



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

SSIM: Subdirección de Sitios Impactados

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

2019-101-053309

INFORME N° 00491-2019-OEFA/DEAM-SSIM

- A** : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental
- DE** : **ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN**
Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados
- LLOJAN CHUQUISENGO PICON**
Coordinador de Evaluaciones Ambientales en Energía
- JUAN WALKER RUÍZ CÁCERES**
Especialista de Evaluaciones Ambientales en Energía
- ASUNTO** : Determinación de niveles de fondo y de referencia para metales en áreas de posible afectación de la Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico, del ámbito de influencia del Proyecto de Exploración de hidrocarburos Lote 107 – Locación Osheki, operado por Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L.
- CUE** : 2019-03-003
- REFERENCIA** : Planefa 2019
- FECHA** : Lima, 22 de noviembre de 2019

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Distritos Constitución y Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa, departamento Pasco.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Proyecto de exploración de la locación Osheki en el Lote 107 operada por Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L.
c.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2019
d.	Tipo de evaluación	Estudio especializado
e.	Periodo de ejecución	Del 3 al 15 de agosto de 2019

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Armando Martin Eneque Puicón	Biólogo	Gabinete
2	Llojan Chuquisengo Picon	Lic. Químico	Gabinete
3	Juan Walker Ruíz Cáceres	Ing. Químico	Gabinete/campo
4	Francisco Javier Mosquera Lenti	Biólogo	Campo

2. INTRODUCCIÓN

La cantidad de metales presentes en el suelo puede ser un indicador de la calidad ambiental de un determinado lugar; por tanto, conocer la concentración de estos metales que se encuentran de modo natural en el suelo es básico para estudiar los cambios que se pueden producir en el suelo por contaminación de actividades antropogénicas¹. En tanto, el grado de contaminación de un suelo respecto a los metales que este contiene puede ser estimado, mediante la determinación de sus concentraciones y comparaciones con resultados de análisis previos (a la contaminación) o de análisis de suelos no contaminados².

En ese contexto, un estudio de valores de niveles de fondo permite obtener resultados referenciales de las concentraciones naturales presentes en una zona evaluada, siempre y cuando esta zona no presente indicios de alteraciones antropogénicas. En el Decreto Supremo N.º 012-2017-MINAM que aprueba los criterios para la gestión de sitios contaminados indica en el Artículo 4, definición 4.15 se define como niveles de fondo a la concentración de origen natural de una o más sustancias químicas presentes en los componentes ambientales, que puede incluir el aporte de fuentes antrópicas no relacionadas al sitio potencialmente contaminado o sitio contaminado. Asimismo, Ramos (2002), menciona que no existe un criterio común universalmente aceptado para la definición de los niveles de fondo. Sin embargo, diferentes autores como Chen *et al.* (1999), definen al nivel de fondo como el rango de concentración alrededor de la media en suelos no contaminados. Además, el establecimiento de niveles de fondo para una determinada área de estudio, es importante para la planificación ambiental y para las políticas de Salud Ambiental y sirve de base para documentar, cualquier procedimiento para declarar un suelo como contaminado (Mico, 2005; Sierra, 2005; Jiménez, Conde, Martín y García, 2010).

En el presente estudio realizado del 3 al 15 de setiembre de 2019, en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107-Locación Osheki, administrada por Petrolífera Petroleum del Perú S.A.C., ubicado, geográficamente en los distritos de Constitución y Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, se determinó valores de niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) de 19 metales en áreas de posible afectación de la Locación Osheki, y 18 en la futura Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico, con la finalidad de determinar las concentraciones naturales del suelo; adicionalmente, este estudio nos permite obtener una herramienta de comparación para la evaluación de resultados de metales presentes en los suelos que no se contemplan en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos, establecido en el Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM.

Para la obtención de los valores de NF y NR, el tratamiento fue estadístico, mediante el software ProUCL 5.1 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); este tratamiento se realizó en base a los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras de suelo colectadas en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107. El muestreo de suelo se realizó conforme a los lineamientos establecidos en la Guía para el Muestreo de Suelos, aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM.

¹ Según, Prieto-Méndez *et al.*, 2009, los metales pesados están presentes en el suelo como componentes naturales del mismo o como consecuencia de las actividades antropogénicas.

² Según Mico, 2005, los metales pesados se encuentran presentes en el suelo de forma natural, en función del tipo de material originario y de los procesos edafogénicos ocurridos, por lo que se requiere el estudio de las concentraciones normales o niveles de fondo para poder caracterizar procesos de contaminación de origen antrópico.



Finalmente, el presente informe especializado contiene los resultados, análisis y conclusiones de los estudios de niveles de fondo realizadas en las áreas de posible afectación de la Locación Osheki, futura Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico. Estos estudios fueron realizados por la Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), como parte de Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2019³ (Planefa, 2019) y cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA, comprendiendo acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Determinar los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) de metales y metaloides en áreas de posible afectación de la Locación Osheki, futura Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico, en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107.

3.2. Objetivo específicos

Determinar los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR) de 32 metales utilizando el programa Pro UCL 5.1 en las áreas de posible afectación en la Locación Osheki, futura Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico.

Realizar la comparación de forma referencial de los resultados de nivel de fondo con los estándares de calidad ambiental para suelo (ECA para suelo – uso agrícola).

4. ÁREA DE ESTUDIO

El Lote 107 actualmente se encuentra ubicado en el distrito Codo del Pozuzo, provincia Puerto Inca en el departamento Huánuco y los distritos Puerto Bermúdez, Constitución y Palcazu, provincia Oxapampa en el departamento Pasco, cuya superficie se extiende en 252232,329 ha, el cual fue modificado, reduciendo en un 80,10 % del área original (1015 442,32).⁴

Para el presente estudio especializado se determinó unidades homogéneas de suelo dentro de zonas que pueden ser impactadas por futuras actividades de explotación de hidrocarburo en el Lote 107, utilizando la información levantada en campo por el OEFA durante el reconocimiento; así como, información referida a zonas de vida, paisaje, relieve y capacidad de uso mayor de suelos, extraída de los mapas (escalas 1:500000) elaborados por el Ministerio de Agricultura (Minagri) y el Ministerio del Ambiente (Minam). Las unidades geológicas fueron tomadas de la carta nacional emitida por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet) a escala 1:500000. Además, se tomó de referencia lo descrito en los instrumentos de gestión ambiental (IGA).

³ Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.º 007-2019-OEFA/CD, publicada el 15 de febrero de 2019.

⁴ Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-SD) Proyecto: Perforación de hasta 8 Pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las Locaciones Osheki y Kametza – Lote 107.

Se identificaron 3 zonas de posible afectación: Locación Osheki, comprende la primera área de posible afectación, en donde se determinaron los valores de nivel de fondo (ANF1), seguidamente se tiene el área por donde se proyecta establecer la Línea de Flujo y el Punto de Apoyo Logístico, ambos conforman la segunda área de posible afectación, donde se determinaron valores de nivel de fondo (ANF2), ver Figura 4.1.

