes:

- Observaciones in situ: considerándose los valores del factor *in situ* para el componente suelo.
- Concentraciones superiores al ECA (o norma referencial) o bien presencia de producto o crudo en fase libre.

El Factor extensión se otorgará según los siguientes criterios:

Cuadro 4-52 Parámetro F_{EXT}

Extensión de sitio contaminado	Valor
Extensión del sitio ≥ 10 Ha.	40
0.1 < extensión sitio < 10 Ha.	Valor proporcional entre 7,5 – 40
Extensión del sitio < 0.1 Ha	7,5
Se desconoce.	12,5

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Para el cálculo del Factor extensión en áreas potencialmente afectadas de entre 0,1 y 10 ha, se considerará la siguiente fórmula:

$$F_{EXT} = 7.5 + \frac{32.5x(Ext(Ha) - 0.1)}{9.9}$$

Dónde:

Ext (Ha): Área del sitio potencialmente contaminado en hectáreas

Factor actividad del foco

Se entiende por foco aquel factor que origina la contaminación; en un foco activo, aquel que se encuentra aportando contaminante al ambiente.

Cuadro 4-53 Parámetro F_{ACT}

Actividad de foco	Valor
Existe al menos un foco activo.	25
Se desconoce (no se tiene información al respecto).	12,5
El foco o los focos observados son inactivos.	0

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cabe señalar que el valor del F_{ACT} contempla la adición de un valor para magnificar el índice foco.

• Índice Transporte

Permite determinar el potencial de que las sustancias potencialmente contaminantes se muevan a otro medio o hacia el exterior del sitio. Para ello, la metodología empleada ha considerado las principales vías de movilización de los compuestos previsiblemente detectados en la cuenca del río Corrientes, y se otorga un valor a cada una de ellas en función de aspectos que los definan.

$$I_{TRANSPORTE} = I_{Inund} + I_{Trans(ESC)} + I_{Trans(SUBT)} + I_{Trans(AG SUP)} + I_{Transp(CAD TROFICA RE)}$$

Donde:

I_{inund} : Índice que categoriza el sitio en función de la inundabilidad.

$I_{trans (ESC)}$: Índice que categoriza el potencial de escurrimiento de sustancias en el sitio en función de la topografía, que a su vez se ve condicionada por la permeabilidad predominante del suelo superficial y presencia de cobertura vegetal que pueda retener o dificultar el escurrimiento hacia otras áreas.

$I_{trans (SUBT)}$: Índice que categoriza la potencial movilización de sustancias a través del medio subterráneo, que depende básicamente de la profundidad a la que se detecta la napa y la textura del suelo o permeabilidad del subsuelo.

$I_{trans (AG SUP)}$: Índice que categoriza la potencial movilización de sustancias a través del agua superficial en función del comportamiento típico del cuerpo de agua superficial presente.

$I_{trans (CAD TROFICA RE)}$: Índice que categoriza la potencial movilización de sustancias a través de la cadena trófica asociada al receptor ecológico.

La inundabilidad del área se categoriza con un índice que se le atribuye los siguientes valores:

Cuadro 4-54 Parámetro F_{inund}

Factor o índice de inundabilidad	Valor
Sitio impactado en área inundable estacionalmente (condiciones normales).	28
Sitio impactado en área inundable estacionalmente (períodos extraordinarios de creciente o precipitación).	18
Sitio impactado en área no inundable.	0
Se desconoce comportamiento estacional.	14

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

El índice de transporte asociado al potencial escurrimiento, se definirá mediante la siguiente evaluación:

$$I_{Trans (ESC)} = Top \times (K + CV)$$

Dónde:

Top: valor asociado a la topografía

K: Valor asociado a la permeabilidad del suelo superficial

CV: Valor asociado a la presencia o ausencia de cobertura vegetal

La descripción topográfica se basa en la ubicación del sitio frente a su entorno (zona elevada o deprimida respecto a su entorno), así como a la presencia o no de pendientes pronunciadas que puedan implicar potencial de escurrimiento.

Cuadro 4-55 Parámetro Top

Topografía	Valor
Sitio impactado en zona elevada, con pendientes pronunciados en el entorno.	18
Sitio impactado en zona elevada, sin pendientes pronunciadas en el entorno.	9
Sitio impactado en áreas menos elevadas, sin capacidad de escurrimiento en superficie hacia otras áreas.	0
No se ha observado el entorno o no ha sido posible observarlo por la abundancia de vegetación.	8,5

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

Cuadro 4-56 Parámetro K

Permeabilidad predominante suelo superficial	Valor
Baja (arcillas, lutitas, limos y limolitas).	0,5
Media (Arenas, arenas limosas y areniscas).	0,33
Alta (gravas y arenas-aluviales, rocas muy fracturadas).	0,17
Se desconoce la permeabilidad y litología predominante en superficie.	0,32

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

Cuadro 4-57 Parámetro CV

Retención de escurrimiento por Cobertura vegetal	Valor
No hay vegetación. No impide la circulación de sustancias en superficie.	0,5
Hay vegetación que impide parcialmente o dificulta el escurrimiento en superficie.	0,33
Hay vegetación que impide la circulación de sustancias en superficie.	0,17
Se desconoce si la vegetación impide la circulación en superficie.	0,32

Fuente: Dirección de evaluación – OEFA.

El índice de transporte asociado a la movilización por medio de las aguas subterráneas se define de la siguiente manera:

$$I_{Trans (SUBT)} = PGw1 + PGw2$$

Dónde:

PGw1: Factor profundidad del agua**PGw2:** Factor textura del suelo (facilidad infiltración en zona no saturada y conductividad hidráulica en zona saturada).

Cuadro 4-58 Parámetro PGw1

Profundidad agua	Valor
Superficial (entre 0 y 2 metros) – siempre (permanente).	9
En épocas de lluvias superficial (entre 0 y 2 metros) (estacional).	6,75
Mediana (de 2 a 5 metros).	4,5
A más de 5 metros.	2,25
Se desconoce.	4

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cuadro 4-59 Parámetro PGw2

Textura suelo	Valor
Gravas y arenas.	9
Arenas limosas (o se desconoce).	6
Limos y arcillas.	3
Se desconoce la litología del paquete de suelo.	5,5

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

El Índice Transporte asociado al agua superficial se sujeta básicamente al cuerpo de agua superficial más cercano y/o al cuerpo potencialmente contaminado, considerando una categorización en función de un flujo continuo o estacional.

Cuadro 4-60 Índice transporte (agua superficial)

Tipo de los cuerpos de aguas superficiales afectados	Valor
Rio o afluente, quebrada, riachuelo o arroyo (fluye continuo).	18
Quebrada, riachuelo o arroyo (estacional).	
Canal de flotación (instalación humana).	
Cocha comunicante (conectada estacionalmente a otros cursos).	12
Pantanos (incluye aguajales).	
Cocha no comunicante.	6
No se han observado cuerpos de aguas superficiales en un radio de 1000 m.	0
Cuerpo de agua no definido en sus características.	9

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Para la determinación del Índice de transporte relacionado a la cadena trófica, considera la potencial exposición que podría tener este al incorporar organismos que hayan estado expuestos al sitio impactado y que puedan bioacumular sustancias tóxicas dentro de su cadena trófica.

Cuadro 4-61 Índice transporte (cadena trófica)

Aprovechamiento por parte de depredadores en la cima de la cadena trófica (carnívoros secundarios y terciarios, aves rapaces, etc.)	Valor
Aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, recolección, etc.).	18
Sin aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, recolección, etc.).	0
No se tiene información al respecto.	9

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

• **Índice receptor ecológico**

La evaluación del receptor se ha realizado teniendo en cuenta las vías potenciales de exposición al ambiente. Desde el punto de vista ecológico, la evaluación del receptor utiliza como punto de partida la categoría de protección del sitio, la cual se complementa con la identificación in-situ de ecosistemas frágiles, así como la intervención de un factor corrector en el cual interviene la distancia de los mismos al sitio impactado.

$$I_{RECEPTOR\ ECOLÓGICO} = RE1 + RE2 \times RE3$$

Dónde:

RE1: Categoría de protección.

RE2: Presencia de ecosistemas frágiles.

RE3: Distancia al ecosistema frágil más cercano identificado.

Cuadro 4-62 Categoría de protección (RE1)

Categoría de protección	Valor
Sitio impactado y entorno inmediato dentro de alguna categoría de protección (ANP, Parque Nacional, reserva nacional, reserva paisajística, refugios de vida silvestre, reservas comunales, bosques de protección, etc.).	50
Sitio impactado fuera de categorías de protección con otras cualidades especiales: Corredor biológico con antecedentes bibliográficos; Existencia de al menos una especie vegetal o animal, o ecosistema en alguna categoría de conservación o especial, protección.	33,25
Sitio impactado fuera de categorías de protección. Se desconoce la existencia de especies vegetales o animales, o ecosistemas, en alguna categoría de conservación o especial protección.	16,75
No se tiene información sobre la clasificación del sitio impactado.	25

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cuadro 4-63 Presencia de ecosistemas frágiles (RE2)

Presencia de ecosistemas frágiles	Valor
Presencia de bosque inundable, "Aguajales", lagunas o Cochas.	50
Presencia de llanuras meándricas o "restingas".	40
Presencia de bosque ribereño o de terraza (inundables durante cierta etapa del año).	30
Presencia de bosque de colina baja o alta.	20
Presencia de bosques de montaña.	20
Presencia de herbazales hidrofiticos (inundables cierta etapa del año).	10
Se desconoce si hay ecosistemas frágiles en el entorno.	25

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Cuadro 4-64 Distancia a ecosistemas frágiles (RE3)

Distancia al ecosistema frágil identificado	Valor
En el mismo sitio.	1
Cerca (menos de 3km del sitio impactado).	0.8
Lejos (a más de 3km del sitio impactado).	0,5
Se desconoce si hay algún ecosistema frágil en el entorno inmediato.	0,65

Fuente: Dirección de evaluación - OEFA.

Tomando en cuenta la metodología detallada en los párrafos anteriores se presenta el cálculo para la estimación del Nivel de Riesgo asociado a sustancias para el receptor ecológico.

C.2 Estimación del riesgo para ecosistemas

• Cálculo del NRS - I foco

Para el cálculo del Factor Sustancia, teniendo en cuenta los valores regulados en el ECA para suelo con uso agrícola y considerando los CP identificados se obtuvieron los cocientes ECA presentados en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-65 Cálculo del NRS - I_{foco}

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	Componente ambiental evaluado	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Referencia (mg/kg)	Cociente ECA por compuesto
Boro	0,012	15,73	0,4581	Suelo	10,29	2	5,3623
Cobre	23	1 000	5,6	Suelo	331,4	63	0,4113
Cromo Total	71,3	347	13,2	Suelo	199,9	64	0,0031
Níquel	18,9	188	1,48	Suelo	95,39	45	0,2015
Plomo	5,794	1 151	7,349	Suelo	381,5	70	0,3114
Vanadio	112	249	85	Suelo	208,4	130	1,6031
Zinc	20	2 744	12	Suelo	1 190	250	1,8263
Cromo Total	14,9	150	-	Sedimento	150	37,3	4,0214
Mercurio	0,01	0,278	-	Sedimento	0,278	0,17	1,6353

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health, Category Agricultural.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Teniendo en cuenta la información presentada en el cuadro anterior, se tiene que el Cociente ECA es de 5,3623 por tanto, el valor asignado para el Índice ECA será de 6.5.

Respecto al Índice medio se tiene que la matriz suelo presenta al menos 3 parámetros que superan el ECA (Valor 2,75), la matriz sedimento presenta que al menos 1 parámetro supera el ECA (Valor 2), mientras que las matrices agua superficial y subterránea no superaron el valor de referencia (Valor 0). Así mismo, el Índice Clases es de 1,5 por tener un grupo de parámetros (agrupado en clases) excedentes al ECA o norma referencial.

Por tanto, el valor resultante para el Factor sustancia es de 12,75 para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 4-66 Cálculo del I_{ECA} , I_{medio} e I_{clases}

Índices		Valor	Suma
Índice ECA		6,5	6,5
Índice medio	I-suelo	2,75	4.75
	I-ag sup	0	
	I-sedim	2	
	I-ag subt	0	
Índice clases		1,5	1,5

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el cálculo del factor *in situ*, se procedió a otorgar los siguientes puntajes a las variables asociadas a los diferentes vectores observados:

Cuadro 4-67 Cálculo del Factor *in situ*

F <i>in situ</i> (suelo)	F <i>in situ</i> (sedimento)	F <i>in situ</i> (agua superficial)	F <i>in situ</i> (flora y fauna)	Total Factor <i>in situ</i>
4,5	2,25	2,25	4	13,00

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El valor resultante del Factor *in situ* es de 13,00 para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Esto se debe a que el sitio ha sido utilizado para la disposición no controlada de materiales inorgánicos, en especial plástico, metal (chatarra) y, algunos residuos de las operaciones petroleras como guantes, aceites, trapos impregnados, pero también posiblemente fluidos de perforación base aceite (presencia de Bario) que fueron enterrados en bidones. También ha sido dispuesto en el botadero material orgánico (basura), dándole al parámetro *in situ* suelo (valor 4,5).

Respecto a indicadores para sedimentos y agua superficial no hay información sobre observaciones *in situ* (valor 2,25 en ambos casos). Por otro lado, debido a su uso como botadero, se aprecia cambio en la composición de especies vegetales como consecuencia de una posible afectación (sucesión ecológica natural). No presenta cobertura vegetal lo que hace de este terreno mucho más susceptible a la erosión, valor 4.

Posteriormente, se procedió a determinar el puntaje asociado a la extensión del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) que, atendiendo las observaciones realizadas en campo, corresponde a un área de 3 564 m² (0,36 Ha), por lo que el Factor extensión es de 8,34 puntos. Su extensión total se compone de dos (2) áreas bien diferenciadas por el uso que se le ha dado en la disposición de materiales: un área de elementos inorgánicos (residuos potencialmente peligrosos) y otra área de elementos orgánicos (básicamente “basura”).

La fuente potencial en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es la presencia del botadero de residuos industriales peligrosos y no peligrosos, el cual se considera como foco activo de contaminación, por lo que el valor asignado a Fact es de 25 puntos. Se precisa que durante la fase de relevamiento del sitio se encontraron desechos sólidos en superficie.

Fotografía 4-6 Residuos sólidos encontrados en el sitio



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Teniendo en cuenta los valores obtenidos y la aplicación de la fórmula para Índice Foco, se obtiene un valor de 59,09 para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

• Cálculo del NRS - I transporte

Dado que el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) se ubica en un área no inundable, se otorga un valor de 0 puntos para el parámetro I_{inund} .

El sitio se desplaza sobre una topografía con poca pendiente. Se precisa que esta topografía no es la formada por procesos geológicos naturales ya que se encuentra alterada por tratarse de un botadero.

Para el cálculo del Índice de Transporte (escurrimiento), se obtuvieron los siguientes subcriterios:

Cuadro 4-68 Cálculo del I_{trans} (ESC)

Top	K	CV	I_{trans} (ESC)
9	0,5	0,5	9

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Siguiendo los criterios de la metodología, el valor Top 9, respecto a la topografía del lugar aplica a *sitios impactados en zona elevada, sin pendientes pronunciadas en el entorno*; sumando a ello se considera el nivel permeabilidad predominante del suelo superficial, el mismo que corresponde a una permeabilidad baja (Valor K = 0,5) y, escasa presencia de cobertura vegetal (Valor CV = 0,5). En función a ello, el resultado del parámetro I_{trans} (ESC) del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es de 9.

Para el cálculo del Índice de transporte de aguas subterráneo, cuyo valor resultante es 5.25, se tuvieron en cuenta los siguientes valores numéricos:

Cuadro 4-69 Cálculo del I_{trans} (SUBT)

PGw1	PGw2	I_{trans} (SUBT)
2.25	3	5.25

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estos valores obedecen a las características físicas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), como profundidad del agua en épocas de lluvias que está a más de 5 metros (Valor PGw1 = 2,25), y la textura del suelo de la zona con presencia de limos y arcillas como material predominante lo cual se evidenció en los resultados de granulometría obtenidos en laboratorio (Valor PGw2 = 3).

Para el Índice de transporte agua superficial, se otorga un puntaje de 0 puntos, dado que no se han observado cuerpos de agua superficiales en un radio de 1 km.

Para el índice de transporte cadena trófica para el receptor ecológico se tiene un valor de 0, dado que en la zona no se realiza aprovechamiento de recursos ni en su entorno inmediato. De hecho, las actividades de recolección en todo el lugar son bastante limitados. Se registró 5 especies vegetales susceptibles a uso por parte de pobladores locales; sin embargo, no se observaron indicios de recolección de especies en este sitio. En cuanto a fauna, se registraron tres especies de fauna con potencial de uso por parte de las poblaciones cercanas. Éstas son cazadas incidentalmente; sin embargo, según los pobladores, en este sitio no se realizan actividades cinegéticas por presentar muchos indicios de contaminación.

Teniendo en cuenta la información presentada, y aplicando la fórmula para el cálculo de Índice de transporte se obtiene un valor de 14,25 puntos.

• Cálculo del NRS I - Receptor

La evaluación del receptor ambiente se ha realizado teniendo en cuenta que el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra fuera de categorías de protección, sin embargo se ha identificado la existencia de la especie "*Tapirus terrestris*" comúnmente llamado Tapir, la misma que se encuentra declarado como Vulnerable de acuerdo a la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas (D.S. 004-2014-MINAGRI) y según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; también se encuentra declarada con la misma categoría en IUCN. Por tanto, el valor de RE1 es de 33,25 para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Para la evaluación se tiene en cuenta además que el emplazamiento del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se encuentra en un bosque de colina baja (RE2 = 20). Esta unidad de cobertura vegetal involucra a los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas). Asimismo, se consideró su distancia a un ecosistema frágil, el cual está a menos de 3 km (RE3 = 0,8).

Cuadro 4-70 Rangos del riesgo para I receptor ecológico

RE1	RE2	RE3	I receptor ecológico
33,25	20	0,8	42,6

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Teniendo en cuenta estos valores, el I receptor ecológico = 42,6.

Finalmente, el Nivel de Riesgo por sustancias para el ambiente es de:

$$\text{NRS ambiente} = 38,26$$

De acuerdo con los rangos de los valores de riesgo establecidos en la metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados (ver Cuadro 4-71) se tiene que el escenario ecológico presenta un nivel de riesgo medio para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 4-71 Rangos del riesgo para escenario ecológico

Rango del nivel de riesgo	Clasificación	Descripción
66,67 - 100	Nivel de Riesgo Alto	Existe una alta probabilidad de que las poblaciones de fauna y flora presentes en el sitio puedan verse afectadas por los contaminantes de preocupación evaluados.
33,34 – 66,66	Nivel de Riesgo Medio	Existe una mediana probabilidad de que las poblaciones de fauna y flora presentes en el sitio puedan verse afectadas por los contaminantes
1 – 33,33	Nivel de Riesgo Bajo	Existe baja probabilidad de que las poblaciones de fauna y flora presentes en el sitio puedan verse contaminantes evaluados.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Este nivel de riesgo está asociado a: la toxicidad de las sustancias presentes en el foco, la concentración de dichas sustancias, la extensión del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y el factor activo del foco. Asimismo, toma en cuenta las características del medio físico, los principales mecanismos de transporte o de migración de sustancias desde el sitio impactado, así como los aspectos con mayor influencia en el mecanismo de transporte de sustancias contaminantes.

Así bien la presencia de un foco activo de contaminación relacionado a la operación de un botadero de residuos industriales y domésticos determina el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) con un nivel de riesgo intrínseco. Se acuerdo a la metodología empleada, este nivel de riesgo responde a variables como la topografía del terreno, la cual por no presentar pendientes pronunciadas no permite el escurrimiento en superficie hacia áreas aledaña; así mismo, no existe aprovechamiento de recursos en el sitio ni su entorno inmediato, lo cual permite valorar el riesgo del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) como medio.

Por otro lado, otras variables que deducen un nivel de riesgo medio están asociadas a la ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), la cual se encuentra fuera de una ANP; sin embargo, se está contemplando dentro de su extensión a una sola especie considerada en categoría de conservación “vulnerable”.

C) Caracterización del riesgo para recursos naturales abióticos

La necesidad de considerar una estimación de los riesgos actuales y/o futuros que proceden de la contaminación en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) para los recursos naturales abióticos, se entiende como bienes que requieren una protección contra la contaminación; independientemente de su función como ruta de exposición para seres humanos, fauna y flora.

En base a ello y tal como se pudo observar en los resultados obtenidos en la fase de caracterización del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), la mayor afectación se encuentra en el suelo por la presencia de metales pesados en el suelo, en un rango de profundidades que va desde la superficie hasta los 1,2 m de profundidad. Asimismo, las aguas subterráneas presentan algunos CP (específicamente metales) los cuales pudieron haber sido aporte del suelo por lixiviación o por otras fuentes ajenas al derrame histórico del sitio; sin embargo, estos representan un riesgo aceptable para seres humanos (como se vio en los ítems previos). Además, no se observó para este caso una afectación por hidrocarburos hacia el agua subterránea ni superficial.

• Riesgos para el suelo

Para poder estimar el riesgo a esta matriz ambiental, se tuvo en cuenta principalmente una serie de criterios expuestos en el Anexo H de la Guía ERSA; que involucra principalmente la biodegradación, la lixiviación, movilidad y contenido de los contaminantes en el suelo, etc. Estos criterios se aplicarán para cada uno de los CP encontrados en el suelo, y según sus propiedades fisicoquímicas, así como las condiciones del medio en la que se encuentran, variará el grado del riesgo para cada una de ellos.

Cuadro 4-72 Criterios para estimar el riesgo en el suelo

Rango del nivel de riesgo	Clasificación del Riesgo	Descripción
Cambios y/o alteraciones perceptibles (visual) de las condiciones del suelo	No Probable	No se evidencia ningún cambio en la matriz suelos, o se evidencian leves olores a HC.
	De Esperarse	Se evidencian olores pronunciados de HC volátiles y/o manchas de HC (borra) en el suelo.
	Probable	Se evidencian manchas oscuras de HC, manchas y/o presencia de HC viscoso en el estrato, así como olores pronunciados de HC volátil.
Biodisponibilidad del contaminante	No Probable	De acuerdo a la naturaleza del contaminante y las condiciones del medio que restringen su disponibilidad, el contaminante NO ESTÁ BIODISPONIBLE a posibles receptores bióticos.
	De Esperarse	De acuerdo a la naturaleza del contaminante y las condiciones del medio que restringen parcialmente su disponibilidad, el contaminante ESTÁ MEDIANAMENTE BIODISPONIBLE a posibles receptores bióticos.
	Probable	De acuerdo a la naturaleza del contaminante y las condiciones del medio en el que se encuentra, el contaminante ESTÁ BIODISPONIBLE a posibles receptores bióticos.
Transporte/ Movilidad del contaminante por dispersión / volatilización	No Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, humedad, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una BAJA/NULA DISPERSIÓN
	De Esperarse	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una DISPERSIÓN MODERADA/REGULAR
	Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una ALTA DISPERSIÓN
Transporte / Movilidad del contaminante en el suelo hacia las aguas subterráneas	No Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una BAJA MOVILIDAD
	De Esperarse	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una MOVILIDAD MEDIA
	Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una MOVILIDAD ALTA
Biodegradabilidad de los contaminantes (especialmente para compuestos orgánicos)	No Probable	ALTA/FAVORABLE BIODEGRADACIÓN. El medio presenta una tasa de permeabilidad baja, con recubrimiento en el sitio y condiciones para la proliferación bacteriana (oxígeno, M.O., etc.).
	De Esperarse	MEDIA BIODEGRADACIÓN. El medio presenta una tasa de permeabilidad media, con recubrimiento parcial en el sitio y condiciones limitantes para la proliferación bacteriana (oxígeno, M.O., etc.).

Cuadro 4-72 Criterios para estimar el riesgo en el suelo

Rango del nivel de riesgo	Clasificación del Riesgo	Descripción
	Probable	REDUCIDA BIODEGRADACIÓN. Se considera un medio saturado o en suelos con buena permeabilidad, sin recubrimiento en el sitio y donde la capacidad de biodegradación es despreciable
Contenido de contaminantes en el suelo	No Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia < 30% y relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia < 10
	De Esperarse	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia > 30% y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 10 pero < 20.
	Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia > 60% y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 20

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSa (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo a la tabla anterior, se considerará para cada uno de los CP los criterios expuestos a fin de estimar el riesgo presente en esta matriz ambiental.

Metales pesados

Durante las labores de reconocimiento y de muestreo en campo, se evidenció que el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) presenta residuos metálicos industriales con el potencial de liberar (o haber liberado) estos CP y los cambios y alteraciones en el sitio son perceptibles; por lo que se consideró un Riesgo Probable de que estos CP afecten a las propiedades fisicoquímicas del suelo; excepto para el Boro, dado que no se asociaron estos residuos con un posible contenido de este metal pesado; es por ello que sólo para este CP se consideró un Riesgo De Esperarse ante dicha incertidumbre.

La movilidad de los metales pesados por dispersión atmosférica está asociado a las condiciones topográficas del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) como la topografía, cobertura vegetal, dirección del viento entre otros. Para este sitio en particular, se evidencia un área desnuda donde se encuentra la presencia de estos residuos metálicos, y asumiendo un posible lavado de estos residuos que puedan no necesariamente lixiviar al subsuelo, puedan propagarse por la dispersión del viento. Es por ello que, en un escenario conservador, se considera un Riesgo De Esperarse, teniendo en cuenta la presencia de cobertura vegetal en los alrededores del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

En tanto a su biodegradabilidad, esto no aplica a los metales pesados toda vez que estos no suelen degradarse, sino se bioacumulan y/o movilizan en el suelo, de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas y factores del medio; por ende, no aplicaría este criterio para estos CP.

La movilidad de los metales pesados en el suelo está influenciada por el pH principalmente, donde la mayor solubilidad se da a bajos niveles de pH (generalmente por debajo del 5). Para el caso del Boro, la movilidad es indirectamente proporcional al aumento del pH, donde la retención de este metal se produce por influencia de los óxidos de aluminio y hierro, así como el aumento de pH

entre 6 a 8^{mm}; por lo tanto, se considera un Riesgo De Esperarse dado que podrían tener una ligera movilidad en el suelo. Teniendo en cuenta que el pH en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) oscila entre 6,13 y 6,71 más los ensayos de TCLP; se determinó un Riesgo De Esperarse para el Cromo Total el cual podría presentar una movilidad mayor, específicamente en Cr⁺⁶ el cual es más soluble y móvil en el suelo respecto al Cr⁺³. Sin embargo, para los demás metales se consideró un Riesgo No Probable debido a que los rangos de pH son superiores a 6; por consiguiente, no facilitaría mucho su movilización, así como la presencia de partículas de arcilla en el suelo a las cuales pueda adherirse estos elementos.

Por último, respecto al contenido de contaminantes en el suelo se determinó un Riesgo Probable para Boro (92 %), Vanadio (92 %) y Cromo Total (100 %), toda vez superaron el 60 % del total de las muestras que exceden los estándares canadienses. Asimismo, se consideró un Riesgo De Esperarse para Níquel (32 %) y un Riesgo No Probable para el Cobre (24 %), Plomo (24 %) Zinc (24 %) toda vez que no exceden el 30 % de las muestras que superan los estándares canadienses.

En relación al Boro, si bien se tuvo que el 92 % de las muestras excedieron los estándares de referencia; considerando que su distribución y presencia se debe por condiciones naturales, así como los criterios ya expuestos para este metal pesado; se consideró un Riesgo No Probable.

Cuadro 4-73 Determinación del riesgo para el recurso suelo por CP

Rango del nivel de riesgo	Contaminantes de preocupación para la matriz suelos						
	Boro	Cobre	Cromo Total	Níquel	Plomo	Vanadio	Zinc
Cambios y/o alteraciones perceptibles (visual) de las condiciones del suelo	De Esperarse	Probable	Probable	Probable	Probable	Probable	Probable
Biodisponibilidad del contaminante	Probable	Probable	Probable	Probable	No Probable	Probable	Probable
Transporte/ Movilidad del contaminante por dispersión / volatilización	De Esperarse	De Esperarse	De Esperarse	De Esperarse	De Esperarse	De Esperarse	De Esperarse
Transporte / Movilidad del contaminante en el suelo hacia las aguas subterráneas	De Esperarse	No Probable	De Esperarse	No Probable	No Probable	No Probable	No Probable
Biodegradabilidad de los contaminantes (especialmente para compuestos orgánicos)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Contenido de contaminantes en el suelo	No Probable	No Probable	Probable	De Esperarse	No Probable	Probable	No Probable

N.A.: No Aplica

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSa (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

^{mm} Malavé Acuña, A. (2005). Los suelos como fuente de boro para las plantas. Revista UDO Agrícola 5 (1): 10-26. 2005.

De la evaluación de riesgos para el suelo (recurso natural abiótico) se puede observar que la presencia de metales pesados, como el caso del Cobre, Cromo Total, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc esta relacionados con las actividades de desecho y acumulación inapropiada de residuos industriales proveniente de las actividades históricas en la extracción de hidrocarburos. Por ende, se contempla un Riesgo Probable para estos CP; toda vez a la sola presencia de estos elementos en el suelo, así como la probabilidad de que estos puedan movilizarse y entren en contacto con posibles receptores cercanos al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), teniendo en cuenta los riesgos individuales que presentan cada uno y asumiendo un escenario conservador.

No obstante, el Boro que presentó el 92 % de las muestras excediendo los estándares de referencia, se contempló un Riesgo No Probable, debido a la naturaleza del sitio y su predominancia en estos suelos arcillosos (toda vez que los niveles de fondo presentan valores superiores al estándar canadiense). Además, que el contenido de este metal puede variar hasta los 200 ppm, donde la mayor parte de estas concentraciones no son asimilables por las plantas, solo el 5 % de estas concentraciones llegan a hacerlo.ⁿⁿⁿ Es importante recalcar que este riesgo contempla una evaluación cualitativa en base a la información recopilada en campo, además de tener en cuenta las posibles rutas de exposición “*suelo-agua-ser humano*” para el caso de posible lixiviación de los CP, así como la ruta “*suelo-polvos-aire-ser humano*” para el caso de posible dispersión / volatilización de los CP evaluados.

- **Riesgos para cuerpos de agua superficial y subterránea**

Para el agua subterránea se han encontrado concentraciones de Aluminio, Hierro, Manganeseo y Zinc que exceden los estándares canadienses (Alberta Tier 1) por lo cual fueron determinados como CP en esta matriz ambiental (donde el UCL95 también supera el estándar canadiense). Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos elementos se encuentran presentes en el suelo en grandes cantidades (de acuerdo a los resultados de la fase de caracterización), además se considera un aporte de dichos elementos por lixiviación desde el subsuelo hacia las aguas subterráneas.

Teniendo en cuenta que esta movilidad podría estar influenciada por el pH del sitio (6,13-6,71), la textura del suelo (franco arcillosa) la cual condicione la transmisividad del flujo subterráneo (pueda transportar dichos CP) entre otras características, la presencia de estos metales se deban en parte a las condiciones naturales del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no necesariamente impliquen un riesgo como tal por parte de una afectación antrópica; excepto para el Cromo Total, Cobre y Mercurio, los cuales si estarían relacionados directamente con la presencia de estos residuos metálicos y ante su exposición a la intemperie (lluvias, viento, etc.) se esté produciendo una lixiviación de estos CP los cuales están afectado las aguas subterráneas y sedimentos, por ende se está considerando un Riesgo Probable en esta matriz ambiental.

- **Riesgos para sedimentos**

Con relación a los sedimentos, se considerará el contenido de contaminantes en sedimentos, el cual se registrará bajo el mismo criterio adoptado en el contenido de contaminantes en el suelo:

ⁿⁿⁿEl Boro como nutriente esencial. Parte i: aspectos fisiológicos y dinámica en suelo. Antonio L. Alarcón Vera Dpto. Producción Agraria. Área Edafología y Química Agrícola. ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena

Cuadro 4-74 Determinación del riesgo para sedimentos por CP

Rango del nivel de riesgo	Clasificación del Riesgo	Descripción
Contenido de contaminantes en sedimentos	No Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia < 30 % y relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia < 10.
	De Esperarse	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia (> 30 % y < 60%) y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 10 pero < 20.
	Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia > 60 % y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 20.

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSa (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En lo que respecta a la presencia de Cromo, Lacma J., *et al* (2007)^{ooo} sostienen que este elemento se encuentra en el ambiente en dos estados; donde su forma hexavalente es la más soluble, tóxica y de mayor interés en el ambiente. El Cr⁺⁶ causa estrés oxidativo, daño al ADN y perturbación de la expresión genética de las especies acuáticas asociadas. Además, de acuerdo a sus ensayos en bivalvos marinos *Donax obesulus* Reeve 1854 (PELECYPODA: DONACIDAE) determinó que la concentración letal media (CL₅₀) de Cr⁺⁶ es 61,12 mg/kg a 96 h de exposición. Por lo tanto, el riesgo asociado a este metal depende de muchos factores que puedan condicionar a la asimilación y el medio en el cual se encuentre, teniendo en cuenta que los sedimentos marinos y fluviales varían las concentraciones de estos elementos. Finalmente, asumiendo la concentración referencial de Cr⁺⁶, se tiene un Riesgo No Probable para este elemento, que pueda afectar a la comunidad bentónica; sin embargo, el 83,3 % de las muestras de Cromo Total exceden los Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (ISQG), por lo que se contempla un Riesgo Probable por la presencia de Cromo Total en esta matriz ambiental.

Para el mercurio, se tiene que el 33,3 % de las muestras exceden los ISQG, por lo que se deduciría un Riesgo de Esperarse. Sin embargo, se acuerdo a los estudios realizados por Pezo R., *et al* (1992)^{ppp}, el mercurio en agua dulce generalmente se encuentra adherido a partículas de origen orgánico e inorgánico, donde el tamaño de las partículas puede variar. Asimismo, la habilidad para unirse al mercurio depende más de la superficie que de la masa; por lo que las partículas más pequeñas juegan un rol más importante debido a la presencia de especies iliófagos y filtradores. Como la mayor proporción de mercurio está unido a partículas orgánicas y éstos son metabolizados por microorganismos, el mercurio es eliminado a la forma metilada de tal manera que aumenta la proporción de metilación biológica del mercurio. Por lo tanto, se contempla un Riesgo probable de este elemento en esta matriz ambiental.

Es preciso indicar que los criterios expuestos son a nivel referencial, inferido y de carácter cualitativo. Asimismo, se está asumiendo un riesgo sobre estos CP en esta matriz ambiental por

^{ooo} Toxicidad del Cromo en sedimento usando *Donax obesulus* Reeve 1854 (PELECYPODA: DONACIDAE). (2007). Ecología Aplicada, 6(1,2), 2007.

^{ppp} Determinación de metales pesados bioacumulables en especies ictias de consumo humano en la Amazonia peruana. Folia Amazonica (1992). Vol4(2)

su capacidad de afectar posibles receptores (bentos) primarios y así sucesivamente afectar otros receptores a medida que va pasando a los siguientes niveles tróficos.

- **Riesgos para la atmósfera**

Este ítem no aplica en el presente ERSA.

D) Resumen del análisis de riesgos

- **Riesgo cancerígeno para el escenario humano**

Se determinó que la exposición de los receptores humanos a los CP clasificados como cancerígenos, se encuentran dentro del rango de riesgo aceptable, considerando el límite superior a la probabilidad en la que se estima que una persona contraiga cáncer (sea tratable o letal) durante su vida entera (1:100 000; RVEC=1,0E-5).

Considerando la vía “inhalación de partículas” como ruta completa hacia el receptor humano, se caracterizó a Níquel como sustancia cancerígena.

La matriz suelos es la única matriz que presenta CP categorizado como sustancias cancerígenas. El CP categorizado como sustancia cancerígena fue el Níquel. No se determinaron índices de riesgo (IR) por exposición a Níquel para las vías de exposición dérmica e ingestión, debido a que la mayor parte de efectos por estas vías son de carácter toxicológico y no carcinógenos.

Para el receptor del escenario humano la vía de exposición por inhalación de partículas de suelos presenta un riesgo es aceptable (RVEC<1E-5) para efectos carcinógenos por exposición a Níquel, tanto para el receptor del escenario humano 1 (trabajador industrial) y escenario humano 2 (cazadores esporádicos adulto y niño).

El receptor del escenario humano 3 (CN José Olaya) no fue incluido en esta evaluación por carecer de una ruta de exposición completa.

La inhalación de vapores en aire e ingesta de aguas subterráneas no fueron determinadas como vías de exposición completa para el receptor humano, por lo tanto, no se calcularon los coeficientes e índices respectivos al no presentar un riesgo cancerígeno en este receptor.

- **Riesgo no cancerígeno para el escenario humano**

Se determinó que la exposición de los receptores humanos a los CP clasificados como no cancerígenos, rebasa el umbral o valores límites a los que se espera que se tengan efectos adversos (coeficiente de peligrosidad = 1), siendo riesgo preocupante y muy elevado.

En suelos los CP categorizados como no cancerígenos fueron Boro, Cobre, Cromo total, Plomo, Vanadio y Zinc. Es importante mencionar que, Níquel a pesar de considerarse un agente cancerígeno por inhalación de partículas, se ha incluido en esta evaluación por sus potenciales efectos tóxicos por contacto dérmico e ingestión.

Para el escenario humano 1 (trabajadores industriales) las vías de exposición por contacto dérmico e inhalación de partículas del suelo presenta un riesgo aceptable para efectos tóxicos por exposición al Boro, Cobre, Cromo total, Plomo y Zinc; sin embargo, el Vanadio presenta un riesgo muy elevado para exposición por contacto dérmico. La vía de exposición por inhalación para este receptor presenta un riesgo aceptable para todos los CP evaluados.

A pesar que el Vanadio es el único CP que representa un riesgo muy elevado para la salud humana por efectos tóxicos, los restantes contaminantes podrían potencializar el riesgo para el receptor del escenario humano 1 (trabajadores industriales), pues el índice de Peligrosidad Integral por Vía

(IP_j) es de $1,6E+1$ (riesgo muy elevado) para la vía de exposición por contacto dérmico.

Para suelos superficiales para la vía de exposición por inhalación de partículas en aire se determinaron cocientes de peligrosidad inferiores a uno (1) en Boro, Cobre, Cromo total, Níquel y Vanadio, siendo así que no existen riesgos individuales como acumulativos asociados a esta vía de exposición. No se determinaron coeficientes de peligrosidad por inhalación de partículas en aire para Plomo y Zinc, debido a la falta de información de dosis de referencia por inhalación que generalmente son obtenidas a través de bibliografía.

Respecto al receptor humano 2 (cazadores esporádicos), las vías de exposición de ingestión, contacto dérmico representan un riesgo preocupante para el receptor adulto y un riesgo muy elevado para el receptor niño; al contrario, las vías de exposición por ingestión e inhalación presentan un riesgo aceptable, tanto para el receptor adulto y niño.

La vía de exposición de ingestión accidental y contacto dérmico (inmersión) de aguas superficiales, para el escenario humano 3 correspondiente a los residentes de la CN José Olaya, se estimó bajo la premisa que estos receptores se exponen al agua superficial del río Corrientes para fines recreativos (nadar, lavar, bañarse y/o consumo de pescado), existiendo una probable ruta de exposición completa entre los contaminantes del foco de contaminación y los receptores, planteando que los CP del suelo y sedimentos lixivian hacia las aguas subterráneas, para luego descargar y aflorar en algún cuerpo de agua superficial que posteriormente desemboca en el río Corrientes; caso contrario para el escenario humano 1, ya que no existe una ruta de exposición completa entre estos receptores y la matriz agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado y la profundidad media del nivel freático es de 14 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto con los contaminantes presentes en el sitio. De esta evaluación se determinó que las dosis de exposición de los CP: boro, cobre, níquel, plomo, vanadio, zinc, cromo total y mercurio para las vías de contacto dérmico e ingestión no representan un riesgo de efectos tóxicos para el escenario humano 3 (C.N. José Olaya), ya que el índice de peligrosidad total (IP_T) es inferior al cociente de peligrosidad.

En línea generales para los tres (3) escenarios de caracterización del riesgo no cancerígeno, el índice de peligrosidad total (IP_T) para el escenario humano 1 (trabajadores industriales) es de $1,6E+1$ (riesgo muy elevado); para el escenario humano 2 (cazadores esporádicos), es de $6,8E+0$ (riesgo preocupante) y $1,7E+1$ (riesgo muy elevado) para el receptor adulto y niño respectivamente; y para los pobladores de la CN José Olaya, el IP_T es de $9,7E-7$ (riesgo aceptable) valores inferiores al cociente de peligrosidad fijado en la unidad (1), cabe resaltar que estos índices acumulativos incluyen el riesgo para todas las vías de exposición de los receptores humanos, según aplique.

• Cuadro Resumen del riesgo en el ambiente y la salud de las personas

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de resultados de la evaluación de riesgo para el escenario humano, ecológico y abiótico:

Cuadro 4-75 Resumen de riesgo para el escenario humano, ecológico y abiótico

ESCENARIO	CATEGORÍAS DE RIESGO POR ESCENARIO						
	Riesgo Cancerígeno			Riesgo No Cancerígeno			
	Aceptable	Aceptable en caso excepcionales	Inaceptable	Aceptable	Preocupante	Muy elevado	
1. HUMANO							
Escenario Humano 1: Poblador Local - Trabajador Industrial	X					X	
Escenario Humano 2A: Poblador Local - Cazador y pescador esporádico "Adulto"	X				X		
Escenario Humano 2B: Poblador Local - Cazador y pescador esporádico "Niño"	X					X	
Escenario Humano 3: Poblador Local – Residente de la CN José Olaya	X			X			
2. ECOLÓGICO							
Receptores ecológicos	Riesgo Ecológico						
	Bajo	Medio	Alto				
	X						
3. ABIÓTICO							
Suelo	Riesgo Abiótico						
	No Probable	De esperarse	Probable				
	X						
Agua Subterránea y Superficial			X				
Sedimentos			X				

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.11 Análisis de incertidumbres incluyendo los aspectos relacionados de los costos estimados.

Tal como lo indica la guía ERSA, la complejidad de muchas variables que intervienen durante el proceso de evaluación de riesgos genera que existan múltiples incertidumbres que de algún modo pueden afectar en la fiabilidad de los resultados obtenidos. La evaluación del riesgo está relacionada a los escenarios de exposición planteados y que probablemente resulten en estimaciones conservadores de los riesgos a los receptores.

A continuación, se citan las principales incertidumbres asociadas al desarrollo del presente ERSA, las cuales se originaron por distintas causas como son la falta de información, las simplificaciones, inferencias, suposiciones hechas para hacer factible el análisis.

- Existe la inferencia de caracterizar las fuentes secundarias a partir de una red de muestreo pequeña, como en las matrices ambientales de agua superficial, sedimentos y agua subterránea.
- Para el análisis de riesgo humano se ha considerado parámetros de exposición estandarizados para los escenarios más vulnerables del receptor de la C. N José Olaya; sin embargo, esto representa una incertidumbre, dado que los efectos a la salud causados varían entre individuos debido a su exposición (dosis de exposición, peso corporal, duración, entre otros), así como su respuesta del individuo (edad, diferencias genéticas, entre otros).
- El análisis de riesgo para humanos por exposición a los contaminantes del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) cuenta con una incertidumbre de escenario, dado que no se han evaluado todos los patrones de comportamiento de los pobladores de la C.N José Olaya potencialmente expuestos, sino que se priorizó la evaluación de los escenarios más vulnerables, como el escenario de niño cazador y pescador o el trabajador industrial, ambos receptores en el sitio (in situ)
- Asimismo, existe incertidumbre en el uso de modelos por falta de información, debido a que se depende de una analogía de transporte de contaminantes, principalmente en base a los resultados analíticos de las matrices ambientales suelo, sedimento, agua superficial, sedimentos, siendo el muestreo de suelo la única matriz que contó con una red lo suficientemente representativa.
- No existen estudios toxicológicos que reflejen la respuesta a la exposición de sustancias peligrosas, ya sean cancerígenas y no cancerígenas, de la población local, siendo necesario para el presente análisis de riesgos el uso de datos sustitutos de estudios toxicológicos realizados por agencias internacional como la IRIS, IARC, entre otros, incrementado la incertidumbre del estudio de evaluación de riesgos, dado que gran parte de estos estudios fueron desarrollados en animales y no hay certeza sobre si los seres humanos se verán afectados al igual que los animales. El problema de los estudios experimentales con animales o de estudios in vitro es la incertidumbre ligada a la extrapolación de los datos a humanos.
- Se asume que la exposición para todos los individuos de la población de la C.N José Olaya es igual para cada escenario evaluado, siendo una incertidumbre moderada, pues no se cuenta con el nivel exacto de la exposición, pero sin con una aproximación.
- Los resultados de análisis de riesgo por exposición a los contaminantes pudieran no reflejar la realidad de la problemática ambiental de los pueblos indígenas locales, dado que la evaluación solo se restringe específicamente al sitio impactado y no evalúa la exposición a todos los sitios impactados o a pasivos ambientales existentes en el lote

petrolero, presentando un nivel de incertidumbre moderado ya que no permite evaluar el riesgo acumulativo o sinérgico, pero permite la posibilidad de desarrollar medidas correctivas, con la finalidad de reducir el impacto acumulativo a futuro.

