





SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE PARA LA PLANTA VERDÚN

POZA API

**Preparado por:
TEMA LITOCLEAN S.A.C.
Ref.: 62172
Agosto 2022
Rev. 0**

STAFF TÉCNICO	
Leslie Christy Leiva Díaz Ing. Química C.I.P.: 79808	 Leslie Christy Leiva Díaz INGENIERA QUÍMICA Reg. Colegio Ingenieros N° 79808 Firma:
Noé Ortiz Cadillo Biólogo C.B.P.: 7756	 NOE ORTIZ CADILLO CBP: 7756 PROFESION: BIOLOGO Firma:

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL ESTUDIO.....	9
1.1 NOMBRE Y/O RAZÓN SOCIAL DEL QUE PRESENTA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE.....	9
1.2 NOMBRE Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	9
1.3 DOMICILIO PARA RECIBIR NOTIFICACIONES.....	9
1.4 DATOS DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO ERSa.....	9
1.5 RECURSOS HUMANOS.....	10
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES GENERALES E INFORMACIÓN RELEVANTE DEL SITIO.....	11
2.1 RESUMEN DE LOS ESTUDIOS DISPONIBLES DEL SITIO CONTAMINADO.....	11
2.1.1 Investigación Histórica del Sitio.....	11
2.1.2 Descripción e Información del Sitio.....	11
2.1.2.1 Ubicación Geográfica.....	12
2.1.2.2 Área del Predio y Área Afectada en m ²	12
2.1.2.3 Tipo de Sitio.....	14
2.1.2.4 Origen de la Contaminación y Proceso Contaminante.....	14
2.1.2.5 Vías de Acceso.....	14
2.1.3 Características Generales Naturales del Sitio.....	14
2.1.3.1 Geología.....	14
2.1.3.2 Hidrogeología.....	15
2.1.3.3 Hidrología.....	16
2.1.3.4 Descripción de la Topografía.....	16
2.1.3.5 Datos Climáticos.....	17
2.1.3.6 Cobertura Vegetal.....	19
2.1.4 Caracterización del Entorno.....	19
2.1.5 Caracterización de la Contaminación.....	20
2.1.5.1 Fase de Identificación.....	20
2.1.5.2 Fase de Caracterización.....	21
2.2 EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	26
2.3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....	28
CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	29
3.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE.....	29
3.1.1 Valoración del Riesgo a la Salud Humana.....	29
3.1.2 Valoración del Riesgo Ecológico.....	30
3.2 DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DE PREOCUPACIÓN.....	34
3.3 MODELO CONCEPTUAL DEL SEITIO.....	38
3.3.1 Escenarios de Evaluación de Salud Humana.....	39
3.3.2 Escenarios de Evaluación de Ecosistemas.....	39