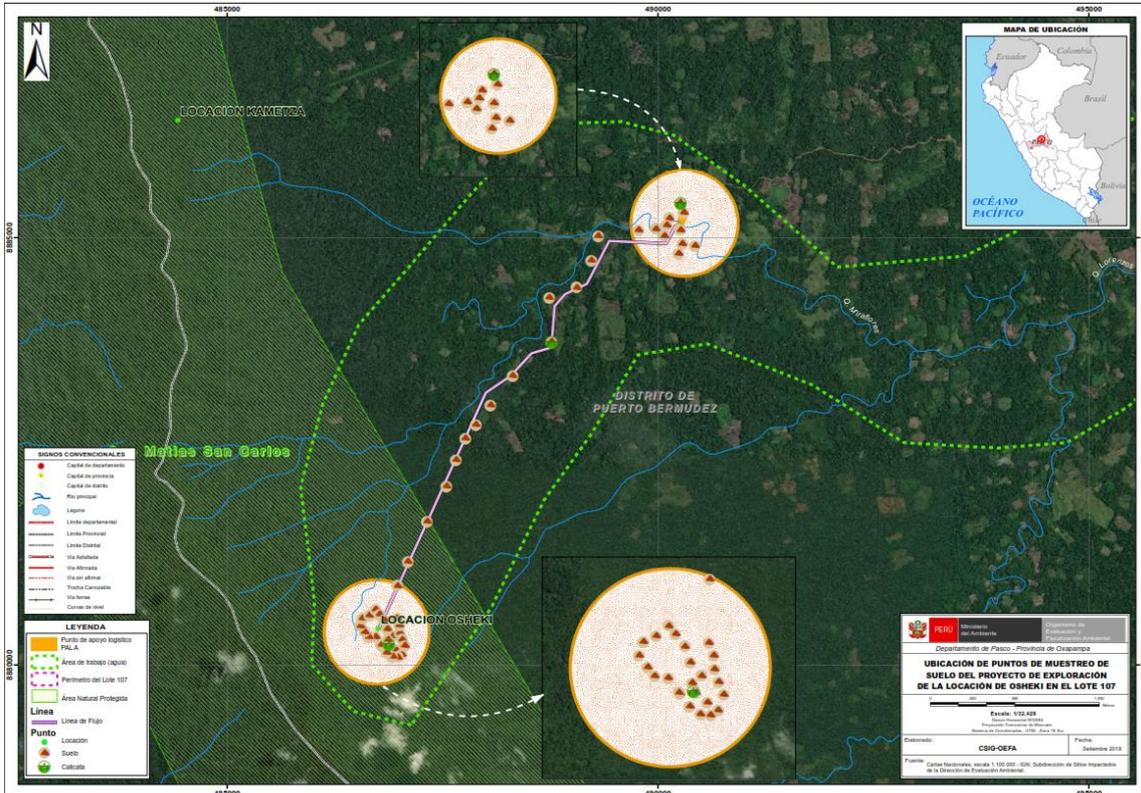


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio del Proyecto Lote 107

Respecto a la primera área de estudio establecida para niveles de fondo (ANF1), es decir, el área de influencia de la plataforma de la Locación Osheki, la cual que de acuerdo con el Informe Técnico Sustentatorio se ubica en el Área Natural Protegida Bosque de Protección San Matías – San Carlos (BPSM-SC) y Petrolífera tiene previsto realizar la perforación de 4 pozos (1 exploratorio y 3 confirmatorios)⁵.

La geología del ANF1 se caracteriza por presentar roca sedimentaria de la Formación Sarayaquillo, compuesto por generalmente areniscas de color rojo amarillento; perteneciente al Jurásico superior; según su Estudio de Impacto Ambiental⁶ (EIA-SD) reconoce 3 miembros que conforman esta formación: Miembro Inferior, se encuentra conformado por areniscas conglomerádicas rojas con litoclastos de plutonitas graníticas de bordura subredondeada envueltas en una matriz arcillosa de color púrpura; Miembro Intermedio se reconocen sus afloramientos compuesto por areniscas arcósicas de grano medio a grueso de color rojo a marrón rojizo dispuestas en estratos tabulares, intercalado con lodolitas rojas y areniscas calcáreas; y, Miembro Superior que se encuentra conformada por lodolitas rojas, limoarcilitas finamente estratificadas de color marrón rojizo a morado

⁵ ITS para la reubicación del Punto de Apoyo logístico y Línea de Flujo del Proyecto de Perforación hasta 8 pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde la Locación Osheki Kametza en el Lote 107.

⁶ Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-SD) Proyecto: Perforación de hasta 8 Pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las Locaciones Osheki y Kametza – Lote 107.

rojizo, intercalándose niveles evaporíticos entre las pelitas. Hacia la parte superior se reconocen areniscas arcósicas rojas de grano fino a medio intercaladas con lodolitas y pelitas rojas.

Asimismo, las zonas de vida que se encuentran distribuidas dentro del área de la Locación Osheki son bosques muy húmedos tropicales (bmh-T); que favorece e imprime cierta estabilidad. Sin embargo, esta estabilidad puede variar debido a que en época húmeda se han podido observar fenómenos de erosión pluvial, erosión de ribera, zonas inundables y deslizamientos puntuales, preferentemente en la quebrada Agua Blanca. Actualmente estas zonas no presentan ningún uso específico para las poblaciones aledañas.

Dentro la fisiografía local la Locación Osheki presenta un gran paisaje denominado Colinoso, con un paisaje denudacionales de rocas sedimentarias del terciario y subpaisajes de colinas bajas moderadamente empinadas de 15 % – 25 % de pendiente.

Según el mapa de la capacidad de uso mayor de tierras del Perú (escala 1:50000), los suelos de esta zona están clasificadas por tierras altas para producción forestal, con calidad agrológica media, limitación por suelo y erosión (F2se).⁷

Respecto a la segunda área de estudio establecida para niveles de fondo (ANF2), la futura Línea de Flujo de acuerdo al EIA-SD iniciara su recorrido desde el PAL (ubicado en aproximadamente a 800 m del caserío Alto Siria, y que constara de áreas de separación y almacenamiento de recortes de perforación, almacenamiento de diésel, entre otros), hacia la plataforma de la Locación Osheki. Cabe resaltar que el Línea de Flujo constará de dos tuberías, una de cuatro pulgadas (4") para transporte de agua y una de seis pulgadas (6") para transporte de efluentes industriales, lodos y cortes de perforación.

Litológicamente la futura Línea Flujo, que inicia en la Locación Osheki presenta roca sedimentaria de formación Sarayaquillo, sin embargo, continua con la formación Ipururo hasta llegar al PAL que también se encuentra emplazada en la formación antes mencionada, que se caracterizada por presentar areniscas intercaladas con horizontes arcillosos.

De la fisiografía local parte de la Línea de Flujo presenta un gran paisaje denominado Colinoso, con un paisaje denudacionales de rocas sedimentarias del terciario y en los subpaisajes de lomadas fuertemente inclinadas de 8 % – 15% de pendiente, subpaisajes de colinas bajas moderadamente empinadas de 15 % – 25 % de pendiente y subpaisajes de colinas altas moderadamente empinadas de 15 % -25% de pendiente, este ultima descripción paisajista se observa en el área de PAL.

Según el mapa de la capacidad de uso mayor de tierras del Perú (escala 1:500000), los suelos de la futura Línea de Flujo y el PAL están clasificadas en tierras altas para producción forestal, con calidad agrológica media, limitación por suelo y erosión (F3se - F2se)⁴.