Además de la descripción de los factores de incertidumbres asociados a la evaluación del riesgo, en el Cuadro 4-77 se presenta la valoración de los aspectos considerados dentro del análisis de incertidumbres para cada uno de los aspectos considerados, cuyos rangos de porcentaje por nivel de incertidumbre se presentan en el Cuadro 4-76, ello a fin de establecer rangos de incertidumbres de manera cuantitativa.

Cuadro 4-76 Rangos de incertidumbres

Rango (%)	Valoración
0 - 33	Baja
34 - 66	Moderada
67 - 100	Alta

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A) Incertidumbres asociadas al modelo conceptual

- **Determinación de los CP**

La selección de los CP se realizó usando la metodología descrita, la misma que establece una comparación analítica entre las concentraciones reportadas para las distintas matrices ambientales y normativas de referencia legal nacional (ECA), en el caso de no contar con un criterio de referencia nacional se optó por una comparación analítica con criterios establecidos en normativas internacionales. Por ejemplo, para el caso del suelo se observó que la normativa de referencia internacional utilizada para la comparación analítica (Canadian SQG), es mucho más restrictiva que los ECA suelos de Perú, por lo tanto, puede existir una sobreestimación de las concentraciones que superaron dichos criterios, ya que, las normativas se han desarrollado en función de las características de las matrices de cada país de origen. A esto debe sumarse que, varios CP fueron excluidos durante la categorización del riesgo al no encontrar criterios de referencia tanto en la normativa de referencia nacional como internacional.

En lo que respecta al escenario ecológico, se pudo haber sobrestimado la definición de los CP; toda vez que ciertos parámetros como el Aluminio, Hierro y Manganeseo en aguas subterráneas que si bien es cierto sobrepasaron el estándar canadiense, podría atribuirse a la predominancia de estos elementos en los suelos arcillosos como el caso del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) los cuales presentaron elevadas concentraciones de estos elementos. En lo que respecta al Cromo Total, este elemento excedió levemente el estándar canadiense; sin embargo, se estaría sobredimensionando el riesgo de este elemento toda vez que existen estudios (si bien es cierto no son abundantes) los cuales determinan una concentración mayor a lo establecido en la norma canadiense, la cual es aceptable para algunos organismos.

Además, teniendo en cuenta el bajo pH del suelo y las fuertes lluvias se puede atribuir un lavado de estos elementos los cuales puedan estar lixiviando al subsuelo, y por consiguiente a la napa freática; debido a las condiciones naturales del sitio.

Para el caso del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se tiene que el 73 % de los parámetros establecidos como CP fueron comparados con normas internacionales, tal es así que su nivel de incertidumbre es Alto.

- **Fuentes secundarias**

Se consideraron como fuentes secundarias (foco) a suelos, agua subterránea y sedimentos afectados, debido a que se observó una relación en las concentraciones reportadas para cada una las matrices ambientales. Bajo este concepto, se asumió que dichas matrices entran en contacto con las fuentes secundarias, es decir, tienen relación entre sí.

Para el caso del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), el 100 % de las matrices evaluadas tienen una relación en las concentraciones reportadas, por lo cual su nivel de incertidumbre es Bajo.

- **Receptores**

Se conoce que el ingreso al foco de contaminación es de difícil acceso, sin embargo, se asumió un posible ingreso de los receptores humanos al sitio, con la finalidad de evaluar el escenario más crítico. Los escenarios humanos de trabajadores industriales y cazadores esporádicos presentan una incertidumbre baja, dado que en el análisis de riesgos para estos receptores se identificaron y evaluaron una mayor cantidad de rutas de exposición completas entre los receptores y el foco de contaminación, evitando la subestimación del riesgo, pero probablemente sobreestimando el riesgo.

No es posible cuantificar el nivel de riesgo para el escenario residencial (escenario humano 3) por exposición “directa” con los contaminantes del sitio impactado, debido a la distancia de 15,6 km entre el foco de contaminación y el principal asentamiento de la CN José Olaya, por tal razón se ha evaluado la exposición “indirecta” a través del agua superficial de los ríos cercanos a la CN que actúan como medios de transporte de las aguas superficiales y subterráneas afectadas con los contaminantes del sitio impactado, lo cual representa un nivel de incertidumbre moderada.

Asimismo, no se cuenta con información de potenciales receptores localizados al noroeste del foco, pudiéndose subestimar el riesgo hacia otros receptores. Debido a la distancia el nivel de incertidumbre se considera moderado.

Respecto al escenario ecológico, podría sobreestimarse o subestimarse el riesgo, toda vez que las especies (fauna) no recorrerían específicamente el sitio contaminado por percepciones sensoriales a verse afectados. Además, por la capacidad organoléptica de estas especies permitan discriminar aquellos elementos que puedan ser nocivos a estas especies. Por lo expuesto el nivel de incertidumbre es de nivel alta.

Es importante mencionar que los datos ecotoxicológicos usados para la determinación de toxicidad en organismos acuáticos, fueron llevados a cabo muchos de ellos en condiciones de laboratorio, y con especies análogas, por lo que el nivel de incertidumbre con respecto a estos datos es alto. Es necesario realizar ensayos toxicológicos en especies presentes en la zona, para reducir esta incertidumbre.

- **Uso del suelo**

Se supuso que para un futuro el suelo tendrá el mismo uso actual, dado que el sitio se encuentra dentro de un lote en operación, por ello el nivel de incertidumbre es bajo.

- **Usos del cuerpo de agua superficial**

Se considera que puede existir una descarga de aguas subterráneas a las aguas superficiales del sitio (quebrada principal), sin embargo, no se cuenta con información suficiente para determinar si existe alguna conexión entre estas aguas hacia otros cuerpos hídricos superficiales, en las que exista algún tipo de aprovechamiento de este recurso. Por lo tanto, puede existir una subestimación del riesgo.

De acuerdo a la distancia entre el sitio y la CN se ha establecido el nivel de incertidumbre, para lo cual se han establecido los mismos rangos empleados para el aspecto receptor humano (población CN José Olaya), por lo que le corresponde un nivel de incertidumbre moderado.

B) Incertidumbres asociadas a la caracterización del sitio

- **Muestreo**

Para las matrices aguas subterráneas y aguas superficiales se recolectaron únicamente dos tipos de muestras (aguas arriba y aguas abajo), siendo esta información insuficiente para caracterizar el sitio y por ende puede existir una subestimación de las características propias de las mismas.

Las concentraciones de las muestras fondo y muestras duplicadas de suelos no se incluyeron durante la evaluación de los CP, pudiendo existir una subestimación de las concentraciones reportadas.

Para la estimación del número de sondeos de detalle, se empleó la Tabla N° 6 de la Guía de Muestreo de Suelos, tomando como base el número de muestreos de Identificación respecto al área del sitio; en algunos casos se tuvo que realizar una interpolación para determinar la cantidad de sondeos que no estaban plasmadas específicamente en dicha tabla, determinándose un número de sondeos según lo establecido por la Guía, por lo cual el nivel de incertidumbre es bajo.

- **Control de calidad**

A fin de reducir la incertidumbre y/o validar resultados de algunas muestras tomadas en campo, se mandaron a analizar muestras duplicado (contra muestras) por otro laboratorio (SGS del Perú) como control analítico. Sin embargo, es poco probable que la diferencia en algunas concentraciones provenientes de algunas muestras se deba al protocolo de análisis de laboratorio, debido a que estos cuentan con procedimientos acreditados; sino más bien a posibles golpes y/o agitación durante su traslado, ya que las muestras han recorrido grandes distancias desde el lugar de la toma hacia el análisis de las mismas.

Este aspecto soporta el nivel de incertidumbre para el muestreo (bajo) dado que permite validar los resultados de las muestras. No es aplicable un nivel de incertidumbre.

- **GAPs de información**

La metodología seleccionada para el análisis de riesgo de los seres humanos es la Risk Based Corrective Action (Acción Correctiva basada en Riesgos – RBCA, por sus siglas en inglés), propuesta por la ASTM, fue desarrollada con la finalidad de tomar decisiones coherentes para la evaluación y respuesta ante una fuga de petróleo, basado en la protección de la salud de los seres humanos y el ambiente. Como se menciona la aplicación de la metodología RBCA es para derrames de petróleo y no específicamente para sitios impactados, dado que difieren con los primeros en cuanto complejidad, en características físicas y químicas y en lo que respecta al riesgo que puedan representar, entendiéndose la aplicación de la metodología como una incertidumbre moderada.

El software RBCA toolkit para el escenario humano requiere información específica del sitio con la finalidad de establecer el comportamiento del subsuelo en función de sus características fisicoquímicas. A pesar de contar con la mayor parte de información, ciertos parámetros fueron obtenidos de literatura, por lo que, estos al no corresponder precisamente al sitio de estudio puede generar incertidumbre en la determinación del riesgo.

Durante el uso del software RBCA, de los 28 datos requeridos, el 79 % de los datos fueron datos reales, por lo que la incertidumbre es baja.

El software RBCA Toolkit no permite evaluar el riesgo por exposición a sedimentos afectados; sin embargo, para la estimación del riesgo por exposición a los CP de esta matriz ambiental se utilizó el software RBCA Toolkit, siendo probable la subestimación o sobreestimación del riesgo, por tratar a los sedimentos como suelo superficial y dado que la disponibilidad de contaminantes es diferente.

C) Incertidumbres sobre los efectos de los contaminantes

- **Toxicidad**

Para la evaluación de los efectos tóxicos ecológicos se utilizaron valores referenciales dosis/respuesta de estudios ecotoxicológicos, discriminando el tipo de exposición en el que se encontraron estos receptores durante las pruebas de toxicidad. Se desconoce si existe una sobrestimación o subestimación del riesgo hacia los escenarios planteados en esta ERSa.

Para la evaluación de riesgos en el escenario humano se utilizó tanto información de la guía ERSa como la información de literatura preestablecida por el software RBCA, por lo tanto, se desconoce si pueda existir una sobrestimación o subestimación de los resultados de riesgo.

Para la estimación del riesgo cancerígeno y no cancerígeno, para el escenario humano, se está optando por una postura conservadora con la finalidad de que no se subestime el riesgo, dado que la información de estudios epidemiológicos y toxicológicos utilizados como base de datos, en su mayoría, son resultados de pruebas realizadas en animales, extrapolando los riesgos a los seres humanos.

Para el caso del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), ningún CP se encuentra categorizado como sustancia cancerígena, por ello, el nivel de incertidumbre para toxicidad es bajo.

- **Biodisponibilidad**

Los valores de biodisponibilidad fueron obtenidos de literatura preestablecida por el software RBCA. Se asumió un mismo valor de biodisponibilidad para todos los CP identificados, pudiendo generarse una subestimación o sobrestimación del riesgo.

Dado que no se contó con datos reales, la incertidumbre para todos los casos es Alta.

- **Efectos por mezclas químicas**

Se asumieron efectos aditivos de los CP, no se consideraron los efectos sinérgicos o antagonistas, pudiendo generarse una sobrestimación o subestimación del riesgo.

Al emplearse sólo un efecto (efecto aditivo) mas no sinérgico ni antagonista, se considera una incertidumbre alta.

D) Incertidumbres relativas al análisis de la exposición

• Exposiciones a futuro

No se consideraron derrames que puedan generarse a futuro, así como actividades relacionadas a una futura exposición en la que se deba intervenir el suelo a profundidades donde se focalizan las concentraciones más altas de los CP identificados (ejemplo excavaciones).

Considerando que el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se ubica en una zona con uso de suelo futuro industrial, la incertidumbre es baja respecto a una posible exposición por potenciales derrames.

• Fuentes secundarias

Debido a que el software RBCA tiene una limitante respecto al ingreso de data relacionada a matrices como sedimentos y aguas superficiales, los sedimentos del presente ERSA fueron considerados como suelos, por lo tanto, el software asumió los mecanismos de transporte de esta última matriz. Se desconoce si existe una subestimación o sobrestimación del riesgo, realizando dicha consideración.

A pesar que los resultados de las pruebas TCLP indican que los contaminantes presenten en el suelo no lixivian, se ha considerado la ruta de exposición completa entre los CP del suelo mediante el mecanismo de transporte por lixiviación desde el suelo y su descarga en cuerpos de agua superficial (Modelo ASTM) donde los pobladores locales desarrollan actividades como la caza y pesca, siendo probable la sobreestimación del riesgo humano.

El agua superficial es el principal medio de transporte de contaminantes de los sitios impactados hasta los pobladores locales de la C.N. José Olaya, por eso con la finalidad de no subestimar el riesgo se ha planteado como fuente secundaria el agua superficial afectada por los CP del suelo que lixivian y descargan a una distancia de 50 m, donde se expone el receptor humano más sensible, el cazador niño.

En este caso, la incertidumbre es moderada, dado que se determinaron CP en la matriz sedimentos; en el caso solo se determinen CP en la matriz suelos la incertidumbre es baja y en el caso no se determine CP en la matriz suelos la incertidumbre es alta.

• Análisis de riesgo

El análisis de riesgo se realizó según el TIER II, basado en parámetros específicos del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya), tanto para la ubicación de receptores en el sitio (*in situ*) como fuera del sitio (*ex situ*), este tipo de análisis permite el uso de modelos de transporte para calcular los riesgos de los receptores fuera del sitio, por lo tanto se establece un nivel de incertidumbre moderada, pues utilizar el análisis del TIER I correspondería una incertidumbre alta, dado que este análisis es a nivel genérico de referencia con criterio de riesgo (RBSL, por sus siglas en inglés) para la exposición en el sitio, asumiendo datos predeterminados para los factores de exposición y características inherentes al sitio; y finalmente, un análisis del TIER III correspondería un nivel de incertidumbre baja, dado que es similar a un cálculo del TIER II, pero en vez de aplicar los modelos de transformación y transporte incluidos en el RBCA Tool Kit, se tiene la posibilidad de efectuar un cálculo según RBCA, ya sea tomando en cuenta “factores de atenuación natural” que se hayan determinado con otro modelo externo al RBCA Tool Kit o bien con mediciones específicas recolectadas en el sitio.

Es probable que los presentes resultados de análisis de riesgo por exposición a los contaminantes no reflejen la realidad de la problemática ambiental de los pueblos indígenas locales, dado que la

presente evaluación solo permite estimar el riesgo por exposición a los CP presentes en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y no por exposición a todos los sitios impactados o pasivos ambientales existentes en el lote petrolero, presentando una incertidumbre moderada porque no permite evaluar el riesgo acumulativo y sinérgico, pero si plantear medidas correctivas individuales, con la finalidad de reducir el impacto sinérgico y acumulativo a futuro.

En el Cuadro 4-77 se presentan las valorizaciones para cada aspecto considerado en el análisis de incertidumbres, el mismo que ha sido determinado mediante un juicio de expertos.

Cuadro 4-77 Valoración de los aspectos considerados dentro del análisis de incertidumbres

Factor	Aspectos	Descripción	Valoración
Modelo conceptual	Determinación de los CP	Uso de normativa de referencia internacional para la comparación analítica sin referencia en los ECA nacionales.	Alto
	Fuentes secundarias	Se considera a suelos y sedimentos como foco, excluyéndose a aguas superficiales y aguas subterráneas	Bajo
	Receptores humanos (Pobladores de la CN)	Considera la cercanía de la población de la comunidad nativa José Olaya al Botadero	Moderado
	Receptor ecológico (flora y fauna)	Está en función a la certeza de si las especies recorren o no el sitio.	Alta
	Uso del suelo	Certeza de la información sobre los usos futuros del suelo.	Bajo
	Usos del cuerpo de agua superficial	Se considera la existencia de una descarga de aguas subterráneas a las aguas superficiales (río Macusari) y la distancia entre el sitio y la CN.	Moderado
Caracterización del sitio	Muestreo	El número y distribución de los puntos de muestreo.	Bajo
	GAP's de información	Falta de datos requeridos por el software RBCA Toolkit.	Bajo
Efecto de los contaminantes	Toxicidad	Se considera valores referenciales dosis/respuesta discriminando el tipo de exposición de los receptores.	Baja
	Biodisponibilidad	No se contó con información de biodisponibilidad para los CP.	Alto
	Efectos por mezclas químicas	Se asumen efectos aditivos de los CP, más no, efectos sinérgicos o antagonistas.	Alto
	Sustituciones en TPH	Se emplearon cadenas de TPH C12-C28 y C28-C35 empleadas en el software RBCA.	Bajo
	Exposiciones a futuro	Considera potenciales derrames futuros respecto a uso futuro	Bajo
Análisis de la exposición	Evaluación TIER 2	Para el escenario humano únicamente se utilizó la información de caracterización del sitio	Moderado

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.12 Determinación de los niveles de remediación específicos (para humanos y receptores ecológicos).

A) Niveles de remediación para el escenario humano

Para el escenario humano se determinaron niveles de limpieza (NRE, también conocidos como SSTL en RBCA) basados en los riesgos aceptables cancerígenos y no cancerígenos definidos en las secciones anteriores.

• Sustancias no cancerígenas

Los CP categorizados como no cancerígenos fueron Boro, Cobre, Cromo total, Plomo, Vanadio y Zinc. A estos se le incluyó Níquel, que a pesar de considerarse un agente cancerígeno cuenta con efectos tóxicos por contacto dérmico e ingesta. Sus efectos carcinógenos están ligados a la ruta de exposición por inhalación, debido a que presenta baja volatilidad y se encuentra en el aire como materia particulada, depositándose en el tracto respiratorio.

El riesgo para la salud humana generado por sustancias no cancerígenas se considera aceptable, cuando al IP es menos o igual a uno (IP).

Del análisis de riesgo en la salud humana de las personas (Ver Item 4.10) se tiene que la condición actual del sitio representa un riesgo muy elevado para la salud humana para efectos no cancerígenos para el escenario humano 1 (trabajadores industriales) y escenario humano 2 (cazador esporádico) niño; y riesgo preocupante para el escenario humano 2 (cazador esporádico) adulto, para el CP Vanadio.

Por lo expuesto, se ha determinado Niveles de Remediación (NRE) para el Vanadio en la matriz suelos.

El siguiente Cuadro presenta los valores calculados para los NRE, los cálculos se presentan en el Anexo 6.6.9 Niveles de remediación^{qqa}.

Cuadro 4-78 Niveles de remediación específicos calculados para los CP

Escenario Humano	Contaminante	Matriz	Concentración representativa (mg/kg)	NRE (mg/kg)
Trabajador Industrial (escenario humano 1)	Vanadio	Suelo	2,1E+02	1,4E+1 *
Cazador y Pescador Adulto (escenario humano 2A)				3,3E+1 *
Cazador y Pescador Niño (escenario humano 2B)				1,3E+1*
Nivel de Fondo				168,0 **

* NRE estimado en el RBCA

** Nivel de fondo en el suelo y NR seleccionado.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante resaltar que el nivel de fondo, es decir la concentración de Vanadio que se encuentra en el suelo de maneta natural, es de una concentración de 168 mg/kg. Por lo tanto, las excedencias

^{qqa} Cálculos realizados con el RBCA Tool Kit versión 2.5e de GSI Environmental Inc

de Vanadio probablemente fueron generados por alguna fuente industrial en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) y por tal las medidas y objetivo de remediación debe estar sujeto a alcanzar los niveles de fondo en el suelo en reemplazo del NRE estimado en los cálculos del RBCA. No obstante, se asumirá el valor del nivel de fondo para el Vanadio muy cercano al estándar de calidad para suelos de Canadian Soil Quality Guidelines (130 mg/kg). Se toma como base de decisión al Vanadio al ser el CP que presenta riesgo a humanos y por ser el de mayor ocurrencia espacial (más representativo).

- **Sustancias cancerígenas**

El CP categorizado como cancerígeno en suelos fue Níquel, considerándose como vía de exposición la inhalación.

El riesgo para la salud humana generado para sustancias cancerígenas en el sitio se considera aceptable, cuando el índice del riesgo total (IRT) es un (1) caso de cáncer por cada cien mil habitantes ($IRT \leq 1E-5$).

Del análisis de riesgo en la salud humana de las personas (Ver ítem 4.10) se tiene que las condiciones actuales del sitio representan un riesgo aceptable para la salud humana para efectos cancerígenos, para todos los receptores humanos evaluados, para los CP identificados, mecanismos de transporte, rutas y vías de exposición.

Por lo expuesto, no se ha determinado Niveles de Remediación (NRE) para los CP de la matriz suelos, pues el escenario actual del sitio representa riesgo aceptable para el escenario humano 1 (poblador local - trabajadores industriales), escenario humano 2 (poblador local - cazadores esporádicos adulto y niño) y escenario humano 3 (poblador local - residente de la C. N. José Olaya).

No se definen metas de remediación para el recurso hídrico (subterráneo) dado que los Hidrocarburos no superaron los límites de referencia y no existe evidencia suficiente para determinar que la concentración de los metales es consecuencia de la actividad petrolera. Por lo tanto, se requieren estudios adicionales en este aspecto.

B) Nivel de remediación para el escenario ecológico

En lo que respecta al escenario ecológico, no se han determinado Niveles de Remediación (NR) específicamente; toda vez a la poca información disponible sobre las concentraciones de estos CP en cada una de las especies recurrentes del sitio y/o representativas de este ecosistema.

C) Nivel de remediación para proteger recursos naturales abióticos

Siguiendo lo expuesto en la Guía para la elaboración del ERSa, las propuestas de remediación deben de considerar medidas idóneas para proteger suelos o sedimentos no contaminados de una alteración negativa en el futuro; ya sea por dispersión de estos contaminantes por transporte eólico hacia estos sitios no impactados, filtración de contaminantes hacia las aguas subterráneas, etc. Sin embargo, dichas propuestas que aseguren la calidad ambiental de un determinado lugar se basarán en los resultados de la evaluación de riesgos, así como en los estándares nacionales e internacionales de los CP evaluados en el presente estudio.

De acuerdo con ello, partimos de un criterio en el cual los NR estarán relacionados directamente con los niveles naturales (niveles de fondo) para las matrices evaluadas; toda vez que hay elementos en el entorno (metales pesados) los cuales se encuentran en concentraciones normales

y/o corresponden a los procesos naturales del sitio y no necesariamente se encuentren por debajo de los estándares, tanto nacionales como internacionales.

Bajo esta premisa, el suelo es la que cumpliría con esta condición; toda vez que se obtuvieron muestras de nivel de fondo específicamente para los metales pesados en el sitio. Sin embargo, para los otros elementos registrados, se tendrán en cuenta los estándares nacionales y/o internacionales; aplicándose el mismo criterio para sedimentos.

Cuadro 4-79 Niveles de remediación para suelo – sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)	Comentarios
Cromo Total	71,3	347	94,6	199,9	64	Para este CP se tendrá como nivel de remediación el SQG.
Vanadio	112	249	168	208,4	130	
Cobre	23	1 000	33	331,4	63	
Níquel	18,9	188	22	95,39	45	
Zinc	20	2 744	25	1190	250	
Plomo	5,794	1 151	7,628	381,5	70	Para este CP se tendrá como nivel de remediación el ECA Agrícola.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health (SQG) Agrícola.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-80 Niveles de remediación para sedimentos – sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Remediación	Comentarios
Cromo Total	14,9	150	-	150*	37,3	Para estos CP's se tendrán como nivel de remediación el ISQG.
Mercurio	0,01	0,278	-	0,278*	0,17	

* Concentración máxima seleccionada al no ser apto el tamaño muestral para realizar el cálculo del UCL 95 %.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (ISQG).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.13 Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

- En base al estudio de caracterización, modelo conceptual y análisis estadístico de los resultados obtenidos, se determinaron los CP para el escenario humano, ecológico y abiótico. Asimismo, se identificaron tres (3) escenarios humanos (trabajadores industriales, cazadores esporádicos y la CN José Olaya), para los cuales se diferenciaron aquellos CP que son cancerígenos y no cancerígenos.
- Respecto a la caracterización del riesgo en los tres (3) escenarios, se concluye lo siguiente:

- Los coeficientes de peligrosidad calculados durante la caracterización del riesgo no cancerígeno para Boro, Cobre, Cromo total, Plomo, Níquel y Zinc, para la ruta de exposición contacto dérmico se encontraron por debajo del coeficiente de peligrosidad de referencia ($IPT=1$), por lo que el riesgo aceptable para el receptor humano 1 (trabajadores de la Batería Shiviayacu).
- Sin embargo, el coeficiente de peligrosidad calculado durante la caracterización del riesgo no cancerígeno para el escenario humano 1 (poblador local - trabajadores industriales) para el Vanadio y las rutas de exposición de contacto dérmico, se encontró por encima del coeficiente de peligrosidad de referencia ($IPT=1$) y el valor referencial para la toma de decisiones de acciones correctivas establecido en la Guía ERSa ($IPT >10$), siendo así que, este CP representa un riesgo muy elevado ($IPT=1,6E01$) para la vía de exposición por contacto dérmico. Similarmente, para el escenario humano 2 se tiene un riesgo preocupante para el cazador adulto ($IPT=6,8E+0$) y un riesgo muy elevado para el cazador niño ($IPT=1,7+1$). Bajo este concepto, se requieren tomar acciones correctivas inmediatas para minimizar la exposición a las concentraciones reportadas de Vanadio y así proteger al receptor humano identificado. Es importante mencionar que este CP se registró en la mayor parte de muestras de suelo, incluyendo la muestra de fondo, sin embargo, al superar el valor de esta última, se debe analizar la posibilidad de alcanzar las concentraciones registradas en la muestra de fondo de preferencia, en reemplazo del NRE determinado, o en su defecto, evaluar si Vanadio corresponde a un CP, ya que al encontrarse en la mayor parte de las muestras de suelo recolectadas, puede deberse a las condiciones naturales del sitio.
- Los coeficientes de peligrosidad calculados durante la caracterización del riesgo no cancerígeno para Boro, Cobre, Cromo total, Vanadio y Níquel, para la ruta de exposición de inhalación de partículas se encontraron por debajo del coeficiente de peligrosidad de referencia ($IPT=1$), por lo que el riesgo es aceptable para el escenario humano 1 (trabajadores industriales) y 2 (cazadores esporádicos).
- El índice de riesgo cancerígeno fue calculado únicamente para el Níquel para la ruta de exposición de inhalación de partículas, debido a sus potenciales efectos cancerígenos. Este valor se encontró por debajo del RECV ($IR = 1 \times 10^{-5}$), por lo que, este CP representa un riesgo aceptable para el escenario humano 1 (trabajadores industriales), escenario humano 2 (cazadores esporádicos) y escenario humano 3 (residente de la CN José Olaya).
- Respecto al cálculo del riesgo ecológico, se consideró un Riesgo Medio en sedimentos por la presencia de Mercurio y Cromo Total en esta matriz ambiental, dado que presentan el potencial de afectar a la comunidad béntica del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya). Asimismo, se tuvo en cuenta el modelo Sustancia – Transporte – Receptor, contemplándose tres (03) índices: (i) Foco (contaminante); (ii) Transporte (rutas y vías de exposición); y, (iii) Receptor (receptores); así como los contaminantes de preocupación establecidos para el escenario ecológico; como el Boro, Cobre, Cromo Total, Níquel, Plomo, Vanadio, Zinc, en suelos; así como el Cromo Total y Mercurio en sedimentos. Para este escenario se ha determinado un riesgo de nivel Medio (37.27) el cual estaría asociado a la toxicidad de las sustancias presentes en el foco, la concentración de dichas sustancias, la extensión del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) y el factor activo del foco. Así mismo, toma en cuenta las características del medio físico, los principales mecanismos de transporte o de migración de sustancias desde el sitio impactado, así como los aspectos con mayor influencia en el mecanismo de transporte de sustancias contaminantes.

- Para la evaluación de los recursos naturales abióticos, se consideraron los criterios establecidos en el Anexo H de la Guía ERSa. De acuerdo a ello, se determinó un Riesgo Probable al suelo (es decir, la probabilidad que se manifieste el riesgo o que estos CP lleguen a afectar esta matriz ambiental) por la presencia de Cobre, Cromo Total, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc; así como en sedimentos por la presencia de Mercurio y Cromo Total. Respecto a los niveles de remediación, se debe tener en cuenta que estos se basan en las concentraciones que puedan asegurar una “no alteración” en el cuerpo receptor; es decir, los estándares de calidad ambiental (nacionales e internacionales) para las matrices evaluadas. Bajo este criterio, se tendrán en cuenta los Niveles de Remediación establecidos para los recursos naturales abióticos, tal como se detalla en el ítem 4.12, literal C del presente estudio; excepto para el Vanadio, cuyos NRE se detallan en el ítem 4.12, literal A del presente estudio.

Recomendaciones

- Es probable que los presentes resultados de análisis de riesgo por exposición a los contaminantes no reflejen la realidad de la problemática ambiental de los pueblos indígenas locales, dado que la presente evaluación solo permite estimar el riesgo por exposición a los CP presentes específicamente en el sitio en estudio y no por exposición a todos los sitios impactados o pasivos ambientales existentes en el lote petrolero, presentando una incertidumbre moderada porque no permite evaluar el riesgo acumulativo y sinérgico, pero si plantear medidas correctivas individuales, con la finalidad de reducir el impacto sinérgico y acumulativo a futuro, por ello para poder afinar los estudios de riesgo se comienda lo siguiente:
- La valoración de riesgo debe hacerse de forma ecosistémica, bajo el principio de cuencas hidrológicas. Los sitios deben ser agrupados de acuerdo a su localización en micro y/o subcuencas.
- Los criterios de valoración de receptores, condiciones de exposición, inputs de información que alimenten la evaluación, deben ser estandarizados desde el inicio. Esto disminuiría notablemente las incertidumbres del análisis
- Es importante incrementar el número de muestras para alimentar el análisis estadístico de los contaminantes de preocupación, especialmente en sedimentos, agua superficial y agua subterránea. Esto disminuiría notablemente las incertidumbres del análisis
- Es importante realizar un estudio de niveles de fondo en el área de estudio, tomando en cuenta mayor número de muestras representativas, de ser posible estas muestras deben realizarse también para agua superficial, sedimentos y agua subterránea.
- Se considera oportuno el levantamiento de información ecotoxicológica base (investigación) que permita contar con un espectro de información en las evaluaciones de riesgo ecológico, este análisis debe hacerse in situ y con especies de la zona. Esto disminuiría notablemente las incertidumbres del análisis
- La metodología para evaluación de riesgo debe ser más focalizada a un instrumento de gestión fundamental en la toma de decisiones. Diferenciar los riesgos en humanos y ecológico no resulta útil. Se requiere una evaluación integral/única de riesgo que permita su valoración al momento de tomar decisiones
- La metodología de evaluación de riesgo debe ser única, con los mismos inputs y premisas de análisis

- Debe contemplarse en el análisis la exposición acumulada por efecto de otros sitios impactados. El ambiente de selva está interconectado por el sistema hidrológico y no puede ser vista la contaminación de forma aislada sino de forma integrada al sistema de micro y subcuencas.
- La metodología de análisis debe permitir diferenciar entre los pasivos ambientales a remediar o zonas a rehabilitar, con data mayor a 5 años (por ejemplo) y los sitios impactados por eventos operacionales más recientes. Las acciones a tomar en uno u otro caso están bien diferenciadas, así como las responsabilidades
- Los estándares de calidad ambiental a ser utilizados deberán ser adecuados para el entorno medioambiental de selva y no el usado hasta ahora que proviene de otras latitudes.
- Los niveles de remediación objetivos a alcanzar por las acciones de remediación deben ser acordes a la actividad que en sitio se desarrolla. Como el alcance de la rehabilitación de sitios impactados intenta, entre otras cosas la recuperación de las funciones del ecosistema, se debe acordar un sistema de áreas o zonas de amortiguamiento entre las facilidades operativas y las áreas naturales sin intervención, generando de este modo diferentes niveles de remediación objetivo que sean coherentes con el uso del espacio, con los objetivos planteados y técnica y económicamente realizables.
- El software RBCA Toolkit por el cual se realizó la caracterización del riesgo hacia la salud humana cuenta con una variedad de modelos de transporte, los cuales se seleccionan en base a la información disponible del sitio. La información que no se obtuvo mediante la caracterización ambiental del sitio fue obtenida a través de literatura de referencia, por lo que para ajustar el resultado del riesgo se recomienda profundizar en la caracterización del sitio.
- Se recomienda realizar un estudio específico sobre la presencia de Vanadio en forma natural, y no ser considerado un CP, ya que, al encontrarse en la mayor parte de las muestras de suelo recolectadas, puede deberse a las condiciones naturales.

Deberá contarse con información puntual y/o específica sobre los receptores ecológicos, así como la realización de ensayos en las cuales se pueda determinar niveles de toxicidad representativos a estos receptores; y puedan definir objetivamente los niveles de riesgos que puedan presentar. Además, si bien es cierto que el nivel de riesgo no es alto, debería ser reducido hasta los niveles más bajos que sea factible a fin de asegurar la calidad ambiental y de los receptores involucrados, los cuales están definidos por los niveles de fondo, estándares de calidad ambiental y/o internacionales; según sea el caso.

5. ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN

5.1 Objetivos generales y específicos de la rehabilitación del sitio considerando los resultados del ERSA y factores socioculturales de las poblaciones locales.

El objetivo general es establecer y estructurar un conjunto de acciones mediante etapas u operaciones articuladas que permitan la recuperación del sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) por actividades de la industria petrolera, disminuyendo los niveles de riesgo a la salud y al ambiente de este a niveles aceptables, teniendo en cuenta el uso proyectado que se le asignará al mismo y contemplando los factores sociales inherentes a la intervención durante la rehabilitación.

Se establecen como objetivos específicos de la rehabilitación/remediación los siguientes:

- Proponer la metodología o técnica de rehabilitación/remediación más adecuada de acuerdo con una matriz de criterios de evaluación.
- Estimar los costos asociados a la alternativa de rehabilitación/remediación seleccionada.
- Establecer la planificación de la potencial ejecución de la alternativa de rehabilitación/remediación seleccionada con base en los resultados del ERSA.
- Desarrollar, a nivel conceptual, planes de gestión ambiental (residuos, monitoreo durante y post ejecución, de muestreo de verificación, etc.) asociados a la ejecución de la rehabilitación/remediación.
- Identificar los beneficios sociales de la población local asociados a la alternativa de rehabilitación/remediación seleccionada.

5.2 Justificación.

Las actividades petroleras, por más de 40 años, han tenido diversos eventos de contaminación al ambiente; ya sea por accidentes, por operaciones inadecuadas o por mantenimiento de sus instalaciones. Este conjunto de eventos ha ido afectando progresivamente las condiciones naturales del ecosistema presente, caracterizado por su fragilidad y con condiciones sociales particulares de vulnerabilidad.

Debido a lo anterior, se genera la necesidad de implementar acciones concretas que permitan la recuperación a niveles de riesgo aceptables de las áreas impactadas por las actividades de la industria petrolera, en el entorno ambiental y social de la cuenca del río Corrientes, en este caso el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) el cual forma parte de los sitios previamente establecidos por FONAM.

Este documento compila de manera estructurada la metodología o técnica de rehabilitación/remediación a seguir, así como la estrategia para el abordaje en su implantación.

5.3 Propuesta de uso futuro del sitio impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) es uno de los trece (13) sitios impactados por actividades de hidrocarburos de la cuenca del río Corrientes. El uso del suelo se define como una superficie del territorio que se encuentra zonificada de acuerdo con su potencial aptitud, a la utilización que se le esté dando al momento de su categorización, a la posible vocación para

soportar una actividad o desarrollo o sus características ecológicas que le infieran una condición particular para su zonificación. En resumen, a las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como uso del suelo.

Las áreas que corresponden a los sitios impactados se ubican dentro y forman parte del Lote Petrolero N° 192 (antiguo Lote 1AB). Al ubicarse dentro del Lote petrolero pudiera llevar a pensar que su categoría es del tipo industrial/extractivo, la cual se define (Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM) como “suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes. Ver Anexo 6.2 Mapa 6.2.1 Mapa de Ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

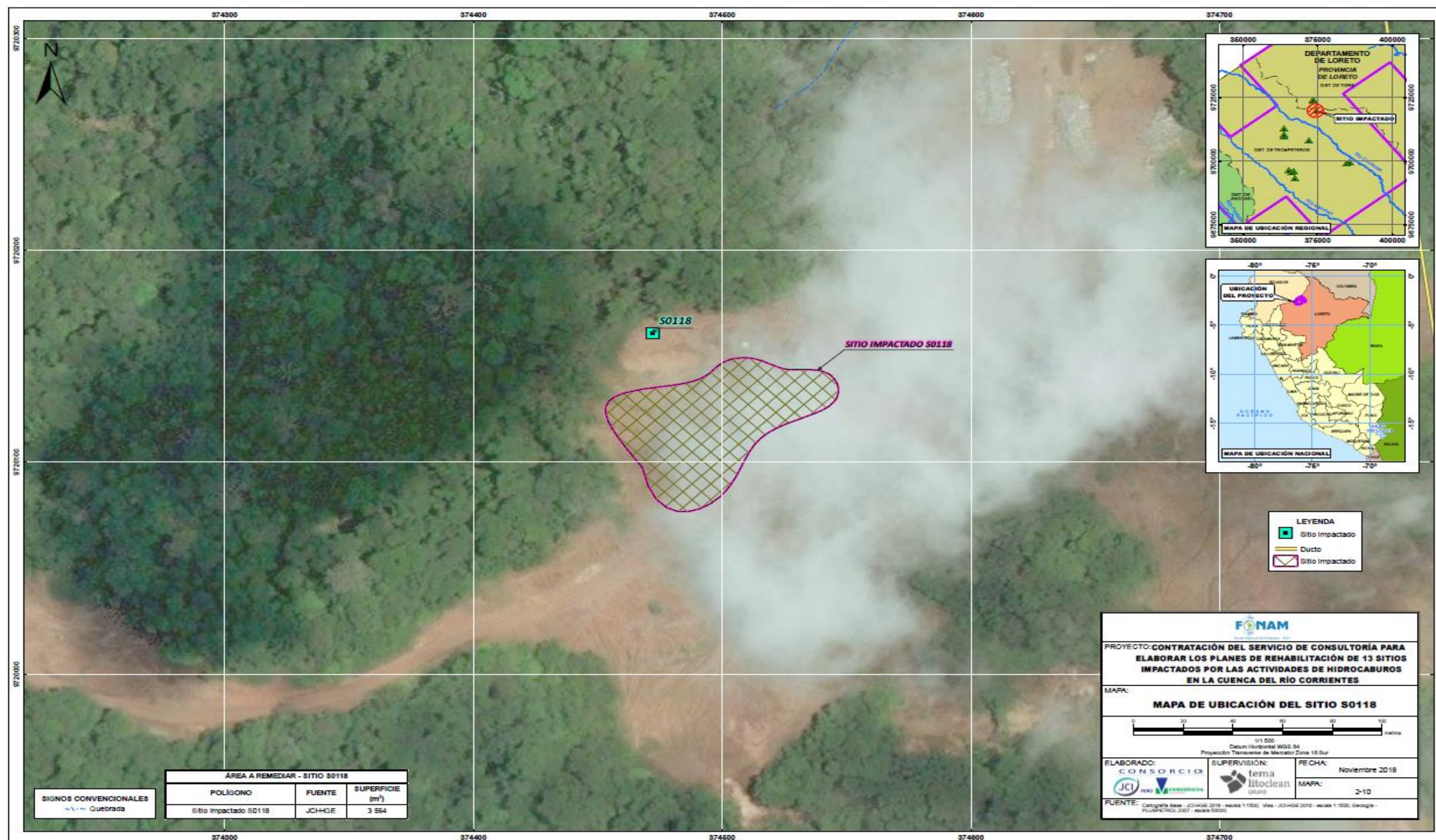
Específicamente, el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) ha sido usado como área de botadero industrial y de residuos orgánicos, proveniente de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

Sin embargo, es importante mencionar, que gran parte del área del sitio corresponde a un ecosistema de bosque de colinas bajas y áreas de no bosque amazónico, con posible presencia de ejemplares de fauna local (ej. *Mazama americana* “venado”, *Cuniculus* sp. “majaz”, *Dasypus* sp. “añuje”, *Pecari tajacu* “sajino”, *Amazona* sp. “loro verde”, etc.), por lo que se infiere que existe un potencial uso de este ecosistema por los recursos que provee (alimentos, agua, lugares de descanso, etc.). Sin embargo, según referencias de los apoyos locales, la población prefiere evitar estas actividades en el sitio, por considerarlo contaminado.

Teniendo en cuenta ello se ha previsto realizar el análisis respectivo del sitio considerando una categoría de uso agrícola para el análisis de afectación del sitio impactado como estrategia ambiental para llevar, a través de la remediación de los sitios impactados, las condiciones del entorno ambiental de este territorio lo más cercanas a sus condiciones naturales originarias.

Se infiere que, posterior a la rehabilitación/remediación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), posiblemente se plantee una categoría distinta al uso industrial/extractivo, aun cuando ubica en el entorno de un área operacional, que permita a las comunidades hacer uso de este espacio, aun cuando este sitio impactado observa una escasa superficie (alrededor de 0,35 ha, aproximadamente).

Figura 5-1 Ubicación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.4 Alcance de la rehabilitación.

Para desarrollar el alcance de las acciones que vayan encaminadas a la recuperación de un área impactada, resulta imprescindible establecer la conveniencia o no de usar el término rehabilitación como la práctica a ejecutar para el tratamiento de los sitios impactados.

En la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) se puede conseguir una interpretación del término “rehabilitación” focalizado a la “recuperación” de ecosistemas, con miras al restablecimiento de sus condiciones previas a cualquier perturbación, daño o contaminación. No se define en este instrumento el término Remediación.

En la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (DS-002-2013-MINAM), se define la remediación como “...tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas”.

Posteriormente, en el instrumento que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental (DS-039-2016-EM) al igual que en el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos (DS-039-2014-EM), se define Plan de Rehabilitación el “Instrumento de Gestión Ambiental Complementario dirigido a recuperar uno o varios elementos o funciones alteradas del ecosistema después de su exposición a los impactos ambientales negativos que no pudieron ser evitados o prevenidos, ni reducidos, mitigados o corregidos”.

En el Decreto Supremo donde se aprueban los criterios para la gestión de sitios contaminados (N° 012-2017-MINAM) se ajusta el término remediación como “la eliminación o reducción, a niveles aceptables, de los riesgos para la salud de las personas o el ambiente asociados a la contaminación del sitio. Además, comprende las acciones que permitan lograr el uso posterior del sitio o el restablecimiento de este a un estado similar al presentado antes de ocurrir los impactos ambientales negativos”. Se combinan, de manera laxa los términos rehabilitación y remediación.

Con base en lo anterior y revisando a profundidad el instrumento para la creación del Fondo de Contingencia se observa en este la siguiente mención: “...Plan de Rehabilitación para la remediación ambiental del sitio impactado”, lo que se entiende como una laxitud jurídica sobre el tratamiento indistinto de ambos términos, cuyos alcances técnicos difieren. No obstante, de acuerdo con esa misma reflexión se entenderá la “remediación” como la ejecución técnica de la rehabilitación de los sitios impactados.

A modo conclusivo, para efectos del presente proyecto, de sus alcances y objetivos, se considera que el término **remediación** comprende las operaciones técnicas a seguir para la ejecución del Plan de Rehabilitación y de esta manera deberá ser entendido en este y los siguientes documentos.

El plan de rehabilitación implica una serie de operaciones y acciones sobre el área impactada que permita -en un tiempo horizonte de 3 a 5 años- controlar, reducir o minimizar las condiciones de contaminación, con la finalidad de proteger la salud de las personas y el ambiente (D.S. N° 011-2017-MINAM). Para cumplir con este objetivo se persigue cumplir con los estándares de calidad de acuerdo con las normas nacionales ECA (o internacionales en ausencia de esta) para suelo, agua (superficial y subterránea) y sedimentos, y llevar las condiciones de riesgo de salud a los niveles mínimos aceptables para los componentes ecológicos, abióticos y humanos, de acuerdo con el ERSA. El alcance del del Plan de Rehabilitación persigue adicionalmente restituir las funciones ecológicas del entorno físico natural en el que se encuentra el sitio impactado.

5.5 Descripción y análisis de las alternativas de remediación.

En el presente acápite, se plantea la metodología de selección, descripción y análisis de la alternativa de remediación aplicable propuesta, como parte del servicio de Planes de Rehabilitación de 13 Sitios Impactados por las Actividades de Hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes.

La rehabilitación de un sitio contaminado consiste en la aplicación de un conjunto de acciones con el objetivo de controlar, disminuir o eliminar los contaminantes y sus efectos, todas enmarcadas en función de tres categorías de acción:

- Remediación, que puede ser tratamiento *in situ* o *ex situ*.
- Contención o aislamiento, que consiste en limitar el potencial de migración y difusión del contaminante, logrando que el área afectada no represente peligro ni riesgo a la salud ni al ambiente.
- No remediar, que se considera cuando el área afectada tiene la capacidad de auto regenerarse en el tiempo sin intervención antrópica, o cuando el área afectada no representa peligro ni riesgo a la salud ni al ambiente.

La selección de la mejor acción depende básicamente, de tres aspectos:

- Características propias del sitio, incluye el tipo de medio (suelo, agua, etc.).
- Tipo y características del contaminante (cantidad y tipo de hidrocarburos, metales, aromáticos, etc.).
- Técnica de remediación (viabilidad, eficiencia, tiempo).

5.5.1 Descripción de las alternativas de remediación.

El sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se caracteriza por ser una conformación de terraplén construido con material de relleno, lo cual le confiere la condición de “botadero”, ubicada en un área con actividad industrial (existencia de una carretera de paso a una cantera, movimiento de tierras, etc.). Los cuerpos de agua cercanos son quebradas del tipo estacional.