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD	40
4.1 EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD PARA SERES HUMANOS	40
4.2 EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD PARA ECOSISTEMAS	43
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	44
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS RUTAS Y VÍAS DE EXPOSICIÓN	44
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECEPTORES Y ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN	45
5.3 MODELO CONCEPTUAL DETALLADO DEL SITIO	47
5.4 CÁLCULO DE LA DOSIS DE EXPOSICIÓN EN SERES HUMANOS	47
5.4.1 Selección de factores de exposición	47
5.4.2 Ecuaciones para el Cálculo de la Exposición	48
CAPÍTULO 6. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO PARA SERES HUMANOS	51
6.1 CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO CANCERÍGENO	51
6.2 CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO NO CANCERÍGENO	52
6.3 TOXICIDAD POR MEZCLAS QUÍMICAS	54
6.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ANÁLISIS PROBABILÍSTICO	54
CAPÍTULO 7. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO	55
CAPÍTULO 8. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO PARA RECURSOS NATURALES ABIÓTICOS	57
8.1 RIESGOS PARA EL SUELO COMO RECURSO NATURAL	57
8.2 RIESGOS PARA CUERPOS DE AGUAS	58
8.3 RIESGOS PARA LA ATMÓSFERA	59
CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRES	60
9.1 FACTORES EVALUADOS	60
9.1.1 Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual	60
9.1.2 Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio	60
9.1.3 Incertidumbres Sobre los Efectos de los Contaminantes	60
9.1.4 Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición	60
9.2 TOMA DE DECISIONES	62
9.3 RESULTADOS EVALUACIÓN	62
CAPÍTULO 10. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO	64
CAPÍTULO 11. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE REMEDIACIÓN ESPECÍFICOS	65
11.1 NIVELES DE REMEDIACIÓN ESPECÍFICOS PARA EL ESCENARIO HUMANO	65
11.2 NIVELES DE REMEDIACIÓN PARA EL ESCENARIO ECOLÓGICO	65
11.3 NIVELES DE REMEDIACIÓN PARA PROTEGER RECURSOS NATURALES ABIÓTICOS	65
CAPÍTULO 12. CONCLUSIONES	66
12.1 CONCLUSIONES	66
12.1.1 Valoración del Riesgo a la Salud Humana	66
12.1.2 Valoración del Riesgo Ecológico	66
12.1.3 Valoración del Riesgo a los Recursos Naturales Abióticos	66

ANEXOS

Anexo I: Mapas y Planos

- Mapa N°1: Ubicación Geográfica y Vías de Acceso
- Plano N°1: Instalaciones de la Planta Verdún
- Plano N°2: Puntos de Muestreo de Suelo que Superan el ECA Suelo y Área Afectada

Anexo II: Resultados de la Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente - Salud Humana (*RBCA TOOL KIT FOR CHEMICAL RELEASES*).

Lista de Figuras

Figura N°1.- Situación Geográfica de la Planta Verdún – Poza API.....	12
Figura N°2.- Áreas Afectadas – Poza API / Planta Verdún.....	13
Figura N°3.- Mapa Geológico – Planta Verdún.....	15
Figura N°4.- Mapa Hidrogeológico – Planta Verdún.....	16
Figura N°5. Temperatura Máxima y Mínima Promedio.....	18
Figura N°6. Probabilidad Diaria de Precipitación.....	18
Figura N°7.- Entorno Próximo Poza API – Planta Verdún.....	20
Figura N°8.- Delimitación de las Áreas Afectadas A1 y A2.....	23
Figura N°9. Espesor de Afectación del Área Afectada A1.....	27
Figura N°10. Espesor de Afectación del Área Afectada A2.....	27
Figura N°11.- Diagrama de flujo para la valoración de riesgo ecológico.....	32
Figura N°12.- Evaluación de Riesgo Ecológico por Tríada.....	34
Figura N°13.- Fotografía del Entorno de la Poza API. Área Afectada 1.	36
Figura N° 14.- Interacciones Evaluadas para la Definición del MCS.....	38