5. METODOLOGÍA

En este apartado se presenta la metodología empleada para el estudio especializado realizado en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107, administrado por Petrolífera Petroleum del Perú S.A.C. (en adelante Petrolífera); consta de 3 etapas: la primera, es la

⁷ EIA-Sd Proyecto de Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde la Locación Osheki y Kametza – Lote 107

planificación realizada en gabinete, previa revisión de informes técnicos o información relacionada con Petrolífera; la segunda etapa fue el trabajo de campo, donde se colectaron muestras compuestas para posteriormente ser analizadas en el laboratorio acreditado; y finalmente, la tercera etapa realizada en gabinete contiene la presentación de los resultados y conclusiones. Para evaluar la calidad ambiental del suelo en el área de influencia del proyecto Lote 107 se estableció 3 zonas de estudio: Locación Osheki contemplan los puntos para determinar la primera área de nivel de fondo (ANF1), futura Línea de Flujo y el Punto de Apoyo Logístico, estas 2 últimas zonas contemplan los puntos de muestreo determinados del segundo nivel de fondo (ANF2).

5.1. Suelo

5.1.1. Protocolo de muestreo

Para el muestreo de suelo se tomó en consideración los tipos de muestreo (sección 1.3), técnicas de muestreo (sección 2), determinación de puntos de muestreo (sección 5) y el Anexo II (patrones de muestreo para definir la localización de puntos de muestreo en suelos contaminados) de la Guía para muestreo de suelos⁸. Asimismo, se consideró lo establecido en el Anexo III (claves Interpretativas) y Anexo IV (guía de clasificación de los parámetros edáficos y de vegetación) del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor⁹.

5.1.2. Ubicación de puntos de muestreo

Se evaluaron 50 puntos de muestreo en suelo, distribuido en las áreas determinadas para el nivel de fondo, considerando los lineamientos establecidos en las guías mencionadas en la sección 5.1.1. La cantidad de puntos determinadas para la evaluación de la calidad de suelo fueron: Locación Osheki (25 puntos de muestreo), futura Línea de Flujo (15 puntos de muestreo) y el Punto de Apoyo Logístico (10 puntos de muestreo). La ubicación de los puntos de muestreo se detalla en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Ubicación de los puntos de muestreo de las asociaciones de suelos para determinar los niveles de fondo

N°	Zona	Código OEFA	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción de la ubicación de los puntos de muestreo
					Este (m)	Norte (m)		
1	Locación Osheki	NF-OSH-SUE-01	7/08/2019	08:57	486792	8880225	554	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al suroeste del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
2		NF-OSH-SUE-02*	7/08/2019	09:22	486718	8880159	551	Punto ubicado aproximadamente a 120 m al suroeste del futuro helipuerto de la Locación Osheki.
3		NF-OSH-SUE-03*	7/08/2019	09:40	486695	8880279	536	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al suroeste del área de campamento en la Locación Osheki.
4		NF-OSH-SUE-04	7/08/2019	10:15	486638	8880331	502	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al oeste de la futura área de campamento de la Locación Osheki.

⁸ Guía para muestreo de suelos, aprobada el 9 de abril de 2014, mediante Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM.

⁹ Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, aprobada el 9 de setiembre de 2009, mediante Decreto Supremo N.º 017-2009-AG.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASSIM: Subdirección de
Sitios ImpactadosDecenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N°	Zona	Código OEFA	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción de la ubicación de los puntos de muestreo
					Este (m)	Norte (m)		
5		NF-OSH-SUE-05	7/08/2019	10:55	486594	8880388	489	Punto ubicado aproximadamente a 100 m al oeste de la futura área de tanques de almacenamiento de lodos (tanques australianos) en la Locación Osheki.
6		NF-OSH-SUE-06	7/08/2019	11:26	486543	8880457	493	Punto ubicado aproximadamente a 170 m al noroeste de la futura área de tanques de almacenamiento de lodos (tanques australianos) en la Locación Osheki.
7		NF-OSH-SUE-07	7/08/2019	12:00	486568	8880542	475	Punto ubicado aproximadamente a 60 m al oeste de la futura poza de contingencia en la Locación Osheki.
8		NF-OSH-SUE-08	7/08/2019	12:40	486646	8880578	482	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte de la futura poza de contingencia en la Locación Osheki.
9		NF-OSH-SUE-09	7/08/2019	13:10	486722	8880642	479	Punto ubicado aproximadamente a 110 m al noroeste de la futura poza de quema en la Locación Osheki.
10		NF-OSH-SUE-10	7/08/2019	13:46	486764	8880592	483	Punto ubicado aproximadamente a 90 m al noreste de la futura poza de quema en la Locación Osheki.
11		NF-OSH-SUE-11	7/08/2019	14:15	486822	8880516	494	Punto ubicado aproximadamente a 60 m al este de la futura poza temporal de cortes en la Locación Osheki.
12		NF-OSH-SUE-12	7/08/2019	15:12	486855	8880415	522	Punto ubicado aproximadamente a 100 m al este del futuro pozo de perforación Osheki en la Locación Osheki.
13		NF-OSH-SUE-13	7/08/2019	15:47	486924	8880336	571	Punto ubicado aproximadamente a 90 m al este del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
14		NF-OSH-SUE-14	8/08/2019	09:20	486887	8880229	608	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
15		NF-OSH-SUE-15	8/08/2019	09:37	486959	8880171	628	Punto ubicado aproximadamente a 170 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
16		NF-OSH-SUE-16	8/08/2019	09:55	487023	8880123	650	Punto ubicado aproximadamente a 255 m al sureste del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
17		NF-OSH-SUE-17	8/08/2019	10:20	486978	8880092	638	Punto ubicado aproximadamente a 244 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
18		NF-OSH-SUE-18	8/08/2019	10:45	486915	8880098	616	Punto ubicado aproximadamente a 200 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
19		NF-OSH-SUE-19	8/08/2019	11:12	486850	8880147	615	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
20		NF-OSH-SUE-20	8/08/2019	12:02	486865	8880291	598	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al suroeste del helipuerto en la Locación Osheki.
21		NF-OSH-SUE-21	8/08/2019	12:55	487002	8880374	600	Punto ubicado aproximadamente a 175 m al este del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
22		NF-OSH-SUE-22	8/08/2019	13:17	487028	8880298	603	Punto ubicado aproximadamente a 85 m al sur del punto de muestreo NF-OHS-SUE-21.
23		NF-OSH-SUE-23	8/08/2019	13:35	487058	8880220	626	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al sur del punto de muestreo NF-OHS-SUE-22.
24		NF-OSH-SUE-24	8/08/2019	14:10	486997	8880460	598	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte del punto de muestreo NF-OHS-SUE-21.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N°	Zona	Código OEFA	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción de la ubicación de los puntos de muestreo
					Este (m)	Norte (m)		
25		NF-OSH-SUE-25	8/08/2019	14:30	486967	8880539	570	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte del punto de muestreo NF-OSH-SUE-22.
26	Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico	NF-LD-SUE-01	9/08/2019	10:00	486973	8880925	375	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 370 m al norte del punto NF-OSH-SUE-09.
27		NF-LD-SUE-02	9/08/2019	10:33	487095	8881210	368	Punto ubicado aproximadamente a 13 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 310 m al norte del punto NF-LD-SUE-01.
28		NF-LD-SUE-03	9/08/2019	11:30	487318	8881672	336	Punto ubicado aproximadamente a 14 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 490 m al norte del punto NF-LD-SUE-02.
29		NF-LD-SUE-04	9/08/2019	12:27	487543	8882084	310	Punto ubicado aproximadamente a 16 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 470 m al norte del punto NF-LD-SUE-03.
30		NF-LD-SUE-05	9/08/2019	13:20	487652	8882393	286	Punto ubicado aproximadamente a 18 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 320 m al norte del punto NF-LD-SUE-04.
31		NF-LD-SUE-06	9/08/2019	13:35	487762	8882650	278	Punto ubicado aproximadamente a 23 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 280 m al noreste del punto NF-LD-SUE-05.
32		NF-LD-SUE-07	9/08/2019	14:24	487884	8882812	281	Punto ubicado aproximadamente a 13 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 210 m al noreste del punto NF-LD-SUE-06.
33		NF-LD-SUE-08	9/08/2019	14:55	488053	8883041	264	Punto ubicado aproximadamente a 40 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 280 m al noreste del punto NF-LD-SUE-07.
34		NF-LD-SUE-09	9/08/2019	15:22	488311	8883378	264	Punto ubicado aproximadamente a 20 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 420 m al noreste del punto NF-LD-SUE-08.
35		NF-LD-SUE-10	11/08/2019	12:53	488762	8883785	260	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 580 m al noreste del punto NF-LD-SUE-09.
36		NF-LD-SUE-11	11/08/2019	14:33	488734	8884293	256	Punto ubicado aproximadamente a 70 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 580 m al noroeste del punto NF-LD-SUE-10.
37		NF-LD-SUE-12	11/08/2019	15:08	489052	8884416	253	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 340 m al noreste del punto NF-LD-SUE-11.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N°	Zona	Código OEFA	Fecha	Hora	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m s. n. m.)	Descripción de la ubicación de los puntos de muestreo
					Este (m)	Norte (m)		
38		NF-LD-SUE-13	11/08/2019	15:20	489222	8884729	256	Punto ubicado aproximadamente a 75 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 355 m al norte del punto NF-LD-SUE-12.
39		NF-LD-SUE-14	11/08/2019	15:55	489303	8885016	253	Punto ubicado aproximadamente a 140 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 340 m al norte del punto NF-LD-SUE-13.
40		NF-LD-SUE-15	11/08/2019	16:36	489771	8885083	243	Punto ubicado aproximadamente a 120 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 470 m al norte del punto NF-LD-SUE-13.
41		NF-PAL-SUE-01	12/08/2019	12:05	490256	8885408	253	Punto ubicado aproximadamente a 130 m al noroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
42		NF-PAL-SUE-02*	12/08/2019	12:28	490261	8885282	256	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al oeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
43		NF-PAL-SUE-03	12/08/2019	13:16	490129	8885229	265	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al suroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
44		NF-PAL-SUE-04	12/08/2019	13:48	490100	8885141	255	Punto ubicado aproximadamente a 230 m al suroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
45		NF-PAL-SUE-05	12/08/2019	14:23	489972	8885103	251	Punto ubicado aproximadamente a 300 m al sureste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
46		NF-PAL-SUE-06	12/08/2019	14:58	490070	8885023	250	Punto ubicado aproximadamente a 210 m al sureste de los futuros tanques de almacenamiento de agua para transporte a la Locación Osheki y para uso contra incendios.
47		NF-PAL-SUE-07	12/08/2019	15:30	490236	8884815	254	Punto ubicado aproximadamente a 250 m al suroeste de la futura planta de separación de cortes tratados.
48		NF-PAL-SUE-08	12/08/2019	16:00	490426	8884902	253	Punto ubicado aproximadamente a 180 m al sureste de la futura planta de separación de cortes tratados.
49		NF-PAL-SUE-09	12/08/2019	16:42	490280	8884928	260	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al suroeste de la futura planta de separación de cortes tratados.
50		NF-PAL-SUE-10	12/08/2019	17:15	490259	8885092	250	Punto ubicado aproximadamente a 20 m al sur de los futuros tanques de almacenamiento de agua para transporte a la Locación Osheki y para uso contra incendios.