El acceso al sitio impactado es posible por carretera de tierra afirmada. No es un área de uso por parte de la población local. El campamento Shiviayacu se encuentra a menos de 5 km.

Según los resultados presentados en el documento de caracterización, en el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se identificó la presencia de los elementos contaminantes que se presentan a continuación:

Cuadro 5-1 Elemento contaminante por componente evaluado

Componente	Elementos contaminante presentes
Suelo	- Metales: As, Ba, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Mn, V, Zn y Cr (profundidad de 1,2 m)
Sedimentos	- Metales: Cr y Hg
Agua subterránea	- Metales: Mn, Pb, Hg, Cu y Cr

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los suelos, aunque se trata de una porción de suelo intervenida, son predominantemente arcillosos, hasta los 2 metros de profundidad. Se caracteriza por ser lábiles a la erosión por agua, lo cual se manifiesta en cárcavas que se observan sobre el terreno. No presenta cobertura vegetal lo que hace de este terreno mucho más susceptible a la erosión. Lo anterior hace que la potencialidad de infiltración sea alta -lo cual- infiriendo un terreno no consolidado por su condición de terreno intervenido potencia la posible migración de contaminantes hacia horizontes de suelo más profundos.

Este botadero tiene una profundidad aproximada de 8-10 metros. No obstante, de acuerdo con los resultados del GPR (*Ground penetration radar*) la porción de terreno que compromete residuos inorgánicos o potenciales elementos contaminantes corresponde a los 2 primeros metros.

No se evidencian restos de materiales sólidos que pudieran contener contaminantes de los resultados del radar de penetración. Lo que se concluye de ese ensayo es que se trata de un terreno cuyo suelo ha sido removido.

Sin embargo, los resultados de laboratorio para muestras de suelo entre los 0-1,2 metros indican la presencia consistente de metales pesados: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, V y Zn. Este hallazgo responde a prácticas no adecuadas de disposición de residuos peligrosos, que pudieran ser agentes químicos utilizados para la estimulación de pozos, evitar incrustaciones o taponamientos en los pozos, aguas de producción, etc. Esto se deduce por la ocurrencia de todos estos metales en los mismos puntos y profundidades en valores altos, incluso para aquellos no normados por el ECA peruano, pero sí por normas internacionales que se han tomado como referencia (Norma de Calidad Ambiental-Ecuador y los ECA de suelos de Canadá).

Los sedimentos sólo presentan excedencias en Cr y Hg, tanto en la estación aguas arriba como en la estación aguas abajo, para las muestras captadas en época húmeda para el mercurio y para ambas épocas para el cromo total.

Del análisis del ERSA se obtiene como resultado que los niveles de riesgo para el ser humano se consideran, para el caso no cancerígeno, muy elevado para el caso del metal Vanadio contenido en el suelo. Desde el punto de vista ecológico, para el componente abiótico sedimentos, el riesgo se considera como “probable”, para los metales Cromo total y Mercurio.

El siguiente cuadro resume los niveles de remediación determinados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) para suelos:

Cuadro 5-2 Niveles de remediación para suelo - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)	Comentarios
Cromo Total	71,3	347	94,6	199,9	64	Para este CP se tendrá como nivel de remediación el SQG
Vanadio	112	249	168	208,4	130	
Cobre	23	1 000	33	331,4	63	Para este CP se tendrá como nivel de remediación el SQG.
Níquel	18,9	188	22	95,39	45	
Zinc	20	2 744	25	1190	250	

Cuadro 5-2 Niveles de remediación para suelo - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)	Comentarios
Plomo	5,794	1 151	7,628	381,5	70	Para este CP se tendrá como nivel de remediación el ECA.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health (SQG) Agrícola.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los sedimentos, los niveles de remediación estimados corresponden a los estándares de calidad de Canadá y se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 5-3 Niveles de remediación para sedimentos - sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

CP	Valor Min (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Nivel de Remediación	Comentarios
Cromo Total	14,9	150	-	150*	37,3	Para estos CP's se tendrán como nivel de remediación el ISQG.
Mercurio	0,01	0,278	-	0,278*	0,17	

* Concentración máxima seleccionada al no ser apto el tamaño muestral para realizar el cálculo del UCL 95 %.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (ISQG).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A. Lista de alternativas aplicables

Consiste en la selección de la técnica/metodología de remediación mediante una evaluación rápida de las características generales del área y del elemento contaminante presente. Esta fase tiene como objeto el descarte de aquellas técnicas de remediación no viables y centrar esfuerzo en una segunda fase para aquellas aplicables.

En primer lugar, se efectúa una selección de la lista larga de alternativas de remediación a partir de un taller de selección de alternativas a través de un juicio de expertos^{III}, con la revisión de distintos documentos (EPA, ETI, informe reconocimiento inicial de los sitios impactados, modelo conceptual inicial, informes de caracterización, etc.).

En segundo lugar, las tecnologías seleccionadas son evaluadas a través de una matriz de viabilidad técnica y de costo-beneficio.

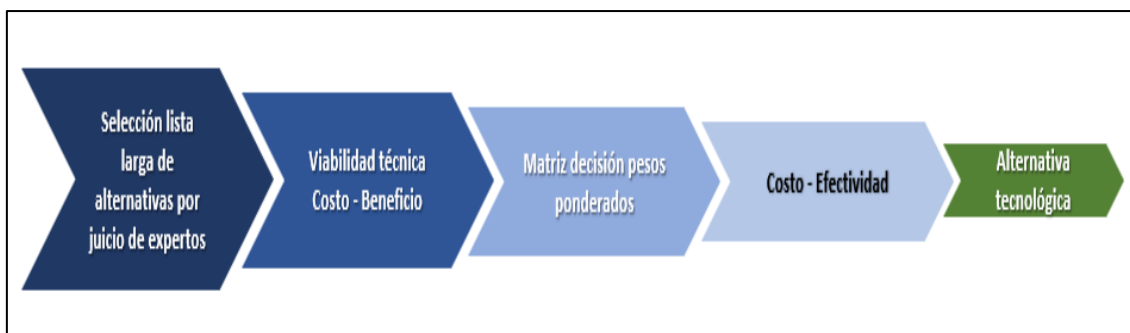
En tercer lugar, se evalúan de manera sistemática a través de una matriz de decisión por pesos ponderados (*Weighted Decision Matrix*), la cual es una herramienta que se utiliza para comparar alternativas con respecto a múltiples criterios con diferentes niveles de importancia. Puede usarse

^{III} Juicio de expertos: método de validación que permite verificar la fiabilidad de un análisis o interpretación y que se define como una opinión informada de profesionales con trayectoria en el tema (expertos), y que pueden dar información, evidencias, juicios y valoraciones empíricas sobre el mismo. Se puede dar lugar a través de encuestas dirigidas o por medio de reuniones específicas presenciales. Las discusiones y análisis se alimentan de la información existente que, por medio de un facilitador con un guion técnico preestablecido, canaliza estas hacia el objetivo planteado.

para clasificar todas las alternativas en relación con una referencia "fija" y, por lo tanto, crear un orden parcial para las alternativas. Las alternativas seleccionadas por la matriz de decisión por pesos ponderados son evaluadas desde el punto de vista del costo-efectividad.

El siguiente diagrama ilustra los pasos, de forma general, seguidos para la selección de alternativas de remediación (Figura 5-2).

Figura 5-2 Diagrama de los pasos seguidos para la selección de alternativas de remediación



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

➤ **Juicio de expertos en la revisión de las potenciales alternativas tecnológicas**

Para efectos de describir el proceso preliminar de selección de alternativas del universo de alternativas existentes tecnológicas para la remediación de la contaminación, se desarrollaron varias sesiones de trabajo que respondían a un esquema de trabajo que se muestra en la siguiente Figura 5-3.

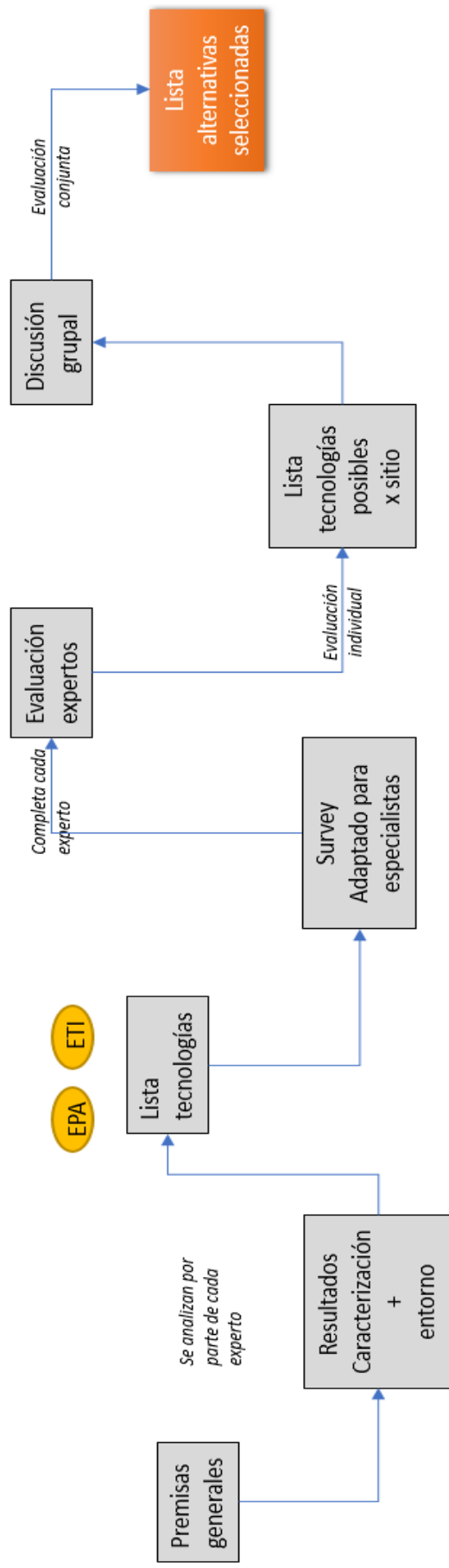
Para llevar este proceso de selección a cabo se evaluaron las alternativas tecnológicas basados en la información existente en:

- Informe de reconocimiento de sitios impactados
- Modelo conceptual inicial
- Informe de caracterización por sitio
- Estudio técnico independiente (ETI) del PNUD
- *Treatment technology screening matrix* (EPA)
- Visualización en Google Earth de la localización de cada sitio y su entorno

El listado base de tecnologías a evaluar tiene como fuente *Treatment technology screening matrix* (EPA) y en el documento "Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB, del PNUD. Al estar contempladas las tecnologías de este último estudio en la matriz de EPA se toma esta última como universo potencial de tecnologías para los sitios impactados del río Corrientes, la cual se visualiza en la siguiente Figura 5-4.

Figura 5-3

Proceso para la evaluación de la lista larga de alternativa tecnológicas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-4 Universo de alternativas tecnológicas de remediación

Rating Codes ● Above Average ● Average ○ Below Average N/A - "Not Applicable" I/D - "Insufficient Data" ◇ - Level of Effectiveness highly dependent upon specific contaminant and its application		Fuels	Inorganics
Soil, Sediment, Bedrock, and Sludge			
3.1 In Situ Biological Treatment			
4.1 Bioventing		●	○
4.2 Enhanced Bioremediation		●	◇
4.3 Phytoremediation		●	●
3.2 In Situ Physical/Chemical Treatment			
4.4 Chemical Oxidation		○	◇
4.5 Electrokinetic Separation		○	●
4.6 Fracturing		●	○
4.7 Soil Flushing		●	●
4.8 Soil Vapor Extraction		●	○
4.9 Solidification/Stabilization		○	●
3.3 In Situ Thermal Treatment			
4.10 Thermal Treatment		●	○
3.4 Ex Situ Biological Treatment (assuming excavation)			
4.11 Biopiles		●	◇
4.12 Composting		●	○
4.13 Landfarming		●	○
4.14 Slurry Phase Biological Treatment		●	◇
3.5 Ex Situ Physical/Chemical Treatment (assuming excavation)			
4.15 Chemical Extraction		●	●
4.16 Chemical Reduction /Oxidation		●	●
4.17 Dehalogenation		○	○

Sitio: _____; Comunidad: _____; Sector: _____

Indicar en el primer cuadro con una "x" la(s) selección(es) y en el otro cuadro la(s) razón(es) más relevantes

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

Sitio: _____; Comunidad: _____; Sector: _____

Indicar en el primer cuadro con una "x" la(s) selección(es) y en el otro cuadro la(s) razón(es) más relevantes

Fuente: EPA, modificado por JCI-HGE, 2019

Como leyenda gráfica que acompaña la lista de tecnologías se anexó la que originalmente acompaña la matriz EPA, la cual se presenta a continuación:

TABLE 3-1: DEFINITION OF SYMBOLS USED IN THE TREATMENT TECHNOLOGIES SCREENING MATRIX				
Factors	● Above Average	○ Average	○ Below Average	Other
Development Status Scale status of an available technology	Implemented as part of the final remedy at multiple sites, well documented, understood, etc.	Has been implemented at full scale but still needs improvements, testing, etc.	Not been fully implemented but has been tested (pilot, bench, lab scale) and is promising	◇ Level of Effectiveness highly dependent upon specific contaminant and its application/design N/A "Not Applicable" I/D "Insufficient Data"
Treatment Train Is the technology only effective as part of the treatment train?	Stand-alone technology (not complex in terms of number of media/treatment technologies, maybe one "routine" technology in addition)	Relatively simple (two-car train or so), and well understood, widely applied, etc.	Complex (more technologies, media to be treated, generates excessive waste, etc.)	
O&M Operation and Maintenance Intensive	Low degree of O&M intensity	Average degree of O&M intensity	High degree of O&M intensity	
Capital Capital Intensive	Low degree of capital investment	Average degree of capital investment	High degree of capital investment	
System Reliability /Maintainability The expected range of demonstrated reliability and maintenance relative to other effective technologies	High reliability and low maintenance	Average reliability and average maintenance	Low reliability and high maintenance	
Relative Costs Design, construction, and operations and maintenance (O&M) costs of the core process that defines each and pre-and post-treatment	Low degree of general costs relative to other options	Average degree of general costs relative to other options	High degree of general costs relative to other options	I/D "Insufficient Data"
Time Time required to clean up a "standard" site using the technology	in situ soil	Less than 1 year	1-3 years	
	ex situ soil	Less than 0.5 year	0.5-1 year	
	groundwater	Less than 3 years	3-10 years	
Availability Number of vendors that can design, construct, and maintain the technology	More than 4 vendors	2-4 vendors	Fewer than 2 vendors	
Contaminants Treated Contaminants are classified into eight groups: - Nonhalogenated VOCs - Halogenated VOCs - Nonhalogenated SVOCs - Halogenated SVOCs - Fuels - Inorganics - Radionuclides - Explosives	Effectiveness Demonstrated at Pilot or Full Pilot or Full Scale	Limited Effectiveness Demonstrated at Pilot or Full Scale	No Demonstrated Effectiveness at Pilot or Full Scale	Same as above

Fuente: EPA

Se establecieron unas premisas iniciales de trabajo, las cuales conjuntamente con el material de gabinete disponible, así como con el resumen de la caracterización y ERSa por sitio impactado, permitieron a los expertos de la consultora, filtrar/seleccionar de la lista larga de alternativas tecnológicas

Estas premisas de trabajo se resumen a continuación:

- Para los contaminantes determinados
- Alto rendimiento para el volumen contaminado (potencial)
- Experiencia probada (nacional y/o internacional)
- Costo
- Insumos
- Demandas de agua y energía
- Disponibilidad
- Tiempo de ejecución corto (1 año)

Como soporte documental para la ejecución de esta fase de selección de alternativas tecnológicas a partir de un pool de tecnologías potencialmente aplicables, se documenta este ejercicio por parte de la consultora JCI-HGE en el Anexo 6.11.

La técnica de biorremediación

La técnica de biorremediación no siempre es la más adecuada para biodegradar suelos contaminados. La misma depende de muchos factores entre los que se pueden citar: espacio y tiempo disponible para tratamiento, edad del crudo, concentraciones de fracciones pesadas de hidrocarburo, características del suelo: textura, humedad, pH.

A continuación, se mencionan mayores detalles de los factores mencionados:

- Un factor importante para obtener un proceso de biorremediación exitoso es la aireación (ventilación) del suelo, durante todo el tiempo que dure el proceso; en ese sentido, la disponibilidad del oxígeno es fundamental para optimizar la remediación del suelo.
- El tipo de suelo es otro factor importante en la medida que determine la capacidad de adsorción y absorción^{sss} de los contaminantes. Suelos compuestos de materiales húmicos y arcillas dificultan en cierta medida la biodegradación, debido a la poca porosidad de estos que resulta en una disminución del oxígeno disponible.
- El hecho de que en la zona se presente un alto régimen de precipitaciones anuales, juega un importante papel en la toma de decisiones en el uso de la biorremediación. Un primer requisito de las condiciones necesarias para la biorremediación es que esta se debe mantener en un ambiente acuoso mesurado. Aunque el agua es esencial para activar y mantener la descomposición de los hidrocarburos, también mucha agua puede interferir (ser perjudicial) en la disponibilidad de oxígeno, ya que esta puede llegar a ocupar los espacios donde se encontraba el aire necesario para la supervivencia de los microorganismos. El nivel ideal de humedad debería estar alrededor del 35% (se deben evitar valores por debajo del 15% o por encima del 45%).
- El estado de humedad de los suelos es expresado generalmente con un porcentaje de la capacidad del suelo de retener agua. Con menos de un 10% de retención de agua, las fuerzas osmóticas y de adsorción reducen la disponibilidad de agua para los microorganismos y se presenta una reducción en la actividad metabólica de estos. En

^{sss} En la absorción hay transferencia de masa y volumen en la partícula del suelo, mientras que la adsorción es un fenómeno superficial.

general la biodegradación aerobia de material orgánico depende de la capacidad de retención de agua del suelo, la cual tiene un rango óptimo entre 50 a 70%.

- Por lo antes expuesto, en zonas donde llueve intensamente es necesario controlar la humedad, para esto se debe acondicionar aislamientos herméticos que cuenten con un buen sistema de drenaje que no permita posibles inundaciones al tratamiento creando ambientes anaerobios que impidan que las bacterias no puedan desarrollarse y degradar los hidrocarburos.
- El rango óptimo de pH para el crecimiento de los microorganismos se debe mantener entre 6 y 8, preferentemente 7. Las condiciones naturales de los suelos en la cuenca del río Corrientes, tienden a ser ácidos, lo que implicaría que muchas bacterias presenten tolerancia limitada.
- Para la técnica de biorremediación el suelo debe ser suficientemente permeable para permitir que la solución con los nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio que por lo general se agregan en forma de fertilizantes) y el oxígeno llegue adecuadamente al sistema.
- En la cuenca Corrientes abundan suelos finos (arcillosos). Debido al tamaño de partícula (diámetros menores de 0.002 mm) se dificulta o restringe el flujo o intercambio de agua (fluidos) y microorganismos en la matriz interior del suelo, necesarios para la limpieza.
- Todo esto indica que el sitio de tratamiento debería ser un sitio controlado que tenga una superficie lo suficientemente grande para tratar un volumen interesante de suelo. Sin embargo, este sitio controlado debería ser un sitio techado para controlar la humedad, el suelo debería ser mezclado con material granular para mejorar la ventilación, el pH y la temperatura deberían ser controladas. El uso de maquinarias estaría restringido por el espacio, por lo que el mezclado de suelos se tendría que realizar a mano.
- El tipo de hidrocarburo presente también es importante porque afecta el proceso de biodegradación bacteriano, así como otros procesos laterales que contribuyen a la descontaminación. Entre estos se encuentran la evaporación y la degradación fotoquímica producto de la radiación solar. En ambos casos se encuentra que entre más volátil sea el compuesto mayor será el efecto que estos procesos paralelos tendrán en la recuperación del residuo. Los hidrocarburos de alto peso molecular resultan mucho más complejos de transformar y requieren mayor tiempo para que la acción microbiana descomponga las largas cadenas en sustancias no contaminantes.
- Para la cuenca del río Corrientes los sitios impactados que presentan restos de hidrocarburos, reflejaron en los resultados de análisis de laboratorio que hay presencia de fracciones de hidrocarburos F2 y F3. Estos se comportan de forma recalcitrante a la descomposición y son conocidos como suelos temperizados o intemperizados.
- La biodegradabilidad del crudo juega un papel muy importante en el éxito de la técnica de biorremediación, por lo que se debe considerar el peso molecular y estructura del hidrocarburo.
- La gravedad API del petróleo en la zona de trabajo oscila entre 10 y 30 grados, lo cual corresponde a crudos medianos y livianos respectivamente; sin embargo, la biodegradación es muy lenta para petróleos menores a 20 grados API. Tal como ya se mencionó, una vez el crudo se expone a condiciones atmosféricas, se intemperiza,

eliminando las fracciones volátiles y biodegradables, quedando expuestas las fracciones más pesadas, F2 y F3^{ttt}.

- En la selva alta se tiene niveles de fertilidad medios debido a que estos presentan mucha erosión por la alta precipitación anual, en consecuencia, los suelos son bajos en nitrógeno y fósforo.
- Se deberá tener presente que, de realizarse el trabajo de remediación en sitios controlados, disminuirá el apoyo de trabajo que pudiera brindar la comunidad.
- Finalmente, el tiempo que se requeriría para tratar el suelo contaminado utilizando la técnica de biorremediación además de ser muy largo (por encima del requerido por la Autoridad), requeriría aún mayor tiempo para utilizar alguna técnica adicional que permita complementar la limpieza del suelo (alcanzar las concentraciones requeridas).

La referencia de lo explicado anteriormente se encuentra en cuatro principales fuentes como lo son:

- “Remediación y Revitalización de Sitios Contaminados: Casos Exitosos en México” La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2013
- Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. (Comimsa).
- Biotreating E&P Wastes: Lessons Learned From 1992-2002 por Chevron Texaco
- Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú (PNUD)

Las cuales son registro de la aplicación de esta técnica de remediación en países de América del Norte, por otra parte, lo expresado también se nutre de experiencia de los profesionales responsables de realizar el presente estudio.

Por lo anterior se descarta la biorremediación para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos, que para los sitios impactados de la cuenca del río Corrientes comprometen básicamente fracciones de hidrocarburos F2 y F3, que han sido objeto de procesos de meteorización y lavado, lo que hace que sus componentes más volátiles y con mayor potencial de riesgo de contaminación ya no estén presentes en las referidas fracciones.

La atenuación natural

Como alternativa de remediación en los sitios impactados ha sido también descartada desde un principio. Siendo la aplicación de esta alternativa totalmente factible en algunos de los sitios impactados de la cuenca del río Corrientes, debido al pronunciado carácter social de este proyecto, se considera necesario establecer propuestas de actuación con intervención para todos los sitios impactados.

Para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), las alternativas preseleccionadas (Listado Larga) del **taller de juicio de expertos** son:

- Separación electrocinética (tratamiento químico, *in situ*)
- Lavado de suelos (tratamiento químico, *in situ*)
- Extracción química (tratamiento químico, *ex situ*)

^{ttt} Lecciones aprendidas en Biotratamiento en Desechos E&P desde 1992 hasta 2002 por Chevron Texaco

- Reducción/Oxidación química (tratamiento químico, *ex situ*)
- Solidificación/Estabilización (tratamiento químico, *in situ*)
- Aislamiento con geomembrana (tratamiento físico, *ex situ*)

➤ **Evaluación de alternativas por viabilidad técnica y análisis costo-beneficio**

Durante la evaluación preliminar se analizarán, de forma cualitativa, dos elementos determinantes en primer filtro para la toma de decisiones:

• **Viabilidad técnica**

La viabilidad técnica viene dada por el nivel de seguridad de llevar a cabo satisfactoriamente y en condiciones óptimas una tecnología disponible, verificando las características del entorno, las condiciones de acceso, el tipo de material contaminante, la operatividad, implicaciones socioambientales, mecanismos de control, etc. En este sentido, se ha determinado en 5 categorías de carácter empírico:

- No viable (1)
- Poco viable (2)
- Medianamente viable (3)
- Viable con restricciones (4)
- 100 % viable (5)

• **Relación beneficio-costo (B/C)**

De forma empírica, se determina cuando el beneficio o éxito de llevar satisfactoriamente una propuesta de remediación no implica una inversión económica elevada, es decir donde la inversión requerida no supere el mismo beneficio de la remediación.

Para ello, se ha determinado en 3 categoría de carácter empírico:

- $B/C > 1$ – Propuesta de remediación en donde los beneficios son altos y los costos se consideran razonables de acuerdo con los objetivos de remediación.
- $B/C = 1$ – Propuesta de remediación en la que los beneficios se encuentran de manera equilibrada a los costos. Requiere un análisis de expertos.
- $B/C < 1$ – Propuesta en la que los costos son mucho mayores que los beneficios a obtener. Su aplicación está sujeta al juicio de expertos.

Con base en el análisis de las alternativas presentadas con estos dos criterios (viabilidad y Relación Beneficio-Costo) se seleccionan aquellas que cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- La alternativa posee una viabilidad técnica de 4 o 5 puntos (viable con restricciones y 100 % viable) indistintamente del valor de relación B/C.
- La alternativa posee una viabilidad técnica de 3 puntos (medianamente viable) pero su relación B/C es mayor que 1.

Con base en la metodología anteriormente descrita y de acuerdo con las características del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se analiza mediante Juicio de Experto, la aplicación de

diferentes alternativas de remediación aplicables considerando la viabilidad técnica y la relación beneficio/costo.

El Cuadro 5-4 presenta la lista de alternativas de remediación que se consideraron aplicables de acuerdo con las características presentadas para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

De acuerdo con el análisis de viabilidad técnica y de costo-beneficio de la lista preliminar de acuerdo con el análisis de viabilidad técnica y de costo-beneficio de la lista preliminar de tecnologías de remediación para el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se seleccionaron como alternativas consideradas *-a priori-* como viables técnica y económicamente las siguientes:

- **Separación electrocinética**
- **Reducción/Oxidación química**
- **Solidificación/Estabilización**
- **Aislamiento con geomembrana**

Como se mencionó anteriormente, se consideran aquellas tecnologías que se encuentran en un rango entre 4 y 5 de viabilidad técnica o de ser la viabilidad técnica de 3, la relación beneficio/costo deberá ser mayor o igual a 1, de acuerdo con lo presentado en el Cuadro 5-4.

Cuadro 5-4 Lista de alternativas de remediación

Alternativa	Viabilidad técnica	Relación Beneficio / costo	Análisis de experto	Elementos contaminantes Orgánicos / Inorgánicos	Efectividad en condiciones parecidas	Equipamiento requerido	Tiempo implementación	Costo operativo (USD/m ³)	Incertidumbres
Separación electrocinética	4	= 1	Tecnología que potencialmente pudiera cumplir con los objetivos de remediación, pero su aplicación efectiva depende de pruebas de ensayo y error (piloto), previo a su implantación. Aplicación <i>in situ</i> . Su recomendación de uso está sujeta a las características de suelo como la conductividad, contenido de humedad, textura y pH del suelo. Existen riesgos de que se produzcan por oxidación o formación incompleta de contaminantes intermedios dependiendo de los agentes utilizados. No existe experiencia ni capacidad instalada de esta tecnología en el país. El sitio impactado cumple con las condiciones para la aplicación de esta técnica. Su costo de aplicación por m ³ no es elevado.	Inorgánicos	No se conoce	Electrodos, cátodos, ánodos, baterías industriales, químicos, combustible	4 – 6 meses	40 - 330	Alta
Inundación de suelos	4	< 1	Esta tecnología cumple con los objetivos de remediación hasta un 90%. Su aplicación en el sitio impactado depende del análisis a detalle de la geohidrodinámica de este. Su implantación requiere la instalación de equipos para la inyección o irrigación de agua y agentes químicos para lograr la solubilización de los metales y equipos para la recolección de los contaminantes solubilizados. Aplicación <i>in situ</i> . Posibles reacciones químicas en el suelo de acuerdo con los agentes químicos que actúen como aditivos deben ser contempladas. No requiere mucha infraestructura para su implantación, más si un consumo de agua, que luego debe ser tratada por métodos convencionales. No existen experiencias de su aplicación en el país. Su costo de aplicación por m ³ no es elevado.	Inorgánicos/Orgánicos	No se conoce	Bombas, pozos de captación, generadores eléctricos, químicos, agua	> 10 meses	50 - 330	Alta
Extracción química	3	< 1	Tecnología que pudiera desempeñarse para lograr los objetivos de remediación. No obstante, su implementación requiere la extracción y traslado del suelo a un sitio acondicionado para su tratamiento. La extracción requiere la aplicación de agentes químicos (ácidos o solventes orgánicos), los cuales tienen un costo elevado en el mercado. Requiere, de acuerdo con los agentes químicos a utilizar, la preparación o adecuación del material contaminado, en este caso suelo. Suelos con alto contenido de arcillas pudieran reducir la eficiencia del proceso, el cual -además- es afectado por el contenido de humedad. Demanda una importante cantidad de agua para su aplicación y genera efluentes líquidos contaminados que requieren posterior tratamiento o disposición. El costo de aplicación es comparativamente elevado.	Inorgánicos	No se conoce	Químicos, pozos de captación de aguas, bombas de inyección o aspersión, agua, generadores eléctricos, bombas	< 3 meses	150 - 300	Alta
Reducción/Oxidación química	4	= 1	Las tecnologías de oxidación o reducción química se presentan con un abanico de desempeño en el cumplimiento con los objetivos de remediación de acuerdo con los agentes químicos utilizados, ya que pudieran transformar los contaminantes en compuestos más estables, con menor movilidad o hacerlos inertes. No obstante, de acuerdo con los agentes utilizados pudiera requerir o no la extracción y traslado del suelo y/o sedimento contaminado hasta un espacio acondicionado para la aplicación del tratamiento. Presenta algunas limitaciones, como por ejemplo la potencial formación de contaminantes intermedios. Pudiera ser una buena alternativa debido a que los metales presentes en el sitio no se encuentran en altas concentraciones. Demanda cierta cantidad de energía (fuente generadora para equipos), así como de agua en el proceso de aplicación. Genera efluentes químicos contaminados que	Inorgánicos/Orgánicos	No se conoce	Químicos, pozos de captación de aguas, bombas de inyección o aspersión, agua, generadores eléctricos, bombas	8 meses – 2 años	190 - 660	Alta

Cuadro 5-4 Lista de alternativas de remediación

Alternativa	Viabilidad técnica	Relación Beneficio / costo	Análisis de experto	Elementos contaminantes Orgánicos / Inorgánicos	Efectividad en condiciones parecidas	Equipamiento requerido	Tiempo implementación	Costo operativo (USD/m ³)	Incertidumbres
			requieren tratamiento o disposición posterior. Su costo pudiera ser elevado de acuerdo con los agentes oxidantes o reductores que se utilicen y con los volúmenes de suelo y/o sedimento a tratar. Costo elevado por el uso de agentes químicos oxidantes o reductores. Sin embargo, la opción de su aplicación <i>in situ</i> con barreras reductoras pudiera reducir considerablemente el costo de implementación.						
Solidificación/Estabilización	4	< 1	Tecnología <i>ex situ</i> que cumple con los objetivos de remediación cerca del 100%. Consiste en la inmovilización llevando al contaminante a un estado sólido. En el caso de la estabilización se modifica o atenúa la nocividad del contaminante a través de la adición de químicos. Las experiencias en esta metodología tienden a usar las dos metodologías en forma conjunta. Se aplica generalmente <i>ex situ</i> , es decir que se requiere la extracción y traslado del material contaminado a un área acondicionada para su aplicación. No obstante, de acuerdo con las características del entorno y de los contaminantes se pudiera aplicar <i>in situ</i> . Los costos de su implementación son intermedios y dependerá del volumen de suelo a tratar y del método y agentes de la solidificación / estabilización a aplicar.	Inorgánicos/Orgánicos	Muchas experiencias. No se conoce en ambientes selváticos	Retroexcavadoras, motoniveladoras, camión, camión plataforma, volquete, camioneta pick up, balanza, equipo soldadura, geomembranas, insumos (cal, cemento, piedra picada, arena, agua), combustible	< 6 meses	70 - 250	Baja
Aislamiento con geomembrana	4	= 1	Tecnología en la que se debe adecuar un área previamente seleccionada, y que cumpla con ciertas premisas básicas para su funcionamiento a largo plazo, con el objeto de aislar el material contaminado, de forma temporal o permanente. Su implementación está sujeta a la disponibilidad de este espacio - acondicionado y autorizado- de terreno para su construcción y operación. Una ventaja que tiene esta tecnología de remediación es que puede acopiar los esfuerzos de remediación de varios sitios impactados cuyas características de contaminantes impliquen su potencial tratamiento por esta vía de aislamiento en un relleno de seguridad.	Inorgánicos/Orgánicos	Muchas experiencias. No se conoce en ambientes selváticos	Retroexcavadoras, motoniveladoras, camión, camión plataforma, volquete, camioneta pick up, geomembranas, mangueras, combustible	< 10 meses	230 - 350	Baja

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.2 Análisis de alternativas de remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos ambientales y sociales incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha.

La selección de determinada tecnología de remediación puede variar ampliamente en función a las condiciones específicas del sitio y el tipo de contaminante. Es importante precisar que el hidrocarburo contiene elementos orgánicos y elementos inorgánicos (metales pesados). Aunque existen técnicas muy económicas y variadas para eliminar los orgánicos; no resulta tan sencillo con los inorgánicos.

Asimismo, existen diferentes tecnologías para remediar suelos las cuales se encuentran en diversas bibliografías; sin embargo, la selección de la tecnología más adecuada dependerá de los criterios ambientales, sociales, técnicos/ingenieriles y económicos.

En tal sentido, una vez realizada la evaluación preliminar del listado de alternativas aplicables, se propone la siguiente evaluación más detallada:

A. Matriz de evaluación ponderada

Consiste en una evaluación objetiva, a través de una matriz de evaluación considerando aspectos y atributos de aquellas alternativas no descartadas, es decir aquellas que cumplieron con los criterios de viabilidad técnica y relación B/C.

- **Aspectos y atributos considerados en la matriz**

JCI-HGE propone una matriz de doble entrada la cual permite la selección de las técnicas de remediación considerando cinco (5) aspectos: ambiental, social, técnico/ingeniería, logístico y económico, teniendo en cuenta los atributos con un sistema de ponderación que permita obtener un puntaje final de la mejor opción por sitio.

El cuadro siguiente presenta un resumen de lo señalado anteriormente, escribiendo los criterios para cada aspecto de evaluación en una escala de 1 a 3 puntos, siendo 3 la mejor condición.

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
Aspectos Ambientales		
Eficiencia con respecto a los objetivos de remediación	1=La técnica de remediación alcanza parcialmente con los objetivos de remediación	Tecnología que no ha sido 100% implementada a escala industrial, pero si ha sido probada a escala piloto o a pequeña escala y su potencialidad es promisoria. Efectividad no demostrada
	2=La técnica de remediación alcanza los objetivos de remediación	Ha sido implementada a escala industrial, pero aún pudiera considerarse mejoras, ensayos previos, etc., para su implantación. Efectividad limitada
	3=La técnica de remediación supera los objetivos de remediación	Implementada como tecnología de remediación definitiva ampliamente, se encuentra bien documentado y entendido su funcionamiento. Su aplicación asegura la eliminación, la contención o el control del residuo y su interacción con el ambiente. Efectividad demostrada

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios		Justificación selección valor criterio
Riesgo asociado al componente ambiental*	Agua	1=Si la técnica de remediación representa un Riesgo Alto al componente ambiental	La aplicación de la tecnología implica una elevada probabilidad de ocurrencia de daño ambiental en alguno o todos los componentes indicados, pudiendo ocasionar problemas a largo y mediano plano. Implica el uso de diversos y complejos mecanismos de control que incrementan los costos y la dificultad de implantación
	Aire		
	Suelo	2=Si la técnica de remediación representa un Riesgo Moderado al componente ambiental	La aplicación implica una probabilidad de ocurrencia de deterioro ambiental de carácter medio en alguno o todos los componentes, con implicaciones de daño a mediano y corto plazo. Implica mecanismos de control estándar que pudieran incrementar
	Sedimento		
	Biológico	3=Si la técnica de remediación representa un Riesgo Leve o Aceptable al componente ambiental	La aplicación implica una baja probabilidad de ocurrencia de daño o perjuicio ambiental sobre cualesquiera de los componentes ambientales. De haber una perturbación está pudiera ser fácilmente manejada a través de los sistemas estándares de control del equipo. No se requieren grandes inversiones en mecanismos de control.
	Hidrobiológico		
Grado de Monitoreo ambiental requerido	1=El área a remediar requiere una red intensa de monitoreo y con alta frecuencia		Para el control ambiental durante y post-ejecución se requiere un monitoreo intensivo (> 5 estaciones por componente), con elevada frecuencia (diaria, semanal, mensual y anual) y sobre al menos 5 componentes.
	2=El área a remediar requiere una red de monitoreo y con baja frecuencia.		Monitoreo durante y post-ejecución semi-intensivo (3-5 estaciones por componente), con frecuencia media (semanal, mensual, anual) y sobre al menos 4 componentes.
	3=El área a remediar requiere una red de monitoreo y frecuencia acorde con la técnica seleccionada.		Monitoreo durante y post-ejecución no intensivo (3 estaciones por componente), con frecuencia baja (mensual, anual) y sobre al menos 2-3 componentes.
Requerimiento de autorizaciones en la implementación de las acciones de remediación	1=Necesidad de involucrar a más de 5 autoridades administrativas		Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
	2=Necesidad de involucrar de 3 a 5 autoridades administrativas		
	3=Necesidad de involucrar máximo a 2 autoridades administrativas		
Aspectos Técnicos / Ingeniería			
Grado y tipo de contaminación	1=El tratamiento admite solo concentraciones bajas de contaminantes y de un tipo de contaminante		Espectro de desempeño limitado a un único tipo de contaminante y a concentraciones bajas (con base a una referencia a los estándares de calidad peruanos, no debe exceder en un 1000% de su valor límite)
	2=El tratamiento admite sitios con moderadas concentraciones de uno o más tipos contaminantes		Espectro de desempeño para una gama de contaminante de una misma composición (orgánicos volátiles, por ejemplo) y a concentraciones medias (con base a una referencia a los estándares de calidad peruanos, no debe exceder en un rango de 1000%-2000% de su valor límite)

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
	3=El tratamiento admite sitios con altas concentraciones de uno o más tipos de contaminantes	Espectro de desempeño amplio, para distintos contaminantes de diferente composición y a cualquier concentración
Acondicionamiento del material	1=El tratamiento requiere un esfuerzo para acondicionar el material previo al tratamiento	El tratamiento involucra el uso de otros equipos, consumo de energía y recursos (agua, por ejemplo) lo cual tiene una incidencia directa sobre el costo y el tiempo de ejecución (mayor al 20% del total) de la remediación
	2=El tratamiento requiere un acondicionamiento moderado del material	El tratamiento involucra el uso de algún procedimiento o uso de equipo que pudiera conllevar a un consumo de energía y recursos (agua, por ejemplo) lo cual tiene tendría una incidencia media sobre el costo y el tiempo de ejecución (no mayor al 15% del total) de la remediación
	3=El tratamiento no requiere acondicionamiento previo del material o muy poco esfuerzo.	El tratamiento requiere una adecuación del material a ser tratado, el cual, de requerir el uso de otros equipos o procedimientos, no tendría una incidencia en costo y tiempo de ejecución por encima del 10% del total de la remediación.
Generación de residuos	1=La remediación genera gran cantidad de residuos	Se genera un volumen de residuos mayor a 12 m ³ día en total (efluentes, sólidos y gaseosos)
	2=La remediación genera moderada cantidad de residuos	Se genera un volumen de residuos entre 6 y 12 m ³ día en total (efluentes, sólidos y gaseosos)
	3=La remediación genera una mínima o nula cantidad de residuos	Se genera un volumen de residuos inferior a 6 m ³ día en total (efluentes, sólidos y gaseosos)
Área requerida de la instalación	1=Se requiere un área extensa para la técnica de remediación (más del 30% del área total a remediar)	Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
	2=No se requiere un área extensa para la técnica de (entre el 10 al del 30% del área total a remediar)	
	3=No se requiere o es muy poca el área requerida para la instalación de la técnica de remediación (no supera el 10% del área total a remediar)	
Nivel de experiencia en la técnica	1=No se tiene experiencia alguna en la técnica	Sólo se ha probado a escala piloto o experimental. Eficiencia no comprobada a escala industrial
	2=Existe experiencia exitosa en la aplicación, aunque difieren en las condiciones actuales.	Probado a escala piloto y experimental. Ha sido escalado a nivel industrial, pero requiere mejoras, pruebas, ensayos previos a una potencial aplicación en ambientes de selva. Efectividad demostrada a escala piloto e industrial
	3=Existe experiencia exitosa de la técnica, incluso con características similares.	Tecnología que ha pasado por las pruebas piloto, experimental e industrial y su efectividad está ampliamente demostrada. Su aplicación en ambientes de selva, aún sin contar con experiencias previas en estos ecosistemas, es totalmente factible

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
Requerimiento acciones complementarias post remediación en el sitio	1=Se requiere la aplicación de varias acciones post remediación	Necesidad de aplicar de 5 o más acciones post remediación, como por ejemplo enmiendas de suelo, revegetación, recuperación del área de operaciones de tratamiento, uso de material de préstamo, etc.
	2=Se requiere la aplicación de algunas acciones post remediación	Se requiere la aplicación de 3 a 5 acciones post remediación
	3=No se requiere acciones complementarias o muy específicas.	Necesidad de aplicar menos de 3 o ninguna acción de remediación
Consumo / afectación de recursos naturales (agua, suelo, vegetación, etc.)	1=El tratamiento requiere un alto consumo y afectación de recursos naturales	Requiere un consumo de agua superior a 500 litros/día y un desbosque u ocupación de suelo mayor de 0,01 ha
	2=El tratamiento requiere una afectación y uso bajo o moderado de recursos naturales	Requiere un consumo de agua entre 200 y 500 litros/día y un desbosque u ocupación de suelo entre 0,005 y 0,01 ha
	3=El tratamiento no requiere el uso de recursos naturales o es muy escaso su requerimiento	Requiere un consumo de agua menor a 200 litros/día y un desbosque u ocupación de suelo inferior a 0,005 ha
Riesgos Operacionales relacionados con la técnica	1=Los riesgos inherentes a las operaciones de la técnica de remediación son altos	Requiere de procedimientos de trabajo con la debida identificación y calificación de riesgos y peligros, por áreas de proceso. Manual de evaluación de riesgo para el uso de los equipos. Capacitación requerida al personal para labores específicas. Estrictas medidas de seguridad industrial. Uso de EPP especiales para determinados procesos. Implica incremento en los costos operativos de la tecnología (> 8 % del costo operativo)
	2=Se identifican riesgos inherentes a las operaciones de remediación	Requiere de procedimientos de trabajo con la debida identificación e interpretación de riesgos y peligros. Capacitación en seguridad. Estrictas medidas de seguridad industrial. Uso requerido de EPP. Implica un incremento medio en los costos operativos de la tecnología (5 – 8 % inversión)
	3=No se identifican riesgos o son identificados como muy bajos	Requiere de procedimientos de trabajo con la identificación de riesgos y peligros. Charla en seguridad requerida. Aplican medidas y normas básicas de seguridad industrial. Uso requerido de EPP. Implica un incremento bajo en los costos operativos de la tecnología (< 5 % inversión)
3. Aspectos logísticos		
Acceso al sitio	1=Alta dificultad de acceso al sitio	Implica la necesidad de construcción de accesos, mejoras de carreteras y existe una dependencia notable entre la accesibilidad y los eventos frecuentes de lluvia. Localización del sitio a más de 10 km de una CN o de una facilidad petrolera
	2=Dificultad de acceso al sitio	Deben mejorarse los accesos y las vías. El tránsito se complica con las lluvias. Localización entre 5 – 10 km de una CN o de una facilidad petrolera
	3=Ninguna o muy baja dificultad de acceso al sitio	Accesibilidad directa al sitio impactado desde la carretera. Transitabilidad pudiera ser afectada por las lluvias. Distancia a CN o facilidad petrolera menor a 5 km

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
Requerimiento de transporte (fluvial, marítimo)	1=Se requiere una compleja movilización y con alta frecuencia	Se requiere embarcaciones de gran tamaño (que soporten más de 20 ton de carga) y camiones con capacidad similar para para el traslado de equipos vía fluvial y terrestre. Se requiere el traslado de combustible, agua o insumos para la obra diariamente
	2=No requiere una compleja movilización, y poco frecuente	Se requiere embarcaciones de tamaño medio (que soporten entre 10 y 20 ton de carga) y camiones con capacidad similar para para el traslado de equipos vía fluvial y terrestre. Se requiere el traslado de combustible, agua o insumos para la obra al menos cada 2 días
	3=Se requiere baja o ninguna movilización	Se requiere embarcaciones que soporten hasta 10 ton de carga y camiones con capacidad similar para para el traslado de equipos vía fluvial y terrestre. Se requiere el traslado de combustible, agua o insumos para la obra al menos una vez a la semana
Requerimiento y tipo de equipo	1=Se requiere un gran número de equipo, incluyendo maquinarias pesada	Se requiere en la operación el uso de más de 2 equipos pesados (por ejemplo, retroexcavadoras), más de 3 equipos medios (bocat, cisternas, trompo de mezcla) y más de 5 pick up
	2=Se requiere un bajo número de equipo y muy poca o ninguna maquinaria pesada	Se requiere en la operación el uso de 1 a 2 equipos pesados (por ejemplo, retroexcavadoras), de 2 a 3 equipos medios (bocat, cisternas, trompo de mezcla) y de 3 a 5 pick up
	3=Se requiere poco o ningún equipo	Se requiere en la operación el uso de 1 equipo pesado (por ejemplo, retroexcavadoras), menos de 2 equipos medios (bocat, cisternas, trompo de mezcla) y de 2 a 3 pick up
Servicios de apoyo	1=Se requiere un alto requerimiento de servicios de apoyo (contratistas, proveedores, etc.)	Más de 15 contrataciones de proveedores, servicios de apoyo o contratistas
	2=Se requiere servicios de apoyo (contratistas, proveedores, etc.)	Más de 10 a 15 contrataciones de proveedores, servicios de apoyo o contratistas
	3=Se requiere poco o ningún equipo servicio de apoyo	Menos de 10 contrataciones de proveedores, servicios de apoyo o contratistas
Tipo y fuentes de energía	1=Se requiere un alto volumen y de fuentes de energía (combustible, eléctrica o gas)	Consumo de combustible mayor a 1000 litros/día y de energía eléctrica mayor 10 kw/día
	2=Se requiere un volumen manejable de energía	Consumo de combustible entre 500 y 1000 litros/día y de energía eléctrica entre 5 y 10 kw/día
	3=Se requiere poco o ninguna fuente de energía	Consumo de combustible inferior a 500 litros/día y de energía eléctrica menor a 5 kw/día
4. Aspectos Sociales		
Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.)	1=Si la técnica de remediación presenta un Riesgo Alto a los receptores	Si existiese una alta probabilidad de que los receptores, humanos o ecológicos, pudieran verse afectados por las operaciones de la remediación, y que dicha afectación pudiera requerir la consideración de posibles acciones correctivas, previo a su aplicación, lo cual conlleva a un incremento en los costos operativos (> 5%)

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
	2=Si la técnica de remediación presenta un Riesgo Leve o Aceptable a los receptores	Si existiese probabilidad media de que los receptores, humanos o ecológicos, pudieran verse afectados por las operaciones de la remediación, y que dicha afectación pudiera requerir o no la consideración de posibles acciones correctivas, previo a su aplicación, lo cual conlleva a un incremento en los costos operativos (< 5%)
	3=Si la técnica de remediación presenta un Riesgo Mínimo o nulo a los receptores	Si existiese una baja o nula probabilidad de que los receptores, humanos o ecológicos, pudieran verse afectados por las operaciones de la remediación. No se requiere la consideración de acciones correctivas
Tiempo de respuesta de la técnica remediación	1=El tiempo requerido para la remediación puede variar de 2 a más años 2=El tiempo requerido para la remediación puede variar de meses hasta 2 años 3=El tiempo requerido para la remediación puede variar entre semanas a meses	Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
Generación de empleo local	1=No se requiere mano de obra local o muy poca en caso necesitarlo (menos del 15% del total de personal) 2=Se requiere la participación de mano de obra local (entre 15 y 25% del total de personal) 3=Se requiere mano de obra local (mayor del 30% del total de personal)	Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
Contratación de servicios locales	1=No se requiere servicios o proveedores locales o servicios muy puntuales	La operación de los equipos está altamente automatizada y no requiere de una baja contratación de apoyos locales (< 5 empleados) o de servicios (< 3)
	2=Se requiere el apoyo de proveedores locales, pero en forma muy temporal	La operación de los equipos requiere de una media contratación de apoyos locales (5-10 empleados) o de servicios (< 4)
	3=Se requiere el apoyo de proveedores y servicios locales en forma continua durante el proceso de remediación	La operación de los equipos requiere de una alta contratación de apoyos locales (> 10 empleados) o de servicios (> 5)
Percepción de la remediación por la comunidad	1=Se presenta una percepción negativa de la remediación por parte de la comunidad.	Se piensa que la comunidad no estaría de acuerdo con la aplicación de la tecnología por desconocimiento o por las posibles implicaciones de la solución o porque no lo ven como una solución a sus problemas de contaminación. No es tangible la acción de remediación
	2=Se presenta opiniones variadas en cuanto a la técnica de remediación.	La comunidad pudiera no estar de acuerdo con la aplicación de la tecnología por desconocimiento o por las posibles implicaciones de la solución o porque no lo ven como una solución a sus problemas de contaminación, pero con una adecuada y asertiva estrategia de comunicación y socialización pudiera ser aplicada. La acción de remediación es medianamente tangible
	3=Se presenta una percepción positiva de la técnica por parte de la comunidad.	La comunidad seguramente estará de acuerdo con la aplicación de la tecnología ya que lo verían como una solución a sus problemas de contaminación. Es tangible la acción de remediación

Cuadro 5-5 Aspectos, variables y ponderación por sitio

Aspectos	Criterios	Justificación selección valor criterio
5. Aspectos económicos		
Nivel de inversión*	1=Los costos de tratamiento superan los \$1000 /m ³ de elemento a remediar. 2=Los costos de tratamiento ascienden entre \$250 y \$1000 /m ³ de elemento a remediar. 3=Los costos de tratamiento ascienden a un monto menor a \$250/m ³ de elemento a remediar.	Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
Costos de movilización de equipos (transporte, etc.)	1=Los costos de movilización son muy elevados (superan el 30% el presupuesto) 2=Los costos de movilización son moderados (varían entre 15 y 30% del presupuesto) 3=No requiere inversión para movilización o son muy bajos menores (menos del 15% del presupuesto)	Criterios de carácter objetivo. No requieren mayor detalle
Costos de mantenimiento o vigilancia durante y post remediación	1=Los costos de mantenimiento o vigilancia son muy elevados	Los costos superan el 0,05 % de la inversión total de la remediación
	2=Los costos de mantenimiento o vigilancia son moderados	Los costos están entre 0,01 y el 0,05 % de la inversión total de la remediación
	3=No requiere inversión para mantenimiento o vigilancia o son muy bajos menores	Los costos son inferiores al 0,01 % de la inversión total de la remediación

*Aplica para cada componente.