Lista de Cuadros

Cuadro N°1.- Personal Involucrado en el Estudio.....	10
Cuadro N°2.- Documentación Relativa a la Planta Verdún – Poza API	11
Cuadro N°3.- Eventos Históricos Importantes – Planta Verdún – Poza API	11
Cuadro N°4.- Ubicación Referencial de la Poza API de la Planta Verdún.....	12
Cuadro N° 5.- Estimación de la Superficie y Volumen de Suelo Afectado	14
Cuadro N°6.- Ubicación Referencial del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias	17
Cuadro N° 7.- Resultados Analíticos de las Muestras de Suelos – Fase de Identificación.....	21
Cuadro N° 8.- Control de Calidad. Duplicados de las Muestras de Suelo – Fase de Identificación	21
Cuadro N°9.- Características Organolépticas de los Sondeos con Muestras de Suelo	24
Cuadro N°10: Características Organolépticas de los Sondeos sin Muestras de Suelo	24
Cuadro N°11.- Resultados Analíticos de las Muestras de Suelos – Fase de Caracterización.....	25
Cuadro N°12.- Control de Calidad. Duplicados de las Muestras de Suelo – Fase Caracterización.....	25
Cuadro N°13.- Compuestos de Preocupación y Concentraciones Representativas	36
Cuadro N°14.- Características del Subsuelo	37
Cuadro N°15.- Modelo Conceptual Inicial del Sitio	39
Cuadro N°16.- Propiedades Fisicoquímicas de Contaminantes de Preocupación.....	41
Cuadro N°17.- Propiedades Toxicológicas de Contaminantes de Preocupación.....	42
Cuadro N°18.- Escenarios, Vías de Exposición y Receptores.....	46
Cuadro N°19.- Escenarios, Vías de Exposición y Receptores. Estudio Adicional.....	47
Cuadro N°20.- Modelo Conceptual Detallado	47
Cuadro N°21.- Parámetros Biológicos y Fisiológicos en Consideración para Receptores Humanos	48
Cuadro N°22.- Ecuaciones por Vía de Exposición.....	48
Cuadro N°23.- Parámetros Considerados en las Ecuaciones por Vía de Exposición.....	49
Cuadro N°24.- Caracterización del Riesgo Cancerígeno.....	51
Cuadro N°25.- Caracterización del Riesgo Cancerígeno (Estudio adicional. Gestión del riesgo).....	52
Cuadro N°26.-Caracterización del Riesgo toxicológico	53
Cuadro N°27.- Caracterización del Riesgo No Cancerígeno (Estudio adicional. Gestión del riesgo).....	53
Cuadro N°28.- Cuestionario Preliminar de Valoración del Riesgo al Ambiente.....	55
Cuadro N° 29.- Potenciales riesgos al Suelo como Recurso Natural	57
Cuadro N°30.- Potencial Riesgo a la Calidad del Agua Superficial	58
Cuadro N°31.- Potenciales Riesgos a la Calidad del Agua Subterránea	58
Cuadro N°32.- Evaluación de los Factores de Incertidumbre	61
Cuadro N°33.- Acciones Según el Grado de Incertidumbre	62
Cuadro N°34.- Estudio de Sensibilidad	63
Cuadro N°35.- Resumen del Riesgo	64

UNNA Energía S.A. (en adelante, UNNA) ha contratado a Tema Litoclean S.A.C. (en adelante, LITOCLEAN) para ejecutar el “Servicio de Elaboración del Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente para la Planta Verdún”, para el área afectada correspondiente a la Poza API, como parte del proceso de gestión de sitios contaminados, subsiguiente a la Fase de Identificación y Caracterización.

Para el desarrollo de la Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, se consideran los resultados analíticos obtenidos durante los estudios previos disponibles y se realiza el análisis para la actualización del Modelo Conceptual, cuya revisión está orientada a validar los potenciales mecanismos de transporte de las sustancias nocivas detectadas y las posibles rutas de exposición por parte de receptores vulnerables, asociadas a las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de los contaminantes identificados, las concentraciones de dichos contaminantes presentes en las matrices estudiadas y los potenciales receptores de la referida contaminación.

Se destaca que la Planta Verdún corresponde a una Planta de Procesamiento de Gas Natural que se encuentra en el Lote I, siendo el uso del suelo en la que se ubica esta instalación, de tipo industrial, al igual que su entorno próximo.

La superación de valores ECA para Suelo podría indicar la probabilidad de impacto a la salud de las personas o el medio ambiente, por lo que se considera necesario realizar una Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente que permita determinar si este potencial riesgo fuera inaceptable. En ese caso, definir el alcance de actuaciones, para focalizar los esfuerzos de remediación teniendo en cuenta las vías de exposición y receptores identificados en el emplazamiento y su entorno próximo.

El presente documento corresponde a la Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) de la Poza API de la Planta Verdún.

Objetivo

Los estudios de riesgo ambiental tienen por principal objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un potencial riesgo inaceptable tanto para los componentes ambientales como para la salud humana y, en dicho caso, establecer los niveles de remediación específicos del sitio para garantizar una condición de riesgo aceptable.