Los 50 puntos de muestreo, distribuidos entre los suelos de la Locación Osheki, futura Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico, se realizaron a una profundidad de 0,30 m. El tipo de muestra de suelo fue compuesta (cada 3 submuestras) utilizando el modelo de distribución en forma de triángulo con espacios de 15 m entre las 3 muestras (Figura 5.1).

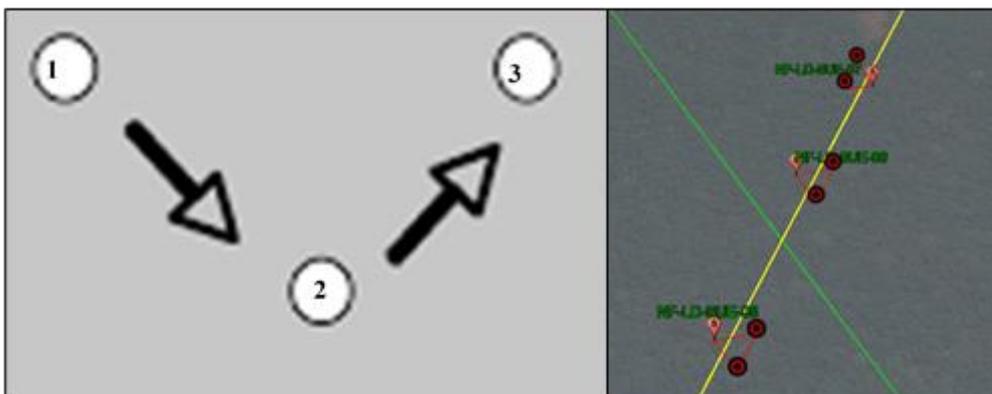


Figura 5.1. Distribución de los puntos de muestreo en forma de triangular

5.1.3. Parámetros y métodos de análisis

Para el presente estudio se consideró en el suelo la determinación de la concentración de metales considerando métodos de análisis de laboratorio acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), los cuales son presentados en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Parámetros evaluados y métodos de análisis según laboratorio para sedimento

N.º	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Laboratorio de ensayo acreditado
1	Metales incluido mercurio	mg/kg PS	EPA 3050 B:1996 / EPA 6010 B:1996, para mercurio: EPA 7471 B Rev. 2, February 2007 (ICP-OES)	ALS LS PERÚ S.A.C.

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de ALS LS PERÚ S.A.C. Reporte de resultados N.º 0434-2019-SSIM
PS: Peso seco

5.1.4. Equipos utilizados

Para la evaluación se utilizó equipos y herramientas como GPS (sistema de posicionamiento global), barreno, pala de mano, que se detallan (modelo, marca y serie) en Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Equipos y materiales

Equipo / Materiales	Marca	Modelo	Serie	N.º de certificado de calibración
Pala de mano, tamiz y balde donde se hizo la homogenización de las muestras	S/M	S/M	S/S	---
Kit de muestreo (Barreno manual con brocas de 2 Plg.)	AMS	S/M	S/S	---
Cámara fotográfica digital	CANON	D30BL	92051001944	---
Equipo de posicionamiento GPS	GARMIN	MONTANA 680	4HU005161	---

Fuente: Reporte de campo N° 0431-2019-SSIM

5.1.5. Criterios de comparación

Los resultados de niveles de fondo, fueron comparados de modo referencial con los ECA para suelo de uso agrícola, del Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM.

5.1.6. Procesamiento de datos

Las concentraciones de metales en el suelo de la Locación Osheki y futura Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico, establecidos en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107, obtenidas del laboratorio fueron ordenados y sistematizados por parámetro para su análisis

posterior aplicando los métodos estadísticos, a fin de determinar los niveles de fondo (NF) y niveles de referencia (NR).