Adaptado de la Guía para la elaboración del PDS (MINAM), Practice Guide for Investigation and Remediation of Contaminated Land (2011), Chan-Quijano et al (2015) y Roqueta (2016) (*).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Ponderación de aspectos y atributos

Una vez seleccionados los aspectos y atributos a considerar en la matriz de evaluación, es necesario asignar ponderaciones, lo cual permite dar mayor valoración en aquellos aspectos y atributos que tienen mayor influencia en la selección de la técnica de remediación.

Cabe señalar que, debido a las características sociales del proyecto y la relevante participación e influencia que tienen los diferentes actores sociales (comunidades, federaciones, etc.) para el desarrollo presente y futuro de remediación, se ha considerado darle mayor peso al aspecto social (30 %), seguido por el aspecto ambiental (25 %), mientras los aspectos técnicos, logísticos y económicos poseen una valoración más baja (15 %).

El Cuadro 5-6 presenta la matriz modelo con los porcentajes de ponderación respectivo y el Cuadro 5-7 la matriz aplicada para las técnicas preliminarmente seleccionadas para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Para efectos de la valoración de tecnologías se puntualiza el alcance de las acciones como se describen a continuación:

- *in situ*: toda aplicación de una tecnología o metodología de remediación que se efectúa directamente sobre el sitio impactado.
- *ex situ*: toda aplicación de una tecnología o método de remediación que se efectúa o se ejecuta en otro sitio distinto al impactado

Cuadro 5-6

Tipo de técnica de Remediación			Procedimientos físicoquímicos												
			Separación electrocinética		Lavado de suelos (soil flushing)		Extracción química		Solidificación / Estabilización				Aislamiento con geomembrana		
									in situ		ex situ				in situ
Aspectos y atributos		%	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	
			ex situ												
1. Aspectos Ambientales			25	19,98		19,10		18,33		18,27		24,17		23,33	
Eficiencia con respecto a los objetivos de remediación			40	2	26,67	2	26,67	1	13,33	2	26,67	3	40,00	3	40,00
Riesgo asociado al componente ambiental			35		33,25		29,75		35,00		29,75		35,00		35,00
Agua			30	3	30,00	2	20,00	3	30,00	2	20,00	3	30,00	3	30,00
Aire			5	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00	3	5,00
Suelo			15	2	10,00	2	10,00	3	15,00	2	10,00	3	15,00	3	15,00
Sedimento			20	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00
Hidrobiológico			30	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00
Grado de Monitoreo ambiental requerido post remediación			15	2	10,00	2	10,00	3	15,00	2	10,00	3	15,00	3	15,00
Requerimiento de autorizaciones previas en la implementación de las acciones de remediación			10	3	10,00	3	10,00	3	10,00	2	6,67	2	6,67	1	3,33
2. Aspectos Técnicos / Ingeniería			15		11,25		10,50		10,00		12,25		12,25		13,25
Grado y tipo de contaminación			20	2	13,33	2	13,33	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00
Acondicionamiento del material			10	3	10,00	3	10,00	2	6,67	2	6,67	2	6,67	3	10,00
Generación de residuos			15	3	15,00	3	15,00	2	10,00	3	15,00	3	15,00	3	15,00
Área requerida de la instalación			10	2	6,67	2	6,67	1	3,33	3	10,00	1	3,33	1	3,33
Nivel de experiencia en la aplicación de la técnica			10	1	3,33	2	6,67	1	3,33	2	6,67	2	6,67	3	10,00
Requerimiento de acciones complementarias post remediación			10	2	6,67	2	6,67	2	6,67	2	6,67	3	10,00	3	10,00
Consumo/afectación de recursos naturales (agua, suelo, etc.)			15	2	10,00	1	5,00	2	10,00	2	10,00	2	10,00	2	10,00
Riesgos Operacionales relacionados con la técnica			10	3	10,00	2	6,67	2	6,67	2	6,67	3	10,00	3	10,00
3. Aspectos logísticos			15		12,25		11,50		12,25		12,25		12,25		13,00

PPY 1801 – PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Cuadro 5-6 Evaluación de alternativas de remediación del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya)

Tipo de técnica de Remediación			Procedimientos fisicoquímicos											
			Separación electrocinética		Lavado de suelos (soil flushing)		Extracción química		Solidificación / Estabilización				Aislamiento con geomembrana	
									in situ		ex situ			
Aspectos y atributos		%	in situ		ex situ		in situ		ex situ		ex situ			
			Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.	Valor	Valor Pond.		
Acceso al sitio impactado		20	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00	3	20,00		
Requerimiento transporte (fluvial, marítimo)		25	3	25,00	3	25,00	3	25,00	3	25,00	2	16,67		
Requerimiento y tipo de equipo		20	2	13,33	2	13,33	2	13,33	2	13,33	3	20,00		
Requerimientos en servicios de apoyo		20	2	13,33	2	13,33	2	13,33	2	13,33	3	20,00		
Tipo y fuentes de energía		15	2	10,00	1	5,00	2	10,00	2	10,00	2	10,00		
4. Aspectos Sociales		30		24,50		24,50		28,50		26,00		30,00		
Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.)		30	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00	3	30,00		
Tiempo de respuesta de la técnica remediación		15	2	10,00	2	10,00	3	15,00	3	15,00	3	15,00		
Generación de empleo local		25	2	16,67	2	16,67	3	25,00	2	16,67	3	25,00		
Contratación de servicios locales		15	2	10,00	2	10,00	2	10,00	2	10,00	3	15,00		
Percepción de la remediación por la comunidad		15	3	15,00	3	15,00	3	15,00	3	15,00	3	15,00		
5. Aspectos económicos		15		13,75		13,75		12,50		12,50		7,50		
Nivel de inversión		50	3	50,00	3	50,00	2	33,33	3	50,00	2	16,67		
Costos de movilización de equipos (transporte, etc.)		25	2	16,67	2	16,67	3	25,00	2	16,67	2	16,67		
Costos de mantenimiento o vigilancia durante y post remediación		25	3	25,00	3	25,00	3	25,00	2	16,67	3	16,67		
Total		100		81,73		79,35		81,58		81,27		87,08		

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Análisis de resultados de la matriz

Definidos los aspectos y atributos, con sus porcentajes de ponderación, se procede al llenado de la matriz para cada alternativa propuesta.

La columna “Valor” de la matriz se le asigna el número según lo presentado en el Cuadro 5-6; la cual el menor valor (1) representa la peor condición y el mayor valor (3) la mejor condición.

La columna “Valor Pond” se obtiene de la fórmula:

Para el caso de los atributos:

$$VAtr = (\% Pt \times Val) / 3$$

Donde:

- VAtr: Valor ponderado del Atributo.
- % Pt: Porcentaje de ponderación asignado al atributo (establecido en la matriz previamente, ver Cuadro 5-6).
- Val: Valor que se debe asignar al atributo según técnica a evaluar, el menor valor es 1 (peor condición) y el mayor es 3 (mejor condición) (ver Cuadro 5-5).
- 3: Número preestablecido, corresponde al mayor valor posible de asignar.

Para el caso de los aspectos:

$$VAsp = ((\sum VAtr) \times \% Pa) / 100$$

Donde:

- VAsp: Valor ponderado del Aspecto.
- $\sum VAtr$: Sumatoria de los valores ponderados de los atributos.
- % Pa: Porcentaje de ponderación asignado al aspecto (establecido en la matriz previamente, ver Cuadro 5-6).

El Valor Total corresponde a la sumatoria de los porcentajes ponderados, este valor debe encontrarse en el rango de 100 y 33,33, correspondiente al valor máximo y el valor mínimo posible respectivamente.

El análisis conjunto de los resultados de la matriz, sumado a las interpretaciones y análisis de los especialistas que han venido laborando en el proyecto dará lugar a las mejores alternativas de remediación para el manejo del sitio impactado.

Cabe señalar, que cada alternativa es evaluada en la matriz considerando su aplicación tanto *in situ* como *ex situ*, cuando corresponda ambas alternativas.

El Cuadro 5.7 presenta el resultado de la ponderación de las alternativas.

Cuadro 5-7 Resultados de alternativas de matriz del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

No.	Alternativa	Valor ponderado obtenido
1	Separación electrocinética <i>in situ</i>	81,73
2	Inundación de suelos (<i>soil flushing</i>) <i>in situ</i>	79,35
3	Extracción química <i>ex situ</i>	81,58
4	Solidificación/Estabilización <i>in situ</i>	81,27
5	Solidificación/Estabilización <i>ex situ</i>	85,92
6	Aislamiento con geomembrana <i>ex situ</i>	87,08

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Con base en los resultados obtenidos de la matriz, se seleccionan las tres primeras alternativas que obtuvieron los más altos valores de ponderación para proseguir su evaluación final.

• Selección de alternativa

Con base en las tres (3) primeras alternativas resultantes de la matriz de evaluación, se procede con un análisis costo/efectividad considerando las experiencias o resultados similares que permitirán determinar finalmente, la mejor alternativa.

- Aislamiento con geomembrana *ex situ*
- Solidificación/estabilización *ex situ*
- Separación electrocinética *in situ*

5.5.3 Resultados de ensayos de laboratorio y/o ensayo piloto similares.

Bajo una selección preliminar de tecnologías posibles para el tratamiento de los elementos contaminantes de preocupación que se encuentran en el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se presenta una breve descripción de las experiencias o ensayos pilotos similares con base en una revisión bibliográfica, ya sea internacional o nacional, sobre el uso y la efectividad de estas técnicas de remediación.

A. Aislamiento con geomembrana

Infraestructura y/o instalación de seguridad diseñada para contener residuos potencialmente peligrosos para la salud humana y el ambiente. El propósito del acondicionamiento del área que ocupa el botadero hacia un relleno sanitario o de seguridad es reducir la potencial migración de contaminantes (percolación o infiltración, por ejemplo) a través del subsuelo. Son utilizadas para el control directo sobre la fuente.

Existen múltiples experiencias en diferentes localidades a nivel mundial acerca del desarrollo de metodologías de aislamiento de materiales peligrosos en rellenos de seguridad. No obstante, son muy pocas las experiencias de desarrollo de estos métodos de contención/confinamiento en selva, más sí la construcción de rellenos sanitarios para residuos de origen doméstico (no peligrosos). Perú, para el 2018 cuenta con al menos 4 experiencias de rellenos sanitarios en selva (Dirección General de Educación, Ciudadanía e Información Ambiental), pero no cuenta con infraestructura de aislamiento/confinamiento tipo relleno de seguridad en esta particular región.

La aplicación de esta tecnología no requiere de ensayos de laboratorio o piloto para su aplicación, más sí de una aprobación de la selección del sitio para el aislamiento con geomembrana por parte de la autoridad encargada en la municipalidad provincial en coordinación con la distrital. Por otro lado, los aislamientos (en este caso aislamiento con geomembrana) que se implementen dentro de las instalaciones industriales o productivas, áreas de concesión o lote del titular deben contemplar como mínimo los aspectos relacionados a la impermeabilización de base y taludes, manejo de lixiviados y chimeneas. Igualmente requiere la extracción del material para su colocación en el espacio o terreno/excavación adecuada para el aislamiento/confinamiento del material contaminado.

La Refinería Talara se encuentra ubicada en Talara, región Piura – Perú, la cual es una sede de Petróleos del Perú – Petroperú S.A. donde se desarrolla el proceso de refinación de crudo para su posterior comercialización, dentro de sus actividades y operaciones, son frecuentes los incidentes como derrames en el suelo, el cual comúnmente es retirado y trasladado con destino final al relleno de seguridad Milla Seis donde es confinado como residuo peligroso.

Como otras experiencias nacionales en rellenos de seguridad se tiene:

- Are Yaku Pacha SAC, ubicado en Pampas de Congora km 7,5 Carretera Piura-Paita, distrito de Catacaos y Miguel Checa, provincia de Piura y Sullana, región Piura.
- Relleno Taris S.A. (anterior Befesa Perú), ubicado en Panamericana Sur km 59, Quebrada Chutana km 4,5. Distrito de Chilca, provincia de Cañete, Dpto. de Lima.
- Relima Ambiental S.A, ubicado a la altura del km 39 de la Panamericana Sur, distrito de Lurín. Provincia de Lima. Dpto. de Lima.
- Petramás, ubicado en Quebrada de Huaycoloro, km 7, distrito de San Antonio, provincia de Huarochirí, Dpto. de Lima.

B. Solidificación/estabilización

La Estabilización/Solidificación es un proceso de tratamiento de residuos peligrosos ideado para mejorar la manipulación y propiedades físicas de los residuos peligrosos, o para limitar la solubilidad (lixiviabilidad) de los constituyentes peligrosos de los residuos peligrosos. Como resultado los contaminantes terminan físicamente unidos o encerrados dentro de una masa que los contiene (solidificación), o se les induce a reaccionar químicamente con un agente estabilizante para reducir su movilidad (estabilización). Las técnicas de Estabilización/Solidificación (E/S) están consideradas como la mejor tecnología disponible para el tratamiento de residuos, cuyo principal problema es la presencia de metales pesados.

La aplicación de esta tecnología se presenta en su alternativa *ex situ* (*off site*). Es decir que el material debe ser extraído del sitio impactado y traslado hasta un área acondicionada para su tratamiento.

Las tecnologías de solidificación/estabilización han sido ampliamente utilizadas a nivel mundial. Debido a la importancia que está adquiriendo esta tecnología mundialmente para el tratamiento de los residuos industriales y de suelos contaminados, la EPA la considera como la mejor tecnología disponible y demostrada, BDAT (*Best Demonstrated Available Technology*).

En el Perú se mencionan como relevantes las siguientes experiencias:

- **Remediación de suelos y aguas subterráneas por contaminación de hidrocarburos en los terminales de Mollendo y Salaverry de la Costa Peruana.** Los emplazamientos se ubican a 200 m de la orilla de playa del litoral peruano, con el objetivo de la remediación

de suelos y aguas subterráneas, debido a la contaminación por hidrocarburos, que generan un gran impacto al medio ambiente y daños a la salud humana. Los Terminales de Mollendo y Salaverry tienen en promedio un suelo arenoso de grano fino a medio. El trabajo se centró en establecer los criterios para la elección de una técnica de remediación y toda la metodología de las técnicas elegidas para la remediación de suelos y aguas subterráneas contaminadas, teniendo la planificación, operación, evaluación del proceso y obtención de resultados. Para el Terminal de Mollendo se proyectó la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos, del área "X". La técnica de remediación elegida fue de Solidificación – Estabilización (Encapsulamiento).

- **Eliminación de sedimentos, borra y tierras contaminadas en operaciones norte. Petróleos del Perú – Petroperú S.A.** Consistió en la eliminación de sedimentos, borra y tierras contaminadas de hidrocarburos pesados, y su tratamiento con materiales limpios y confinamiento en el Relleno Industrial de Milla Seis Talara
- **Solidificación / estabilización de residuos orgánicos mediante granulación con sepiolita.** Se estudia un proceso de solidificación/estabilización utilizando una arcilla tipo sepiolita, para tratar diversos tipos de residuos industriales que contenían contaminantes orgánicos considerados tóxicos y peligrosos. Como resultado del procedimiento desarrollado se llegó a obtener dos tipos de materiales finales: Un sólido granulado, de baja humedad y punto de inflamación próximo a 100°C. Un combustible de residuo (CDR) que podría ser revalorizado energéticamente en la producción del clinker.
- **Síntesis de nanocompuestos poliméricos a partir de arcillas orgánicamente modificadas.** Se utilizaron arcillas como sistemas adsorbentes por su alta área superficial específica y su capacidad de adsorción de moléculas orgánicas. Estudio que se centró en el tratamiento orgánico para modificar una arcilla bentonita.

Existen ejemplos de la aplicación del material que tiene lugar a partir de la E/S, donde se ha comprobado correctamente y bajo un protocolo determinado, la imposibilidad de que los contaminantes se movilicen de la matriz cementada. Igualmente, dejar el material en sitio, una vez el proceso de E/S ha tenido lugar es también una práctica común. A continuación, se refieren dos ejemplos de uso de material contaminante estabilizado bajo la técnica de E/S:

- Reúso de material estabilizado y solidificado en la antigua facilidad de tratamiento de madera, en el puerto Newark en Nueva Jersey, USA. En esta oportunidad se aplicó esta metodología para inmovilizar As, Cr y PAHs, para el manejo de 17.000 m³ de suelo in situ y 20.000 m³ ex situ. Este último fue colocado como base cementada para la construcción de la nueva área de almacenamiento de la facilidad portuaria.
- Reúso de los sedimentos del Puerto de Nueva York. En este caso más de 2,3 MM de metros cúbicos de sedimentos fueron tratados bajo esta metodología de E/S para inmovilizar metales pesados, dioxinas, PCB y otros compuestos orgánicos que se encontraban en los sedimentos. Gracias al tratamiento con E/S el material contaminado pasó de ser un pasivo ambiental a ser un valorable material para el relleno de un vertedero, dando estabilidad a este con el objeto de poder desarrollar esta área.

Otras experiencias se resumen en Cuadro 5-8 y Cuadro 5-9.

Cuadro 5-8 Ejemplos en USA de la aplicación de la E/S como técnica para la inmovilización de residuos contaminantes peligrosos

Nombre del sitio/ Contacto	Tecnología/ Vendedor	Tratamiento (matriz)	Contaminantes tratados	Parámetros de operación	Manipulación de materiales	Gestión de residuos	comentarios
DEMOSTRACIÓN DE LA EPA SITIO Robins AFB, Macon, GA 1/08/1991 Terry Lyons (513) 569-7589	Solidificación / estabilización	Suelos y lodos	Orgánicos e inorgánicos	Utiliza agentes de unión de propiedad	Residuos de gran tamaño deben ser evaluados previamente	Monolito de alta resistencia no lixiviable	Proceso puede ser aplicado in situ.
DEMOSTRACIÓN DE LA EPA SITIO Pressure testing Selma, CA 1/11/1990 Edward Bates (513) 569-7774	Solidificación / estabilización con compuestos de silicato	Suelos y lodos	Orgánicos e inorgánicos	Compuestos de silicato	Separación y pretratamiento de materiales gruesos y finos	Concentraciones de clorofenoles (PCP) de lixiviado reducen hasta un 96%. As, Cr y Cu se inmovilizaron.	Aplicado a una amplia variedad de suelos peligrosos, lodos y aguas residuales.
DEMOSTRACIÓN DE LA EPA SITIO Equipo portátil. Salvage Co. Clackamas, OR 1/09/1989 Edwin Barth (513) 569-7669	Proceso Chemfix - solidificación / estabilización	Suelos y lodos	Residuo sólido	Utiliza silicatos solubles y agentes de silicato-sedimentadores	Mezclar residuos con alúmina seca, calcio, y reactivos a base de sílice	Produce sólidos friables. Extracciones de TCLP de Cu y Pb fueron reducidos en un 94-99%	Aplicable a los residuos galvanoplastia, arcos eléctricos y polvo de horno.
Imperial Oil Co./Champion Chemical Co. Sitio Superfondo Morganville, NJ 1/12/1988 S. Jackson Hubbard (513) 569-7507	Proceso Soliditech solidificación / estabilización	Suelos y lodos	Inorgánicos y orgánicos, metales, minerales, grasa	Añadir agua, Urrichem (aditivos patentados), y material puzolánico (cenizas volantes o polvo del horno)	Cribado o cernido de residuos e introducidos en una mezcladora tipo batch (lote).	Metales pesados en residuos no tratados fueron inmovilizados. COVs no fueron detectados en los residuos tratados.	pH de los residuos variaba de 3.4 a 7.9. Residuos tratados alcanzaban pH de 11.7 a 12.
Davis-Monthan AFB. Brad Jones (402) 221-4488	Solidificación / estabilización	Escoria y suelo contaminado con escoria	Cd, Cr y Pb	Escoria y suelo contaminado con escoria fueron mezclados con 10% de cemento y 5% de cal en una mezcladora.		Superó la prueba de lixiviados (TCLP) para todos los contaminantes.	Costo: \$ 135 por metro cúbico.

Cuadro 5-9 Otros ejemplos en USA de la aplicación de la E/S como técnica para la inmovilización de residuos contaminantes peligrosos

Site/ contractor	Contaminant (concentration)	Treatment volume	Physical form	Chemical pretreat- ment Y/N	Binder	Percentage binder(s) added	Treatment (batch/ continuous in situ)	Disposal (onsite/ offsite)	Volume increase, %	Scale of operation
Independent, Nail, SC, Region IV	Zn, Cr, Cd, Ni	6,600 yd ³	Solid/soils	N	Portlant cement	20%	Batch plant	Onsite	>Small	Full scale (de- listing in progress
Midwest, U.S. Plating Company, Envrirte	Cu, Cr, Ni	16,000 yd ³	Sludge	N	Portland cement	20%	In situ	Onsite	>0	Full scale
Unnamed, ENRECO	Pb/soil 2-100 ppm	7,000 yrd ³	Solid/soils	N	Portland cement and proprietary	Cement (15-20%) proprietary (5%)	In situ	Landfill	Mass >20% (volume >30-35%)	Full scale
Marathon Steel, Phoenix, AZ Silicat, Tech.	Pb, Cd	150,000 yd ³	Dry - landfill	N	Portland cement and silicates (Toxsorb) TM	Varied 7-15% (cement)	Concrete batch plant	Landfill	NA	Full scale
Alaska Refinery HAZCON	Oil/oil sludges	2,300 yd ³	Sludges, variable	Y	Portland cement and proprietary	Varied 50+	Concrete batch plant	Onsite	>35%	Full scale
Unnamed, Kentucky, ENRECO	Vinyl chloride Ethylene dichloride	180,000 yd ³	Sludges, variable	Y	Portland cement and proprietary	Varied 25 +	In situ	Onsite (2 secure cells built on site)	>7-9%	Full scale
N.E. Refinery ENRECO	Oil sludges, Pb, Cr, As	100,000 yd ³	Sludges, variable	N	Kiln dust (high CaO content)	Varied, 15-30%	In situ	Onsite	>Varied, ~20% average	Full scale
Velsicol Chemical Memphis Env. Centre	Pesticides and organics (resins, etc.) up to 45% organic	20,000,000 gallons	Sludges, variable	N	Portland cement and kiln dust, proprietary	Varied (cement 5-15%)	In situ	Onsite	>Varied ~10% or less	Full scale
Amoco Wood River Chemfix	Oil/solids Cd, Cr, Pb	90,000,000 gallons	Sludges	Y	Chemfix proprietary	NA, proprietary	Continuous flow (pro- prietary process)	Onsite	Average 15%	Full scale (site delisted 1985)

Site/ contractor	Contaminant (concentration)	Treatment volume	Physical form	Chemical pretreat- ment Y/N	Binder	Percentage binder(s) added	Treatment (batch/ continuous in situ)	Disposal (onsite/ offsite)	Volume increase, %	Scale of operation
Pepper Steel & Alloy, Miami, FL VFL Technology Corporation	Oil sat: soil Pb - 1000 ppm PCB's - 200 ppm As - 1-200 ppm	62,000 yd ³ (plus 5000 tons of surface debris)	Soils	Y	Pozzolanic and proprietary	~30%	Continuous feed (mixer proprietary) design	Onsite	~1%	Full scale
Vickery, Ohio Chemical Waste Management	Waste acid PCB's (<500 ppm), dioxins	~235,000 yd ³	Sludges (viscous)	Y	Lime and kiln dust	~15% CaO ~5% kiln dust	In situ	Onsite (TSCA cells)	>~9%+	Full scale
Wood Treating, Savannah, GA Geo-Con, Inc.	Creosote wastes	12,000 yd ³	Sludges	Y	Kiln dust	20%	In situ	Onsite lined cells	>~14%	Full scale
Wyandotte, MI Treatment Plant Chem Met	Various/combined	20 million gal/yr	Various	N	Lime		Continuous	Offsite (secure landfill)		In-plant process
Chem Refinery, TX HAZCON	Combined metals, sulfur, oil sludges, etc.	90,000 gal. (445 yd ³)	Sludges (synthetic oil sludges)	N	Portland cement and proprietary	NA	Continuous flow	Onsite (secure landfill)	>Estimated 10%	Full scale
Chicago Waste Hauling, American Colloid	Metals: Cr, Pb, Ba, Hg, Ag	55 gallon/ batch (bench study)	Various		Proprietary	10-40%	Batch mix (pug mill)	NA	>Variable	Bench scale
API sep. sludge, Puerto Rico, HAZCON	API separator sludges	100 yd ³	Sludges	N	Portland cement and proprietary	50% cement ~4% pro- prietary	Concrete batch plant	Offsite secure landfill	>~4-5%	Full scale
Metalplating, WI, Geo-Con, Inc.	Al - 9500 ppm Ni - 750 ppm Cr - 220 ppm Cu - 2000 ppm	3000 yd ³	Sludges	N	Lime	10-25%	In situ	Onsite landfill	>4-10%	Full scale
James River Site Virginia	Kepone contaminated sediments		Wet soil sludges	N	Cement-base, thermoplastic, polymer	Various	Various		NA	Bench scale only

Site/ contractor	Contaminant (concentration)	Treatment volume	Physical form	Chemical pretreat- ment Y/N	Binder	Percentage binder(s) added	Treatment (batch/ continuous in situ)	Disposal (onsite/ offsite)	Volume increase, %	Scale of operation
Massachusetts, American Reclamation Corporation	Oil/gasoline contaminated soils	Variable	Wet soil	Y	Bitumen	Variable	Batch	Used as road patch/ paving mate- rials	NA	Bench (pilot in process)
Saco Tannery Waste Pits, Maine/VFL Tech. Corporation	Cr (>50,000 ppm Pb (>1000 ppm) and organics	Varied	Sludge		Fly ash, quicklime	30% fly ash 10% quick lime	In-situ	Onsite	>15%	Pilot scale
Sand Springs Petro- chemical, Complex, OK/Arco	Sulfuric acid, and organics		Sludge		Fly ash, quicklime	Varied	Batch	Onsite		
John's Sludge Pit, KS/Terracon Consultants, Inc.	Pb, Cr, acid		Sludge		Cement kiln dust and fly ash	Varied	Batch		>Variable	Bench scale
Gold Coast, FL	VOC's and metals	1500 ^a yd ³	Soil					Onsite		
Gurley Pit, AR	PCB's and organics	432,470 ^a yd ³	Soil					Onsite		
Liquid Disposal Landfill, MI	PCB's, VOC's, heavy metals		Soil					Onsite		
Northern Engraving, WI	VOC's, organic, and inorganics	4400 ^a yd ³	Sludge					Onsite		
Mid South, AR	PAH's, organics, and inorganics	45,750 ^a yd ³	Soil					Onsite		
Hialeah, FL Geo-Con, Inc.	PCB's 0.800 ppm	300 yd ³ (7,000 yd ³ total)	Wet soil	N	HWT-20 TM (cement based)	15%	In situ	Onsite	>Small	Pilot scale

Site/ contractor	Contaminant (concentration)	Treatment volume	Physical form	Chemical pretreat- ment Y/N	Binder	Percentage binder(s) added	Treatment (batch/ continuous in situ)	Disposal (onsite/ offsite)	Volume increase, %	Scale of operation
Douglassville, PA HAZCON	Zn, 30-50 ppb Pb, 24,000 ppm PCB's, 50-80 ppm Phenol, 100 µg/liter Oil and grease	250,000 yd ^{3a}	Various soil/ sludges	N	Portland cement and proprietary	NA	Batch	NA	NA	Pilot scale
Portable Equipment, Clackamas, OR CHEMFIX	Pb, Cu, PCB's	40 yd ³	Soil	N	Cement, silicate	NA	Batch	NA	NA	Pilot scale
Imperial Oil Morganville, NJ Soliditech	PCB's	50 yd ³	Soil	N	Cement, proprietary	NA	Batch	NA	NA	Pilot scale

NA - Data not available

^a Total volume onsite.

Fuente: Stabilization/Solidification of CERCLA and RCRA wastes (EPA/625/6-89/022)

Para la EPA la E/S sigue siendo una de las principales y mayormente utilizadas tecnologías (25 % del total) para el manejo de materiales y residuos peligrosos. El método ha sido elegido como parte de la solución para más de 180 sitios del Superfondo en USA.

Como ensayos de laboratorio o pilotos, la aplicación de E/S requiere tres ensayos importantes para verificar el control de calidad del proceso:

- Formulación para la efectiva adición de cemento a la mezcla con suelo contaminado.
- Pruebas o ensayos (resistencia a la compresión de cilindros) - resistencia mecánica (para su uso en construcción).
- Cono de Abrams - Referido a la trabajabilidad del material (para su uso en construcción).
- Ensayos de lixiviados (EPA-1311).

C. Separación electrocinética

Esta tecnología de procesamiento de suelo *in situ* es principalmente una técnica de separación y eliminación para extraer contaminantes de los suelos. Elimina metales y contaminantes orgánicos, entre otros, de suelos en condiciones de baja permeabilidad y con presencia de arcillas, utilizando procesos electroquímicos y electrocinéticos para desorber y luego remover metales u otros contaminantes de carácter orgánico, con base en su polaridad. El principio de la remediación electrocinética se basa en la aplicación de una corriente continua de baja intensidad a través del suelo entre los electrodos de cerámica que se dividen en una matriz de cátodos y una matriz de ánodos. Esto moviliza especies cargadas, causando que los iones y el agua se muevan hacia los electrodos. Los iones metálicos, los iones de amonio y los compuestos orgánicos cargados positivamente se mueven hacia el cátodo. La corriente crea un frente ácido en el ánodo y un frente de base en el cátodo. Esta generación de condiciones ácidas *in situ* puede ayudar a movilizar contaminantes metálicos absorbidos para su transporte al sistema de recolección en el cátodo.

Los dos mecanismos principales que transportan contaminantes a través del suelo hacia uno u otro electrodo son electromigración y electroósmosis. En la electromigración, las partículas cargadas se transportan a través del sustrato. En contraste, la electroósmosis es el movimiento de un líquido que contiene iones en relación con una superficie cargada estacionaria. De los dos, la electromigración es el mecanismo principal para el proceso de ER. La tecnología electrocinética ha sido operada con fines de prueba y demostración a escala piloto y en escala completa en los diferentes sitios en los EE. UU. Igualmente se ha demostrado con éxito el proceso de remediación electrocinética *in situ* en Europa. En el Perú las experiencias en esta metodología son muy poco conocidas. No obstante, el proceso de remediación de suelo y agua de un proveedor de servicios de remediación foráneo utilizó en la selva un sistema de pulsos electrónicos controlados para acelerar los procesos involucrados en la descomposición de hidrocarburos, tanto en el suelo como en el agua. Menciona el proveedor que la tecnología es completamente amigable con el medio ambiente ya que no requiere el uso de sustancias químicas o componentes artificiales adicionales, ni afecta a la flora o fauna del área. La aplicación de esta fue crucial para resolver la contingencia ambiental causada por la fuga de petróleo crudo del oleoducto nor-peruano.

La empresa finlandesa LAMOR emplea una tecnología patentada denominada Eko-Grid, que consiste en un sistema de pulsos electrónicos controlados que aceleran los procesos de degradación de los hidrocarburos, tanto en el suelo como en el agua.

LAMOR utilizó EKO/GRID™ en el periodo 2014-2015 para remediar suelos contaminados con petróleo crudo en Ecuador. Las concentraciones de TPH inicialmente variaban entre 2,500 y

35,000 ppm (mg/kg) y la profundidad de la contaminación alcanzaba los cuatro (4) metros en ciertos lugares. El volumen tratado fue de 6,000 m³.

En Perú ocurrió un derrame de un ducto petrolero en el año 2014 que contaminó una superficie de 2 hectáreas. La empresa seleccionada para realizar la limpieza fue LAMOR, logró su objetivo combinando varias tecnologías de remediación con el objeto de optimizar la limpieza, entre las que se mencionan: lavado a presión y remoción mecánica de la vegetación impactada y posteriormente utilizó tratamiento EKO/GRID™ para oxidar los hidrocarburos remanentes en el suelo.

5.5.4 Análisis de costo/efectividad de las posibles alternativas.

Cabe señalar, que la efectividad se consigue cuando la relación entre los objetivos iniciales y los resultados obtenidos se hace óptima.

La relación costo/efectividad (ACE) permite evaluar y jerarquizar en función de sus costos y efectividad la técnica de remediación ambiental del sitio que cumpla con los objetivos iniciales planteados.

Se aclara que la ACE es diferentes al Análisis Costo/Beneficio (C/B), esta última tiene como objetivo, determinar si un proyecto es eficiente económicamente.

Las características de la metodología ACE son:

- Permite la evaluación de alternativas de técnicas en función de su costo y sus efectos con respecto al grado de remediación esperado.
- Se requiere una medida común de efectividad, en este caso el volumen estimado a remediar.
- Como resultado, se obtendría como resultado que la Alternativa “A” es más costo-efectiva que alternativa “B” considerando el mismo resultado.

Siguiendo con la metodología, se propone el uso de la siguiente fórmula para cada alternativa seleccionada:

$$ACE = E / C$$

$$E = (\% Efc \times Vtr) / tr$$

Donde:

- ACE: Relación costo/efectividad.
- E: Efectividad, que viene dado por:
 - % Efc: Porcentaje de efectividad de la técnica de remediación.
 - Vtr: Volumen total a remediar.
 - tr: Tiempo requerido.
- C: Costo de la técnica: el cual es estimado con base a la revisión bibliográfica.

Una vez obtenido el valor para cada alternativa, se selecciona aquella con menor valor (US\$) obtenido.

En este sentido, para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se determina cada valor para las potenciales alternativas seleccionadas:

A. Análisis costo-efectividad por alternativa tecnológica

- **Aislamiento con geomembrana:**

$$ACE = (\% 100 \times 4\,276,3 \text{ m}^3) \times 6 \text{ meses} / 300 \$$$

$$ACE = 2,38$$

- **Solidificación/estabilización:**

$$ACE = (\% 100 \times 4\,276,3 \text{ m}^3) \times 4 \text{ meses} / 250 \$$$

$$ACE = 4,28$$

- **Separación electrocinética:**

$$ACE = (\% 80 \times 4\,276,3 \text{ m}^3) \times 12 \text{ meses} / 150 \$$$

$$ACE = 1,90$$

Cuadro 5-10 Resumen de alternativa del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Tecnología remediación	Efectividad %	Volumen (m ³)	Tiempo (meses)	Costo (\$/m ³)
Aislamiento con geomembrana <i>ex situ</i>	100%	4276,3	6	300
Solidificación / Estabilización <i>ex situ</i>	100%	4276,3	4	250
Separación electrocinética <i>in situ</i>	80%	4276,3	12	150

Datos obtenidos del informe de caracterización

Tiempo de ejecución se considera con los equipos en sitio

El costo referido es el operacional (\$/m³)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

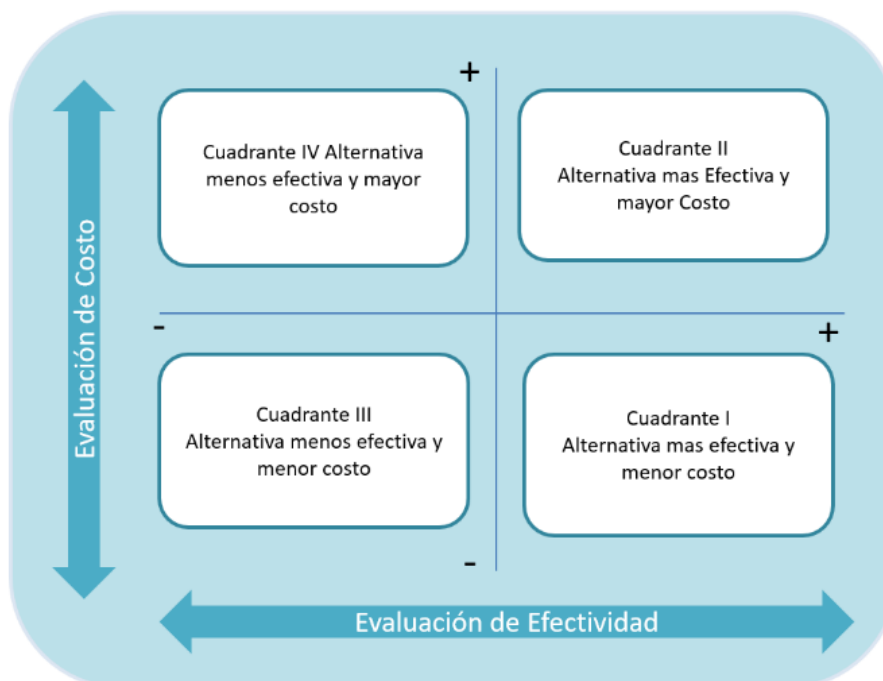
Cuadro 5-11 Resultados del análisis costo-efectividad del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Tecnología	E	C (US\$/ m ³)	ACE
Aislamiento con geomembrana <i>ex situ</i>	712,72	300	2,38
Solidificación / Estabilización <i>ex situ</i>	1 069,08	250	4,28
Separación electrocinética <i>in situ</i>	285,09	150	1,90

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

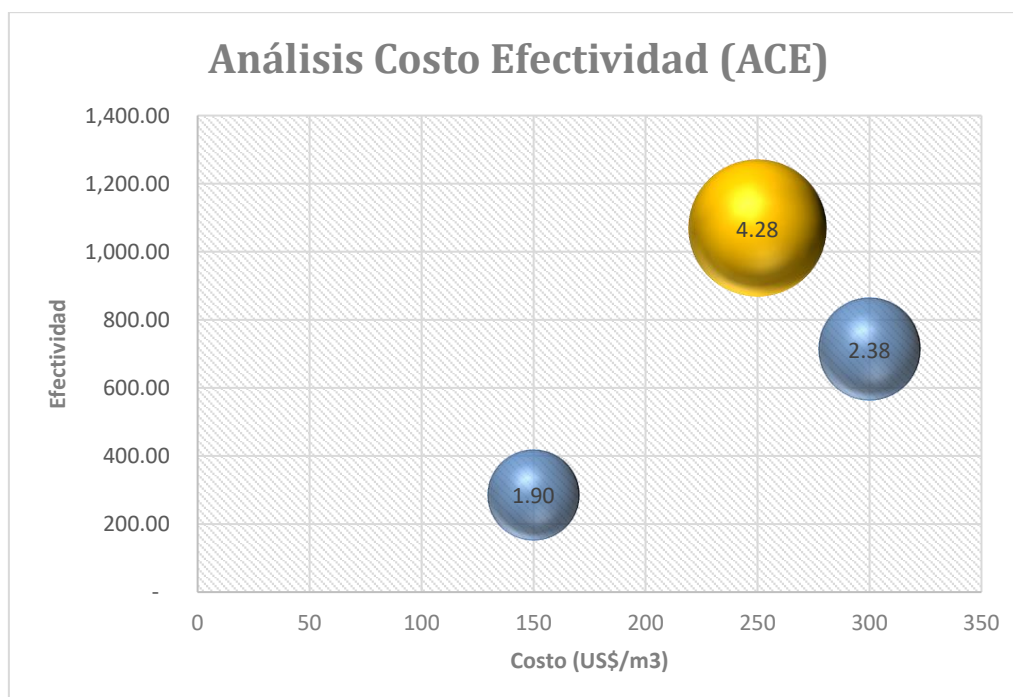
De acuerdo con el análisis costo-efectividad la alternativa más efectiva y con el menor costo resultó la **Solidificación/Estabilización**, la cual se ubica en el Cuadrante I de la Figura 5-5.

Figura 5-5 Relación costo-efectividad



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-6 Resultado Gráfico del ACE por técnica evaluada



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.5 Propuesta seleccionada de acciones de remediación.