El objetivo del presente ERSA es llevar a cabo una valoración del riesgo asociado a la afectación detectada en la Poza API de la Planta Verdún.

Alcance

La valoración de riesgos del presente estudio es específica para la Poza API de la Planta Verdún. Para la elaboración del presente informe se ha tenido en cuenta el uso actual y futuro previsible del suelo en las instalaciones y su entorno inmediato, así como el modelo conceptual actualizado para esta instalación.

Los resultados obtenidos en la presente ERSA son específicos y exclusivos, de acuerdo con los parámetros de entrada disponibles en el momento de la ejecución de este, por lo que las conclusiones del presente informe se han desarrollado exclusivamente para el proyecto objeto de evaluación.

Las conclusiones que se deriven de la presente ERSA son valoraciones profesionales que permiten:

- Disponer de una valoración de los niveles de potencial riesgo a la salud humana o los ecosistemas, asociados a la afección detectada en el suelo del sitio objeto de evaluación.
- Establecer, si fuera necesario, niveles de remediación específicos (NRE) en la matriz de suelo que garanticen una situación de riesgo potencial aceptable para los receptores y vías de exposición considerados.

Como consecuencia de revisiones legales, cambios en los estándares y protocolos, actualizaciones de los datos toxicológicos seguidos o variación del alcance e intensidad de la contaminación, etc., la presente evaluación de riesgos podría presentar resultados sustancialmente diferentes en las conclusiones. La utilización de esta evaluación fuera de las premisas indicadas invalidará los resultados obtenidos.

Para el presente informe ERSa, el estudio llevado a cabo para la salud humana se desarrolla hasta un Nivel 2 (según define ASTM), mientras que el estudio del riesgo al ambiente, hasta una Etapa I, según se describe en el apartado 3.2.


CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL ESTUDIO

1.1 NOMBRE Y/O RAZÓN SOCIAL DEL QUE PRESENTA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE¹

Razón Social: UNNA Energía S.A.

RUC: 20100153832

1.2 NOMBRE Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL

NOMBRE	FIRMA
Angelica Jenmy Muñoz Ramos DNI N° 10779209 Representante Legal de UNNA Energía S.A.	

1.3 DOMICILIO PARA RECIBIR NOTIFICACIONES

Razón Social: UNNA Energía S.A.

Con Atención a: Angelica Jenmy Muñoz Ramos

Dirección: Av. Petit Thouars Nro. 4957, Miraflores, Lima.

RUC: 20100153832

Teléfono: (511) 2151500

Correo: amunoz@unna.com.pe

1.4 DATOS DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO ERSA

Elaboración del Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente para la Planta Verdún – Poza API por superación de los ECA Suelo para la Categoría Comercial/Industrial/Extractivo.

Razón Social: Tema Litoclean S.A.C.

RUC: 10521268191

Dirección: Av. José Gálvez Barrenechea 566. Oficina 501. San Isidro, Lima.

Teléfono: (511) 2231122

Correo electrónico: info@tema.com.pe

¹ En adelante ERSA.

1.5 RECURSOS HUMANOS

A continuación, en el Cuadro N°1 se presenta el equipo de trabajo que participó en la elaboración del estudio ERSA.

Cuadro N°1.- Personal Involucrado en el Estudio

Técnico	Titulación	Función
Sergio Biedula	Ingeniero Industrial	Jefe de Proyecto
Jenny Nilsson	Ingeniera Geóloga	Especialista de Sitios Contaminados y ERSA
Daisy Jiménez	Ingeniero Químico	QA/QC
Sonia Baluk	Licenciada en Ciencias Químicas. Máster en Refino, Gas y Marketing de Productos del Petróleo. Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo	Especialista en Evaluación de Riesgos a la Salud Humana y el Ambiente
Jose Sedano	Graduado en geología. Máster de Ingeniería del Terreno	Especialista de Sitios Contaminados y ERSA
Carlos Santana	Biólogo	Especialista en Ecología
Leslie Leiva	Ingeniero Químico	Especialista de Sitios Contaminados
Yessenia Pardo	Ingeniera Ambiental	Especialista Ambiental
Beatriz Arroyo	Ingeniera Geóloga	Especialista Ambiental
Elva Martínez	Ingeniera Geóloga	Trabajos de Gabinete
Daniel Hernández	Geógrafo	CAD/GIS