El cálculo de los niveles de fondo y niveles de referencia fue realizado por un tratamiento estadístico mediante el software ProUCL 5.1 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA) y los cálculos complementarios fueron realizados con el software libre «R» (Helsel, 2013).

Asimismo, el tratamiento estadístico se realizó para: a) Detectar y evaluar la presencia de valores anómalos (*outliers*) dentro de la serie de datos, para evitar que estos afecten negativamente la determinación de los valores de fondo y referencia, b) Adoptar criterios para la identificación e imputación o reemplazo de valores censurados (valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio) dentro de la serie de datos. El tratamiento estadístico fue realizado con una población muestral de 25 valores de concentración de metales procedentes del mismo número de puntos de muestreo. A continuación, en la Figura 5.2, se presenta el esquema para el tratamiento de datos:

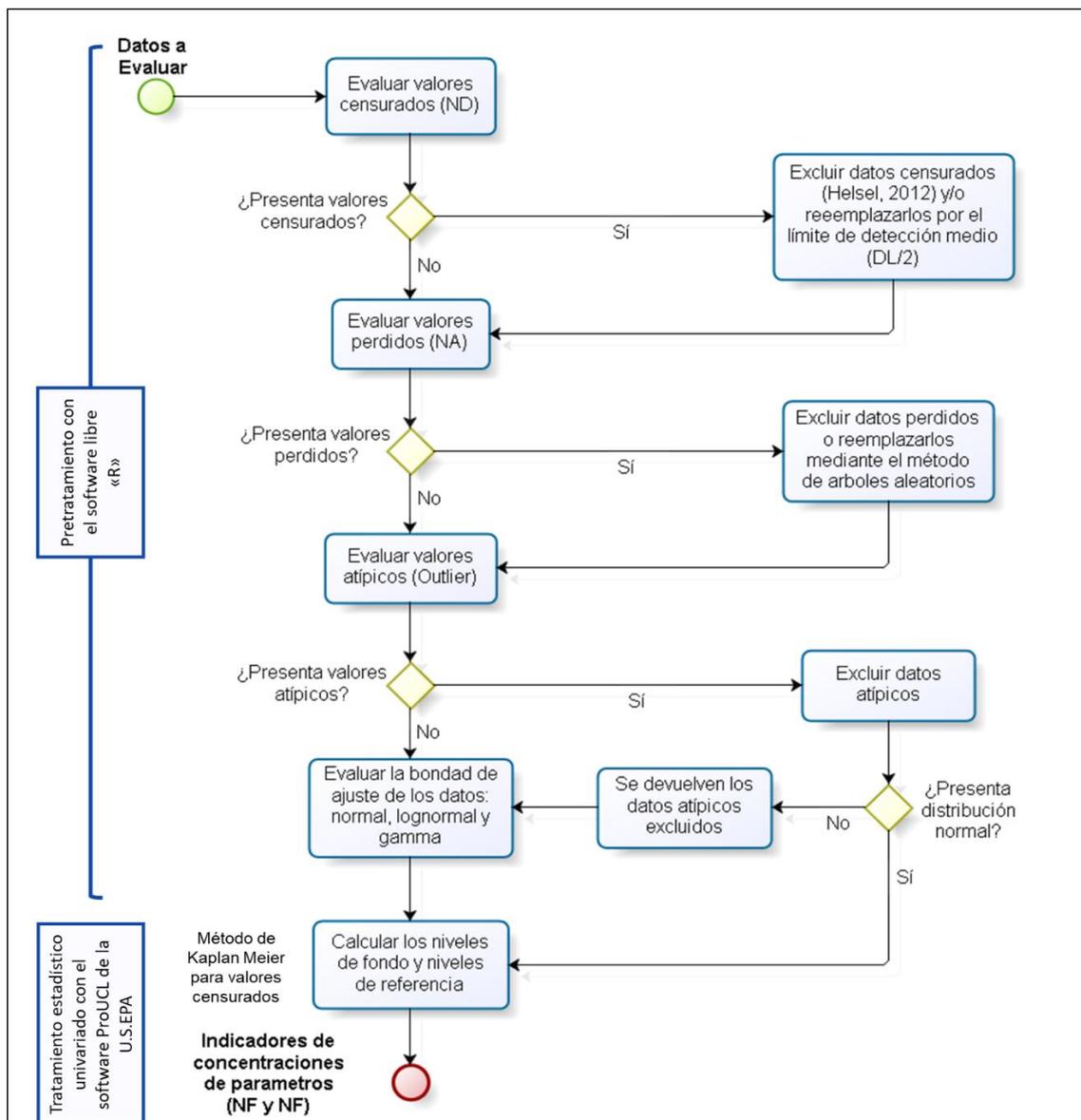


Figura 5.2. Esquema del tratamiento de datos en ProUCL 5.1 (adaptado por E. Cáceres)

El procedimiento para la obtención de los valores se detalla a continuación:

a) Identificación de potenciales valores anómalos o *outliers*

Los valores anómalos u *outliers*, según la Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos de América (2006) son mediciones del conjunto de una muestra que son extremadamente grandes o pequeños que no pudieran tener una relación con el resto de los datos recogidos. Estos valores anómalos de un conjunto de datos distorsionan las pruebas estadísticas utilizadas para la determinación de niveles de fondo y referencia (EPA, 2013), asimismo su presencia tiende a interferir con la identificación del tipo de distribución de los datos.

Con el fin de evitar la presencia de valores anómalos con concentraciones elevadas que no tengan relación con el resto de los datos recogidos, se realizó un tratamiento estadístico de los resultados anómalos respecto al conjunto de la base de datos analíticos, desde un punto de vista univariante, es decir un análisis descriptivo de cada una de las variables evaluadas.

Los valores atípicos potenciales identificados fueron sometidos a una prueba estadística que permitió determinar de manera objetiva si se trataba efectivamente de este tipo de valores. Este proceso es realizado por paquetes estadísticos del software libre «R», que se detallan a continuación:

- (1) El paquete «*outliers*» aplica la prueba de Dixon (1953) que permite la detección de los valores anómalos en una serie de datos.
- (2) El paquete «*envstats*» aplica la prueba de Rosner (1975), usado para la identificación de valores anómalos

La prueba de Dixon (1953) se aplica para tamaños de muestra menores a 25. En cambio, la prueba de Rosner (1975) se aplica para tamaños de muestra mayores a iguales a 25.

A fin de evitar la presencia de valores de concentraciones elevadas que pudieran afectar el análisis, se realizó su identificación exploratoria mediante gráficos de caja y bigotes (ISO 19258).

Cuando las pruebas de Dixon y Rosner no detectan valores anómalos o *outliers*; se utiliza el método basado en la media para detectar los valores referidos (Alberti, 2018)

b) Tratamiento de datos por debajo del límite de cuantificación (LQ) o censurados

Los valores no cuantificados por el método de análisis de laboratorio (valores desconocidos debido a que se encuentra entre cero y su límite de cuantificación) fueron tratados estadísticamente con el método de Kaplan y Meier (1958), un método recomendado por la U. S. EPA (2013), que se basa en la sustitución de los resultados de los valores no detectados con valores que coincidan con la distribución del resto del conjunto de datos, dejando de lado los métodos tradicionales de sustitución por el valor del límite de cuantificación o la mitad del mismo.

c) Análisis descriptivo de las variables

Una vez realizada la detección de potenciales valores anómalos y abordar el conjunto de datos con resultados por debajo del límite de cuantificación se analizó el comportamiento de las variables en forma individual mediante un tratamiento estadístico univariante para obtener la media y el percentil 95.