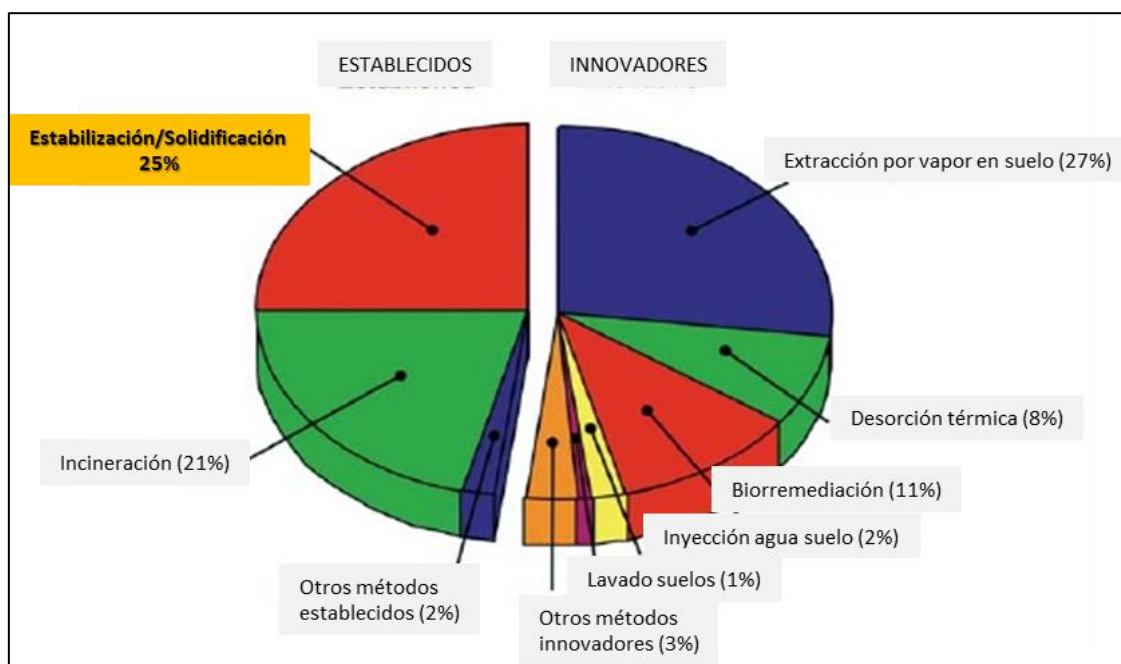
Como producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación, las cuales se desarrollan a lo largo de este documento, se determinó que la tecnología de **Estabilización/Solidificación (E/S)** resulta la más viable, técnica y económicamente para el tratamiento de suelos contaminados en el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

El tratamiento por E/S implica mezclar un reactivo de unión en el medio o material contaminado. Aunque los términos solidificación y estabilización suenan similares, describen diferentes efectos que los reactivos de unión crean para inmovilizar componentes peligrosos. Mientras la estabilización se refiere a los cambios químicos de los componentes peligrosos en un desecho; la solidificación se refiere a cambios en las propiedades físicas de un residuo. Los cambios deseados generalmente incluyen un aumento de la resistencia a la compresión, una disminución de la permeabilidad y la encapsulación de componentes peligrosos. Los cambios deseados incluyen la conversión de los constituyentes en una forma menos soluble, móvil o tóxica.

El cemento es especialmente adecuado para su uso como reactivo E/S para contaminantes metálicos. La mezcla de residuos peligrosos inorgánicos, en este caso metales, con cemento, seguido de agua para la hidratación, resulta en la formación de estructuras cristalinas que consisten en aluminosilicatos cálcicos que, sumado al elevado pH del cemento los metales son retenidos, por tanto, se reduce su movilidad por: (a) la formación de hidróxidos, carbonatos o silicatos insolubles; (b) sustitución del metal en una estructura mineral; y (c) encapsulación física. El tratamiento E/S también puede reducir la toxicidad de algunos metales pesados por cambios en el estado de valencia.

Por otro lado, es la tecnología más ampliamente utilizada como técnica de remediación para suelos y sedimentos con presencia de metales (Figura 5-7).

Figura 5-7 Frecuencia del uso de E/S en comparación con otras tecnologías



Fuente: Solidification/Stabilization Treatment and Examples of Use at Port Facilities. Charles M. Wilk

De acuerdo con la evaluación por juicio de expertos, matriz ponderada y análisis costo-efectividad, así como por los argumentos antes expuestos, para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se recomienda la Estabilización/Solidificación como técnica de remediación.

Sin embargo, para efectos de establecer una equilibrada acción de remediación, que contemple variables sociales, además de las técnicas y las económicas, se propone como esquema de remediación para el sitio impactado S0118 (Botadero Comunidad Olaya), la **combinación de la estabilización/solidificación (E/S) con el aislamiento con geomembrana** (el 70 % del suelo contaminado) y el aprovechamiento para obras de infraestructura en la CN José Olaya (el 30% del suelo contaminado).

5.5.6 Análisis de los riesgos operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo.

El proceso de estabilización/solidificación (E/S), especialmente la mezcla y el fresado de materiales de grano fino como cenizas volantes y el cemento, tiene la capacidad de generar emisiones fugitivas y polvo respirable. En determinadas condiciones, las emisiones fugitivas pueden presentar un problema de exposición potencial para el personal en el sitio y pueden potencialmente migrar más allá del área de trabajo y del límite del sitio. Se hace necesario identificar los equipos de protección personal y efectuar un control de polvos y particulados.

Las medidas y estándares para trabajos que implican la carga de materiales pesados, el ingreso en áreas de selva, el trabajo con maquinaria pesada, el almacenamiento de combustibles y químicos.

Se recomienda el desarrollo de un manual en Seguridad para la empresa que efectúe la remediación, que contemple los procesos asociados a la remediación por Estabilización/Solidificación y los riesgos y medidas de seguridad asociadas a cada uno. Este manual deberá contemplar las etapas o plan de acción para casos de emergencia y contingencias.

No obstante, de lo anterior se describen las siguientes consideraciones con relación a los riesgos operacionales por la aplicación de la tecnología de Estabilización/Solidificación:

A. Peligros físicos

- Descripción: durante la excavación del suelo, los trabajadores pueden resultar gravemente heridos por equipos pesados, como cargadores frontales, jardineras, rasquetas y otros equipos.

Control: El equipo pesado debe estar equipado con una alarma de respaldo que alerta a los trabajadores.

- Descripción: Las barrenas giratorias o las retroexcavadoras representan un peligro para los trabajadores ya que la ropa suelta puede enredarse con las barrenas giratorias.

Control: Toda la ropa suelta debe estar asegurada. Los trabajadores deben mantenerse alejados de los equipos giratorios y en movimiento.

- Descripción: Pueden existir riesgos de incendio y explosión cuando se usan retroexcavadoras u otros métodos de excavación si entran en contacto o rompen ductos o tuberías como líneas subterráneas.

Control: para controlar los riesgos de contacto con la red, identifique la ubicación de todas las tuberías subterráneas antes de la excavación.

- Descripción: los molinos y equipos similares utilizados para mezclar suelos pueden estar equipados con ejes de transmisión, ruedas dentadas, cadenas, poleas u otros mecanismos giratorios / giratorios sin protección. La exposición al equipo sin vigilancia puede hacer que los trabajadores se enreden.

Control: Todos los mecanismos de movimiento deben estar protegidos para evitar el contacto accidental. Los trabajadores deben operar el equipo solo cuando los guardias estén en su lugar, y usar el equipo de protección personal (PPE) y la ropa adecuados.

- Descripción: la E/S a veces puede provocar la desgasificación de sustancias peligrosas. Como ejemplo, cuando hay cantidades de magnesio presentes, la mezcla con cemento provocará la liberación de gas de hidrógeno de una reacción de agua-magnesio y presentará un riesgo de incendio o explosión. Esto puede ser un problema con la estabilización en tambores y otros recipientes.

Control: Las áreas de trabajo donde se lleva a cabo la estabilización deben estar bien ventiladas y monitoreadas según sea necesario para detectar gases explosivos.

- Descripción: el lavado a presión con vapor del equipo puede exponer a los trabajadores a peligros térmicos o de quemaduras, a los peligros de los ojos debido a los proyectiles voladores que se desprenden durante el lavado a presión, a los peligros de resbalones de las superficies mojadas y al ruido.

Control: las quemaduras térmicas se pueden prevenir usando guantes aislados (por ejemplo, guantes de tela de sílice). Las lesiones oculares y la pérdida de audición se pueden prevenir usando gafas de seguridad y protección auditiva durante las actividades de lavado a presión. El riesgo de resbalones puede ser controlado por trabajadores que usan botas antideslizantes y drenan el agua de la operación de descontaminación hacia un tanque o foso.

- Descripción: Durante las actividades en el sitio, los trabajadores pueden estar expuestos a la luz solar directa e indirecta y a calor intenso. Incluso la exposición a la luz solar a corto plazo puede causar quemaduras y daños dérmicos. La exposición a condiciones de calor y humedad también puede resultar en estrés por calor, que puede manifestarse como agotamiento por calor y golpe de calor.

Control: la exposición a la luz solar directa e indirecta se debe minimizar cuando sea posible en los meses de verano. Los trabajadores pueden minimizar la exposición directa al sol usando camisas de manga larga y pantalones largos, y aplicando protector solar con barrera UV. La exposición al estrés por calor puede minimizarse tomando descansos frecuentes, tomando líquidos adecuados y realizando trabajos durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde.

- Descripción: El equipo pesado (pequeño y grande) utilizado para las operaciones del sitio puede rodar en pendientes pronunciadas o en terrenos inestables, aplastando al operador.

Control: El ángulo de la pendiente debe estar diseñado para minimizar el potencial de vuelco. El contratista de construcción debe mantener condiciones de operación seguras para el equipo durante la construcción. El equipo pesado debe estar equipado con dispositivos de protección contra vuelcos (ROPS) y no debe operarse en pendientes pronunciadas o en terrenos inestables.

- Descripción: El levantamiento manual de objetos pesados puede exponer a los trabajadores a lesiones de espalda, brazos y hombros.

Control: No se debe exigir a los trabajadores que levanten cargas pesadas manualmente. Algunas cargas pueden requerir dos personas. Aplicar las técnicas de levantamiento adecuadas

- Descripción: El funcionamiento de los sistemas de solidificación / estabilización tanto in situ como ex situ puede presentar un riesgo de ruido para los trabajadores.

Control: Los trabajadores deben usar protección auditiva de acuerdo con los requisitos de Ley.

B. Peligros químicos

- Descripción: Durante las operaciones de excavación y mezcla (in situ o ex situ), los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos de inhalación / ingestión / dérmicos de polvos contaminados en el aire, compuestos orgánicos volátiles (VOC) y materiales de desecho.

Control: La generación de contaminantes en el aire puede reducirse mediante la aplicación periódica de agua a las áreas activas de excavación y mezcla. La selección de los tipos adecuados de EPP (por ejemplo, un respirador purificador de aire equipado con filtros / cartuchos aprobados [filtros HEPA para partículas, cartuchos OV para vapores o filtros / cartuchos combinados para protección doble] y protección ocular).

- Descripción: Se puede producir una mejora de la eliminación de gases de COVs como resultado del calor generado durante el proceso de estabilización. Además, los compuestos de amonio pueden liberar amoníaco cuando se mezclan con cemento. Los trabajadores pueden estar expuestos a COVs por inhalación o vías de exposición cutánea.

Control: La generación de COVs en el aire puede reducirse mediante la aplicación periódica de agua o espumas supresoras de emisiones a las áreas activas de excavación y mezcla.

C. Peligros biológicos

- Descripción: Los trabajadores pueden estar expuestos a una gran variedad de peligros biológicos, incluidas las serpientes, abejas, avispas, garrapatas, avispones y roedores, durante cualquier fase de la remediación.

Control: se deben realizar inspecciones periódicas del sitio para identificar nidos de insectos que pican y para detectar la presencia de serpientes. Las empresas de exterminio profesional deben ser consultadas para su eliminación. Se pueden usar repelentes contra insectos y garrapatas para controlar la exposición.

Adicionalmente, como parte de las medidas preventivas y correctivas requeridas para evitar accidentes durante el transporte de suelo contaminado o para controlar las emisiones al medio ambiente durante la excavación y retirada del suelo contaminado pueden ser:

- El suelo extraído producto de la excavación debe ser almacenado en un área temporal la cual debe cumplir con los requerimientos adecuados para tal fin.
- Las áreas de operación para el trasiego y tratamiento de suelos contaminados deben estar niveladas, para prevenir el encharcamiento; recubiertas con polietileno o arcilla, y provistas de diques o bermas, por ejemplo. También considerar el uso de un sistema de recubrimiento sintético.
- El área de descontaminación de equipos debe ser una superficie dura, en la que las aguas de lavado se retendrán mediante un bordillo perimetral y se recogerán por medio de una canaleta y un sumidero.

- Durante la operación se deben mantener bidones, bolsas u otros tipos de contenedores en lugares estratégicos de las áreas de trabajo y en los caminos de acceso, para su uso en la limpieza de en caso de derrames de contingencia de suelo contaminado.
- En el área almacenamiento de suelos contaminados, se debe construir alrededor del emplazamiento un sistema de desvío y recogida de las aguas de escorrentía superficial, así como poza de almacenamiento de las aguas de escorrentía contaminadas.
- Se debe contar con un procedimiento de inspección visual. Esta inspección permitirá decidir sobre la forma de manejo más adecuada desde el punto de vista de seguridad, así como corregir o detectar eventos no deseados.
- Se debe contar con equipo extintores (arena, espuma, etc.).

Por otra parte, es fundamental seguir los procedimientos de seguridad e higiene que garanticen la adecuada protección del personal durante las operaciones a realizar en los espacios contaminados. La EPA y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) han publicado varias guías aplicables.

Estas medidas garantizan la seguridad en el lugar de trabajo y establecen condiciones de trabajo/operación segura durante la implementación de la remediación. Igualmente, es importante proporcionar información actualizada sobre los procesos asociados y los riesgos inherentes a estos, tanto para los operadores como para las comunidades.

5.5.7 Lista de alternativa de remediación aplicable.

En el ítem 5.5.1: Descripción de las alternativas de remediación, en el Cuadro 5-4 (Lista de tecnologías de remediación aplicables al sitio impactado) se presenta el listado de tecnologías que potencialmente podrían ser aplicadas en el sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). Posterior a un segundo análisis de alternativas, quedaron como tecnologías técnicamente viables las que se muestran en el Cuadro 5-7 Resultados de Alternativas de Matriz del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

5.6 Planificación detallada de la alternativa seleccionada.

Se plantea, de forma conceptual, una serie de etapas que permitan la planificación detallada de acciones para la alternativa de estabilización/solidificación.

5.6.1 Superficie y volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido.

Considerando los resultados del documento de caracterización y del documento del ERSa realizados para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), los contaminantes de preocupación presentes se resumen exclusivamente en los siguientes metales: V, Cr, Cu, Ni, Zn y Pb, en suelos; y Cr y Hg en sedimentos.

El área afectada circunscribe la ocurrencia de los metales para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), tanto de forma superficial como en profundidad (hasta 1,20 m). El esfuerzo en remediación se concentrará en esta área (Figura 5-8), cuya superficie y volumen para el sitio impactado se presenta en el Cuadro 5-12.

Cuadro 5-12 Área y volumen impactada por metales sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Estimación de Volumen a Remediar		
Profundidad (m)	Superficies (m²)	Volumen (m³)
0,00-0,60	3 563,58	4 276,3
0,60-1,20		
Total		4 276,3

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante señalar que el volumen de suelo para remediar no necesariamente tiene que ser igual al volumen de suelo impactado. Los criterios para definir lo señalado dependerá, en general por:

- Características geomorfológicas del sitio y presencia de barreras (naturales o antrópicas)
- El tipo de contaminante presente (hidrocarburos o metales).
- Las características estratigráficas del suelo, en particular la presencia de estratos impermeables.
- La presencia de actividades antrópicas en el área, relacionado con los resultados del ERSA realizado en el sitio.

Para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se propone remediar la capa del suelo que cubre el área de 3 563,58 m² hasta una profundidad de 1,2 m. Para los sedimentos se ha considerado dejar este medio sin intervención. Los metales que allí aparecen de acuerdo a los resultados de caracterización se presumen que tiene su origen en el lavado superficial del suelo en el sitio impactado. No se tiene evidencias claras de cuanto pudiera ser la afectación, pero seguramente se encuentran asociados a la matriz arcillosa de los sedimentos. Por otro lado, los valores de concentración son bastante bajos, aun cuando exceden la norma canadiense para sedimentos. En el caso del Cr no se consiguieron valores para Cr+6, lo cual hace pensar que el Cr que se encontró corresponde al Cr +3, el cual es inocuo a bajas concentraciones. Esto implica un volumen total de 4 276,3 m³ de suelo y de sedimentos a remediar (ver figuras 5-8 a 5-11). Con base en los criterios anteriormente señalados, se detalla la justificación:

- Existe una correlación espacial, superficial y en profundidad, en la ocurrencia de metales en la superficie y en profundidad distribuido en toda el área identificada durante la caracterización como impactada.
- Como resultados del ERSA se verifican contaminantes de preocupación los metales: V, Cr, Cu, Ni, Zn y Pb en suelos y Hg y Cr en sedimentos.

Se estableció como procedimiento de trabajo para determinar la pertinencia de adoptar los niveles de remediación objetivo la distancia a que se pudiera encontrar el sitio impactado de un buffer de 30 metros a partir de la poligonal del área que encierra las facilidades operativas. Este ejercicio de análisis espacial para el sitio impactado S0118 (Botadero Comunidad Olaya) se muestra en el Anexo 6.4.3.2 (Figura de definición de áreas operacionales para la determinación de los niveles de remediación del Sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya). En este caso, el botadero se considera un área operativa, con actividad industrial de carácter permanente.

Sin embargo, considerando el contexto social de la zona, para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se ha considerado relevante mantener un criterio de Nivel de Remediación Objetivo al ECA de suelo agrícola, es decir el mas exigente.

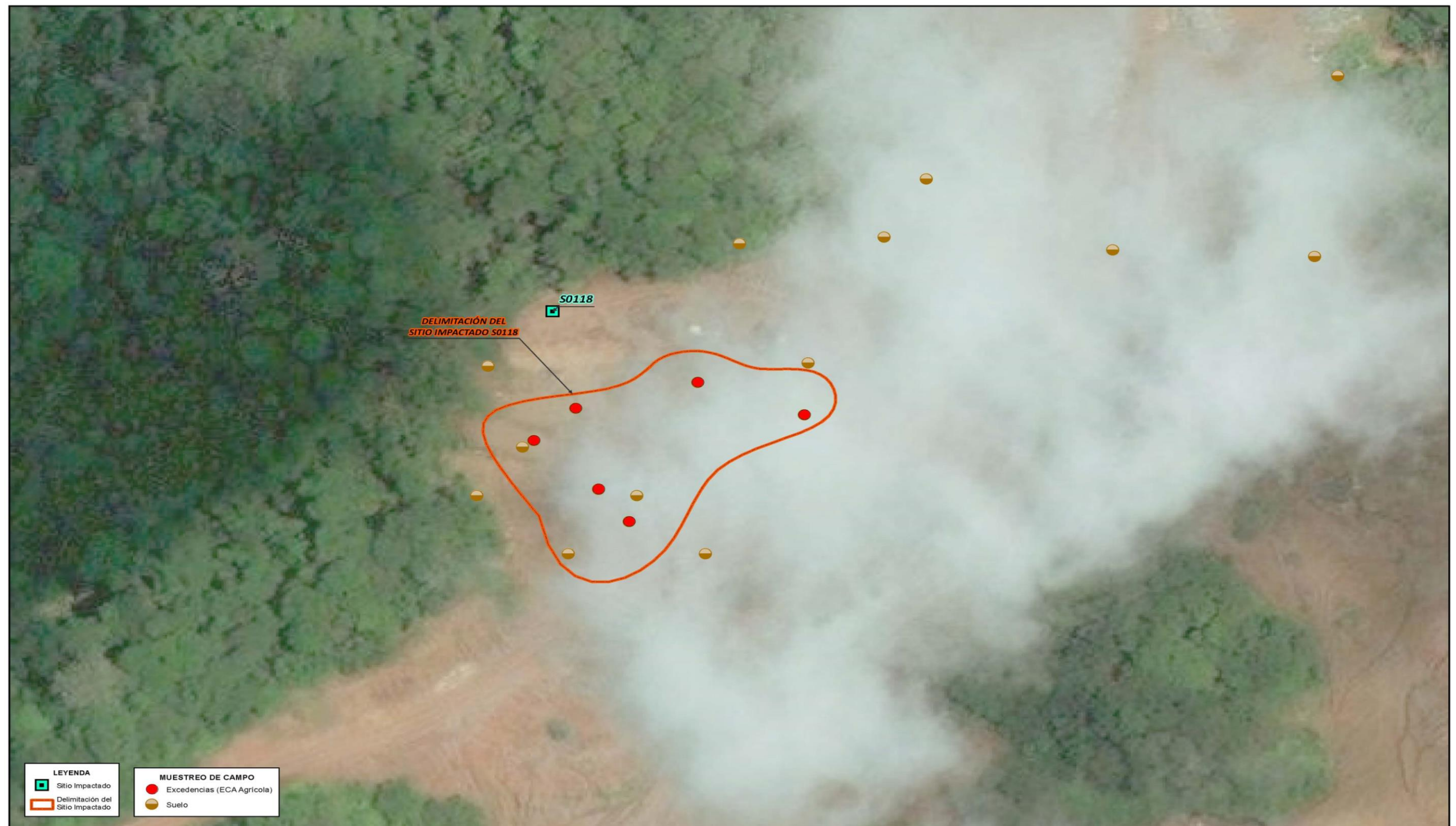
Por otro lado, siendo el Vanadio el CP que presenta riesgo no cancerígeno muy elevado al humano y, por no existir un estándar de calidad para suelos agrícolas en la normativa peruana, se adopta el valor del estándar canadiense de calidad para suelos 130 mg/kg, como nivel de remediación específico para el sitio impactado, tomando toda el área en la que se consiguieron excedencias y presencias de Vanadio y de otros metales, a una profundidad de 1,2 m.

Se concluye que, debido que los elementos contaminantes tienen poca movilidad, debido a las características del área, las condiciones descritas y el tipo de estratigrafía presente, se recomienda la extracción del suelo impactado hasta una profundidad de 1,2 m. Esta profundidad obedece a la necesidad de eliminar o reducir la potencial fuente.

El material extraído será tratado bajo la tecnología de estabilización/solidificación ex situ, al costado del mismo sitio impactado, y su disposición se efectuará bajo dos modalidades:

- Aislamiento con geomembrana en el sitio impactado S0118 (Botadero Comunidad Olaya). Un 70% del volumen de suelo impactado.
- Aplicación/aprovechamiento del material cementado para mejorar la vialidad de acceso a la población de José Olaya, construcción de calzadas peatonales, canchas deportivas, lozas de viviendas o espacios comunales y reacondicionamiento de tramos de vías. Un 30 % del volumen del suelo impactado.

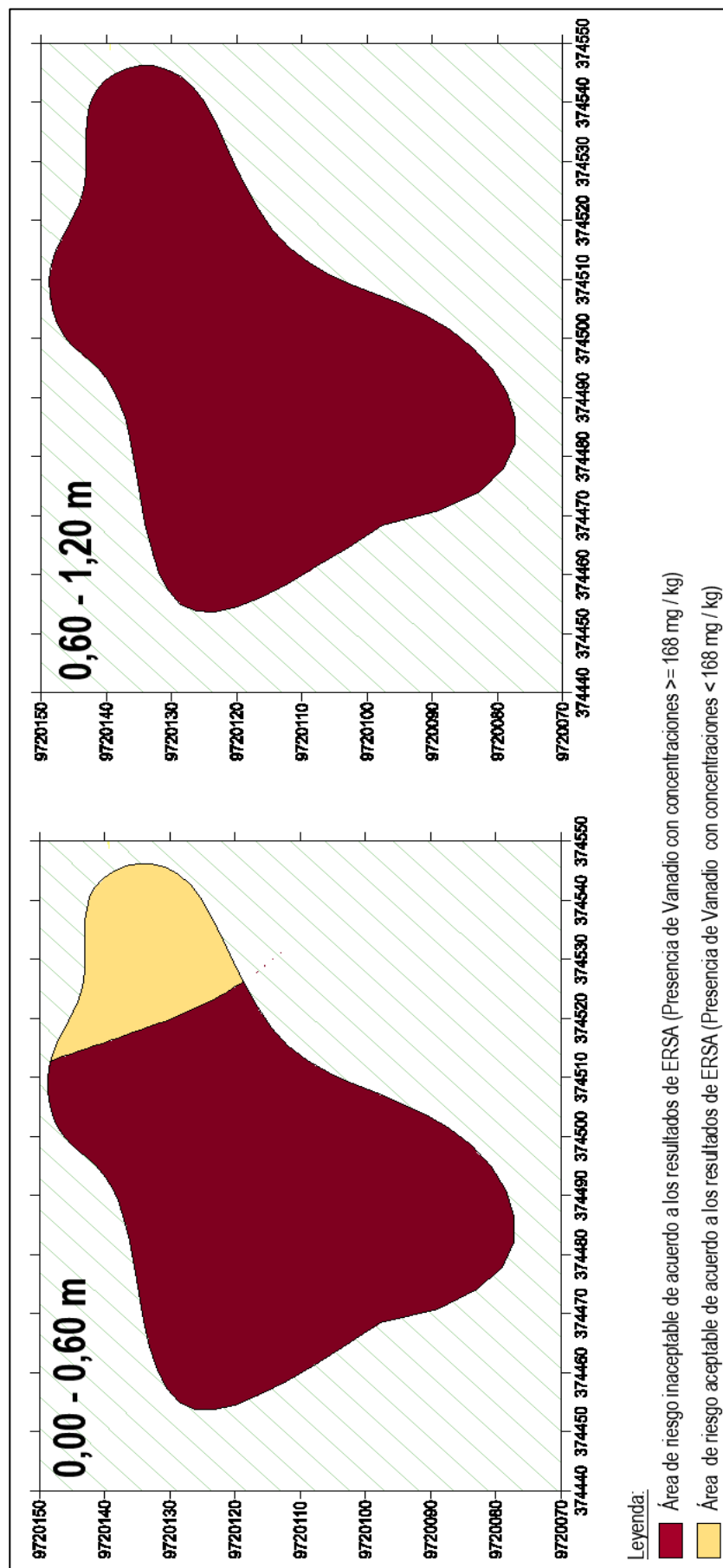
Figura 5-8 Polígono del área impactada del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

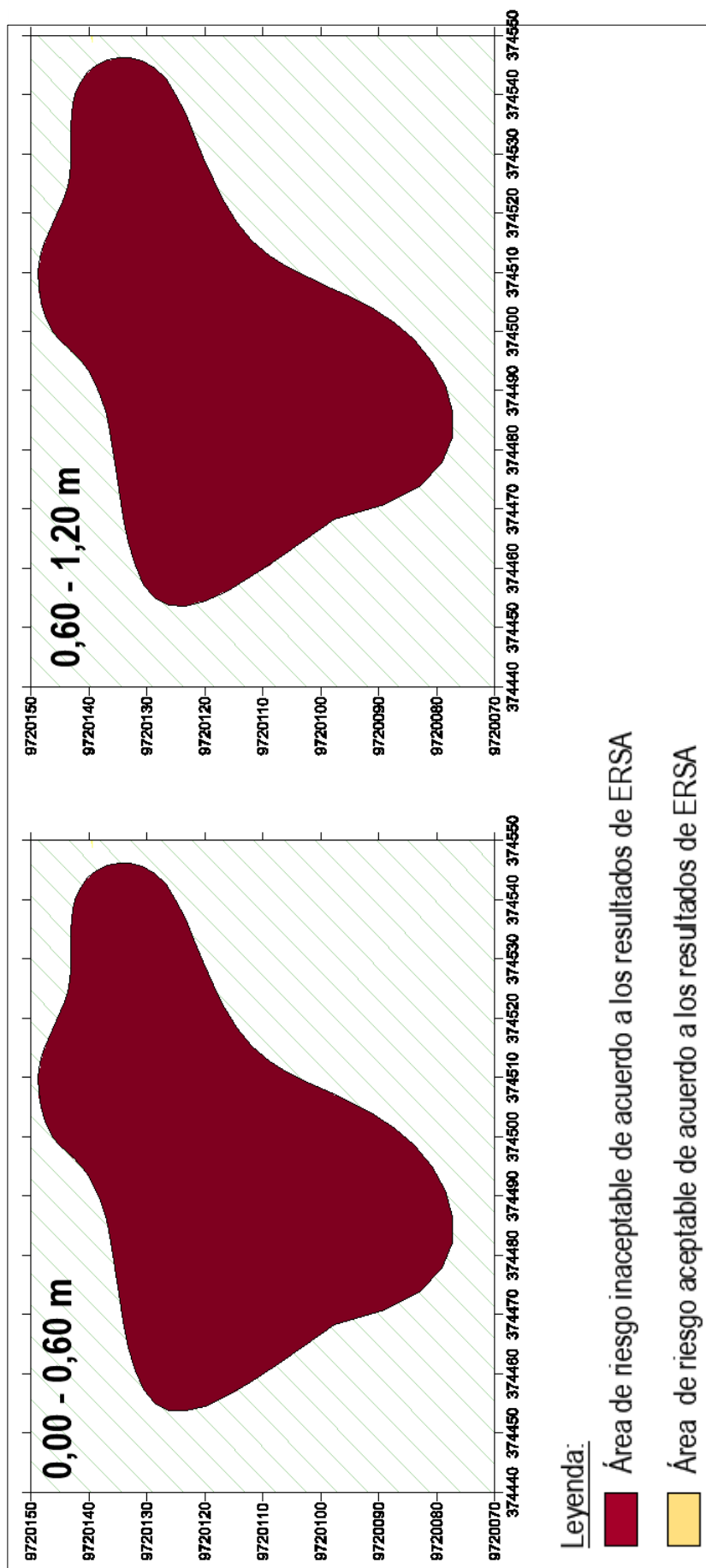
Figura 5-9 Área a remediar del perfil estratigráfico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

Resultados de Vanadio (Riesgo Humano)



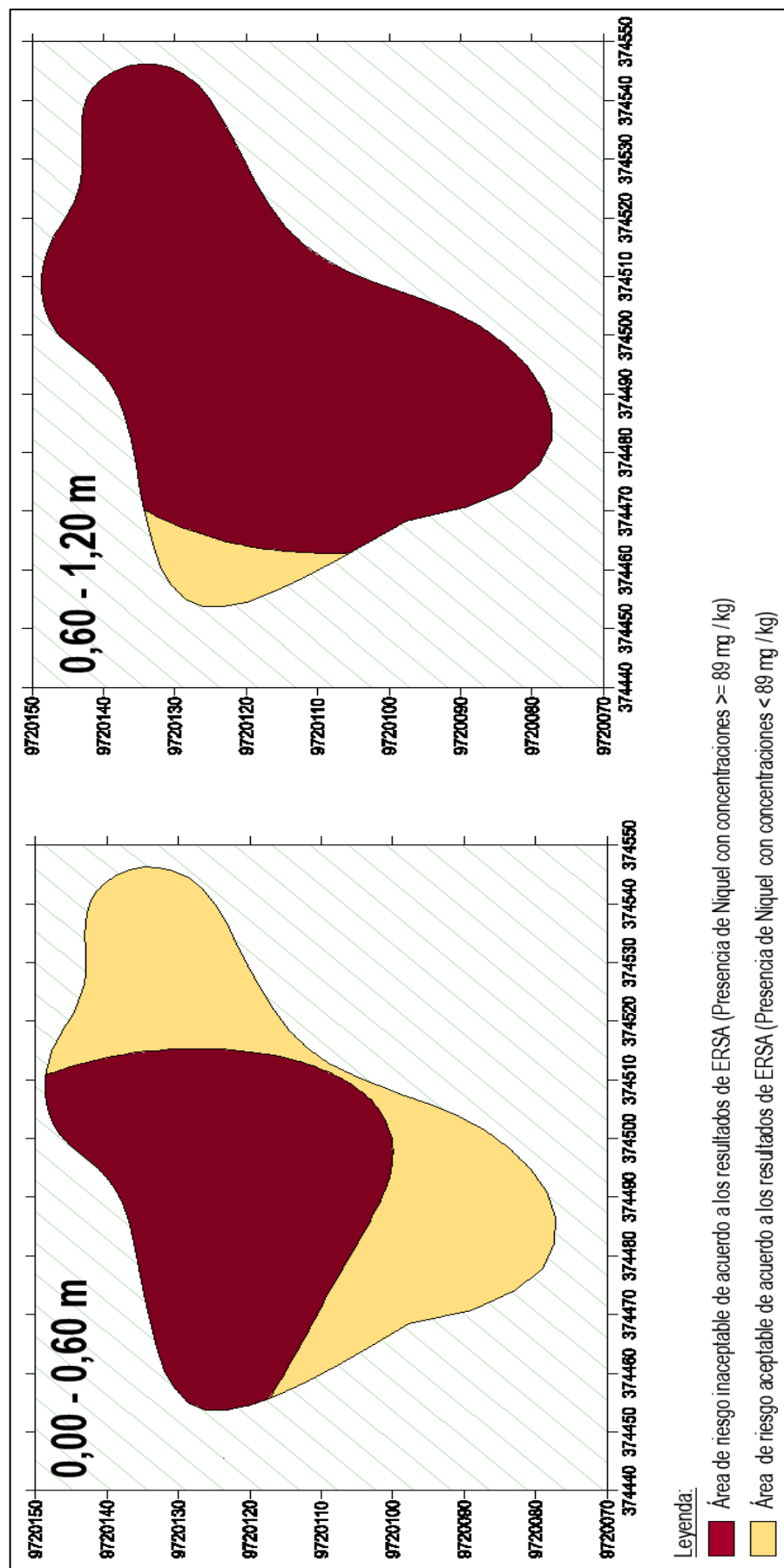
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-10 Resultados de boro, cromo, vanadio, cobre y zinc (riesgo ecológico)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-11 Resultados de níquel (riesgo ecológico)

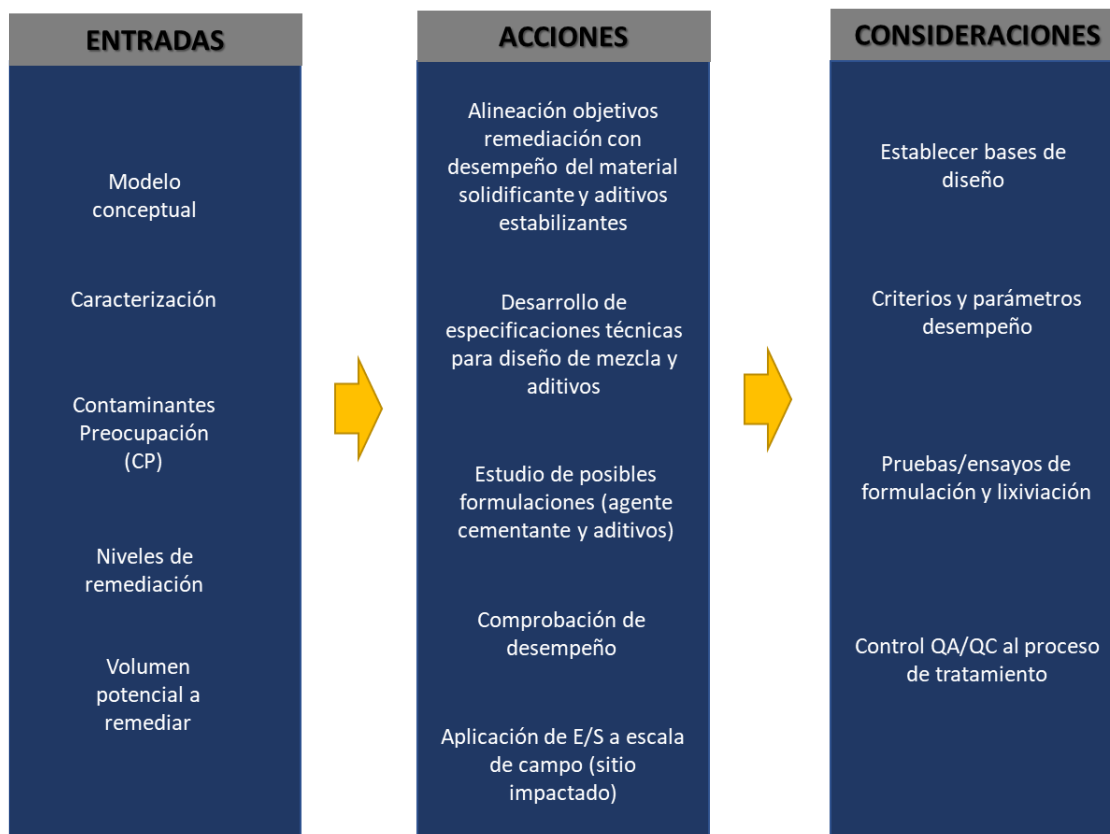


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.2 Descripción de las acciones de remediación y rehabilitación que correspondan.

Se resumen las acciones, de forma gráfica, en la Figura 5-12.

Figura 5-12 Etapas para la planificación de la estabilización/solidificación



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Como una etapa más en la planificación se detallan las acciones a seguir para la aplicación de la E/S a escala de campo, es decir, como acción de remediación del sitio impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

- **Gabinete**

- Bases de diseño del área de aislamiento
- Desarrollo de los criterios y parámetros de desempeño
- Sistema de aseguramiento de la calidad (QA/QC)

- **Levantamiento de información en campo**

- Topografía
- Muestras de suelo
 - Sulfatos, densidad, permeabilidad
 - Lixiviación potencial
 - Compresibilidad (resistencia)

- Análisis microestructural
- **Acciones de laboratorio (ensayos en campo-piloto)**
 - Formulación de la mezcla óptima
 - Identificación de aditivos y volumetría
 - Pruebas y ensayos de resistencia y tratabilidad
 - Estimación de volúmenes de agente solidificante
 - Pruebas lixiviación (TCLP, prueba con metodología EPA-1311)
- **Acciones en campo**
 - Extracción del material con maquinaria pesada.
 - Adecuación del espacio del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) para la colocación de geomembranas en los aislamientos con geomembrana.
 - Acciones de estabilización del material contaminado con la modificación del pH y aditivos que aceleren el proceso de fijación/inertización de los metales (adición de cal) en 10 %.
 - Acciones de solidificación del material contaminado con agente cementante. Se utilizará cemento Portland, en un 8% para el material que se confina en el aislamiento in situ y un 14 % para el material que será utilizado en mejoramiento de vías, calzadas, etc., en la población José Olaya.
 - Aislamiento con geomembrana del material.
- **Acciones ambientales**
 - Monitoreo ambiental durante la ejecución
 - Agua superficial
 - Agua subterránea
 - Sedimentos
 - Aire
 - Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos
 - Manejo de contingencias
 - Muestreo de comprobación post ejecución remediación
 - Suelos
 - Agua superficial y subterránea
 - Sedimentos
 - Monitoreo de la cuenca río Corrientes

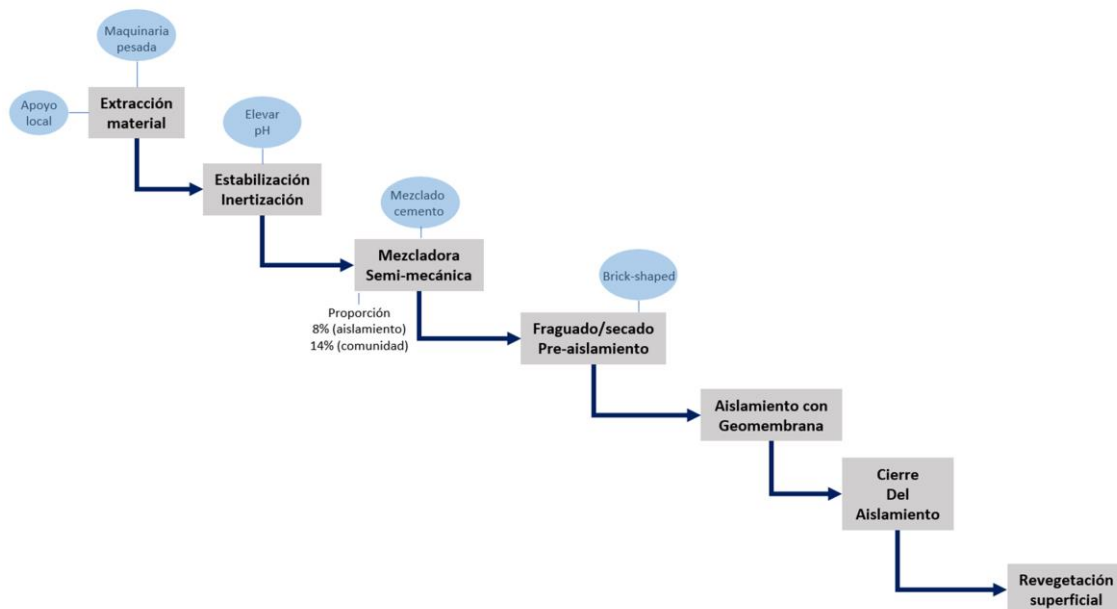
Se resumen las acciones de remediación para el proceso de estabilización/solidificación en los siguientes procesos:

- Extracción del material, en el que se contempla la extracción con maquinaria pesada y la intervención de apoyos locales.
- Estabilización o inertización del material, cuya función es la de elevar el pH y mejorar el la adsorción del material contaminante y minimizar el potencial de movilización.

- Mezcla del material (blending) con el agente solidificante, donde preliminarmente se considera el cemento como material para solidificar
- Fraguado (secado) del material cementado y pre-aislamiento, en forma de ladrillos o láminas en forma de cubo rectangular, de dimensiones preestablecidas dentro del aislamiento para el material
- Finalmente se proponen desarrollar acciones de revegetación con especies de flora de la zona, que permitan disminuir los procesos erosivos

Nota: se proponen esquemas de monitoreo de aguas superficiales, subterráneas y de sedimentos en el Plan de monitoreo ambiental durante y post-ejecución de las acciones de remediación. Igualmente se propone la caracterización del agua que se recoja dentro del aislamiento para verificación de posibles procesos de lixiviación.

Figura 5-13 Etapas para la implantación de la estabilización/solidificación



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.3 Descripción de insumos y mano de obra, así como los costos necesarios.

Para la aplicación del método de rehabilitación en este caso solidificación/estabilización se requiere aplicar un conjunto de actividades que requerirán de las labores tanto de personal obrero como de operadores de equipo pesado, para esto se definieron 6 fases de aplicación en el caso del aislamiento se consideran las siguientes fases (movilización de equipos y materiales al sitio, preparación del material in situ, almacenamiento provisional del material contaminado, acondicionamiento del sitio de almacenamiento final, aplicación del tratamiento de solidificación y estabilización y disposición final del material tratado, cierre del aislamiento con geomembrana) los cuales se disgregan en el Cuadro 5-13. En cuanto a la aplicación para aprovechamiento se consideran las siguientes fases (movilización de equipos y materiales al sitio, preparación del material in situ, traslado del material, almacenamiento provisional del material contaminado, preparación inicial para la disposición del material in situ, aplicación de la solidificación/estabilización y disposición final del material tratado)

Los costos se elaboran de acuerdo a la propuesta de remediación para el S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya):

- 70 % del material se dispone en aislamiento con geomembrana *in situ*.
- 30 % del material se traslada a la comunidad nativa para su aprovechamiento.

Las cantidades indicadas consideran los volúmenes a remediar establecidos de acuerdo al ítem 5.6.1, en cuanto a los procesos se detallan en las especificaciones técnicas desarrolladas en el ítem 5.11.3 Especificaciones técnicas.