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES GENERALES E INFORMACIÓN RELEVANTE DEL SITIO

2.1 RESUMEN DE LOS ESTUDIOS DISPONIBLES DEL SITIO CONTAMINADO

La información del sitio proviene de la revisión de los estudios previos existentes elaborados en la Planta Verdún, los cuales se listan en el siguiente cuadro. Dicha información ha sido evaluada para describir el emplazamiento bajo evaluación y sistematizada para tener conocimiento pleno de los aspectos técnicos y particulares señalados, a fin de definir los alcances del presente estudio.

Cuadro N°2.- Documentación Relativa a la Planta Verdún – Poza API

Actos Administrativos	Referencia	Fecha
Informe de Identificación de Sitios Contaminados de las Plantas Verdún y Pariñas (ACON, 2015)	N° de Registro 2553748	2015
Estudios Especializados		Fecha
Caracterización y Elaboración del Plan Dirigido a la Remediación (PDR) de los Sitios Contaminados de Planta Pariñas, Planta Verdún y Ductos (LITOCLEAN, 2021)	Reporte de Caracterización Poza API de la Planta Verdún	Enero 2021
	Informe de Caracterización	Enero 2021
	Plan Dirigido a la Remediación	Enero 2021

Fuente: GMP

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

2.1.1 Investigación Histórica del Sitio

La actividad industrial en la Planta Verdún inició en el año 1927 y no ha cambiado hasta la actualidad; antes de 1927, los terrenos que actualmente ocupa la Planta Verdún no tenían un uso definido. En el Cuadro N°3 se presenta el listado de los eventos históricos más destacables dentro del período de funcionamiento de la Planta Verdún.

Cuadro N°3.- Eventos Históricos Importantes – Planta Verdún – Poza API

Año	Evento	Documento de Referencia
1927 - 1968	Inicio de operaciones con la empresa <i>International Petroleum Company</i> (IPC)	IISC (2015)
1984 – 1996	Transferencia a Petróleos del Perú S.A. (PETROPERÚ)	
1996	Transferencia a Empresa Eléctrica de Piura S.A. (EPPSA)	
1996	Aprobación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)	R.D. N°107-96-EM/DGH
2006	Transferencia a Graña y Montero Petrolera S.A (GMP)	IISC (2015)
2018	Plan de Abandono Parcial de Actividades de Procesamiento de Gas Natural - Planta Verdún	Página web MINEM
2020	Plan Ambiental Detallado Lote I	Escrito N°3043465 (10.06.2020)

Fuente: UNNA S.A.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

2.1.2 Descripción e Información del Sitio

La información del sitio proviene de la revisión de los estudios previos existentes de la Planta Verdún – Poza API. Dicha información ha sido evaluada y sistematizada para tener conocimiento pleno de los aspectos técnicos y particulares señalados; para establecer o mejorar la estrategia planteada para las gestiones, permisos y estudios previos necesarios; así como para tener en cuenta los aspectos a relevar en campo.

2.1.2.1 Ubicación Geográfica

El área correspondiente a la Poza API se encuentra ubicada en el exterior de la Planta Verdún. Dicha Planta se encuentra ubicada en el Km 8 de la carretera Talara - Miramar, al noroeste de la ciudad de Piura, en la provincia de Talara, departamento de Piura. El acceso principal es por la carretera Panamericana Norte. Asimismo, alrededor de la instalación existen carreteras secundarias que facilitan el acceso al área.