Este tratamiento estadístico univariante consiste en un análisis descriptivo de cada una de las variables, mediante el cálculo de estadísticos tales como medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desviación estándar y varianza) y posición (percentiles), además se realizaron gráficos (histograma, gráfica de caja - bigotes y gráfica de dispersión) para explorar la forma de la distribución de los datos, los cuales se describen a continuación:

- **Gráfica de caja - bigotes:** Para mostrar las características de una muestra de datos. Esta consta de una parte rectangular que se extiende desde el cuartil inferior hasta el cuartil superior, cubriendo la mitad central de la muestra, donde la línea del centro de la caja muestra la mediana. Los bigotes se extienden desde la caja hasta los valores mínimos y máximos en la muestra. Los puntos más alejados que se encuentran a más de 1,5 veces el rango intercuartílico por arriba o por debajo de la caja se grafican separadamente de los bigotes, los que se muestran en forma de asteriscos.
- **Histograma:** Esta gráfica despliega las frecuencias en cada intervalo para los parámetros evaluados.
- **Gráfico de probabilidad normal (o gráfico Q-Q normal):** Para mostrar la distribución de probabilidad normal para cada parámetro evaluado. Si los datos provienen de una distribución normal, los puntos quedan aproximadamente a lo largo de una línea recta de referencia.

d) Análisis descriptivo de las variables

La técnica de remuestreo (*bootstrap*) propuesta por Efron (1979) es una técnica de simulación que reutiliza los datos observados que conforman la muestra, de la cual se extraen repetidas muestras; por esta razón es considerado como una técnica de computación intensiva (Noreen, 1989). El procedimiento *bootstrap* es útil para la descripción de la distribución muestral de aquellos estimadores con propiedades muestrales desconocidas o difícilmente obtenibles por medios analíticos. La Figura 5.3, muestra el proceso del *bootstrap* (Jáuregui y Oliden, 2004).

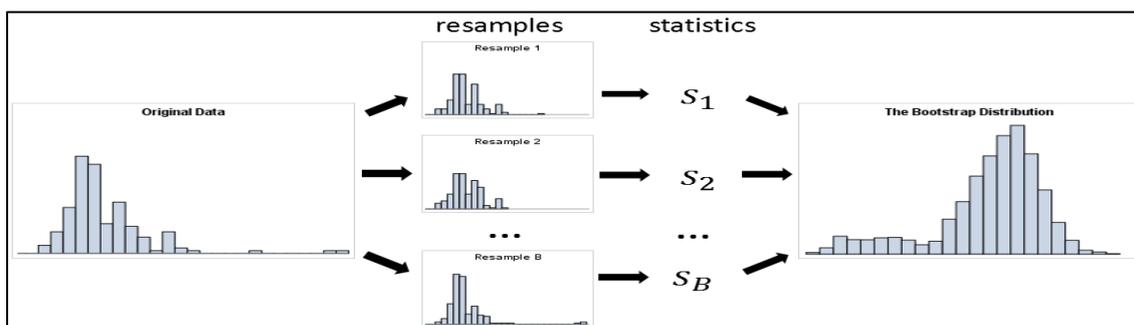


Figura 5.3. Proceso simulación de remuestreo (*Bootstrap*)

Recuperado de: <https://blogs.sas.com/content/iml/2018/12/12/essential-guide-bootstrapping-sas.html#prettyPhoto>

Para casos donde exista un porcentaje superior al 50 % y hasta el 80 % de datos censurados, se sugiere un tratamiento especial (Helsel, 2011); y a la vez, si las distribuciones no son discernibles, se puede hacer uso del remuestreo (*bootstrap*) para identificar el tipo de distribución. Cabe precisar, que por encima del 80 % de datos censurados, no se puede identificar distribuciones y por lo tanto no se puede realizar tratamientos estadísticos (Helsel, 2011).

Cullen y Frey (1999), proponen hacer uso de una gráfica de asimetría y curtosis basada en bootstrap para aproximar la distribución empírica de una muestra.

e) Determinación del nivel de fondo y nivel de referencia

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2002) define 2 tipos de nivel de fondo, el primero corresponde al fondo de origen natural definido como las sustancias presentes en el medio ambiente que no han sido influenciadas por la actividad humana. El segundo corresponde al fondo antropogénico el cual se define como las sustancias naturales y humanas presentes en el medio ambiente como resultado de actividades humanas no específicamente relacionadas con el sitio en cuestión. En ese sentido, es posible determinar un nivel de fondo en áreas asociada a una actividad antropogénica.

El nivel de fondo fue calculado con base a resultados de muestras colectadas en ámbito de influencia del Lote 107, específicamente en la Locación Osheki, la futura línea del ducto, y el Punto de Apoyo Logístico. Fisiográficamente, el área de estudio está distribuida en 2 zonas claramente diferenciadas; la zona cercana a los ríos está constituida por tierras bajas, de poca pendiente y en la parte alta por donde se ubicara las actividades (extracción de petróleo) del proyecto presenta colinas de pendientes inclinadas y montañas de pendientes muy variables y fuertemente inclinadas¹⁰. Cabe resaltar que parte del área evaluada, específicamente la locación Osheki y parte del tramo de la línea de ductos, se encuentra ubicada en el Área Natural Protegida Bosque de Protección San Matías – San Carlos.

Para la determinación de niveles de fondo y niveles de referencia se utilizó el software estadístico *Pro UCL 5.1* de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (U.S. EPA).

Esta metodología incluye 2 etapas que se describen a continuación:

Nivel de fondo - NF

Para su determinación se empleó un intervalo donde está incluido el valor verdadero del estimador en estudio, considerando la cota superior¹¹ de dicho intervalo para la media. Esta cota debe garantizar con un elevado grado de confianza (este fue establecido en 95 %), y cuando el conjunto de datos sigue una distribución normal, la expresión de esta cota permite definir la media para cada variable evaluado, la cual viene dada por la U.S. EPA, 2013 según la siguiente expresión:

$$C_M = \bar{x} + t_{\alpha, n-1} s / \sqrt{n} \dots \dots (1)$$

Donde:

- C_M : Cota superior de la media de n datos
- n : Tamaño de la muestra
- \bar{x} : Media aritmética de la muestra de n datos
- S : Desviación estándar de la muestra de n datos
- $t_{\alpha, n-1}$: Caracterizan la situación real del medio caracterizan la situación real del medio percentil 100(1- α)-ésimo de la distribución t-Student de n-1 grados de libertad.

¹⁰ EIA-sd Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – lote 107

¹¹ Es el límite superior de un intervalo de confianza de un parámetro de interés, por ejemplo, la cota superior de la media.