Cuadro 5-13 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y disposición en aislamientos con geomembrana en el sitio impactado

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$) / día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$) / día	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$) / und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)	
Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio																														
1	Puesta en marcha	SG	1,00	3 600,00	3 600,00								Ingeniero	1,00	70,00	20,00	1400,00	1 400,00												
													Proyectista	1,00	60,00	20,00	1200,00	1 200,00												
													Técnico	1,00	50,00	20,00	1000,00	1 000,00												
2	Movilización de equipos y materiales al sitio	SG	1,00	21 990,91	21 990,91	Embarcación	1,00	20 000,00	1,00	1,00	20 000,00	20 000,00	Obreros	5,00	200,00	3,00	600,00	600,00												
						Camionetas	2,00	363,64	1,00	3,00	1 090,91	1 090,91	Conductores	2,00	100,00	3,00	300,00	300,00												
3	Desmovilización de equipos y materiales al sitio	SG	1,00	21 990,91	21 990,91	Embarcación	1,00	20 000,00	1,00	1,00	20 000,00	20 000,00	Obreros	5,00	200,00	3,00	600,00	600,00												
						Camionetas	2,00	363,64	1,00	3,00	1 090,91	1 090,91	Conductores	2,00	100,00	3,00	300,00	300,00												
Fase II: Preparación del material in situ																														
4	Excavación del material con maquinaria	m³	2 993,41	7,41	22 167,85	Excavadora cap. 0,5 YD3, 110 HP (oruga)	1,00	421,12	155,00	20,00	2,81	8 422,40	Operario	1,00	50,00	20,00	0,33	1 000,00	Combustible Diésel	l	3 200,00	1,50	1,60	4 800,00						
						Cisterna	0,30	27,27	155,00	20,00	0,18	545,45	Conductores	1,00	50,00	20,00	0,33	1 000,00	Combustible Diésel	l	3 200,00	1,50	1,60	4 800,00						
													Obrero	2,00	80,00	20,00	0,53	1 600,00												
5	Carguío del material	m³	2 993,41	7,10	21 265,45	Retroexcavadora, con capacidad de cucharón 0,5 m³	1,00	400,00	155,00	20,00	2,67	8 000,00	Operario	1,00	50,00	20,00	0,33	1 000,00	Combustible Diésel	l	2 880,00	1,50	1,44	4 320,00						
						Cisterna	0,30	27,27	155,00	20,00	0,18	545,45	Conductores	1,00	50,00	20,00	0,33	1 000,00	Combustible Diésel	l	3 200,00	1,50	1,60	4 800,00						
													Obrero	2,00	80,00	20,00	0,53	1 600,00												
6	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	Día	20,00	136,36	2 727,27	1 tripode - 2 Bastón con prisma - 2 Porta prisma - 2 Prisma	1,00	36,36	1,00	20,00	36,36	727,27	Topógrafos	2,00	100,00	20,00	100,00	2 000,00												
Fase III: Almacenamiento provisional del material contaminado																														
7	Construcción de techo tipo galpón	m²	1 497,81	51,40	76 993,49	Camión grúa 5 T	2,00	360,00	100,00	15,00	3,61	5 400,00	Obrero	6,00	240,00	15,00	2,40	3 600,00	Lona impermeable	m2	1 497,81	8,00	8,00	11 982,44						
													Operario	2,00	100,00	15,00	1,00	1 500,00	Plancha y conexión para fundación	Und	99,85	100,00	6,67	9 985,37						
																			Piezas de fierro para uniones	Und	1 997,07	4,00	5,33	7 988,29						
																			Vigas de Madera	m	3 644,66	5,00	12,17	18 223,29						
																			Pernos	Und	8 587,42	1,50	8,60	12 881,12						
																			Plástico	m²	679,12	8,00	3,63	5 432,98						
8	Impermeabilización y sistema de drenaje	m²	1 348,02	3,11	4 198,65	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	2 000,00	1,00	0,13	180,00	Obrero	6,00	240,00	1,00	0,18	240,00	Geomembrana HDPE (Polipropileno de alta densidad) 1,0 mm	m²	1 348,02	2,00	2,00	2 696,05	Pala	3,00	9,59	0,02	28,77	
						Equipo de soldadura eléctrica	3,00	224,88	1 998,00	1,00	0,17	224,88	Operario	3,00	150,00	1,00	0,11	150,00	Combustible Diésel	l	4,00	1,50	0,00	6,00	Pico	3,00	9,59	0,02	28,77	
						Generador de 38 KW	1,00	101,44	2 000,00	1,00	0,08	101,44	Supervisor	1,00	70,00	1,00	0,05	70,00	Combustible Diésel	l	144,00	1,50	0,16	216,00	Carretilla	3,00	44,93	0,10	134,79	
																			Tubos PVC 4" Ranurados	l	2,40	2,33	0,00	5,59						
																			Piedra Picada	m³	12,80	9,09	0,09	116,36						
Fase IV: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final																														
9	Excavación y conformación de taludes	m³	1 433,59	7,76	11 122,29	Excavadora cap. 0,5 YD3, 110 HP (oruga)	1,00	421,12	155,00	10,00	2,94	4 211,20	Operario	2,00	100,00	10,00	0,70	1 000,00	Combustible Diésel	l	1 600,00	1,50	1,67	2 400,00	Pala	2,00	9,59	0,01	19,18	
						Cisterna	0,30	27,27	155,00	10,00	0,19	272,73	Obrero	2,00	80,00	10,00	0,56	800,00	Combustible Diésel	l	1 600,00	1,50	1,67	2 400,00	Pico	2,00	9,59	0,01	19,18	
10	Compactación	m²	3 885,00	0,95	3 692,93	Rodillo vibrador liso autopropulsado 10,8 HP	1,00	265,28	1 000,00	4,00	0,27	1 061,12	Operario	2,00	100,00	4,00	0,10	400,00	Combustible Diésel	l	512,00	1,50	0,20	768,00	Pala	2,00	9,59	0,00	19,18	
						Cisterna	0,40	36,36	1 000,00	4,00	0,04	145,45	Obrero	2,00	80,00	4,00	0,08	320,00	Combustible Diésel	l	640,00	1,50	0,25	960,00	Pico	2,00	9,59	0,00	19,18	
11	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	Día	14,00	136,36	1 909,09	1 tripode - 2 Bastón con prisma - 2 Porta prisma - 2 Prisma	1,00	36,36	1,00	14,00	36,36	509,09	Topógrafos	2,00	100,00	14,00	100,00	1 400,00												
12	Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante	m²	4 662,00	2,93	13 670,38	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	2 000,00	3,00	0,12	540,00	Obrero	8,00	320,00	3,00	0,21	960,00	Geomembrana HDPE (Polipropileno de alta densidad) 1,0 mm	m²	4 662,00	2,00	2,00	9 324,00	Pala	3,00	9,59	0,01	28,77	
						Equipo de soldadura eléctrica	3,00	224,88	1 998,00	3,00	0,14	674,64	Operario	3,00	150,00	3,00	0,10	450,00	Combustible Diésel	l	12,00	1,50	0,00	18,00	Pico	3,00	9,59	0,01	28,77	
						Generador de 38 KW	1,00	101,44	2 000,00	3,00	0,07	304,32	Supervisor	1,00	70,00	3,00	0,05	210,00	Combustible Diésel	l	432,00	1,50	0,14	648,00	Carretilla	3,00	44,93	0,03	134,79	
																			Piedra Picada	m³	38,40	9,09	0,07	349,09						
13	Colocación de tubería ranurada	m	4,20	112,65	473,11	Cortador de tubos 4"	1,00	1 127,27	60,00	1,00	268,40	1 127,27	Obrero	4,00	160,00	2,00	76,19	320,00	Tubería Ranurada	m	4,20	2,12	2,12	8,91						
													Supervisor	1,00	70,00	2,00	33,33	140,00												
Fase V: Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado																														
14	Construcción de techo tipo galpón	m²	499,27	76,22	38 054,99	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	100,00	5,00	1,80	900,00	Obrero	5,00	200,00	5,00	2,00	1 000,00	Lona impermeable	m2	499,27	8,00	8,00	3 994,15						
													Operario	1,00	50,00	5,00	0,50	250,00	Plancha y conexión para fundación	Und	33,28	100,00	6,67	3 328,46						
																			Piezas de fierro para uniones	Und	1 997,07	4,00	16,00	7 988,29						
																			Vigas de Madera	m	1 214,89	5,00	12,17	6 074,43						

Cuadro 5-13 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y disposición en aislamientos con geomembrana en el sitio impactado

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$) / día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$) / día	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$) / und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)							
																				Pernos	Und	8 188,00	1,50	24,60	12 282,00											
																				Plástico	m²	279,71	8,00	4,48	2 237,66											
15	Impermeabilización y sistema de drenaje	m²	449,34	5,16	2 318,12	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	2 000,00	1,00	0,40	180,00	Obrero	6,00	240,00	1,00	0,53	240,00	Geomembrana HDPE (Polipropileno de alta densidad) 1,0 mm	m2	449,34	2,00	2,00	898,68	Pala	3,00	9,59	0,06	28,77							
						Equipo de soldadura eléctrica	3,00	224,88	2 000,00	1,00	0,50	224,88	Operario	3,00	150,00	1,00	0,33	150,00	Combustible Diésel	l	4,00	1,50	0,01	6,00	Pico	3,00	9,59	0,06	28,77							
						Generador de 38 KW	1,00	101,44	2 000,00	1,00	0,23	101,44	Supervisor	1,00	70,00	1,00	0,16	70,00	Combustible Diésel	l	144,00	1,50	0,48	216,00	Carretilla	3,00	44,93	0,30	134,79							
																		-	Piedra Picada	m³	4,27	9,09	0,09	38,79												
16	Preparación de la mezcla suelo cemento con maquinaria y disposición final del material tratado	m³	4 130,91	70,67	291 927,04	Excavadora sobre orugas cap. 1,3 YD3	1,00	614,56	155,00	27,00	4,02	16 593,12	Obreros	4,00	160,00	27,00	1,05	4 320,00	Cemento	Bolsas	17 749,16	6,88	29,56	122 114,22	Pala	4,00	9,59	0,01	38,36							
						Cargador sobre orugas 2 YD3	1,00	542,96	155,00	27,00	3,55	14 659,92	Supervisor	1,00	70,00	27,00	0,46	1 890,00	Cal	Bolsas	17 960,46	3,10	13,48	55 677,43	Carretilla	4,00	44,93	0,04	179,72							
						Vibrador de concreto	2,00	28,99	155,00	27,00	0,19	782,84	Operario	3,00	150,00	27,00	0,98	4 050,00	Agua	l	628,62	0,02	0,00	11,43												
																			Combustible Diésel	l	47 740,00	1,50	17,34	71 610,00												
Fase VI: Cierre de la zona de aislamiento																																				
17	Estudio de préstamo	SG	1,00	10 000,00	10 000,00																															
18	Colocación y compactación de 0,40 m de suelo arcilloso	m³	1 598,40	11,77	18 809,94	Rodillo vibrador liso autopropulsado 10,8 HP	1,00	265,28	155,00	11,00	1,83	2 918,08	Operario	1,00	50,00	11,00	0,34	550,00	Combustible Diésel	l	1 408,00	1,50	1,32	2 112,00	Pala	3,00	9,59	0,02	28,77							
						Excavadora cap. 0,5 YD3, 110 HP (oruga)	1,00	421,12	155,00	11,00	2,90	4 632,32	Operario	1,00	50,00	11,00	0,34	550,00	Combustible Diésel	l	1 760,00	1,50	1,65	2 640,00	Pico	3,00	9,59	0,02	28,77							
						Cisterna	0,40	36,36	155,00	11,00	0,25	400,00	Obrero	4,00	160,00	11,00	1,10	1 760,00	Combustible Diésel	l	1 760,00	1,50	1,65	2 640,00												
19	Collocación Geomembrana HDPE impermeabilizante	m²	4 795,20	2,79	13 366,20	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	2 000,00	3,00	0,11	540,00	Obrero	6,00	240,00	3,00	0,15	720,00	Geomembrana HDPE (Polipropileno de alta densidad) 1,0 mm	m²	4 795,20	2,00	2,00	9 590,40	Pala	3,00	9,59	0,01	28,77							
						Equipo de soldadura eléctrica	3,00	224,88	1 998,00	3,00	0,14	674,64	Operario	3,00	150,00	3,00	0,09	450,00	Combustible Diésel	l	12,00	1,50	0,00	18,00	Pico	3,00	9,59	0,01	28,77							
						Generador de 38 KW	1,00	101,44	2 000,00	3,00	0,06	304,32	Supervisor	1,00	70,00	3,00	0,04	210,00	Combustible Diésel	l	432,00	1,50	0,14	648,00	Carretilla	3,00	44,93	0,03	134,79							
20	Colocación de 0,60 m de suelo para revegetar	m³	2 877,12	2,27	6 527,20	Excavadora cap. 0,5 YD3, 110 HP (oruga)	1,00	421,12	300,00	10,00	1,46	4 211,20	Operario	1,00	50,00	10,00	0,17	500,00	Piedra Picada	m³	39,60	9,09	0,08	360,00												
21	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	Día	21,00	136,36	2 863,64	1 tripode - 2 Bastón con prisma - 2 Porta prisma - 2 Prisma	1,00	36,36	1,00	21,00	36,36	763,64	Topógrafos	2,00	100,00	21,00	100,00	2 100,00																		
22	Revegetación	m²	4 795,20	6,53	31 323,88								Obrero	6,00	240,00	24,00	1,20	5 760,00	Plantas	Und	2 397,60	10,61	5,30	25 429,09	Carretilla	3,00	44,93	0,03	134,79							
Perisología																																				
23	Autorización de Uso de Agua	Und	1,00	1 212,12	1 212,12																															
24	Autorización sanitaria del sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales domésticas con infiltración en el terreno.	Und	1,00	1 726,03	1 726,03																															
25	Autorización de desbosque (Incluye estudio para el permiso)	Und	1,00	5 633,33	5 633,33																															
26	Autorización de ejecución de obra	Und	1,00	1 300,00	1 300,00																															
27	Autorización uso de suelos para aislamiento	Und	1,00	30 000,00	30 000,00																															
Seguridad																																				
28	Supervisor de seguridad	Día	140,00	220,00	30 800,00								Supervisor	2,00	140,00	140,00	140,00	19 600,00																		
29	Señalizaciones de seguridad	SG	1,00	773,33	773,33														Cinta de seguridad 400 m	Rollo	2,00	40,00	80,00	80,00	Banderillas	10,00	1,82	18,18	18,18							
																											Megáfonos	2,00	45,45	90,91	90,91					
																													Conos 18"	20,00	6,06	121,21	121,21			
																													Radios	5,00	60,61	303,03	303,03			
																														Señalizaciones	40,00	4,00	160,00	160,00		
30	Equipos de protección personal	MO	94,00	75,10	7 059,40																															
																														Casco	94,00	24,24	24,24	2 278,56		
																																Botas	94,00	16,66	16,66	1 566,04
																																Guantes	94,00	15,15	15,15	1 424,10
																																Mascarillas	94,00	13,03	13,03	1 224,82
																																Lentes	94,00	2,42	2,42	227,48
31	Insumos Médicos / Primeros auxilios	SG	1,00	5 000,00	5 000,00																															
Logística																																				
32	Personal logístico	Día	140,00	140,00	19 600,00								Logístico	1,00	70,00	140,00	70,00	9 800,00																		
													Almacenero	1,00	70,00	140,00	70,00	9 800,00																		

Cuadro 5-13 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y disposición en aislamientos con geomembrana en el sitio impactado

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$) / día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$) / día	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$) / und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)	
33	Alquiler de almacén en Andoas	Día	30,00	150,00	4 500,00																									
34	Comedor y servicios 32 personas	Día	140,00	387,88	54 303,03								Campamento	32,00	12,12	140,00	387,88	54 303,03												
35	Alojamiento 12 personas	Día	140,00	72,73	10 181,82								Alojamiento	12,00	6,06	140,00	72,73	10 181,82												
36	Traslado de personal	Día	140,00	784,27	109 798,18	Camionetas	4	727,27	1,00	140,00	727,27	101 818,18							Combustible Diésel	l	5 320,00	1,50	57,00	7 980,00						
37	Mantenimiento de vías	Día	4,00	913,94	3 655,75	Retroexcavadora, con capacidad de cucharon 0,5 m3	1,00	400,00	1,00	4,00	400,00	1 600,00	Operario	3,00	150,00	4,00	150,00	600,00	Combustible Diésel	l	576,00	1,50	216,00	864,00						
						Cisterna	0,30	27,27	1,00	4,00	27,27	109,09	Obrero	3,00	120,00	4,00	120,00	480,00												
						Rodillo vibrador liso autopropulsado 10,8 HP	1,00	265,28	1,00	4,00	0,66	1 061,12																		
38	Stand by	Día	1,00	4 290,13	4 290,13																									
39	Contingencia	SG	1,00	45 541,32	45 541,32																									
	COSTO TOTAL DEL TRATAMIENTO POR (USD)				956 367,80																									

Costo (\$) / und: Se expresa el costo de mercado por unidad de material o consumible

Costo unitario (\$): Se expresa el costo de material o consumible por unidad de obra ejecutada siendo la unidad de obra m², m³ o lo descrito en el rubro de Und*, por la cual se mide la cantidad de obra a ejecutar.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-14 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y aprovechamiento en la Comunidad Nativa José Olaya

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$)/ día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$)/ día	Días de trabajo	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$)/ und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)			
Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio																																
1	Puesta en marcha	SG	1,00	3 600,00	3 600,00								Ingeniero	1,00	70,00	20,00	1400,00	1 400,00														
													Proyectista	1,00	60,00	20,00	1200,00	1 200,00														
													Técnico	1,00	50,00	20,00	1000,00	1 000,00														
2	Movilización de equipos y materiales al sitio	SG	1,00	62 686,36	62 686,36	Embarcación	1,00	20 000,00	1,00	3,00	60 000,00	60 000,00	Obreros	5,00	200,00	3,00	600,00	600,00														
						Camionetas	3,00	545,45	1,00	3,00	1 636,36	1 636,36	Conductores	3,00	150,00	3,00	450,00	450,00														
3	Desmovilización de equipos y materiales al sitio	SG	1,00	62 686,36	62 686,36	Embarcación	1,00	20 000,00	1,00	3,00	60 000,00	60 000,00	Obreros	5,00	200,00	3,00	600,00	600,00														
						Camionetas	3,00	545,45	1,00	3,00	1 636,36	1 636,36	Conductores	3,00	150,00	3,00	450,00	450,00														
Fase II: Preparación del material in situ																																
4	Excavación del material con maquinaria	m³	1 282,89	7,78	9 975,53	Excavadora cap. 0,5 YD3, 110 HP	1,00	421,12	155,00	9,00	2,95	3 790,08	Operario	1,00	50,00	9,00	0,35	450,00	Combustible Diésel	l	1 440,00	1,50	1,68	2 160,00								
						Cisterna	0,30	27,27	155,00	9,00	0,19	245,45	Conductores	1,00	50,00	9,00	0,35	450,00	Combustible Diésel	l	1 440,00	1,50	1,68	2 160,00								
													Obrero	2,00	80,00	9,00	0,56	720,00														
5	Carguo del material	m³	1 282,89	7,46	9 569,45	Retroexcavadora, con capacidad de cucharon 0,5 m³	1,00	400,00	155,00	9,00	2,81	3 600,00	Operario	1,00	50,00	9,00	0,35	450,00	Combustible Diésel	l	1 296,00	1,50	1,52	1 944,00								
						Cisterna	0,30	27,27	155,00	9,00	0,19	245,45	Conductores	1,00	50,00	9,00	0,35	450,00	Combustible Diésel	l	1 440,00	1,50	1,68	2 160,00								
													Obrero	2,00	80,00	9,00	0,56	720,00														
6	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	Día	9,00	136,36	1 227,27	1 tripode - 2 Bastón con prisma - 2 Porta prisma - 2 Prisma	1,00	36,36	1,00	9,00	36,36	327,27	Topógrafos	2,00	100,00	9,00	100,00	900,00														
Fase III: Traslado del Material																																
7	Traslado del material hasta la comunidad	m3	1 282,89	18,46	23 680,00	Camión volteo de 10 a 12 m³	3,00	1 980,00	180,00	8,00	12,35	15 840,00	Conductor	3,00	180,00	8,00	1,12	1 440,00	Combustible Diésel	l	3 840,00	1,50	4,49	5 760,00								
													Obrero	2,00	80,00	8,00	0,50	640,00														
Fase IV: Almacenamiento provisional del material contaminado																																
8	Alquiler del sitio para instalar el almacén	Día	3,00	94,08	282,24																											
9	Construcción de techo tipo galpón	m²	564,47	49,78	28 097,93	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	100,00	6,00	1,91	1 080,00	Obrero	4,00	160,00	6,00	1,70	960,00	Lona impermeable	m2	564,47	8,00	8,00	4 515,77								
													Operario	2,00	100,00	6,00	1,06	600,00	Plancha y conexión para fundación	Und	37,63	100,00	6,67	3 763,14								
																		Piezas de fierro para uniones	Und	752,63	4,00	5,33	3 010,52									
																			Vigas de Madera	m	1 373,55	5,00	12,17	6 867,74								
																			Pernos	Und	3 236,30	1,50	8,60	4 854,46								
																				Plástico	m²	305,79	8,00	4,33	2 446,31							

Cuadro 5-14 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y aprovechamiento en la Comunidad Nativa José Olaya

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$) / día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$) / día	Días de trabajo	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$) / und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)
10	Adquisición y colocación de geomembrana HDPE (Polietileno de Alta Densidad) 1,0 mm	m²	513,16	4,63	2 373,87	Camión grúa 5 T	1,00	180,00	2 000,00	1,00	0,35	180,00	Obrero	4,00	160,00	1,00	0,31	160,00	Geomembrana HDPE (Polipropileno de alta densidad) 1,0 mm	m²	513,16	2,00	2,00	1 026,31	Pala	3,00	9,59	0,06	28,77
						Equipo de soldadura eléctrica	3,00	224,88	1 998,00	1,00	0,44	224,88	Operario	3,00	150,00	1,00	0,29	150,00	Combustible Diésel	l	4,00	1,50	0,01	6,00	Pico	3,00	9,59	0,06	28,77
						Generador de 38 KW	1,00	101,44	2 000,00	1,00	0,20	101,44	Supervisor	1,00	70,00	1,00	0,14	70,00	Combustible Diésel	l	144,00	1,50	0,42	216,00	Carretilla	3,00	44,93	0,26	134,79
																			Piedra Picada	m³	5,16	9,09	0,09	46,91					
Fase V: Preparación inicial para la disposición del material en sitio																													
11	Excavación de calicatas	Und	3,00	100,00	300,00																								
12	Ensayos de proctor	Und	3,00	150,00	450,00																								
13	Ensayos de CBR	Und	1,00	150,00	150,00																								
14	Conformación, perfilado y compactación de la subrasante con equipo	m²	25 431,74	2,40	61 064,58	Rodillo vibrador liso autopropulsado 10,8 HP	1,00	265,28	1 000,00	26,00	0,27	6 897,28	Operario	3,00	150,00	26,00	0,15	3 900,00	Combustible Diésel	l	3 328,00	1,50	0,20	4 992,00					
						Camión sistema para regado	1,00	337,92	1 000,00	26,00	0,35	8 785,79	Obrero	3,00	120,00	26,00	0,12	3 120,00	Combustible Diésel	l	10 400,00	1,50	0,61	15 600,00					
						Motoniveladora 125 HP	1,00	443,44	1 000,00	26,00	0,45	11 529,50							Combustible Diésel	l	4 160,00	1,50	0,25	6 240,00					
15	Ensayo de densidad en campo	Und	20,00	40,00	800,00																								
16	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	Día	26,00	136,36	3 545,45	1 tripode - 2 Bastón con prisma - 2 Porta prisma - 2 Prisma	1,00	36,36	1,00	26,00	36,36	945,45	Topógrafos	2,00	100,00	26,00	100,00	2 600,00											
17	Colocación de base de material pétreo 0,10 m	m³	2 543,17	16,31	41 488,80	Camión volteo de 10 a 12 m³	1,00	660,00	120,00	22,00	5,71	14 520,00	Obrero	3,00	120,00	22,00	1,04	2 640,00	Piedra Picada	m³	2 543,17	9,09	9,09	23 119,76	Carretilla	2,00	44,93	0,04	89,86
													Conductor	1,00	50,00	22,00	0,43	1 100,00					Pala	2,00	9,59	0,01	19,18		
18	Colocación de Dowels	m²	14 857,96	2,50	37 165,78								Obrero	3,00	120,00	22,00	0,18	2 640,00	Dowels	kg	20 508,31	1,68	2,32	34 525,78					
19	Colocación de Encofrado	m²	3 821,16	7,84	29 956,79								Operario	3,00	150,00	22,00	0,86	3 300,00	Alambre negro nacional n° 8	kg	0,20	2,06	0,41	1 573,71					
													Obrero	4,00	160,00	22,00	0,92	3 520,00	Clavos	kg	0,20	2,17	0,43	1 659,45					
																			Aditivo curador	gal	0,05	4,64	0,21	797,82					
																			Madera Tornillo	ft²	3 821,16	5,00	5,00	19 105,81					
Fase VI: Aplicación de la solidificación/estabilización y Disposición final del material tratado																													
20	Preparación de la mezcla con camión concreto de 8 m³	m³	7 629,52	80,77	616 228,08	Camión concreto de 8 m3	1,00	737,21	152,00	51,00	4,93	37 597,82	Obreros	5,00	200,00	51,00	1,34	10 200,00	Cemento	Bolsas	66 726,90	6,88	60,17	459 081,09	Carretilla	5,00	44,93	0,03	224,65
						Vibrador de concreto	2,00	28,99	152,00	51,00	0,19	1 478,69	Operario	4,00	200,00	51,00	1,34	10 200,00	Cal	Bolsas	7 697,34	3,10	3,13	23 861,75	Pala	5,00	9,59	0,01	47,95
																			Agua	l	1 663,24	5,00	1,09	8 316,18					
																			Piedra Chancada de 1/2"	m³	2 349,89	9,09	2,80	21 362,66					
																			Arena gruesa	m³	2 078,28	12,12	3,30	25 191,29					
																			Combustible Diésel	l	12 444,00	1,50	2,45	18 666,00					
Perisología																													
21	Autorización de Uso de Agua	Und	1,00	1 212,12	1 212,12																								
22	Autorización sanitaria del sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales domésticas con infiltración en el terreno.	Und	1,00	1 726,03	1 726,03																								
23	Autorización de desbosque (Incluye estudio para el permiso)	Und	1,00	5 633,33	5 633,33																								
24	Autorización de ejecución de obra	Und	1,00	1 300,00	1 300,00																								
Seguridad																													
25	Supervisor de seguridad	Día	98,00	220,00	21 560,00								Supervisor	2,00	140,00	98,00	140,00	13 720,00											
																		Enfermero	2,00	80,00	98,00	80,00	7 840,00						
26	Señalizaciones de seguridad	SG	1,00	773,33	773,33														Cinta de seguridad 400 m	Rollo	2,00	40,00	80,00	80,00	Banderillas	10,00	1,82	18,18	18,18
																								Megáfonos	2,00	45,45	90,91	90,91	
																								Conos 18"	20,00	6,06	121,21	121,21	
																								Radios	5,00	60,61	303,03	303,03	
																									Señalizaciones	40,00	4,00	160,00	160,00
27	Equipos de protección personal	MO	49,00	75,10	3 679,90																			Casco	49,00	24,24	24,24	1 187,76	
																								Botas	49,00	16,66	16,66	816,34	
																								Guantes	49,00	15,15	15,15	742,35	
																								Mascarillas	49,00	13,03	13,03	638,47	
																								Lentes	49,00	2,42	2,42	118,58	
																								Chaleco	49,00	3,60	3,60	176,40	
28	Insumos Médicos / Primeros auxilios	SG	1,00	5 000,00	5 000,00																								
Logística																													

Cuadro 5-14 Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento y aprovechamiento en la Comunidad Nativa José Olaya

N°	Actividad	Und*	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo por partida (\$)	Equipo	Cantidad	Costo (\$ / día	Rendimiento (diario)	Tiempo (días)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos (\$)	Mano de obra	Cantidad	Costo (\$ / día	Días de trabajo	Costo unitario (\$)	Costo total del personal (\$)	Materiales/ consumibles	Und	Cantidad	Costo (\$ / und	Costo unitario (\$)	Costo total de los materiales (\$)	Equipos menores	Cantidad	Costo (\$)	Costo unitario (\$)	Costo total de equipos menores (\$)	
29	Personal logístico	Día	98,00	140,00	13 720,00								Logístico	1,00	70,00	98,00	70,00	6 860,00												
													Almacenero	1,00	70,00	98,00	70,00	6 860,00												
30	Alquiler de almacén en Andoas	Día	30,00	150,00	4 500,00																									
31	Comedor y servicios 21 personas	Día	98,00	254,55	24 945,45								Campamento	21,00	12,12	98,00	254,55	24 945,45												
32	Alojamiento 11 personas	Día	98,00	66,67	6 533,33								Alojamiento	11,00	6,06	98,00	66,67	6 533,33												
33	Traslado de personal	Día	98,00	1 029,36	100 877,08	Camionetas	5	954,55	1,00	98,00	954,55	93 545,45							Combustible Diésel	I	4 887,75	1,50	74,81	7 331,63						
34	Toma de agua de río	m³	9 816,18	0,20	1 938,91	Motobomba 10 HP	2	0,070	2000,00	4,91	0,07	686,36	Operario	1	50,00	4,91	0,03	245,40	Gasolina de 90 octanos	I	27,88	15,00	0,0426	418,17						
													Obreros	3	120,00	4,91	0,06	588,97												
35	Mantenimiento de vías	Día	4,00	1 178,55	4 714,21	Retroexcavadora, con capacidad de cucharon 0,5 m3	1,00	400,00	1,00	4,00	400,00	1 600,00	Operario	3,00	150,00	4,00	150,00	600,00	Combustible Diésel	I	576,00	1,50	216,00	864,00						
						Cisterna	0,30	27,27	1,00	4,00	27,27	109,09	Obrero	3,00	120,00	4,00	120,00	480,00												
						Rodillo vibrador liso autopropulsado 10,8 HP	1,00	265,28	1,00	4,00	265,28	1 061,12																		
36	Stand by	Día	1,00	6 373,35	6 373,35																									
37	Contingencia	SG	1,00	59 813,51	59 813,51																									
	COSTO TOTAL TRATAMIENTO POR (USD)					1 259 629,08																								

Costo (\$) / und: Se expresa el costo de mercado por unidad de material o consumible
Costo unitario (\$): Se expresa el costo de material o consumible por unidad de obra ejecutada siendo la unidad de obra m², m³ o lo descrito en el rubro de Und*, por la cual se mide la cantidad de obra a ejecutar.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-15 Resumen de personal para la ejecución de la remediación para la remediación in situ (E/S y aislamiento con geomembrana)

Cargo /Rol	Responsabilidad	Cant.
Supervisor	Supervisar la ejecución de las actividades según el rol que desempeñe	4
Enfermero	Atender a los trabajadores ante cualquier eventualidad suscitada durante el desarrollo de las actividades y /o trasladar al accidentado hasta el centro de asistencia más cercano	2
Topógrafo	Se encargará de todas las mediciones topográficas, durante movimientos de tierra y compactación del terreno.	2
Operario	Realizará las labores de operación de equipos y maquinaria pesada para el desarrollo de las actividades	7
Conductor	Será responsable de trasladar a personal o equipo según sea el caso	4
Obrero	Se encargará de las labores manuales de acuerdo al rol propio de cada actividad, los mismos deberán tener una noción básica del trabajo a ejecutar, en caso contrario deberán recibir una inducción inicial para el desarrollo de las mismas	16
Logístico	Se encargará de coordinar todo lo referente a la logística necesaria para llevar a cabo las actividades de remediación.	1
Almacenero	Será el encargado de la entrada y salida de recursos de los almacenes, coordinadas por el logístico, este llevará el control de entradas y salidas, y alertará si es necesaria la adquisición de artículos adicionales.	1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El número de trabajadores indicado en la tabla anterior, corresponde a la cantidad máxima del personal que trabajará en simultaneo, durante la actividad de remediación, sin embargo, dicha cantidad varía a lo largo de su aplicación, esto se puede observar en el cuadro 5-46, donde se detalla la cantidad global de trabajadores por actividad. Los trabajadores deberán estar habilitados, con exámenes médicos, vacunas y SCTR.

Cuadro 5-16 Resumen de personal para la ejecución del aprovechamiento en la CN José Olaya de la remediación E/S y aislamiento con geomembrana

Cargo /Rol	Responsabilidad	Cant.
Supervisor	Supervisar la ejecución de las actividades según el rol que desempeñe	2
Enfermero	Atender a los trabajadores ante cualquier eventualidad suscitada durante el desarrollo de las actividades y /o trasladar al accidentado hasta el centro de asistencia más cercano	2
Topógrafo	Se encargará de todas las mediciones topográficas, durante movimientos de tierra y compactación del terreno.	2

Cuadro 5-16 Resumen de personal para la ejecución del aprovechamiento en la CN José Olaya de la remediación E/S y aislamiento con geoembrana

Cargo /Rol	Responsabilidad	Cant.
Operario	Realizará las labores de operación de equipos y maquinaria pesada para el desarrollo de las actividades	6
Conductor	Será responsable de trasladar a personal o equipo según sea el caso	1
Obrero	Se encargará de las labores manuales de acuerdo al rol propio de cada actividad, los mismos deberán tener una noción básica del trabajo a ejecutar, en caso contrario deberán recibir una inducción inicial para el desarrollo de las mismas	13
Logístico	Se encargará de coordinar todo lo referente a la logística necesaria para llevar a cabo las actividades de remediación.	1
Almacenero	Será el encargado de la entrada y salida de recursos de los almacenes, coordinadas por el logístico, este llevará el control de entradas y salidas, y alertará si es necesaria la adquisición de artículos adicionales.	1

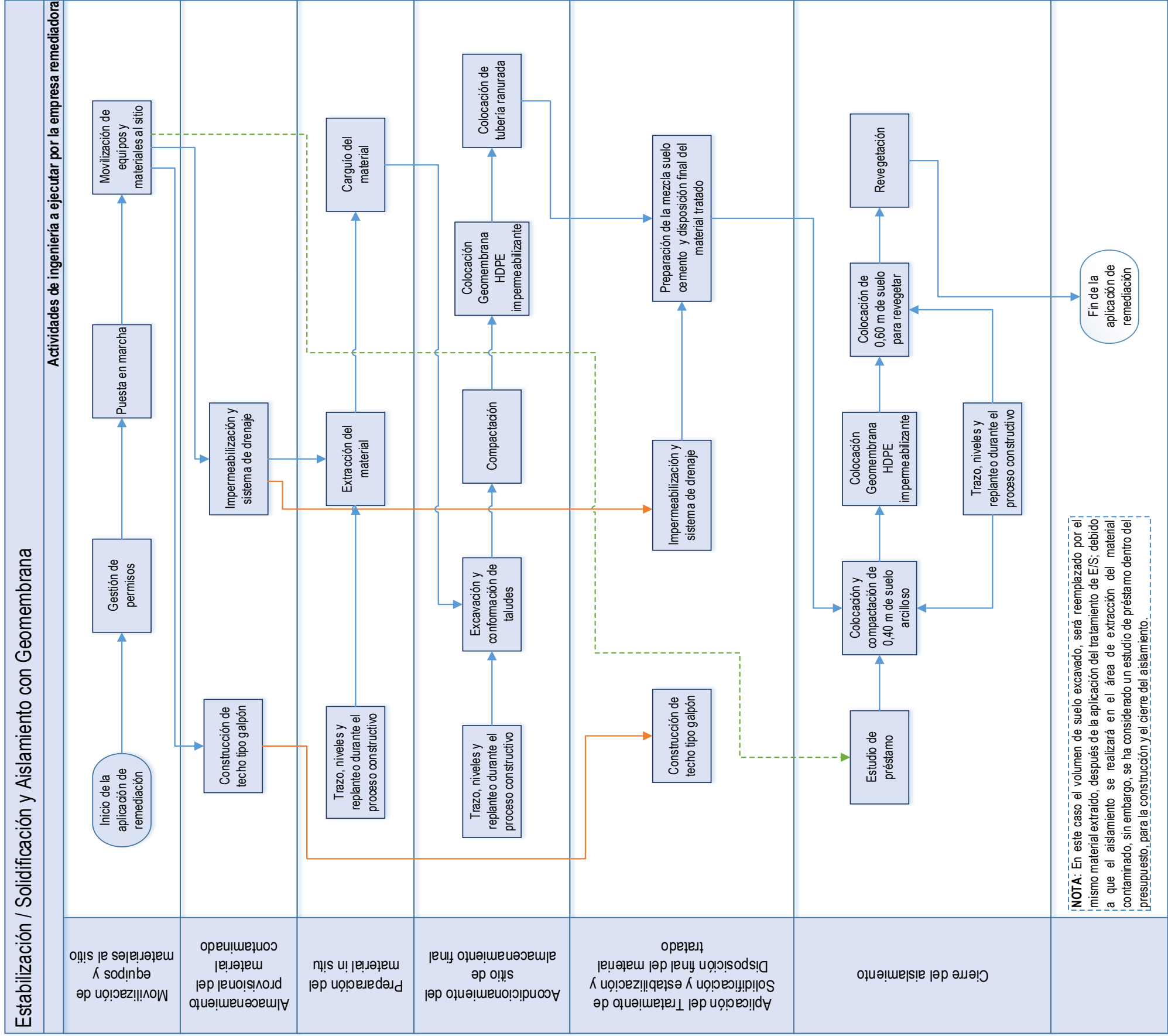
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El número de trabajadores indicado en la tabla anterior, corresponde a la cantidad máxima del personal que trabajará en simultaneo, durante la actividad de remediación, sin embargo, dicha cantidad varía a lo largo de su aplicación, esto se puede observar en el cuadro 5-47, donde se detalla la cantidad global de trabajadores por actividad. Los trabajadores deberán estar habilitados, con exámenes médicos, vacunas y SCTR.

5.6.4 Descripción de las actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora.

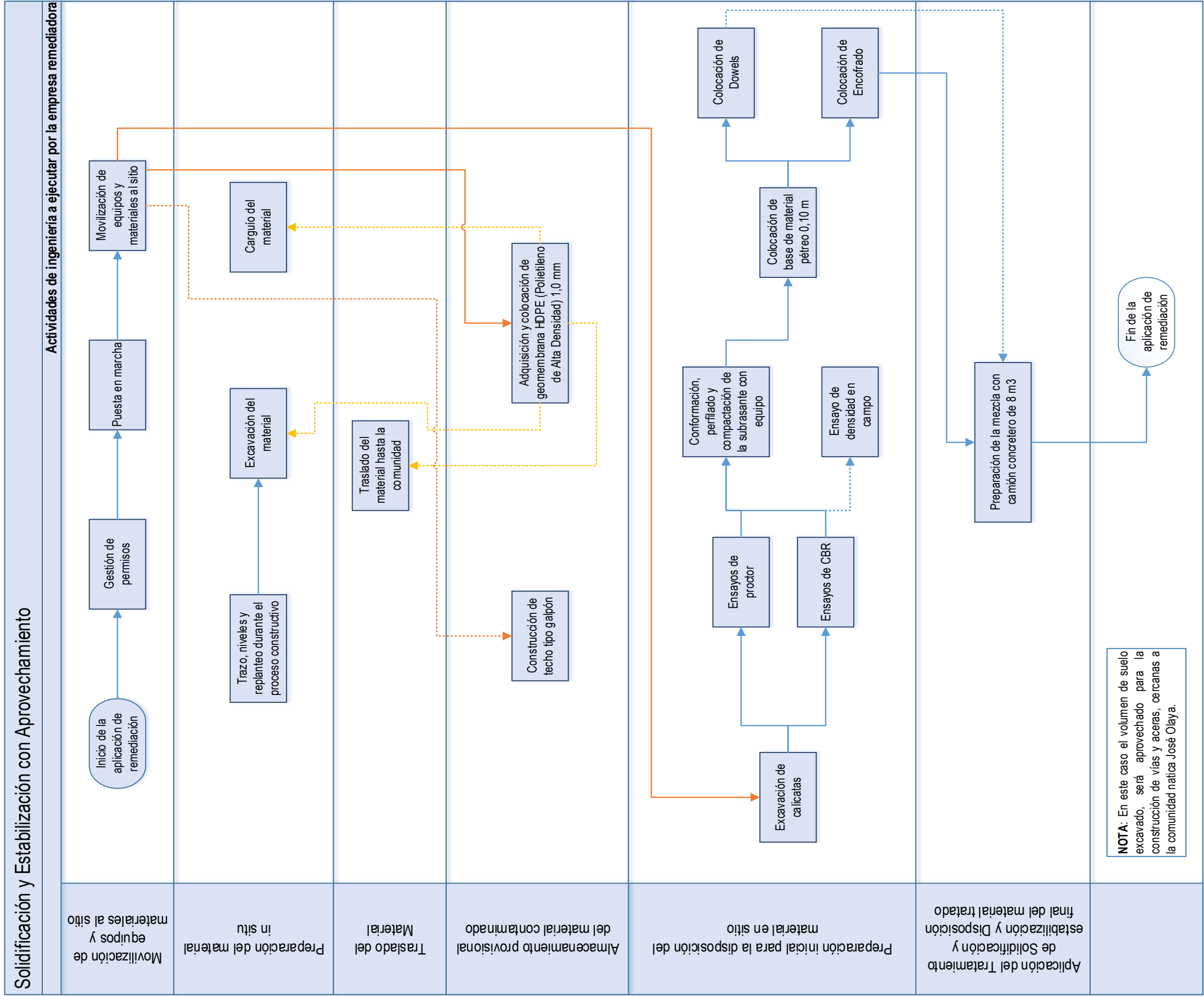
Las actividades de ingeniería a ejecutar se resumen en las siguiente Figuras 5-14 y 5-15

Figura 5-14 Actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora para el caso del aislamiento con geomembrana



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

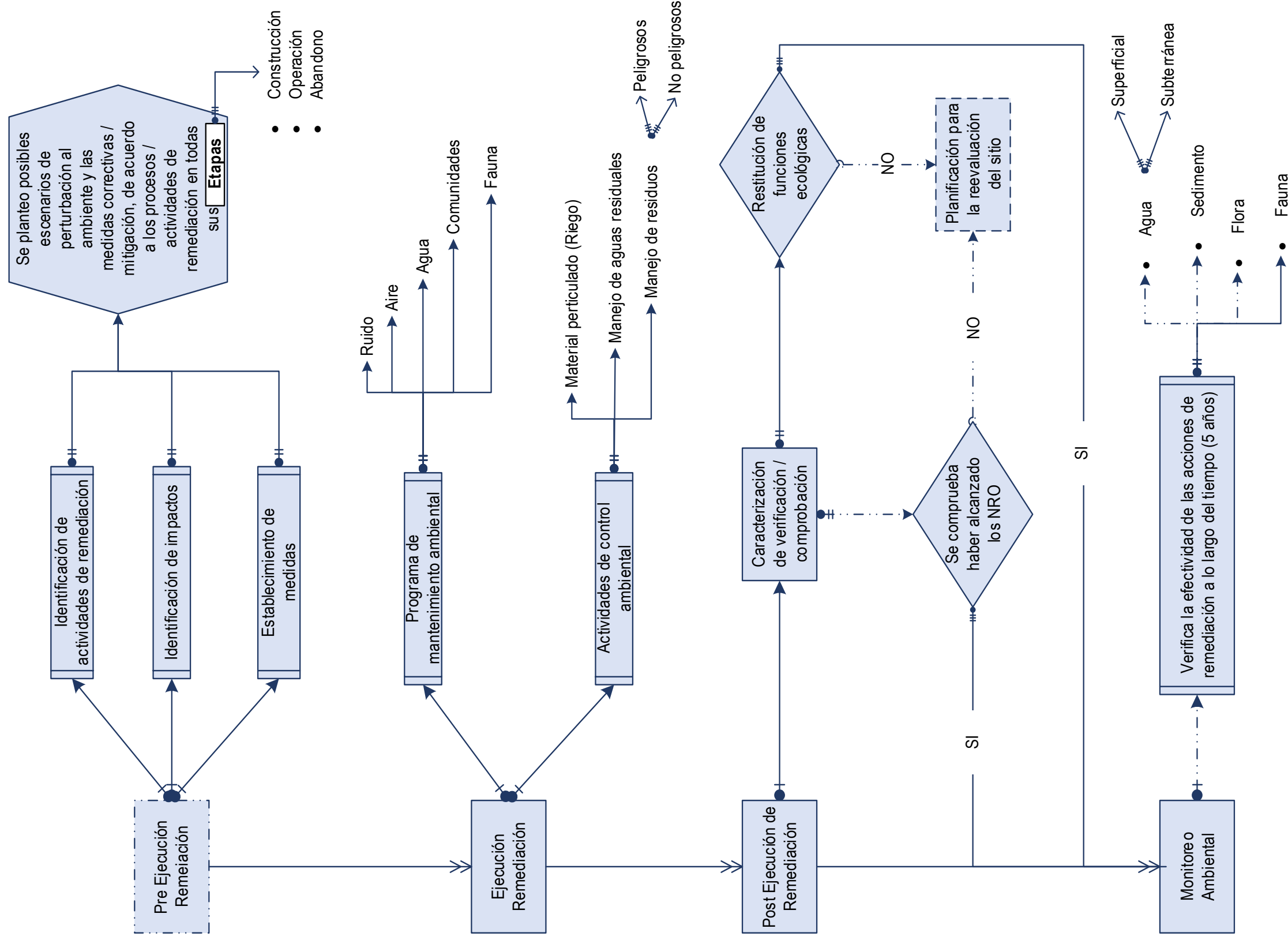
Figura 5-15 Actividades de ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora para el caso de su aprovechamiento en la CN José Olaya



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-16 Flujoograma de actividades del PMA

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-17 Actividades asociadas a la remediación por E/S y aislamiento con geomembrana

Actividad	Descripción
Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio	Esta actividad se desarrolla, la planificación, proyección, ajuste de cronograma, así como todo lo necesario para la puesta en marcha del proyecto, así como el traslado de los equipos hasta el sitio de rehabilitación, incluyendo la movilización fluvial y terrestre
Fase II: Preparación del material in situ	En esta etapa se realizará la excavación y carguío del material contaminado hasta el sitio de almacenamiento destinado para tal fin, el material será apilado hasta una altura de 2,50 a 3,00 m, para esto se utilizará maquinaria pesada.
Fase III: Almacenamiento provisional del material contaminado	En esta fase se realizará la construcción del almacén provisional el cual costará de una impermeabilización con geomembrana y un techo tipo galpón garantizando la altura de descarga de las maquinarias a implementar, esta actividad debe realizarse previo a la extracción del material contaminado
Fase IV: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final	Posterior a la excavación del material contaminado se realizará una excavación para la construcción del aislamiento, de acuerdo con el volumen inicial a remediar, adicionando los porcentajes de cal, cemento y agua correspondientes al tratamiento de estabilización / solidificación, una vez realizada la excavación se procederá al compactado de la superficie lo que aumentará la característica impermeable del suelo in situ, seguidamente se colocará la geomembrana impermeabilizante y la tubería para el control de gases y lixiviado
Fase V: Cierre del aislamiento	Una vez colocado el material estabilizado / solidificado dentro de la zona de aislamiento, se procederá al cierre de la misma, inicialmente se requiere disponer de un volumen de préstamo, el cual será útil para la colocación de una primera capa de 40 cm de suelo arcilloso el cual constituye una primera impermeabilización, posterior a esto se colocará una geomembrana impermeabilizante, sobre la cual se colocarán 60 cm de suelo para revegetar y por último se procederá a revegetar
Fase VI: Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado	En esta fase se realizará la construcción de un área techada e impermeabilizada donde se realizará la mezcla de suelo, así mismo se ejecutará la mezcla y disposición final del suelo contaminado, lo que constituye la aplicación de la estabilización / solidificación
Permisología	Este aparte contiene todos los temas relacionados con los permisos necesarios para realizar las actividades de remediación
Seguridad	Este aparte contiene lo concerniente a la seguridad tanto de los trabajadores como de los procesos de remediación
Logística	Este aparte contiene lo concerniente a la alimentación, traslado de personal y alojamiento

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-18 Actividades asociadas para el aprovechamiento en la CN José Olaya de la remediación

Actividad	Descripción
Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio	Esta actividad se desarrolla, la planificación, proyección, ajuste de cronograma, así como todo lo necesario para la puesta en marcha del proyecto, así como el traslado de los equipos hasta el sitio de rehabilitación, incluyendo la movilización fluvial y terrestre
Fase II: Preparación del material in situ	En esta etapa se realizará la excavación y carguío del material contaminado hasta el sitio de almacenamiento destinado para tal fin, el material será apilado hasta una altura de 2,50 a 3,00 m, para esto se utilizará maquinaria pesada.
Fase III: Traslado del Material	El material será trasladado al sitio en camiones volteo de 10 a 12 m ³ hasta la comunidad José Olaya, en un almacenamiento provisional construido para tal fin
Fase IV: Almacenamiento provisional del material contaminado	En esta fase se realizará la construcción del almacén provisional el cual costará de una impermeabilización con geomembrana y un techo tipo galpón garantizando la altura de descarga de las maquinarias a implementar, esta actividad debe realizarse previo a la extracción del material contaminado
Fase V: Preparación inicial para la disposición del material en sitio	En esta etapa se realizarán todas las actividades previas al vaciado de la mezcla de concreto, estudios de capacidad y densidad, actividades de compactación, colocación de base, refuerzo de fierro y encofrado.
Fase VI: Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado	En esta fase se realizará la construcción de un área techada e impermeabilizada donde se realizará la mezcla de suelo, así mismo se ejecutará la mezcla y disposición final del suelo contaminado, lo que constituye la aplicación de la estabilización / solidificación
Permisología	Este aparte contiene todos los temas relacionados con los permisos necesarios para realizar las actividades de remediación
Seguridad	Este aparte contiene lo concerniente a la seguridad tanto de los trabajadores como de los procesos de remediación
Logística	Este aparte contiene lo concerniente a la alimentación, traslado de personal y alojamiento

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.5 Descripción de los residuos y/o emisiones.