A continuación, se presenta la ubicación referencial de la instalación:

Cuadro N°4.- Ubicación Referencial de la Poza API de la Planta Verdún

Instalación	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona 17 Sur	
	Este	Norte
Poza API de la Planta Verdún	473 157	9 488 547

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

En la Figura N°1 se observa la ubicación de la Planta Verdún y la Poza API, la cual también se presenta en el Mapa 1 (Ubicación Geográfica de la Planta Verdún) del Anexo I.

Figura N°1.- Situación Geográfica de la Planta Verdún – Poza API



Fuente: Google Earth (2022)

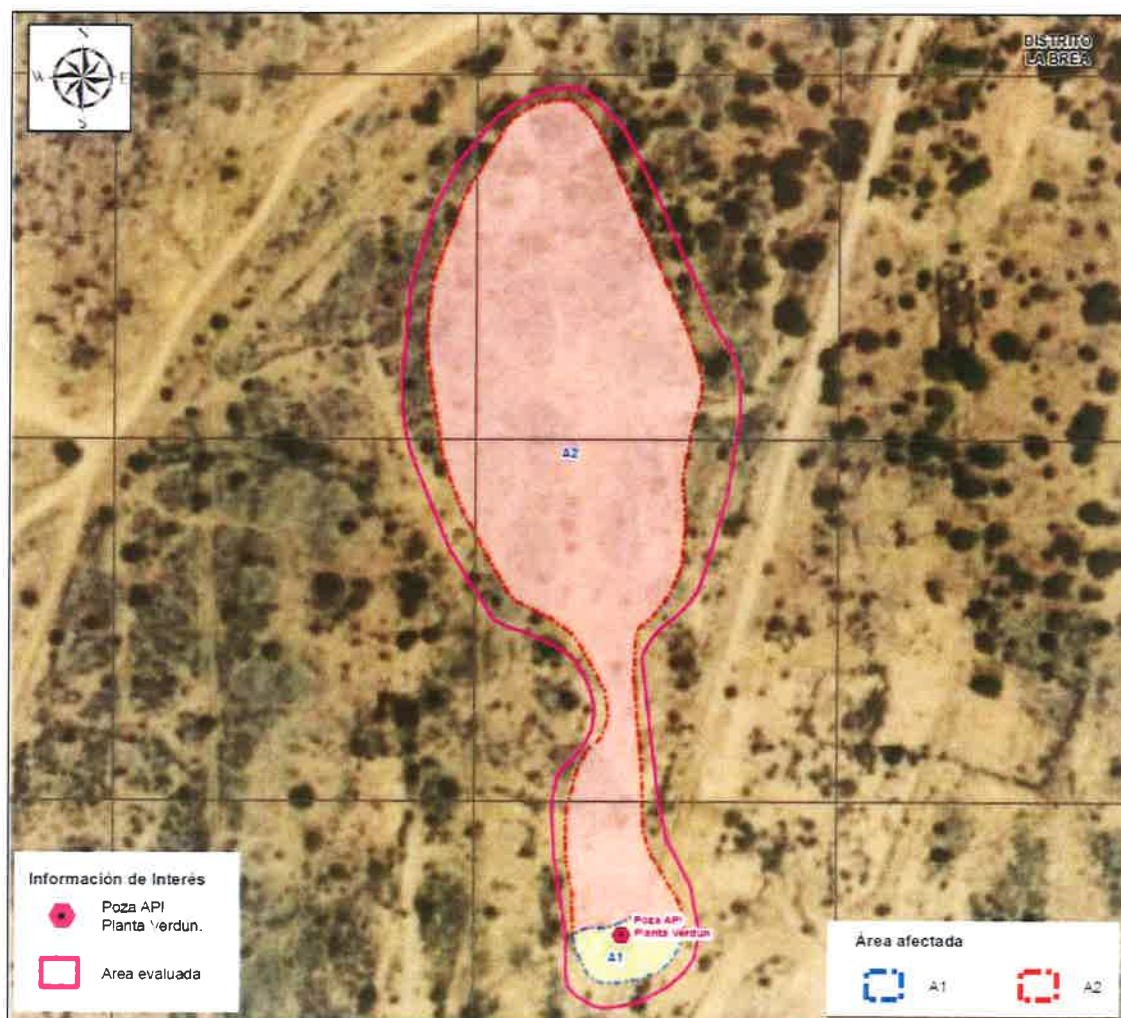
Elaboración: LITOCLEAN, 2022

2.1.2.2 Área del Predio y Área Afectada en m²

El área de la Planta Verdún ocupa aproximadamente 60 640 m² y la poza API 35 m² aproximadamente. A finales del año 2020 se realizaron los trabajos de campo para la Caracterización y Elaboración del Plan Dirigido a la Remediación (PDR) de los sitios contaminados de Planta Pariñas, Planta Verdún y Ductos. La evaluación incluyó a once (11) instalaciones, una de las cuales corresponde a la Poza API de la Planta Verdún.

La caracterización de la Poza API de la Planta Verdún refiere la existencia de dos (2) áreas afectadas: A1 y A2 (ver Figura N°2).

Figura N°2.- Áreas Afectadas – Poza API / Planta Verdún



Fuente: Google Earth
Elaboración: LITOCLEAN, 2022

En el Cuadro N° 5 se presenta la estimación de la extensión (m²) y el volumen (m³) del suelo afectado por presencia de hidrocarburos en las áreas afectadas A1 y A2.

Cuadro N° 5.- Estimación de la Superficie y Volumen de Suelo Afectado

Referencia	Etapas de Evaluación	Espesor (m)	Área Afectada (m ²)	Volumen (m ³)
Área A1	Identificación y Caracterización	9,00	766,4	6 897,6