Algunos conjuntos de datos mostraron a una distribución gamma típica, en este caso, el valor de la cota superior (límite superior del intervalo de confianza de la media) se determinó con la expresión dada para $n \leq 50$ (U.S. EPA, 2013):

$$C_M = \frac{2nk\bar{x}}{X_{2nk}^2(\alpha)} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- C_M : Cota superior de la media
- n : Tamaño de la muestra
- k : Parámetro de forma de la distribución Gamma
- \bar{x} : Media aritmética de la muestra de n datos
- X_{2nk}^2 : Estadístico Chi cuadrado con $2nk$ grados de libertad
- α : Nivel de significancia

Por otro lado, cuando el conjunto de datos se ajusta a una distribución log normal, la expresión para determinar la cota superior de la media es la siguiente (USEPA, 2013):

$$C_M = \exp(\bar{y} + 0,5s_y^2 + s_y H_{1-\alpha}/\sqrt{n-1}) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- \bar{y} : Es la media aritmética de la muestra de los datos transformados logarítmicamente.
- s_y : Desviación estándar de la muestra de n datos transformados logarítmicamente.
- $H_{1-\alpha}$: Es el estadístico H propuesto por Land (1975)

En todos los casos, las distribuciones de las variables observadas se ajustaron a distribuciones conocidas. Cabe señalar, que para conjuntos de datos que no se ajusten a distribuciones discernibles, se empleará la estimación no paramétrica.

Nivel de referencia - NR (percentil 95)

Se denomina nivel de referencia como aquel valor que su superación por unidad muestral de la población actual caracterizada sea poco probable y que, por tanto, si no ha habido modificaciones de las condiciones de muestreo, sea también poco probable su superación obtenida posteriormente (De Miguel *et al.*, 2002).

La cota superior del percentil 95 % con un 95 % de nivel de confianza representa el valor por debajo del cual se encuentra el 95% de los datos de la población con un 95% de nivel de confianza (U.S. EPA, 2013). La expresión de esta cota dependerá del tipo de distribución a la que se ajusta el conjunto de datos. Así se tiene que para una distribución normal la expresión es la siguiente:

$$C_p = \bar{x} + K_{(n,\alpha,p)} \times s \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

- C_p : Cota superior del percentil p -ésimo.
- \bar{x} : Media aritmética de la muestra de n datos.
- S : Desviación estándar de la muestra de n datos.

$K_{(n,\alpha,p)}$: Factor de tolerancia para la determinación de la cota superior del percentil pésimo, a partir de una muestra de n datos, con un nivel de confianza de $1-\alpha$, basada en la distribución t-Student (Hahn y Meeker, 1991).

Asimismo, para un conjunto de datos ajustado a una distribución tipo gamma, que transformando los datos según $Y=X^{1/4}$, esta se aproxima a una distribución normal, presenta la siguiente expresión (U.S. EPA, 2013):

$$C_p = (\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} \times s_y)^4 \dots \dots (4)$$

Donde :

\bar{y} : Media aritmética de datos transformados para distribución gamma.

s_y : Desviación estándar de n datos transformados para distribución gamma.

Por otro lado, cuando el conjunto de datos se ajusta a una distribución log normal, la expresión para determinar la cota superior del percentil 95% es la siguiente (U.S. EPA, 2013):

$$C_p = \exp(\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} * s_y) \dots \dots (6)$$

Donde:

\bar{y} : Media aritmética de los datos transformados logarítmicamente

s_y : Desviación estándar de n datos transformados logarítmicamente.

Por otra parte, se tiene el caso que el conjunto de datos no se ajusta a alguna distribución conocida, en esa situación se emplean métodos robustos o no paramétricos.

Adicionalmente, los resultados de niveles de fondo fueron comparados referencialmente con los estándares de calidad ambiental para suelo (ECA para suelo – Uso agrícola) aprobado mediante Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM.

6. RESULTADOS Y ANALÍISIS

Los resultados de las concentraciones de todas las muestras compuestas se adjuntan en el Anexo B¹² y los resultados del análisis estadístico del estudio especializado para ambas áreas de estudio se presentan en el Anexo C. El Anexo D contiene las representaciones en figuras, el detalle de los valores de nivel de fondo; además, gráficos ilustrativos de las distribuciones estadística de cada metal evaluado.

Cabe resaltar que, para algunos de los metales y metaloides no fue posible determinar el valor de nivel de fondo por presentar concentraciones por debajo del límite de cuantificación (LQ) en más del 50 % de los puntos evaluados, los metales son: plata (<1,7 mg/kg), arsénico (<17,8 mg/kg), berilio (< 2,0 mg/kg), cadmio (< 1,0 mg/kg), molibdeno (< 3,0 mg/kg), sodio (< 20,0 mg/kg), talio (< 9,0 mg/kg), antimonio (< 10,0 mg/kg), selenio (< 10,0 mg/kg), boro (< 15,5 mg/kg), bismuto (<10,0 mg/kg), litio (< 6,0 mg/kg) y estaño (< 10,0 mg/kg).

¹² Los resultados de suelo forman parte del reporte de resultados N° 0434-2019-SSIM, que contiene, además, los resultados de agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas.

6.1. Metales determinados en los suelos de la Locación Osheki

En el análisis estadístico se determinó que los metales aluminio, bario, calcio, cromo, hierro, fósforo, magnesio, manganeso, potasio, silicio, titanio, vanadio, zinc, no presentaron valores censurados; mientras que el cobalto, cobre, mercurio, níquel, plomo y estroncio, si presentaron valores censurados, los mismo que se encuentran detallados en la Tabla 1.1 del Anexo C, en donde, además se observó que el magnesio fue el único metal que presentó un valor anómalo o *outliers*.

Las pruebas estadísticas Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y el diagrama Q-Q, y la frecuencia de datos en los histogramas, detallados en el Anexo D, registraron que todos los metales evaluados presentaron una distribución normal, a excepción del manganeso y cobre que presentaron una distribución Lognormal.

Los niveles de fondo y de referencia en los 19 metales calculados siguiendo el procedimiento referido en la sección de metodología se presenta en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Valores de niveles de fondo y valores de referencia de los metales evaluados en los suelos de la Locación Osheki del ámbito de influencia del Proyecto Lote 107

Metales	Nivel de fondo NF (mg/kg)	Nivel de referencia NR (mg/kg)
Al	24 489	36 654
Ba	31,09	46,88
Ca	20,57	32,42
Cr	26,67	41,65
Fe	27 738	42 032
K	2229	3345
Mg	1560	2353
Mn	224,1	630,9
P	238,4	398,1
Si	654,7	874,9
Ti	119,7	178,6
V	36,67	56,85
Zn	37,44	60,45
Co	4,32	9,706
Cu	11,95	18,45
Hg	0,162	0,246
Ni	7,233	15,51
Pb	17,16	32,53
Sr	2,873	4,221

6.2. Metales determinados en los suelos de la futura Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico

En el análisis estadístico, se determinó que los metales aluminio, bario, calcio, cromo, hierro, fósforo, magnesio, manganeso, potasio, silicio, titanio, vanadio, zinc, no presentaron valores censurados; mientras que el cobalto, cobre, níquel, plomo y estroncio, si presentaron valores censurados, ambos detallados en Tabla 1.2 del Anexo C, en donde, además, se observó que el titanio fue el único metal que presentó un valor anómalo o *outliers*.

Las pruebas estadísticas Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling y el diagrama Q-Q, y la frecuencia de datos en los histogramas, detallados en el Anexo D, registraron que todos los metales evaluados presentaron una distribución normal, a excepción del calcio que presentaron una distribución Gamma.