Durante las actividades de remediación-rehabilitación se generarán efluentes, emisiones atmosféricas y residuos sólidos en cantidades y volúmenes que dependerán mayormente de la tecnología o conjunto de tecnologías seleccionadas, así como del tipo de contaminante a ser tratado.

A) Residuos sólidos

Durante el proceso de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se generarán residuos sólidos que según sus características se pueden clasificar en peligrosos y no peligrosos.

Los residuos domésticos, se generarán principalmente en el campamento temporal como consecuencia de las actividades habituales de los trabajadores.

En el siguiente cuadro se presenta la estimación de generación residuos sólidos domésticos. Se ha considera una generación por persona de 0,57 kg/hab-día (correspondiente a la generación por persona de la región Loreto) y una demanda estimada de 16 trabajadores para la alternativa 1: “Estabilización-Solidificación + Aislamiento” y 21 trabajadores para la alternativa 2 “Estabilización-Solidificación + Construcción de vías acceso en la comunidad” durante las tres (3) etapas del proceso de remediación.

Cuadro 5-19 Generación de residuos sólidos domésticos- Alternativa 1

Producción por persona de RR.SS. (kg/hab/día)	N° de trabajadores	Generación diaria (kg)	Generación mensual (kg)	Densidad (kg/m³)	Volumen mensual (m³)	Generación Total (kg)	Volumen Total (m³)
0,57*	16	9,12	273,1	250	1,09	5 462	21,8

* Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios para la región de Loreto (MINAM).

** Generación total durante los catorce (20) meses de duración de la remediación.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-20 Generación de residuos sólidos domésticos- Alternativa 2

Producción por persona de RR.SS. (kg/hab/día)	N° de trabajadores	Generación diaria (kg)	Generación mensual (kg)	Densidad (kg/m³)	Volumen mensual (m³)	Generación Total (kg)	Volumen Total (m³)
0,57*	21	11,97	359,1	250	1,43	7900	31,6

* Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios para la región de Loreto (MINAM).

** Generación total durante los catorce (20) meses de duración de la remediación.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el ítem. 5.8 Plan de Manejo de Residuos se presenta las medidas o procedimientos para el manejo integral de los residuos a generarse durante las actividades de remediación.

B) Residuos líquidos

Se contempla la generación de efluentes domésticos, provenientes del personal que realizará las actividades inherentes a la remediación.

• Aguas residuales domésticas

Para la determinación del volumen de aguas residuales domésticas se ha considerado una dotación de agua de 80 litros/hab-día y una demanda estimada de 16 trabajadores para la alternativa 1: “Estabilización – Solidificación + Aislamiento” y 21 trabajadores para la alternativa 2 “Estabilización-Solidificación + Construcción de vías acceso en la comunidad” y que el 80 % se convertirá en efluente doméstico, conforme a lo especificado en la Norma OS.100**, cabe resaltar

que la demanda de agua potable y por consiguiente el volumen de generación de efluentes domésticos es variable y estará en función al número de trabajadores. En el siguiente cuadro se presenta el volumen máximo de generación de efluentes domésticos por día:

Cuadro 5-21 Generación de efluentes domésticos- Alternativa 1

Dotación de agua (l/hab/día)	N° de trabajadores	Demanda de agua diaria (m ³ / día) *	Efluentes domésticos (m ³ /día) **
80 *	16	1,28	1,024

* Dotación de agua para selva (MVCS, 2011).

** Se considera que el 80% del agua consumida se convertirá en efluente doméstico (NORMA OS.100).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-22 Generación de efluentes domésticos- Alternativa 2

Dotación de agua (l/hab/día)	N° de trabajadores	Demanda de agua diaria (m ³ / día) *	Efluentes domésticos (m ³ /día) **
80 *	21	1,68	1,344

* Dotación de agua para selva (MVCS, 2011).

** Se considera que el 80% del agua consumida se convertirá en efluente doméstico (NORMA OS.100).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Aguas residuales industriales (lixiviados)

El lixiviado de los aislamientos con geomembrana se generaría como consecuencia de la infiltración proveniente de las frecuentes precipitaciones locales, así como por el fenómeno de evapotranspiración, característico del clima tropical de selva.

Se prevé que el volumen de generación de lixiviado será mínimo, dado que el suelo afectado será estabilizado (con cal) y mezclado con un agente solidificante (cemento), para posteriormente ser secado y confinado en los aislamientos protegidos por una geomembrana.

Aun cuando es poco probable la generación de efluentes (lixiviados) en los aislamientos con geomembrana, se contempla un plan de manejo para éstas.

C) Emisiones

Las principales fuentes que originarían emisiones de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) son las asociadas al movimiento de material y carga y descarga de material (excavación y remoción de suelo contaminado) y las asociadas a emisiones de gases de combustión de combustible (CO, NO₂ y SO₂) serían por el tránsito de vehículos y el funcionamiento de maquinaria pesada (excavadora, retroexcavadora, trompo mezclador, entre otros).

Los tipos de fuentes de emisión asociadas a las acciones de remediación son fugitivas y no fugitivas:

• Emisiones fugitivas

Fuente de volumen: Tránsito de camión volquete, retroexcavadora, y camiones de suministro

Fuentes de área: actividades de transferencia (carga y descarga), excavación o movimiento de material, actividades de relleno.

Fuente Fijas: Generador eléctrico.

- **Emissiones no fugitivas**

Fuente móviles: tubo de escape de volquetes y camiones de suministro.

Fuentes de área: excavadora, retroexcavadora, equipo compactador vibratorio.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen por cada fuente y tipo de emisión:

Cuadro 5-23 Emisiones de material particulado y gases

Fuente de emisión	Material Particulado	CO	NO ₂	SO ₂
Tránsito de volquetes y camiones de suministro	X	X	X	X
Actividades de transferencia, movimiento de material, actividades de relleno	X			
Generador eléctrico		X		
Tubo de escape de volquetes y camiones de suministro	X	X	X	X
Maquinaria pesada (excavadora, retroexcavadora, equipo compactador vibratorio, entre otros)	X	X	X	X

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7 Plan de Manejo Ambiental.

5.7.1 Identificación de impactos ambientales

Durante las actividades de remediación-rehabilitación se generarán efluentes, emisiones atmosféricas y residuos sólidos en cantidades y volúmenes que dependerán mayormente de la tecnología o conjunto de tecnologías seleccionadas, así como del tipo de contaminante a ser tratado.

Preliminarmente, es importante identificar las actividades y en consecuencias los aspectos ambientales del proceso de remediación “Solidificación/Estabilización en conjunto con el aislamiento con geomembrana” con construcción de vías de acceso, a aplicarse en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), que conlleve a la generación de potenciales residuos, ya sean sólidos, efluentes o emisiones atmosféricas, y otras actividades que posiblemente afecten al componente ambiental físico, biológico o social.

A) Identificación de las acciones de remediación

Las actividades de remediación descritas en el ítem 5.6.2, se desarrollarán en tres (3) etapas: construcción, operación y abandono; en los siguientes cuadros se presenta la lista actividades por cada etapa:

Cuadro 5-24 Actividades durante la etapa de construcción Alternativa 1

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Construcción	Preparación del sitio (actividades preliminares) - Traslado de equipo (maquinaria pesada, materiales al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). - Nivelación del terreno para almacenamiento temporal y colocación de geomembrana provisional. - Excavación y conformación de taludes para el aislamiento. - Compactación del aislamiento. - Colocación de geotextil permanente, drenajes y sistemas de control de agua. - Armado de campamento temporal.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-25 Actividades durante la etapa de operación

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Operación	- Colocación de geomembrana para el pretratamiento del suelo. - Preparación de la mezcla suelo- cemento. - Colocación del material en el aislamiento y vibración del concreto.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-26 Actividades durante la etapa de abandono

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Abandono	- Recubrimiento del aislamiento con geomembrana - Revegetación - Desinstalación de campamento temporal y desmovilización de equipos y maquinaria pesada - Traslado de residuos

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-27 Actividades durante la etapa de construcción Alternativa 2

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Construcción	Preparación del sitio (actividades preliminares) - Traslado de equipo (maquinaria pesada, materiales al sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). - Nivelación del terreno para almacenamiento temporal y colocación de geomembrana provisional. - Excavación y conformación de taludes del aislamiento. - Compactación del aislamiento. - Colocación de geotextil permanente, drenajes y sistemas de control de agua. - Armado de campamento temporal.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-28 Actividades durante la etapa de operación

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Operación	- Colocación de geomembrana para el pretratamiento del suelo. - Preparación de la mezcla suelo- cemento. - Colocación del material en el aislamiento y vibración del concreto. - Transporte del material contaminado a la comunidad y disposición en galpón - Conformación, perfilado y compactación del material - Colocación de base de material pétreo - Colocación de dowels - Conformación de encofrado - Preparación de la mezcla con camión concretero

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-29 Actividades durante la etapa de abandono

Etapa de Remediación	Actividades de la etapa
Abandono	- Recubrimiento del aislamiento con geomembrana - Revegetación - Desinstalación de campamento temporal y desmovilización de equipos y maquinaria pesada - Traslado de residuos

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B) Identificación de componentes ambientales

En el Cuadro 5-30 se presentan el listado de los componentes ambientales (físico, biológico y social), a fin de identificar cuáles podrían ser disturbados por las actividades que comprenda el proceso de remediación en el Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 5-30 Componentes y factores ambientales

Componente	Factor Ambiental	
Físico	Topografía y Paisaje	Topografía
		Calidad Visual
	Calidad de Aire	Material Particulado
		Emisiones Gaseosas
	Ruido	Nivel de Ruido
	Recurso Hídrico Superficial	Cantidad del Agua Superficial
		Calidad del Agua Superficial
Biológico	Recurso Hídrico Subterráneo	Cantidad del Agua Subterránea
		Calidad del Agua Subterránea
	Suelo	Calidad del Suelo
		Uso de Suelo
	Flora Terrestre	Abundancia y diversidad
	Fauna Terrestre	Abundancia y diversidad
	Flora y Fauna Acuática	Abundancia y diversidad
Socioeconómico		Contratación de mano de obra
		Percepciones de Grupo de Interés

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

C) Identificación de impactos y riesgos ambientales

En el Cuadro 5-31 y Cuadro 5-32 se presentan la matriz de identificación de los impactos que pudieran generar cambio en alguno de los componentes ambientales.

En dicha matriz se diferencia el impacto ambiental de naturaleza negativo (-) o positivo (+) y si el efecto es directo (color naranja) o indirecto (color verde). A continuación, una breve descripción:

- Potencial Impacto Positivo/negativo Directo: El impacto ambiental directo será el que ocasione cambios positivos/negativos inmediatos y perceptibles a corto plazo en el ecosistema.
- Potencial Impacto Positivo/negativo Indirecto: El impacto ambiental indirecto negativo será el que afecte colateralmente positiva o negativamente el ecosistema.

Asimismo, se presenta los riesgos ambientales identificados durante el proceso de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya).

Cuadro 5-31 Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales del plan de remediación - Etapa de construcción, operación y abandono- Alternativa 1

ETAPA	COMPONENTE AMBIENTAL	FÍSICO										BIOLÓGICO			SOCIO- ECONÓMICO		
	FACTOR AMBIENTAL	Topografía y Paisaje		Calidad de Aire		Ruido	Recurso Hídrico Superficial		Recurso Hídrico Subterráneo		Suelo		Flora Terrestre	Fauna Terrestre			Flora y Fauna Acuática
	SITIO S0118 (SITIO BOTADERO COMUNIDAD OLAYA) TÉCNICA DE REMEDIACIÓN: SOLIDIFICACIÓN / ESTABILIZACIÓN - AISLAMIENTO CON GEOMEMBRANA	Topografía	Calidad Visual	Material Particulado	Emisiones Gaseosas	Nivel de Ruido	Cantidad del Agua Superficial	Calidad del Agua Superficial	Cantidad del Agua Subterránea	Calidad del Agua Subterránea	Calidad del Suelo	Uso de Suelo	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Contratación de mano de obra	Percepciones de Grupo de Interés
	ACTIVIDADES																
CONSTRUCCIÓN	Traslado de equipo (Maquinaria pesada, insumos, al sitio)		-	-	-	-		-						-		+	+
	Nivelación del terreno para almacenamiento temporal y colocación de geomembrana provisional	-	-	-	-	-						-		-		+	+
	Excavación y conformación de taludes en aislamiento	-	-	-	-	-	-				+	-		-		+	+
	Colocación de geotextil permanente, drenajes y sistemas de control de agua					-						-		-			
	Armado de campamento temporal		-			-	-			-		-		-		+	+
OPERACIÓN	Colocación de geomembrana para el pretratamiento de suelo				-							-		-		+	+
	Preparación de la mezcla suelo cemento			-	-	-	-							-		+	+
	Colocación del material en el aislamiento y vibración del concreto			-	-	-							+				
	Recubrimiento del aislamiento	+	+	-	-	-	-			+						+	+
ABANDONO	Revegetación	+	+				+		+		+		+	+		+	+
	Desinstalación de campamento temporal y desmovilización de equipos y maquinaria pesada	+	+	-	-	-						+		-		+	+
	Traslado de residuos	+	+	-	-	-										+	+

Leyenda:

+	Potencial Impacto Positivo Directo
+	Potencial Impacto Positivo Indirecto
-	Potencial Impacto Negativo Directo
-	Potencial Impacto Negativo Indirecto
	No se genera impacto

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-32 Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales del plan de remediación - Etapa de construcción, operación y abandono- Alternativa 2

ETAPA	COMPONENTE AMBIENTAL	FÍSICO											BIOLÓGICO			SOCIO-		
	FACTOR AMBIENTAL	Topografía y Paisaje		Calidad de Aire		Ruido	Recurso Hídrico Superficial		Recurso Hídrico Subterráneo		Suelo		Flora Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	ECONÓMICO		
	SITIO S0118 (SITIO BOTADERO COMUNIDAD OLAYA) TÉCNICA DE REMEDIACIÓN: SOLIDIFICACIÓN / ESTABILIZACIÓN - AISLAMIENTO CON GEOMEMBRANA	Topografía	Calidad Visual	Material Particulado	Emisiones Gaseosas	Nivel de Ruido	Cantidad del Agua Superficial	Calidad del Agua Superficial	Cantidad del Agua Subterránea	Calidad del Agua Subterránea	Calidad del Suelo	Uso de Suelo	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Contratación de mano de obra	Percepciones de Grupo de Interés	
	ACTIVIDADES																	
CONSTRUCCIÓN	Traslado de equipo (Maquinaria pesada, insumos, al sitio)		-	-	-	-		-						-		+	+	
	Nivelación del terreno para almacenamiento temporal y colocación de geomembrana provisional	-	-	-	-	-						-		-		+	+	
	Excavación y conformación de taludes en el aislamiento	-	-	-	-	-	-				+	-		-		+	+	
	Colocación de geotextil permanente, drenajes y sistemas de control de agua					-						-		-				
	Armado de campamento temporal		-			-	-			-		-		-		+	+	
OPERACIÓN	Colocación de geomembrana para el pretratamiento de suelo				-							-		-		+	+	
	Preparación de la mezcla suelo cemento			-	-	-	-							-		+	+	
	Colocación del material en el aislamiento y vibración del concreto			-	-	-							+					
	Recubrimiento del aislamiento	+	+	-	-	-	-			+						+	+	
	Transporte del material contaminado a la comunidad y disposición en galpón		-	-	-	-		-						-		+	+	
	Conformación, perfilado y compactación del material			-	-	-								+				
	Colocación de base material pétreo, colocación de dowels y encofrado	+	+	-	-	-	-			+						+	+	
	Preparación de la mezcla con camión concreto			-	-	-	-								-	+	+	
ABANDONO	Revegetación	+	+				+		+		+		+	+		+	+	
	Desinstalación de campamento temporal y desmovilización de equipos y maquinaria pesada	+	+	-	-	-						+		-		+	+	
	Traslado de residuos	+	+	-	-	-										+	+	

Leyenda:

+	Potencial Impacto Positivo Directo
+	Potencial Impacto Positivo Indirecto
-	Potencial Impacto Negativo Directo
-	Potencial Impacto Negativo Indirecto
	No se genera impacto

D) Impactos ambientales a mitigar

El Cuadro 5-31 y 5-32, detalla los impactos ambientales en las etapas de construcción, operación y abandono del proceso de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) a prevenir o mitigar:

Componente físico

- Alteración de la topografía (+ / -).
- Alteración de la calidad visual (+ / -).
- Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones) (-).
- Alteración de la calidad del agua (+ / -).
- Incremento de los niveles de ruido (-).
- Modificación de uso de suelo (+).
- Alteración de la calidad del suelo (+).

Componente biológico

- Alteración de la fauna terrestre (+ / -).
- Alteración de la flora terrestre (+ / -).

Componente social

- Contratación de mano de obra local (+).
- Mejora de la percepción de los grupos de interés (+).

El principal impacto ambiental de carácter negativo y de efecto directo es la alteración de la calidad del aire y el incremento de los niveles de ruido por las actividades de excavación de material contaminado y la conformación de taludes del aislamiento en la etapa de construcción y el funcionamiento de maquinaria pesada en la etapa de operación.

Por otro lado, el principal impacto ambiental de carácter positivo y de efecto directo es la recuperación de la calidad visual y de la calidad del suelo del sitio, post recubrimiento del aislamiento con geomembrana y revegetación, que conlleva asimismo un impacto positivo en el componente biológico flora.

5.7.1.1 Medidas de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental incluye medidas y acciones mitigar, minimizar o evitar impactos ambientales al medio ambiente, el mismo se enmarca en los lineamientos establecidos en la Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM.

Las medidas de manejo ambiental de los impactos descritos en los párrafos anteriores serán manejadas por los programas individuales que se presentan en los siguientes ítems, estos programas son los siguientes:

- Programa de manejo de instalaciones auxiliares
- Programa de manejo de paisaje visual
- Programa de manejo ruido ambiental y calidad del aire
- Programa de manejo del recurso suelo

- Programa de manejo del recurso hídrico
- Programa de manejo de flora y fauna terrestre
- Programa de manejo de sustancias o materiales peligrosos
- Programa de relaciones comunitarias

5.7.1.2 Programa de manejo de instalaciones auxiliares

Durante la operación de la técnica solidificación/estabilización se demandará habilitar un campamento, que será utilizado durante las actividades de remediación en el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), para ello se debe tener en cuenta lo listado a continuación:

- Las instalaciones eléctricas provisionales deberán ser ejecutadas y mantenidas por personal calificado.
- La evaluación de excretas será mediante letrinas, los cuales deberán ser suficientes para la cantidad de trabajadores.
- El campamento deberá establecerse preferentemente en una zona despejada sin cobertura vegetal para evitar el desbroce innecesario, asimismo deberá establecerse en un lugar seco y lejos de peligros naturales.
- Los residuos generados en el campamento serán manejados de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- El reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se debe realizar en lugares impermeabilizados específicamente para este fin (ver ítem 5.7.1.9).

5.7.1.3 Programa de manejo de paisaje visual

- El suelo contaminado excavado será repuesto a su lugar de origen mezclado con cemento, para su estabilización.
- El área final excavada será cubierta con geomembrana y será revegetada con especies autóctonas.

5.7.1.4 Programa de manejo de ruido ambiental y calidad de aire

- Durante la fase de construcción, operación y abandono se prevé la emisión de material particulado producto del traslado del equipo y maquinaria pesada, asimismo durante las labores de excavación.
- Para mitigar estos impactos, se contempla algunas medidas: los caminos serán rociados con agua (cerca a las comunidades nativas y áreas de trabajo) para evitar la dispersión de material particulado.
- Se aplicarán límites máximos de velocidad en trochas carrozables que crucen cerca a las comunidades nativas.
- Las actividades de mezclado del suelo contaminado y del cemento serán realizadas (50 % del volumen total) en un camión mezclador, minimizando las emisiones de material particulado, el otro 50 % del volumen total será realizada sobre una geomembrana y rociando el material con agua, para minimizar la generación de material particulado.
- Se realizará un monitoreo de calidad de aire de acuerdo con lo estipulado en el ítem 5.9.
- Se utilizará vehículos y maquinaria pesada que cuente inspección técnica vigente.

- Durante el manejo de vehículos se reducirá el uso de claxon.
- Los grupos electrógenos y compresores serán ubicados lejos de las comunidades nativas o cercanas a áreas de recreación y alimentación.
- Los vehículos y maquinaria pesada utilizada deberán cumplir las normas de emisiones.
- Todos los equipos utilizados contarán con un plan de mantenimiento provisto por el contratista.
- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todas las unidades móviles.

5.7.1.5 Programa de manejo del recurso suelo

- El *topsoil* debe ser recuperado y no mezclado con ningún otro tipo de material durante los trabajos de movimiento de tierras.
- El mismo será utilizado para los trabajos de revegetación durante la etapa de abandono.

5.7.1.6 Programa de manejo del recurso hídrico

- El suelo excavado y colocado en una geomembrana temporalmente, tendrá un techo y un sistema de drenaje, permitiendo que toda el agua de lluvia que pueda captarse sea dirigida hacia un colector final.
- El efluente o agua de contacto será tratada como agua contaminada y será llevada a una EO-RS.
- Se gestionará permiso de uso de agua para el abastecimiento de agua con fines de uso industrial.

5.7.1.7 Programa de manejo de flora y fauna terrestre

La revegetación del área contaminada tendrá un impacto positivo en la abundancia de especies de flora y fauna terrestre.

Se dispondrá de un vivero temporal para la siembra y propagación de especies.

5.7.1.8 Programa de manejo de sustancias o materiales peligrosos

El Programa de manejo de sustancias peligrosas o materiales peligrosos presenta los lineamientos sobre el transporte, almacenamiento y manejo de combustibles e insumos químicos a ser usados durante las actividades de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero José Olaya).

A) Transporte

Todo el personal que participe en la operación de transporte de sustancias peligrosas debe estar debidamente entrenado en el manejo de sustancias peligrosas y la aplicación del Plan de Contingencias para dicho transporte.

B) Almacenamiento

- El almacén debe estar correctamente ventilado, para evitar la concentración de gases peligrosos (tóxicos, irritantes, explosivos).
- El almacenamiento de combustible se realizará en un tanque de 50 l de capacidad, se evitará la afectación del aire, suelo y agua, siguiendo las indicaciones contenidas en las hojas de seguridad (MSDS).

- El área de almacenamiento de combustible deberá cumplir los siguientes aspectos:
- Contará con techo, con el suelo impermeabilizado para evitar en lo posible filtraciones al medio y con ventilación adecuada y con poza de contención en caso de derrames.
 - o La poza de contención debe ser diseñada de tal forma que pueda recibir por lo menos el 110 % de la capacidad del mayor volumen a ser almacenado.
 - o Contará con extintores contra incendios.
 - o Deberá contar con un kit de emergencia que incluya por lo menos paños absorbentes, bolsas plásticas y palas.
 - o Contará con señalización que indique la peligrosidad.

C) Señalización

Todos los recipientes de sustancias químicas estarán rotulados con su respectivo contenido y la clase de riesgo que representa.

5.7.1.9 Programa de relaciones comunitarias

El plan de relaciones comunitarias se enmarcará en tres lineamientos básicos para correcto desempeño de las medidas de remediación del Sitio S0118 (Botadero José Olaya):

- Inducción general a la población y/o trabajadores sobre las actividades a desarrollarse.
- Charlas de capacitación a los trabajadores locales.
- Acompañamiento durante el proceso para prevenir conflictos y resolver dudas de la población.

5.7.1.10 Plan de contingencias y emergencias

Durante las diferentes etapas de las acciones de remediación, se podrían presentar diferentes situaciones para las cuales el contratista (responsable de la remediación) deben afrontar dichas eventualidades y capacitar al personal para actuar antes, durante y después del evento.

Los riesgos que se identificaron se presentan en el Cuadro 5-31 y 5-32 (Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales), los cuales son:

- Fuga o derrame de sustancias peligrosas (hidrocarburos)
- Accidentes de tránsito
- Lesiones personales

5.8 Plan de Manejo de Residuos.

El presente programa de residuos (sólidos y líquidos) será aplicado durante las etapas de construcción, operación y abandono de las acciones de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), el cual estará basado en el cumplimiento de lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y en su Reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

La empresa prestadora de servicios, operador y cualquier persona que intervenga en el manejo de residuos sólidos, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su adecuado manejo.

5.8.1.1 Residuos Sólidos

En el presente ítem se describirá el procedimiento a seguir durante la gestión y manejo de los residuos generados en las distintas etapas del proyecto. Asimismo, dicha gestión y manejo será encargado a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) debidamente registrada ante DIGESA o MINAM.

En general, la gestión de los residuos sólidos será de responsabilidad del operador de la remediación, quien debe supervisar el adecuado manejo de residuos sólidos generados.

A) Generación de RR.SS.

Durante las acciones de remediación se deberá llevar un registro de los residuos generados, como tipo, descripción, cantidad, lugar temporal de disposición, volumen, entre otro que amerite la normativa ambiental.

A continuación, se presenta las fuentes de generación de residuos sólidos diferenciados por su peligrosidad (peligrosos y no peligrosos):

• No Peligrosos

De acuerdo con las actividades de remediación planteadas, se ha preparado un listado de los posibles residuos no peligrosos a generarse durante las etapas de construcción, operación y abandono.

Cuadro 5-33 Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de construcción

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Papel, cartón, plásticos, trapos	Trabajos preliminares
Residuos domésticos	Campamento temporal

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-34 Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de operación

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Papel, cartón, plásticos, trapos	Mantenimiento
Residuos domésticos	Campamento temporal

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-35 Tipos de residuos no peligrosos - Etapa de abandono

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Papel, cartón, plásticos, trapos	Desinstalación del campamento temporal Revegetación
Residuos domésticos	Trabajadores (campamento)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Peligrosos**

Similarmenre, se ha preparado un listado de los posibles residuos peligrosos a generarse durante las etapas de construcción, operación y abandono.

Cuadro 5-36 Tipos de residuos peligrosos - Etapa de construcción

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Trapos impregnados con aceites, grasas, y otras sustancias peligrosas.	Trabajos preliminares
Papel, cartón, plásticos contaminados con aceite, solvente, otros.	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-37 Tipos de residuos peligrosos - Etapa de operación

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Trapos impregnados con aceites, grasas, y otras sustancias peligrosas.	Zona de preparación de mezcla y manejo de combustible.
Papel, cartón, plásticos contaminados con aceite, solvente, otros.	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-38 Tipos de residuos peligrosos - Etapa de abandono

Tipo de Residuo	Fuente de generación
Trapos impregnados con aceites, grasas, y otras sustancias peligrosas.	Desinstalación de zonas de acopio de RR.SS. peligrosos y combustible.
Papel, cartón, plásticos contaminados con aceite, solvente, otros.	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

B) Segregación

Para realizar una adecuada segregación de los residuos generados en el proceso de remediación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), se utilizará contenedores o cilindros asignados según el "Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos de la NTP 900.058.2005", lo descrito se muestra en el Cuadro 5-35.

Cuadro 5-39 Identificación de recipientes por tipo de residuos

Tipo de Residuo	Color	Ubicación
Envases, trapos y paños impregnados con químicos (aceite, solventes, pintura, etc.), pilas.		▪ En los frentes de remediación
METALES Partes o piezas metálicas pequeñas.		▪ En los frentes de remediación
VIDRIOS (vidrios enteros o rotos)		▪ En los frentes de remediación
PLÁSTICOS (Botellas de bebidas gaseosas, aceite, comestibles, etc.)		▪ En los frentes de remediación
(Periódicos, revistas, folletos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, etc.)		▪ En los frentes de remediación
(Residuos que no se degradan)		▪ En los frentes de remediación
(Restos de comida, maleza, restos de barrido, servilletas y similares)		▪ En los frentes de remediación

Fuente: NTP. NTP 900.058.2005; "GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos".

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

C) Almacenamiento

• Almacenamiento intermedio o temporal

Por la magnitud de las actividades y la cantidad de residuos sólidos a generarse se necesitará puntos de almacenamiento temporal, ubicado en los frentes de trabajo, para residuos sólidos.

- Los residuos generados serán adecuadamente acondicionados en recipientes herméticos y rotulados para ser separados según su composición y origen, donde se almacenan hasta acumular cantidades suficientes para traslado al almacenamiento central.
- Se plantea dos (2) puntos de acopio de almacenamiento intermedio o temporal, uno en el frente de remediación y el otro en el campamento temporal.
- Los recipientes para el almacenamiento de los residuos sólidos contarán con tapa. Asimismo, los recipientes contendrán bolsas de polietileno en su interior del mismo color que el cilindro que las contiene.
- Se contará con letreros de identificación para cada tipo de residuo, así como, la identificación correspondiente en cada uno de los contenedores o cilindros de capacidad de 55 galones.
- Todo punto de almacenamiento temporal deberá contar con lo siguiente: gigantografía didáctica de residuos sólidos, base de madera (puntos temporales).
- Desde los puntos de almacenamiento temporal, los residuos sólidos comunes (reaprovechables) deberán ser dispuestos al área de almacenamiento central.
- Los residuos peligrosos generados durante las actividades de remediación, serán retirados y dispuestos en envases herméticos para su posterior traslado a los puntos de almacenamiento central y su posterior manejo adecuado por una EO-RS autorizada por el MINAM o DIGESA.

- **Almacenamiento central**

- Durante las acciones de remediación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) se contará para el almacenamiento de residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) con un área de almacenamiento central debidamente acondicionada, donde se almacenarán los residuos hasta acumular cantidades suficientes para su evacuación y/o disposición final siguiendo las medidas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente; asimismo se contará con un registro del volumen de residuos que ingresan y evacuan del área de almacenamiento central.
- El área de almacenamiento central tendrá contenedores especiales, de un mayor volumen (1 100 litros o 290,6 galones) que los puntos de almacenamiento temporal, para el almacenamiento de los residuos sólidos; según el tipo de residuo que se tenga.
- Debe tener áreas separadas para la recepción y manipuleo de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Los contenedores estarán en buenas condiciones, contarán con sus respectivas tapas y diseñados de tal forma que facilite su traslado.
- Se colocará señalización preventiva, relacionado a la manipulación por personal entrenado, principalmente para los residuos peligrosos, e indicando el uso obligatorio de equipos de protección personal.
- Con respecto a los residuos peligrosos (trapos con residuos de grasas o combustible) generados durante las actividades de remediación serán retirados y dispuestos en contenedores herméticamente cerrados para su posterior traslado y disposición final por una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizada por DIGESA o MINAM.
- El área de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos deberá cumplir con los aspectos recomendados por la normativa nacional vigente:
 - Contará con techo, con el suelo impermeabilizado para evitar en lo posible filtraciones al medio y con ventilación adecuada y con poza de contención en caso de derrames de hidrocarburos.

- La poza de contención debe ser diseñada de tal forma que pueda recibir por lo menos el 110 % de la capacidad del mayor volumen a ser almacenado.
- Contará con extintores contra incendios.
- Deberá contar con un kit de emergencia que incluya por lo menos paños absorbentes, bolsas plásticas y palas.
- Contará con señalización que indique la peligrosidad del residuo.

D) Recolección y transporte de residuos

El recojo y traslado interno de los residuos no peligrosos hasta los puntos de acopio será realizado por personal del operador de la remediación, los cuales deben estar debidamente capacitados, y el recojo y traslado de estos residuos (peligrosos y no peligrosos) hasta su disposición final, será realizada a través de una EO-RS registrada ante el MINAM o DIGESA.

Los residuos peligrosos, como trapos impregnados con grasas e hidrocarburos serán confinados en recipientes rotulados y dispuestos adecuadamente en el medio de transporte.

La Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS), estará obligada a presentar, por cada retiro de residuos sólidos, un manifiesto de manejo de residuos sólidos, indicando la naturaleza de estos (peligrosos o no peligrosos).

E) Disposición final

La disposición final de residuos se refiere a los procesos u operaciones para disponer los residuos en un lugar, como última etapa de su manejo, en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Para facilitar la disposición final de los residuos de las acciones de remediación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), para su transporte se propone el uso de contenedores metálicos diferenciados por colores, de acuerdo al código de colores establecido.

Los residuos generados durante las distintas etapas que no puedan reutilizarse o reciclarse serán dispuestos adecuadamente en un relleno sanitario debidamente autorizado por las autoridades sanitarias y locales.

El uso de botaderos clandestinos para la disposición de los residuos generados no estará permitido. Para ello, se deberá supervisar adecuadamente el transporte y la disposición final. Las empresas encargadas de esta tarea presentarán al contratista los debidos certificados de disposición final emitidos por el relleno sanitario autorizado.

5.8.1.2 Aguas residuales (residuos líquidos)

En la presente sección se presenta las medidas para el manejo adecuado de los efluentes domésticos e industriales, con la finalidad de mitigar los posibles impactos que puedan generar.

A) Aguas residuales domésticas

Durante las etapas de construcción, operación y abandono del proceso de remediación del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya), las fuentes de generación de aguas residuales domésticas^{uuu} se detallan en el siguiente cuadro:

^{uuu} Aguas negras domésticas

Cuadro 5-40 Fuentes y medidas de manejo de afluentes

Fuente de Generación	Medida de manejo	Etapas
Baños	Letrina sanitaria	Construcción / Operación / Abandono
Campamento (cocina)	Letrina sanitaria con trampa de grasa	Construcción / Operación / Abandono

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Debido a que en el sitio no se cuenta con un sistema de eliminación de excretas con arrastre de agua (sistema de alcantarillado) la eliminación de agua grises se realizará en letrinas sanitarias, cumpliendo con los criterios técnicos correspondientes.

Es obligatorio la instalación de trampa de grasas en el tanque séptico donde se descargará las aguas grises del campamento, dado que en dicho lugar se prepararán alimentos.

La trampa de grasa tendrá una cobertura hermética. La grasa almacenada deberá ser eliminada, cuando el volumen alcance un espesor equivalente al 50 % de la altura del líquido en ella. Estará ubicada en lugar de fácil acceso y en la proximidad de los artefactos que descarguen desechos grasos (Norma Técnica I.S. 020 Tanques sépticos).

B) Lixiviados

El aislamiento con geomembrana, donde se dispondrá el suelo solidificado y estabilizado, contará con un sistema de captación de lixiviados y su respectivo tanque de lixiviado, el cual será monitoreado de acuerdo al Plan de Monitoreo de Lixiviados.

El aislamiento tendrá un sistema de captación de lixiviados, que constará de una tubería de PVC de 4" y será colocada en el punto más bajo de la misma, con una pendiente a los lados que asegure que toda el agua de filtración sea drenada hacia la tubería.

5.9 Plan de Control y Monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación.

El plan de control y monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación tiene como objetivo controlar los potenciales impactos producidos durante las actividades de remediación y rehabilitación. Se tiene previsto los siguientes programas de monitoreo.

5.9.1 Programa de monitoreo de la calidad de aire y ruido

• Estaciones de monitoreo

Se estableció (1) punto de monitoreo de calidad de aire y ruido colindante al campamento temporal. Las coordenadas de la estación de monitoreo se presentan en el Cuadro 5-41.

Cuadro 5-41 Estación de evaluación de calidad de aire y niveles de ruido

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM ^[a]	
		Este	Norte
CA-01	Colindante al campamento temporal	374 462	9 720 142
CA-02	Cerca de la comunidad José Olaya	A ser propuesto en campo	

- **Parámetros a evaluar**

Calidad de aire

Los parámetros indicadores de la calidad del aire que se evaluarán son los determinados en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire (MINAM, 2017) establecidos mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Cuadro 5-42 Parámetros de evaluación - Calidad de Aire

Grupo	Parámetro
Material particulado	Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)
	Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})
Gases	Dióxido de Azufre (SO ₂)
	Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)
	Monóxido de Carbono (CO)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Niveles de ruido ambiental

Se realizarán mediciones de ruido por 15 minutos para el horario diurno (de 07:01 a 22:00 horas). Los resultados serán expresados en el nivel LA_{eqT} (Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación "A"), tal como lo señala el Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

- **Frecuencia**

Se tiene previsto realizar el monitoreo trimestral, especialmente durante las actividades de transporte, excavación y mezcla suelo-cemento.

5.9.2 Plan de monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos

Se usará como base el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Agua Superficial de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) y los resultados se compararán con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. En el caso de sedimentos, los resultados se compararán referencialmente con la Canadian Environmental Quality Guidelines.

- **Estaciones de monitoreo**

Las actividades de excavación podrían generar potencialmente impactos sobre la calidad de agua superficial, se tiene previsto realizar un monitoreo de agua superficial y sedimentos antes y después de la remediación en un punto aguas arriba y aguas abajo del sitio. Las estaciones a monitorear se presentan en el Cuadro 5-43.

Cuadro 5-43 Estaciones a monitorear

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM [a]	
		Este	Norte
CAS-01	Aguas arriba del sitio	374 463	9 720 351
CAS-02	Aguas abajo del sitio	374 627	9 720 481

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Parámetros a evaluar**

Cuadro 5-44 Parámetros a evaluar

Grupo	Parámetro
Parámetros in situ	pH, OD, Temperatura, Conductividad
Inorgánicos	Metales totales

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Frecuencia**

Se tiene previsto realizar un monitoreo 1 antes y 1 después de la remediación.

5.9.3 Programa de monitoreo de la revegetación

Se tiene previsto realizar un monitoreo de la revegetación, los parámetros a ser se presentan en el Cuadro 5-45, el cual ha sido elaborado en base a la Guía de Restauración de Ecosistemas Forestales y Otros Ecosistemas de Vegetación Silvestre.

Cuadro 5-45 Parámetros de evaluación

Atributo/Indicador	Frecuencia de medición
Cobertura de herbáceas/gramíneas	6 meses
Sobrevivencia	6 meses /anual (hasta un máx. de 3 años)
Densidad y diversidad	6 meses/anual (hasta un máx. de 3 años)
Microclima: temperatura, humedad relativa	6 meses/anual (hasta un máx. de 3 años)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10 Plan de muestreo de comprobación o verificación.

Tiene como objetivo demostrar que las acciones de remediación implementadas en un suelo contaminado alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales a los valores establecidos en el ECA Suelo, o los niveles de remediación específicos establecidos en base al estudio de evaluación de riesgos a la salud y al ambiente (ERSA).

- **Muestreo de suelos**

Tal y como lo establece la Guía de Suelos, para otras actividades de remediación, tales como técnicas de mitigación in situ, confinamiento, encapsulado, atenuación natural o restricciones de uso; la comprobación de la eficacia de su aplicación estará en función de las medidas propias de la técnica, en consecuencia, se debe de tomar en consideración las recomendaciones de cada técnica.

Para la propuesta de remediación del sitio impactado S0118 (Botadero Comunidad Olaya) no aplica la realización de muestreo de comprobación, debido a que el material excavado será repuesto en el mismo lugar, pero con técnicas de **estabilización/solidificación y aislamiento con geomembrana**.

5.11 Cronograma y presupuesto de las actividades de remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra.

5.11.1 Cronograma

Los siguientes cuadros presentan los cronogramas de la ejecución de la remediación para las dos alternativas que se han venido manejando en el Plan de Remediación:

- Tratamiento por E/S con aislamiento con geomembrana.
- Tratamiento por aprovechamiento de material para mejoramiento de vías, acceso, calzadas, etc. en la CN José Olaya.

Cuadro 5-46 Cronograma de ejecución tratamiento por E/S y aislamiento con geomembrana

N°	Actividad	Tiempo de Ejecución (Semanas)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio																								
1	Puesta en marcha	3	3	3	3																				
2	Movilización de equipos y materiales al sitio					7																			
3	Desmovilización de equipos y materiales al sitio																								7
	Fase II: Preparación del material in situ																								
4	Excavación del material con maquinaria								4	4	4	4													
5	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo								2	2	2	2													
6	Carguío del material								4	4	4	4													
	Fase III: Almacenamiento provisional del material contaminado																								
7	Construcción de techo tipo galpón					8	8	8																	
8	Impermeabilización y sistema de drenaje							10																	
	Fase IV: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final																								
9	Excavación y conformación de taludes											4	4												
10	Compactación												4	4											
11	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo											2	2	2											
12	Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante													12											
13	Colocación de tubería ranurada													3											
	Fase V: Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado																								
14	Construcción de techo tipo galpon								6																
15	Impermeabilización y sistema de drenaje									10															
16	Preparación de la mezcla suelo cemento con maquinaria y disposición final del material tratado														8	8	8	8	8						
	Fase VI: Cierre del aislamiento																								
18	Colocación y compactación de 0,40 m de suelo arcilloso																			7	7				
19	Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante																				10				
20	Colocación de 0,60 m de suelo para revegetar																				5	5			
21	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo																			2	2	2	2		
22	Revegetación																				6	6	6	6	
	Seguridad																								
28	Personal					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2

Legenda:

Trabajo de gabinete

Trabajo de campo

N Número de trabajadores por semana, por actividad

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-47 Cronograma de ejecución tratamiento por E/S y aislamiento con geomembrana, aprovechamiento en CN José Olaya

9	Actividad	Tiempo de Ejecución (Semanas)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio																		
1	Puesta en marcha	3	3	3	3														
2	Movilización de equipos y materiales al sitio					8													
3	Desmovilización de equipos y materiales al sitio																		8
	Fase II: Preparación del material in situ																		
4	Excavación del material con maquinaria						4	4	4										
5	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo						2	2	2										
6	Carguío del material						4	4	4										
	Fase III: Traslado del Material																		
7	Traslado del material hasta la comunidad						5	5	5										
	Fase IV: Almacenamiento provisional del material contaminado																		
8	Alquiler del sitio para instalar el almacén					1													
9	Construcción de techo tipo galpón					6													
10	Adquisición y colocación de geomembrana HDPE (Polietileno de Alta Densidad) 1,0 mm						8												
	Fase V: Preparación inicial para la disposición del material en sitio																		
11	Excavación de calicatas					4													
12	Ensayos de proctor																		
13	Ensayos de CBR																		
14	Conformación, perfilado y compactación de la subrasante con equipo						6	6	6	6	6								
15	Ensayo de densidad en campo						2	2	2	2	2								
16	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo						2	2	2	2	2								
17	Colocación de base de material pétreo 0,10 m								4	4	4	4							
18	Colocación de Dowels									3	3	3	3						
19	Colocación de Encofrado									7	7	7	7						
	Fase VI: Aplicación de la solidificación/estabilización y Disposición final del material tratado																		
20	Preparación de la mezcla con camión concreteiro de 8 m³									9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	Seguridad																		
25	Personal					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Leyenda:

Trabajo de gabinete

Trabajo de campo

N Número de trabajadores por semana, por actividad

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El tiempo requerido para la ejecución de las actividades de remediación será menor a un año, en este caso tal como se observa en los cronogramas, será de 24 semanas para el aprovechamiento y 18 semanas para el aislamiento, en el caso más desfavorable se comenzará uno inmediatamente después del otro lo que significaría 42 semanas de ejecución (10,5 meses).