Área A2	Caracterización	4,00	18 704,2	74 816,8
Total			19 470,6	81 714,4

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

2.1.2.3 Tipo de Sitio

La Planta Verdún es una planta de fraccionamiento de líquido de gas natural. La Poza API se encarga de la separación de los aceites y grasa del agua residual, en tanto, actualmente se encuentra inactiva.

2.1.2.4 Origen de la Contaminación y Proceso Contaminante

Se desconoce el motivo o causa de la afectación presente en el área evaluada y se asume que podría ser parte de las actividades hidrocarburíferas actuales o antiguas realizadas en el entorno.

2.1.2.5 Vías de Acceso

El acceso principal al sitio es por la carretera Panamericana Norte, por lo que no cuenta con barreras de acceso. Asimismo, alrededor de la Planta Verdún, existen carreteras secundarias que facilitan el acceso al sitio.

En particular, la Poza API cuenta con un mallado metálico dispuesto como reja que limita el acceso a la misma.

2.1.3 Características Generales Naturales del Sitio

2.1.3.1 Geología

El área donde se emplaza la Planta Verdún se encuentra en la Cuenca Talara, la cual comprende varios ciclos deposicionales, con períodos de transgresión y regresión en el Cretáceo y principalmente en el Cenozoico (Paleógeno y Neógeno). Estas transgresiones y regresiones fueron interrumpidas por períodos de no deposición o erosión intensa, y son identificados por discordancias en la columna estratigráfica. Los sedimentos que constituyen la Cuenca Talara empiezan a depositarse en el Cretáceo Medio hasta el Cuaternario, que reposa sobre el basamento, constituido por un complejo metamórfico de rocas pre - Paleozoicas y Paleozoicas². La Planta Verdún se encuentra en la unidad litoestratigráfica Formación Chira – Verdún.