Los niveles de fondo y de referencia de los 18 metales calculados, siguiendo lo referido en la sección de metodología se presentan en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Valores de niveles de fondo y valores de referencia de los metales evaluados en los suelos futura Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico, del ámbito de influencia del Proyecto Lote 107

Metales	Nivel de fondo NF (mg/kg)	Nivel de referencia NR (mg/kg)
Al	18 423	27 503
Ba	49,12	94,26
Ca	525,3	1709
Cr	14,77	21,01
Fe	21 564	34 982
K	1642	2605
Mg	2666	4901
Mn	413,5	947,2
P	295,6	468,3
Si	539	681,4
Ti	108,7	138,9
V	35,36	58,38
Zn	44,59	79,8
Co	5,594	10,99
Cu	6,261	10,55
Ni	6,954	13,1
Pb	19,16	32,74
Sr	5,936	10,92

6.3. Comparación referencial con los ECA para suelo

De la comparación referencial de los niveles de fondo de metales en los suelos de la Locación Osheki y la Futura Líneas de Flujo – Punto de Apoyo Logístico con los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo uso agrícola se observó que no superaron los valores establecido en la normativa para los parámetros respectivos (Tabla 6.3)

Tabla 6.3. Comparación referencial de los niveles de fondo con los ECA para suelo

Parámetros (mg/kg PS)	Límite de cuantificación	Valores de nivel de fondo		Estándares de calidad ambiental para suelo (ECA), aprobado mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM
		Locación Osheki	Futura Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico	Uso agrícola
Arsénico	17,8	N.D.	N.D.	50
Bario	1,0	31,09	49,12	750
Cadmio	1,0	N.D.	N.D.	1,4
Mercurio	0,10	0,162	N.D.	6,6
Plomo	5,0	17,16	32,74	70

N.D.: No determinado, por encontrarse las concentraciones menores a los límites de cuantificación del laboratorio en más del 50 % de los datos.

7. CONCLUSIONES

- ❖ Se calculó los niveles de fondo y niveles de referencia de 19 metales (aluminio, bario, calcio, cobre, cobalto, , cromo, estroncio, fósforo, plomo, hierro, magnesio, manganeso, níquel, potasio, mercurio, silicio, titanio, vanadio y zinc) en los suelos de la Locación Osheki, se presentan en la Tabla 6.1 del presente informe.
- ❖ Se calculó los niveles de fondo y niveles de referencia de 18 metales (aluminio, bario, calcio, cromo, hierro, potasio, magnesio, manganeso, fósforo, silicio, titanio, vanadio, zinc, cobalto, cobre, níquel, plomo y estroncio), en los suelos de la futura Línea de Flujo – Punto de Apoyo Logístico, se presentan en la Tabla 6.2 del presente informe.

- ❖ No fue posible determinar el nivel de fondo y nivel de referencia en los suelos para los metales: plata, arsénico, berilio, cadmio, molibdeno, sodio, talio, antimonio, selenio, boro, bismuto, litio y estaño por presentar concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método en más del 50 % de los puntos evaluados.
- ❖ Los niveles de fondo de bario, mercurio y plomo en el suelo se registraron en menores valores a las concentraciones establecidas para estos parámetros en los estándares de calidad ambiental para suelo (ECA para suelo – uso agrícola).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberti, G. (2018). GmAMisc: Gianmarco Alberti Miscellaneous. R package versión 1.0.0. <https://CRAN.R-project.org/package=GmAMisc>.
- Chen, M., Ma, L.Q., and Hanis, W.G. 1999. Background concentrations of 15 trace metals in Florida Soils. *J. Environ. Qual.* 28, 1173-1181.
- C Micó. Estudio de metales pesados en suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la provincia de Alicante. Universidad de Valencia. Servei de publicacions. Tesis Doctoral (2005).
- De Miguel, E., A. Callaba, J.C. Arranz, V. Cala, E. Chacón, E. Gallego, E. Alberruche, C. Alonso, P. Fdez-Canteli, I. Iribarren, and H. Palacios. (2002). Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid. *Serie Medio Ambiente. Terrenos contaminados* nº 2. Instituto Geológico y Minero de España. 167 p., Madrid.
- Daniel, DL (2015). Una perspectiva Estudio de caso sobre el trabajo con ProUCL y una Agencia de Medio Ambiente del Estado en la determinación de valores de umbral de fondo. *Revista Internacional de Investigación del Medio Ambiente y Salud Pública*, 12 (10), 12905-12923. <http://doi.org/10.3390/ijerph121012905>
- Dixon, W.J. (1953). Processing Data for Outliers. *Biometrics* 9: p.74-89.
- Efron, B. (1979). Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable. *SIAM review*, 21(4), 460-480.
- Hahn, J. G. and Meeker, W.Q. (1991). *Statistical Intervals. A Guide for Practitioners.* John Wiley.
- Helsel, D. R. (2011). *Statistics for censored environmental data using Minitab and R* (Vol. 77). John Wiley & Sons.
- Helsel, D. (2013). *Nondetects and Data Analysis for Environmental Data*, NADA in R.
- ISO 19258:2018. Soil Quality guidance of determination background values (Endorsed by Asociación Española de Normalización – UNE), in November of 2018. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0060664>. [Consultado el 30/04/2019].
- Jáuregui, A. L., & Oviden, P. E. (2004). Estimación bootstrap para el coeficiente de determinación: un estudio de simulación. *REMA*, 9(2), 1-14.
- Kaplan, E.L. and Meier, O. (1958). Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 53. 457-481.
- Micó Llopis, C. (2005). Estudio de metales pesados en suelos con cultivos hortícolas de la provincia de Alicante. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

- M Sierra. Niveles de metales pesados y asociados en suelos de la provincia de Almeira. Parámetros que los afectan y riesgos de contaminación. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de granada. España. Tesis Doctoral (2005).
- Noreen, E. W. (1989). *Computer-intensive methods for testing hypotheses*. New York: Wiley.
- Prieto Méndez, Judith, & González Ramírez, César A., & Román Gutiérrez, Alma D., & Prieto García, Francisco (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 26 de noviembre de 2019]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=939/93911243003>.
- Ramos, J. 2002. Estudio de la Contaminación por Metales Pesados y Otros Procesos de Degradación Química en los Suelos de Invernadero del Poniente Almeriense. Universidad de Almería. Facultad de Ciencias Experimentales, Departamento de Edafología y Química Agrícola, p. 154.
- R Jiménez, P Conde, J Martín, R García. Niveles de fondo geoquímico e influencia del marco geológico en las concentraciones edafogeoquímicas de base de suelos seleccionados de Castilla-La Mancha. *Estudios Geológicos*. 66(1), 123-130 (2010).
- Rosner, B. (1975). On the detection of many outliers. *Technometrics*, 17, p 221 -227.
- U.S. EPA Washington, D.C. (2002). Calculating upper confidence limits for exposure point concentrations at hazardous waste sites.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2013). ProUCL Version 5.1 Technical Guide. EPA /600/R-07/041, 2013.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2006). Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners, EPA QA/G-9S. EPA/240/B-06/003. Office of Environmental Information, Washington, D.

9. ANEXOS

Anexo A: Fichas fotográficas de suelo

Anexo B: Resultados de laboratorio

Anexo C: Tablas resumen de resultados del tratamiento estadístico.

Anexo D: Fichas estadísticas de representación gráfica de resultados.

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[AENEQUE]



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

SSIM: Subdirección de
Sitios Impactados

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

[LCHUQUISENGO]

[JRUIZC]

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

[FGARCIA]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 03600741"



03600741