5.11.2 Presupuesto general (estimado de costos)

Cuadro 5-48 Presupuesto general (estimado de costos)

Actividades	Costo Estimado (US\$)	Observaciones
Alternativa A, se aplica la remediación <i>in situ</i> y se dispone en aislamiento con geomembrana.		
Movilización y desmovilización de equipos y materiales al sitio	47 581,82	Consta de la planificación, proyección, movilización y desmovilización de equipos y materiales considerando traslado terrestre y fluvial, en un tiempo de 20 días y 6 días respectivamente
Preparación del material in situ	46 160,58	Incluye la extracción del suelo contaminado con maquinaria a una profundidad máxima de 1,20 m así como el traslado del material recolectado hasta el almacenamiento provisional.
Almacenamiento provisional del material contaminado	81 192,15	Construcción del almacén provisional para evitar la propagación del contaminante hallado en el suelo, este almacén consta de una impermeabilización del suelo y un techo adaptado al volumen a tratar (techo tipo galpón).
Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final	30 867,80	Construcción del aislamiento de almacenamiento final, lo que incluye las actividades de excavación y compactación del aislamiento según el volumen de suelo a almacenar y colocación de geomembrana.
Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado	332 300,14	Consiste en la preparación de la mezcla suelo cemento por medio de maquinaria pesada (excavadora sobre orugas cap. 1,3 YD3), para la disposición final del material tratado dentro del aislamiento se utilizará igualmente maquinaria pesada (cargador sobre orugas 2 YD), una vez en el aislamiento el material debe ser vibrado.
Cierre del aislamiento	82 890,86	Incluye estudio de préstamo, colocación de capa de suelo arcilloso (impermeabilización natural) colocación de geomembrana impermeabilizante, suelo para revegetar, nivelación, replanteo y finalmente la revegetación, considerando una planta cada dos m2
Permisología	39 871,48	Incluye autorizaciones y estudios necesarios para la aprobación de los mismos.
Seguridad	43 632,73	Supervisión, señalización y equipos de EPPs.
Logística	251 870,23	Traslados, alojamiento comida y costos de contingencias
Plan de manejo ambiental	143 731,98	Comprende labores de monitoreo ambiental durante y una vez completada la obra
Ensayos / pruebas a materiales	750 ,00	TCLP: 75/muestra (se estima un aproximado de 10 pruebas de TCLP)
SCTR, vacunas y exámenes médicos del personal	9 682,00	Se toma en cuenta 94 trabajadores por un costo de trámite de 103 por trabajador

Cuadro 5-48 Presupuesto general (estimado de costos)

Actividades	Costo Estimado (US\$)	Observaciones
Capacitación del personal de la comunidad	38 900,00	Incluye 80 Horas para la inducción tomando en cuenta un ingeniero y un técnico para la aplicación de la misma, con un costo día de 70 / 60 \$ respectivamente, además del costo pos asistencia del personal comprendido por 94 trabajadores a un costo de 40 \$ por trabajador. Esta inducción tratará los temas de Aplicación de las técnicas de remediación (aplicará a las actividades específicas para las técnicas seleccionadas).y Plan de Manejo Ambiental sobre; el monitoreo ambiental para distintos escenarios de acuerdo a la técnica aplicada para su remediación, toma de muestras, preservación de muestras e Interpretación de los resultados de ensayos.
Gastos Administrativos	172 414,77	Se considera un 15% del total del presupuesto
Sub total 1 (Alternativa A)	1 321 846,54	Incluye el costo de las partidas anteriores concernientes a la alternativa A
Alternativa B, se aplica la remediación con la reutilización del material para el mejoramiento de vías, calzadas y accesos a la CN José Olaya.		
Movilización y desmovilización de equipos y materiales al sitio	128 972,73	Consta de la planificación, proyección, movilización y desmovilización de equipos y materiales considerando traslado terrestre y fluvial, en un tiempo de 20 días y 6 días respectivamente
Preparación del material in situ	20 772,26	Incluye la extracción del suelo contaminado con maquinaria a una profundidad máxima de 1,20 m así como el traslado del material recolectado hasta el área de acopio.
Traslado del Material	23 680,00	Se trata del traslado del material desde la excavación hasta el sitio de almacenamiento provisional a implantar en un sitio cercano a las obras viales a realizar
Almacenamiento provisional del material contaminado	30 754,04	Construcción del almacén provisional para evitar la propagación del contaminante hallado en el suelo, este almacén consta de una impermeabilización del suelo y un techo adaptado al volumen a tratar (techo tipo galpón).
Preparación inicial para la disposición del material en sitio	174 921,41	Consiste en las etapas previas de construcción de la obra vial antes del vaciado de la mezcla de concreto como lo son (ensayos previos, conformación, perfilado y compactación de la subrasante con equipo, Colocación de base de material pétreo 0,10 m, Colocación de Dowels, Colocación de Encofrado.
Aplicación de la solidificación/estabilización y Disposición final del material tratado	616 228,08	Consiste en la preparación de la mezcla suelo, cal, cemento utilizando un camión concretero de 8 m ³ , esta fase también incluye la disposición final del material en el encofrado previamente colocado.

Cuadro 5-48 Presupuesto general (estimado de costos)

Actividades	Costo Estimado (US\$)	Observaciones
Permisología	9 871,48	Incluye autorizaciones y estudios necesarios para la aprobación de los mismos.
Seguridad	31 013,23	Supervisión, señalización y equipos de EPPs.
Logística	223 415,84	Traslados, alojamiento comida y costos de contingencias
Plan de manejo ambiental	138 753,00	Comprende labores de monitoreo ambiental durante y una vez completada la obra
Ensayos / pruebas a materiales	1 200,00	• Formulación cemento: 25/cilindro (se estima un aproximado de 10 pruebas de cilindro) • Resistencia mecánica: 10/muestra (se estima un aproximado de 10 pruebas de resistencia) • Cono de Abrams: 10/muestra (se estima un aproximado de 10 pruebas de cono) • TCLP: 75/muestra (se estima un aproximado de 10 pruebas de TCLP)
SCTR, vacunas y exámenes médicos del personal	5 047,00	Se toma en cuenta 49 trabajadores por un costo de trámite de 103 por trabajador
Capacitación del personal de la comunidad	20 900,00	Incluye 80 Horas para la inducción tomando en cuenta un ingeniero y un técnico para la aplicación de la misma, con un costo día de 70 / 60 \$ respectivamente, además del costo pos asistencia del personal comprendido por 49 trabajadores a un costo de 40 \$ por trabajador. Esta inducción tratará los temas de Aplicación de las técnicas de remediación (aplicará a las actividades específicas para las técnicas seleccionadas), y Plan de Manejo Ambiental sobre; el monitoreo ambiental para distintos escenarios de acuerdo a la técnica aplicada para su remediación, toma de muestras, preservación de muestras e Interpretación de los resultados de ensayos.
Gastos Administrativos	213 829,36	Se considera un 15% del total del presupuesto
Sub total 1 (Alternativa B)	1 639 358,43	Incluye el costo de las partidas anteriores concernientes a la alternativa B
Sub total 1	2 961 204,97	Sub total 1 (Alternativa A) + Sub total 1 (Alternativa B)
Imprevistos	59 224,10	Se considera un 2% del Sub total 1
Supervisión	236 896,40	Se considera un 8% del Sub total 1
Sub total 2	3 257 325,47	Sub total 1 + Imprevistos + Supervisión + Gastos Administrativos

Cuadro 5-48 Presupuesto general (estimado de costos)

Actividades	Costo Estimado (US\$)	Observaciones
IGV	586 318,58	18% del Sub total 2
Utilidad	325 732,55	10% del total sin IGV (Sub total 2)
Total		4 169 376,60

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) el total a invertir para la implementación de las actividades de remediación es de **4 169 376,60USD**.

5.11.3 Especificaciones técnicas

- **Solidificación/estabilización y aislamiento con geomembrana**

Fase I

Esta actividad comprende la proyección y la planificación para la puesta en marcha de los trabajos de campo, así como el traslado de los equipos hasta el sitio a remediar, incluyendo la movilización fluvial y terrestre.

Fase II

En la fase II se retirará el material contaminado (2 993,41 m³ que corresponde al 70% del material contaminado) por medio de maquinaria tipo excavadora, la cual removerá el material gradualmente e irá colocándolos en pilas cercanas a la zona excavada para asegurar un mayor rendimiento en la excavación, la excavadora a usar en este caso debe llegar o superar a la máxima profundidad de excavación que corresponde a 1,20 m.

Paralelamente se realizará el carguío de dichas pilas hasta el área de almacenamiento provisional, para esto se utilizará un cargador de pala frontal con una altura de descarga de 3,00 m aproximadamente y una capacidad de carga de 0,5 m³ por pala, lo que asegurará la eficiencia de la actividad, el material será acopiado en pilas de 2,50 a 3,00 m de altura.

Para esta actividad se requerirán dos operarios de maquinarias pesadas, así como la disposición de combustible en la zona para el funcionamiento de las maquinarias.

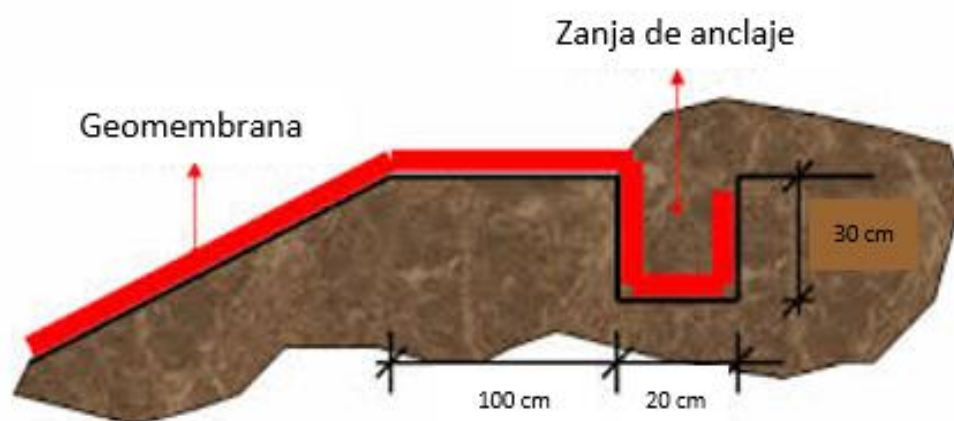
Fase III

Consiste en la construcción de un área techada e impermeabilizada con una geomembrana HDPE impermeabilizante de 1,0 mm con el fin de aislar el material contaminado del suelo no contaminado y el agua proveniente de las precipitaciones. La geomembrana será anclada a través de zanjas de 0,20 x 0,30 m (Figura 5-17), que serán rellenas con piedra chancada, en las esquinas de dicha zanja se colocarán tuberías ranuradas para la recolección del agua, esto último constituye el sistema de drenaje. El agua debe ser desalojada de acuerdo a la velocidad de drenaje con una

motobomba, recolectando dicha agua en tambores plásticos de 220 l para su posterior disposición final.

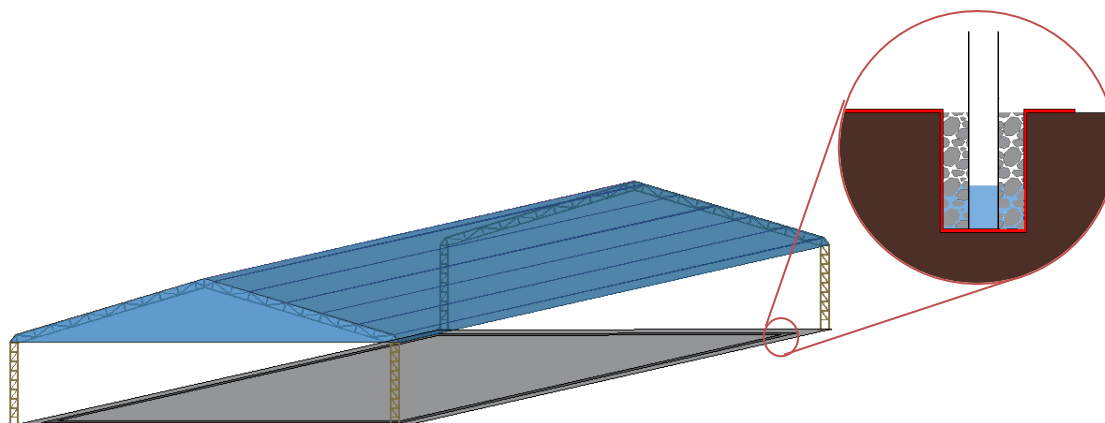
Esta área será techada por medio de la construcción de un techo tipo galpón debido al volumen de suelo a tratar, este techo deberá cubrir mayor área que la impermeabilizada para evitar la recolección de gran cantidad de agua de lluvia en el sistema de drenaje del almacenamiento provisional. Las dimensiones de almacenamiento en este caso serán de 20 x 75 m para cubrir un total de 1500 m² aproximadamente.

Figura 5-17 Configuración para la zanja de anclaje (instalación de geomembrana)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Figura 5-18 Área de almacenamiento provisional



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fase IV

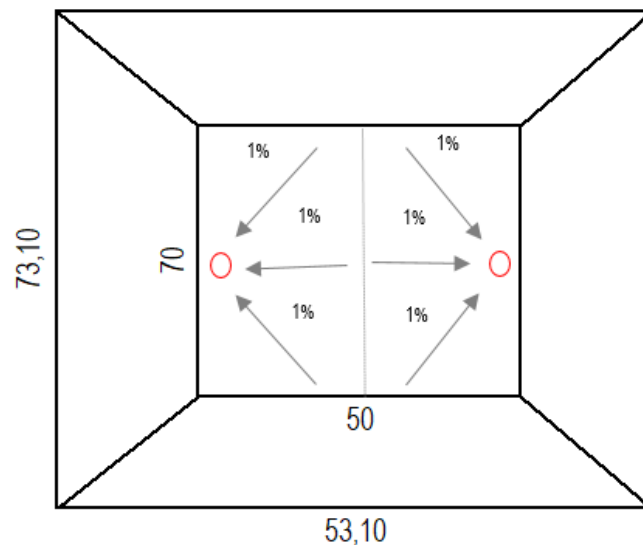
Consiste en la preparación del almacenamiento final, se trata de un área que será excavada e impermeabilizada garantizando que el suelo contaminado no se encuentre en contacto con el suelo no contaminado, para la impermeabilización se colocará una geomembrana HDPE impermeabilizante de 1,5 mm, que será anclada a través de zanjas de 0,30 x 0,50 m que serán

rellenadas con piedra chancada, y por último se instalará una tubería ranurada para control de gases y lixiviados después de la construcción.

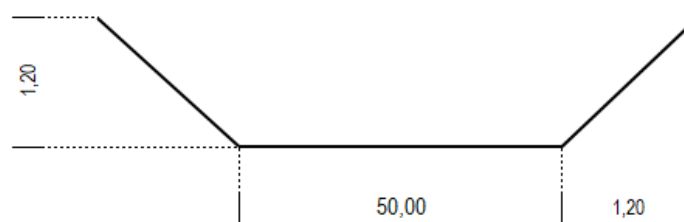
En este caso las dimensiones del aislamiento se realizarán de acuerdo a la siguiente figura, dichas dimensiones han sido adaptadas de acuerdo al volumen de material que se espera almacenar.

Figura 5-19 Configuración del aislamiento

Vista en planta



Vista lateral



Area= 3884,58 m²
volumen= 4426,99 m³

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fase V

En primer lugar, esta fase consiste en el acondicionamiento de un área para la actividad de mezclado, esto por medio de la impermeabilización (colocación de membrana HDPE) y techado (colocación de toldos) en dicha área.

Consiste en la aplicación del método de solidificación por medio de la preparación de la mezcla suelo cemento y un tratamiento inicial con cal (agregando de 5 a 10 %) para estabilizar el pH del

suelo, para esto se ha considerado el mezclado (suelo, cemento, cal, agua) de forma manual por apoyos locales por medio de palas, la mezcla será realizada sobre un área previamente impermeabilizada, para carguío del material se contará igualmente con apoyos locales los cuales trasladarán la mezcla por medio de carretillas hasta el aislamiento. La mezcla será vibrada para obtener la homogeneidad de la mezcla a través de equipos vibradores los cuales trabajaran en simultaneo.

En cuanto a la dosificación de la mezcla existen investigaciones realizadas donde se han encontrado distintos rangos de cemento a agregar, los cuales varían de 6 a 30 %. Estos porcentajes varían de acuerdo a un segundo agregado que puede ser, silicato de sodio^{vvv}, bagazo de caña de azúcar^{www} y escoria^{xxx}.

Las referencias anteriores indican dosificaciones de cemento más un compuesto adicional que permite aminorar el contenido de cemento y con ello el costo de la solidificación, sin embargo, hay registros de la aplicación del método solo agregando cemento Portland en 8 % del suelo húmedo en peso, de acuerdo con Charles M^{yyy}.

Fase VI

La clausura del aislamiento se realizará colocando una capa inicial de suelo arcilloso con espesor de 0,40 m, el cual será compactado; esta primera capa funcionará como aislante natural, sobre esta se colocará una geomembrana HDPE impermeabilizante; lo que reforzará la capa aislante de material natural, posteriormente se dispondrá una capa de 0,60 m de suelo para revegetar, la ejecución de las actividades anteriores será monitoreadas a través de mediciones topográficas para garantizar el diseño planteado.

Como última actividad se considera la revegetación a través de la plantación de especies pequeñas o medianas, en las que las raíces no ocasionen daños a las capas impermeables antes colocadas.

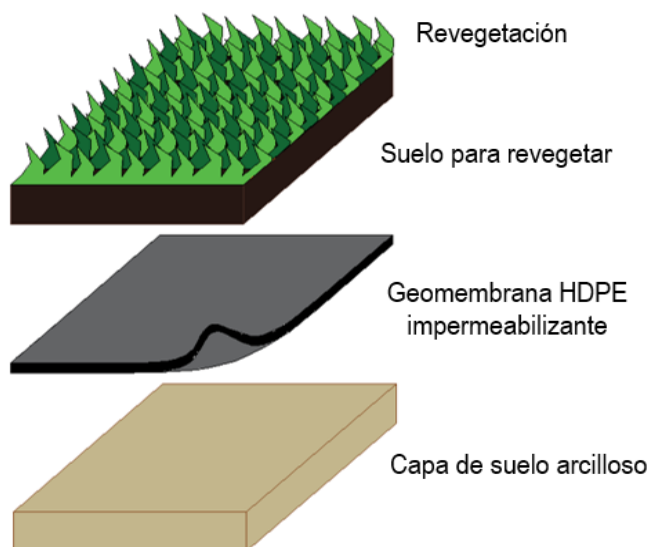
^{vvv} State of Practice Report Uk Stabilisation/Solidification Treatment and Remediation: Binders & Technologies – Part I Basic Principles, Cambridge University Engineering Department, Cambridge, UK

^{www} Solidification–stabilization of organic and inorganic contaminants using portland cement: a literature review Santanu Paria and Pak K. Yuet

^{xxx} Development of Performance Specifications for Solidification/Stabilization, The Interstate Technology & Regulatory Council Solidification/Stabilization Team, 2011

^{yyy} Solidification/Stabilization Treatment and Examples of Use at Port Facilities, Charles M. Wilk, LEHP, QEP

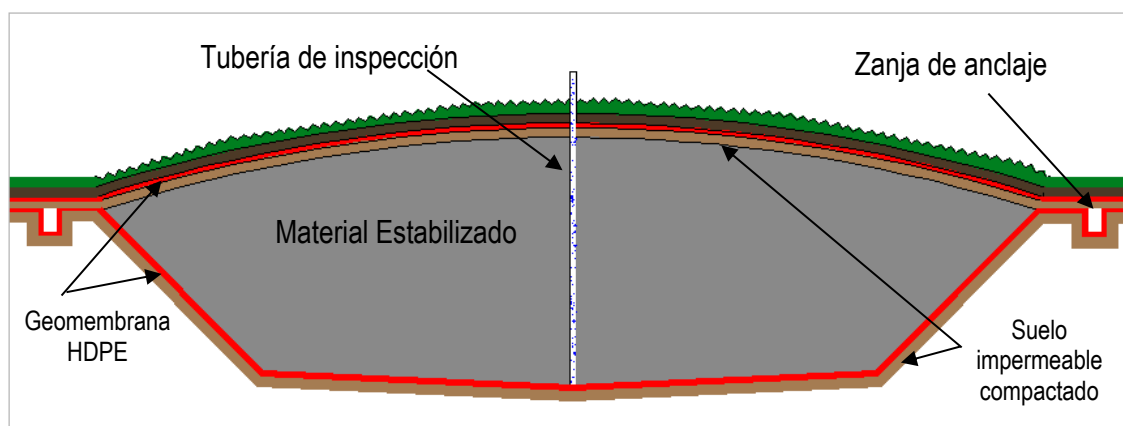
Figura 5-20 Estructura de cierre del aislamiento



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Deberá garantizarse en el acabado final del aislamiento que no se produzca depresión del terreno por consolidación en la superficie; para ello se deberá tomar la previsión de nivelar la topografía final de la fosa en forma de promontorio (convexa). Figura 5-21.

Figura 5-21 Sección esquemática de la topografía final del aislamiento después del cierre



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación de las áreas de construcción de las áreas de adecuación y las áreas de almacenamiento temporal del material, será en el entorno de los sitios impactados. Esto facilitará la logística y reducirá los costos. Adicionalmente, son áreas ya intervenidas, dentro del perímetro operacional, lo cual facilita la acción de remediación o de intervención y el monitoreo post ejecución. La localización exacta de la zona donde se construyan, por sitio impactado, los aislamientos, y cualquier otro espacio requerido para el desarrollo de las acciones de remediación, deberá ser producto de una evaluación in situ, bajo una metodología de selección de alternativas de ubicación a partir de criterios previamente establecidos, algunos de los cuales referimos a continuación:

- % superficie plana
- Distancia a instalaciones petroleras
- Estado de las instalaciones cercanas (activas, inactivas o abandonadas)
- Distancia del sitio contaminado
- Disponibilidad del área para este fin
- Accesos a la ubicación
- Acceso a servicios de aguas, energía, etc.

Es importante destacar que toda selección de una ubicación dentro del área operativa deberá estar autorizada por la operadora a cargo de las operaciones petroleras en el sitio.

• Solidificación/estabilización para aprovechamiento

Fase I

Esta actividad comprende la proyección y la planificación para la puesta en marcha de los trabajos de campo, así como el traslado de los equipos hasta el sitio a remediar, incluyendo la movilización fluvial y terrestre.

Fase II

En la fase II se retirará el material contaminado (1 282,89 m³ que corresponde al 30% del material contaminado) por medio de maquinaria tipo excavadora, la cual removerá el material gradualmente e irá colocándolos en pilas cercanas a la zona excavada para asegurar un mayor rendimiento en la excavación, la excavadora a usar en este caso debe llegar o superar a la máxima profundidad de excavación que corresponde a 1,20 m.

Paralelamente se realizará el carguío de dichas pilas hasta el área provisional, hasta un posterior traslado al sitio de almacenamiento provisional cercano al sitio de aprovechamiento, para esto se utilizará un cargador de pala frontal con una altura de descarga de 3,00 m aproximadamente y una capacidad de carga de 0,5 m³ por pala, lo que asegurará la eficiencia de la actividad, el material será acopiado en pilas de 2,50 a 3,00 m de altura.

Para esta actividad se requerirán dos operarios de maquinarias pesadas, así como la disposición de combustible en la zona para el funcionamiento de las maquinarias.

Fase III

La fase III consiste en el traslado del material a un sitio cercano a la comunidad para la aplicación del tratamiento y aprovechamiento, mediante un camión volteo de 10 a 12 m³.

Fase IV

Consiste en la construcción de un área techada e impermeabilizada con una geomembrana HDPE impermeabilizante de 1,0 mm con el fin de aislar el material contaminado del suelo no contaminado y el agua proveniente de las precipitaciones. La geomembrana será anclada a través de zanjas de 0,20 x 0,30 m que serán rellenas con piedra chancada, en las esquinas de dicha zanja se colocarán tuberías ranuradas para la recolección del agua, esto último constituye el sistema de drenaje. El agua debe ser desalojada de acuerdo a la velocidad de drenaje con una motobomba, recolectando dicha agua en tambores plásticos de 220 l para su posterior disposición final.

Esta área será techada por medio de la construcción de un techo tipo galpón debido al volumen de suelo a tratar.

Fase V

Consiste en la ejecución de las actividades anteriores al vaciado de las calzadas y aceras; tal como conformación, perfilado y compactación de la subrasante con equipo, encofrados, colocación de base de piedra chancada y colocación de Dowels.

Fase VI

De acuerdo con la Fase VI de la aplicación del método de estabilización / solidificación se deberá aplicar un 10% de cal para la estabilización del suelo y un 8% de cemento para la solidificación, sin embargo, para su aprovechamiento se requiere contar con una resistencia adecuada para lo cual se ha considerado la siguiente dosificación:

Cuadro 5-49 Dosificación de la mezcla de concreto para aprovechamiento

Peso específico del agua	Peso específico del cemento	Peso específico de la arena	Peso específico de la piedra
1,00	3,15	2,67	2,68
Cantidad de agua (l)	Cantidad de cemento (Kg)	Cantidad de arena (Kg)	Cantidad de piedra (Kg)
218,40	370,68	1414,18	606,08
%	%	%	%
8,37	14,2	54,2	23,23

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para una resistencia de 175 Kg/cm², tomando en cuenta la porción de suelo contaminado aprovechado para tal fin, el cual formará parte de la porción de agregado fino en un 40%. Esta propuesta de dosificación está sujeta a cambios de acuerdo con ensayos iniciales de rotura de cilindros. Para la dosificación se requiere, tal como se observa en el cuadro anterior un 14% de cemento, lo cual es mayor que el límite para la solidificación. El mezclado se realizará con un camión concretero de 8 m³, debido a que se requiere un alto rendimiento para evitar el almacenamiento prolongado del material contaminado y los recursos necesarios.

Previo al mezclado para la obtención del concreto se aplicará igualmente un 10% de cal, esto será favorable para lograr una textura arenosa, necesaria para una mezcla homogénea, además del fin principal de estabilizar el suelo contaminado.

Una vez realizada la mezcla se ejecutará su vaciado y vibrado para la correcta construcción de las calzadas y aceras, para lo cual se utilizarán dos equipos en simultáneo

5.12 Plan de Monitoreo post ejecución de obra.

El plan de monitoreo post-ejecución de obra tiene como objetivo determinar si existe migración de contaminantes posterior a la ejecución de las medidas de remediación. Se tiene previsto realizar un seguimiento de lixiviados (de existir) y monitoreo de agua subterránea. por un plazo mínimo de 5 años.

5.12.1 Plan de monitoreo de lixiviados

- Estaciones de monitoreo

Se tiene previsto realizar el monitoreo del sistema de captación de lixiviados, el cual consta de una

tubería de PVC de 4'' con el objeto de verificar si el sistema de solidificación no lixivia contaminantes al contacto con agua proveniente de las lluvias y por la evapotranspiración, además que el sistema sea eficaz en la contención de contaminantes en el aislamiento con geomembrana.

- **Parámetros para evaluar**

Para la selección de los parámetros a considerar se tomó como referencia, los establecidos por los límites máximos permisibles LMP de efluentes líquidos para el subsector hidrocarburos DS N° 037-2008 -PCM.

Cuadro 5-50 Parámetros de evaluación

Grupo	Parámetros
Parámetros in situ	pH
Inorgánicos	Metales totales

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Frecuencia**

Se tiene previsto al culminar la remediación realizar un monitoreo post cierre, para comprobar que no existe migración de contaminantes, este monitoreo se realizará por un plazo de 5 años y anualmente.

5.12.2 Plan de monitoreo de agua subterránea

- **Estaciones de monitoreo**

Cuadro 5-51 Estaciones a monitorear

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM ^[a]	
		Este	Norte
CASub-01	Aguas abajo del sitio	374729	9720274

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-52 Parámetros a evaluar

Grupo	Parámetro
Parámetros in situ	pH, OD, Temperatura, Conductividad
Inorgánicos	Metales totales

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Costos asociados al plan de manejo ambiental**

El siguiente cuadro resume los costos para la aplicación de las medidas ambientales en del Plan de Manejo Ambiental.

Cuadro 5-53 Costos estimados para el plan de manejo ambiental- Alternativa 1

Actividad	Und	Cantidad	Días	Costo \$ unitario	Costo \$ por partida
Mantenimiento de Vías					
Cisterna	Und	1	4	110.30	441.20
Disposición de Residuos Sólidos y Efluentes Líquidos					
Tambores residuos sólidos	Und	109	1	50.00	5450.00
Tambores efluentes	Und	20	1	50.00	1000.00
Tubería PVC Efluentes	ml	100	1	2.30	230.00
Contenedores	Und	6	1	1000.00	6000.00
Movilización y desmovilización terrestre	Und	20	1	351.00	7020.00
Movilización y desmovilización fluvial	Und	20	1	4242.42	84848.48
Plan de Monitoreo					
Personal Monitoreo Aire y Emisiones	Und	10	10	60.00	6000.00
Análisis de Laboratorio					
Calidad de Aire					
PM10	Und	5	1	186.67	933.33
PM2.5	Und	5	1	193.33	966.67
S02	Und	5	1	46.67	233.33
NO2	Und	5	1	46.67	233.33
CO	Und	5	1	53.33	266.67
Ruido Ambiental	Und	5	1	46.67	233.33
Calidad de Agua Superficial					
Personal	Und	8	20	60.00	9600.00
Análisis de Laboratorio					
Ph	Und	4	1	6.00	24.00
OD	Und	4	1	3.33	13.33
Temperatura	Und	4	1	8.00	32.00
Conductividad	Und	4	1	6.67	26.67
HTP	Und	4	1	172.00	688.00
Metales	Und	4	1	117.33	469.33
Sedimentos					
HTP	Und	4	1	280.00	1120.00
Metales	Und	4	1	126.67	506.67
Monitoreo Post Cierre					
Efluentes					
Personal	Und	2	10	3.00	60.00
Análisis de Laboratorio					
Ph	Und	7	1	6.00	42.00
Metales	Und	7	1	117.33	821.33
Calidad de Agua Subterránea					
HTP	Und	7	1	280.00	1960.00
Metales	Und	7	1	126.67	886.67
Monitoreo de la Revegetación					
Personal	Und	6	7	80.00	3360.00
Total					143731.98

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 5-54 Costos estimados para el plan de manejo ambiental- Alternativa 2

Actividad	Und	Cantidad	Días	Costo \$ unitario	Costo \$ por partida
Mantenimiento de Vías					
Cisterna	Und	1	4	110.30	441.20
Disposición de Residuos Sólidos y Efluentes Líquidos					
Tambores residuos sólidos	Und	158	1	50.00	7900.00
Tambores efluentes	Und	20	1	50.00	1000.00
Tubería PVC Efluentes	ml	100	1	2.30	230.00
Contenedores	Und	6	1	1000.00	6000.00
Movilización y desmovilización terrestre	Und	20	1	351.00	7020.00
Movilización y desmovilización fluvial	Und	20	1	4242.42	84848.40
Plan de Monitoreo					
Personal Monitoreo Aire y Emisiones	Und	2	10	60.00	6000.00
Análisis de Laboratorio					
Calidad de Aire					
PM10	Und	5	2	186.67	1866.70
PM2,5	Und	5	2	193.33	1933.30
S02	Und	5	2	46.67	466.70
NO2	Und	5	2	46.67	466.70
CO	Und	5	2	53.33	533.30
Ruido Ambiental	Und	5	2	46.67	466.70
Calidad de Agua Superficial					
Personal	Und	8	20	60.00	9600.00
Análisis de Laboratorio					
Ph	Und	4	1	6.00	24.00
OD	Und	4	1	3.33	13.33
Temperatura	Und	4	1	8.00	32.00
Conductividad	Und	4	1	6.67	26.67
HTP	Und	4	1	172.00	688.00
Metales	Und	4	1	117.33	469.33
Sedimentos					
HTP	Und	4	1	280.00	1120.00
Metales	Und	4	1	126.67	506.67
Monitoreo Post Cierre					
Efluentes					
Personal	Und	10	1	3.00	30.00
Análisis de Laboratorio					
Ph	Und	7	1	6.00	42.00
Metales	Und	7	1	117.33	821.31
Calidad de Agua Subterránea					
HTP	Und	7	1	280.00	1960.00
Metales	Und	7	1	126.67	886.69
Monitoreo de la Revegetación					
Personal	Und	6	7	80.00	3360.00
Total					138753.00

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.13 Matriz de beneficios de los impactos sociales.

En líneas generales, todas las técnicas de remediación tienen impactos sociales positivos y negativos. A continuación, se proponen cinco criterios de impacto desde la lectura de las comunidades, en base al conocimiento que el equipo de JCI – HGE tiene de las mismas en el proceso de indagación y estudio para el presente servicio:

Criterio 1: "Requerimiento de Mano de Obra Local"

Las actividades económicas tradicionales en las comunidades del área de estudio están dirigidas principalmente al autoconsumo, por lo que las oportunidades de trabajo remunerado en base al alquiler de mano de obra local son muy apreciadas por la población, ya que les permite adquirir bienes o insumos que consideren necesarios (material escolar, cartuchos para retrocargas, menaje para preparación de alimentos, entre otros). En virtud a ello, de acuerdo a la percepción de la población, tendrá mejor receptividad aquella técnica que requiera la participación de personal local como mano de obra.

Criterio 2: "Contratación de bienes y servicios locales"

La contratación de bienes y servicios en las comunidades aporta a la economía de las familias de manera directa o indirecta, los dueños de los establecimientos ven incrementadas sus ganancias, además de generar puestos de trabajo para los pobladores. Por lo tanto, aquella técnica que permita mayores beneficios y rédito económico a las poblaciones mediante la contratación de bienes y servicios locales, serán mejor percibidas.

Criterio 3: "Capacitación"

La capacitación como una manera de formar capacidades locales para acceder a un mercado laboral es muy valorada en las comunidades. Por ello, se espera que este criterio es considerado a manera de beneficio o impacto positivo. La capacitación será dirigida al personal local que implemente las técnicas de remediación y consistirá en la transmisión de conocimientos referidos a cada tecnología y técnica a implementar.

La técnica solidificación/estabilización y aislamiento con geomembrana es percibida como positiva, en vista que se requerirá de mano de obra local. Para la ejecución del Plan de Rehabilitación, se estima la contratación de 16 trabajadores locales.

El personal seleccionado de las comunidades será capacitado, en temas referidos a: excavación de calicatas, mantenimiento de vías, entre otros. Asimismo, se realizará la contratación de bienes y servicios comunales.

A continuación, una matriz de valoración cualitativa contrastando la técnica de remediación propuesta con los criterios sociales expuestos.

Cuadro 5-55 Matriz de impactos sociales

Técnicas de Remediación	Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación de bienes y servicios locales	Capacitación
	Si	Si	Si
	No	No	No
Solidificación/estabilización	Si	Si	Si
Aislamiento con geomembrana	Si	Si	Si

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Finalmente, desde la valoración cualitativa de los especialistas de JCI-HGE, se concluye que las técnicas propuestas para el sitio son adecuadas a la lectura de la comunidad, en cuanto a las implicancias y en base a los criterios planteados.

5.14 Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en el proceso de elaboración a las poblaciones locales.

El estudio cualitativo del “Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 Sitios Impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes” indagó entre las comunidades de estudio ^{zzz} concluyendo que la población de la CN José Olaya tiene una arraigada percepción respecto a la “contaminación” de su entorno y las relaciona directamente con los derrames de petróleo y la actividad petrolera.

Esta preocupación sobre la contaminación la refleja también el Estudio Técnico Independiente (ETI) del PNUD ejecutado en las tres cuencas del Lote 192 (Pastaza, Tigre y Corrientes). Para la cuenca del Corrientes, el estudio identificó que una de las principales preocupaciones de las tres comunidades de estudio (José Olaya, Nueva Jerusalén y Antioquía) es la afectación a su entorno y medio ambiente y concluye estadísticamente que el 96,7 % de la población encuestada percibe que su ambiente está contaminado, sucio o dañado, mientras que sólo un 2,9 % lo percibe “normal” y un 0,5 % no tiene una percepción definida.

Cuadro 5-56 Percepción acerca del entorno y medio ambiente en el Lote 192

Percepción	%
Normal	2,86
Afectado	96,67
No sabe	0,48
Total	100

Fuente: Estudio Técnico Independiente. PNUD. 2018.

De la misma forma se indagó entre la población local respecto al conocimiento acerca del servicio y la empresa ejecutora en base a una herramienta denominada Ficha de Percepciones, la cual tuvo cuatro principales temas o indicadores:

- Conocimiento acerca del servicio y la empresa ejecutora.
- Percepciones y expectativas sobre la remediación (impactos).
- Detalles del servicio.
- Recomendaciones.

En líneas generales, la población de la CN José Olaya dice conocer el proyecto y a la empresa consultora JCI-HGE (a la cual denominan como JCI). Relacionan la tarea de JCI-HGE con la identificación sobre el nivel de contaminación, el recojo de muestras de agua y suelos, la limpieza y control del ambiente.

Esta lectura acerca de la labor que realiza JCI se relaciona con las definiciones colectivas respecto a la remediación y /o rehabilitación. La población no diferencia entre remediación y rehabilitación,

^{zzz} Estudio cualitativo entre los meses de febrero, mayo a julio del 2018.

siendo temas técnicos que desde su experiencia son acciones similares y que apuntan a “sanar”, “limpiar”, es decir, dejar el territorio “natural”, “volver el suelo, el agua a cómo eran antes”. En síntesis, se espera que las acciones de remediación y rehabilitación han de volver el territorio a su formal natural, como si el derrame o la afectación no hubieran tenido lugar.

Finalmente, la población brinda recomendaciones para la ejecución de la rehabilitación, sus recomendaciones van en línea a lo que consideran que la rehabilitación debe traer consigo a favor de la comunidad, tal como “agua tratada” y “medicinas”. Sin embargo, también sugieren aspectos técnicos como la incorporación de más sitios a estudiar y la prontitud y la eficiencia técnica.

Cuadro 5-57 **Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en los procesos de elaboración a las poblaciones locales**

Locación: Comunidad Nativa José Olaya							
Fecha: Febrero a mayo							
Tema emergente	Institución, organización, comunidad	Representante	Intervención	Tipo de intervención	Respuesta	Responsable de respuesta (entidad y representante)	Estado del tema o asunto (pendiente, en proceso, cerrado)
Conocimiento acerca del servicio de la empresa ejecutora	CN José Olaya	Poblador / Apoyo local	JCI desarrolla elabora el Plan de Rehabilitación, para ello realiza el muestreo de suelo, agua con la finalidad de definir si existe contaminación. La consultora realiza el estudio de acuerdo a lo indicado por FONAMI.	Percepción del servicio ejecutado por JCI.	JCI-HGE explicó sobre la finalidad del servicio y sobre si mismo como consorcio.	JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador	Conoce a JCI y la finalidad del servicio, según lo expuesto en el Taller de Entrada. Considera el servicio será beneficioso para la Comunidad Nativa.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador	Existe conocimiento de la empresa que llega por segunda ocasión a los sitios de estudio. Especialistas de la empresa muestran conocimiento de la labor que realizan.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Pobladora	Reconocen que las actividades se desarrollan para identificar el nivel de contaminación.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Docente	Conoce detalles del servicio por medio del Taller de Ingreso, sin embargo, requiere mayor precisión sobre el mismo.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Pobladora	Conocimiento que JCI es la encargada de ejecutar el estudio, dirigido a rehabilitar sitios contaminados.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador/Monitor	Labor de monitor permitió observar el trabajo, al cual considera bueno, espera con interés resultados. Muestra preocupación porque a su entender, se manifestó no existe contaminación.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador	Tiene referencia del consorcio JCI-HGE. Considera el Plan de Rehabilitación será favorable a la población.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador / Apoyo local	La remediación y rehabilitación permite que el suelo y el agua vuelva a sus condiciones originales. Se espera que luego de este trabajo se pueda consumir el agua y cazar animales del monte sin temor.			JCI-HGE	Cerrado.
Percepciones y expectativas sobre la remediación	CN José Olaya	Poblador	La remediación y rehabilitación permitirá sanar y limpiar de los espacios contaminados de la naturaleza. Se espera exista una buena reposición del estado del monte para que sea beneficioso para la comunidad.	Percepción sobre de concepto remediación y resultados esperados.	JCI explicó sobre la finalidad de la rehabilitación, procesos de evaluación de los sitios, la toma de muestras, la generación de confianza con la población y sobre la intervención ambiental de la rehabilitación, la cual no incluye "apoyo" social u otra intervención estatal.	JCI-HGE	Cerrado.
			Remediación consiste en el recojo de muestras de los sitios impactados, mientras que con la rehabilitación se retorna al estado original de suelo y agua. La labor permitirá mejoras en el medioambiente (saludable).				
	CN José Olaya	Pobladora	Existe la esperanza que el desarrollo del proyecto aporte a que las nuevas generaciones crezcan sin problemas de salud.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Docente	Rehabilitación implica el desarrollo de estrategias para retornar al sitio en condiciones similares al estado original. Es la búsqueda de una solución al impacto.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Pobladora	El estudio permite conocer el estado del medioambiente. Espera exista apoyo con medicinas de parte del Estado.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador/Monitor	Existe la esperanza del desarrollo de un buen trabajo para la remediación definitiva del Sitio 0112. Anteriores casos se hizo remoción de suelos, pero no hubo resultados positivos.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador	Rehabilitación consiste en limpiar de contaminación y petróleo los sitios del estudio. Se espera que el agua quede libre de contaminantes y vuelva a estado natural.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador / Apoyo local	Conocimiento de los tiempos establecidos para el trabajo de campo, queda la incógnita del momento de la fecha para entrega de resultados. Existe el temor que la remoción de suelos junto a las lluvias, puedan afectar las aguas del río.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador	Existe demora en la programación del servicio porque es complicado. No existirá ningún riesgo, porque el servicio es bueno.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador				JCI-HGE	Cerrado.
Detalles del servicio	CN José Olaya	Poblador		Percepción sobre riesgos de las tareas de remediación, así como los tiempos de ejecución del servicio.	JCI explicó acerca de los tiempos de la evaluación ambiental y los procesos de ésta.	JCI-HGE	Cerrado.

Cuadro 5-57 Base de datos sistematizada de las atenciones dadas por consultas en los procesos de elaboración a las poblaciones locales

Locación: Comunidad Nativa José Olaya							
Fecha: Febrero a mayo							
Tema emergente	Institución, organización, comunidad	Representante	Intervención	Tipo de intervención	Respuesta	Responsable de respuesta (entidad y representante)	Estado del tema o asunto (pendiente, en proceso, cerrado)
	CN José Olaya	Poblador	Conocimiento de las etapas del Plan de Rehabilitación, se piensa que resultados estarán a fines del 2018. La remediación será riesgosa si no existe cuidado en las labores de la empresa.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Docente	No menciona tiempos respecto al servicio. Riesgos de la actividad a la salud.			JCI-HGE	Requiere mayor conocimiento de tiempos del Plan, así como riesgos de la actividad de remediación.
	CN José Olaya	Pobladora	Conocimiento de parte del proceso, considera que el trabajo se dirige a identificar los efectos de la contaminación en peces y suelos.			JCI-HGE	Cerrado
	CN José Olaya	Poblador/Monitor	Preocupación por las labores de remediación, según lo expuesto en los sitios 107/111 puede afectarse la quebrada. Los derrames provocaron que consuman animales con presencia de hidrocarburo.			JCI-HGE	Precisar labores de rehabilitación. Seguimiento.
	CN José Olaya	Poblador	Desconocimiento sobre detalles del servicio.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador / Apoyo local	Existe mayor cantidad de sitios contaminados que deben ser tomados en cuenta, sugiere considerarlos.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador	Respetar a la comunidad nativa (cultural, medioambiente, etc.), así como los resultados de las muestras de agua y suelo.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Poblador	Se espera exista una buena toma de muestras.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Docente	Ejecutar el trabajo con la finalidad de solucionar el impacto ocasionado por la operadora.			JCI-HGE	Cerrado.
	CN José Olaya	Pobladora	El estudio debe ser transparente y compartido con la comunidad. Brindar explicación sobre el nivel contaminación al que está expuesta la población.			JCI-HGE	Cerrado.
Recomendaciones	CN José Olaya	Poblador/Monitor	Se esperan entrega de resultados que genere confianza en la población. Conoce de empresas que no brindan las versiones exactas.	Recomendaciones a Consorcio JCI-HGE, FONAM o la Junta de Administración.	Se tomaron en cuenta sus recomendaciones, se explicó que se ejecutan diversos espacios para seguir informando (talleres, reuniones con la población), que existe un código de conducta que rige el servicio y que se basa en el respeto a la población y cultura locales, así también se mencionó que la transparencia del estudio se basa en la participación de los monitores ambientales locales durante los trabajos de evaluación así como durante el acompañamiento a las muestras hasta el laboratorio en Lima.	JCI-HGE	Cerrado

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.