A. Formación Chira – Verdún (Pe-Chi.v)

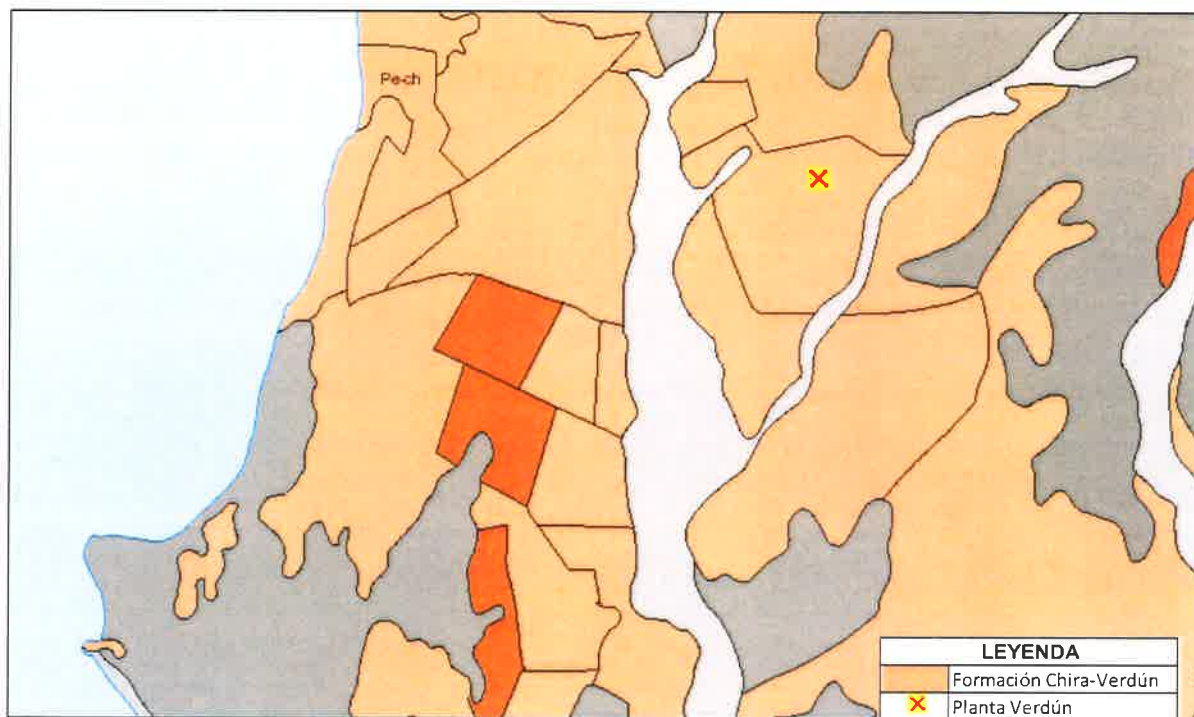
La secuencia es mayormente clástica y consiste en lutitas bentónicas laminadas con una intercalación de areniscas de grano medio a grueso, ligeramente diagenizadas con lutitas micáceas. Presenta horizontes conglomerádicos y tobas.

Es una unidad productora de petróleo, siendo los horizontes de areniscas los que han producido ciertos volúmenes de crudo en la región de La Brea y Pariñas (Negritos) y más al norte en el área de Lobitos.

² Richard Amiel, 1970 – Grover, 1977 y otros

En la siguiente figura, se presenta el Mapa Geológico y la ubicación referencial de la instalación.

Figura N°3.- Mapa Geológico – Planta Verdún



Fuente: GEOCATMIN

Perfil del Suelo en el Sitio:

Las inspecciones de campo desarrolladas en el sitio³ muestran un suelo compuesto principalmente por arena de color pardo claro a oscuro, bastante suelta. Esta textura continúa hasta los 10 m de profundidad (máxima profundidad de investigación). Solo en ciertos puntos se evidenció una capa compuesta por limos arenosos desde la superficie hasta 0,5 m de profundidad.

2.1.3.2 Hidrogeología

El área donde se emplaza la Planta Verdún se encuentra en la unidad hidrogeológica acuitardo sedimentario.

A. Acuitardo Sedimentario:

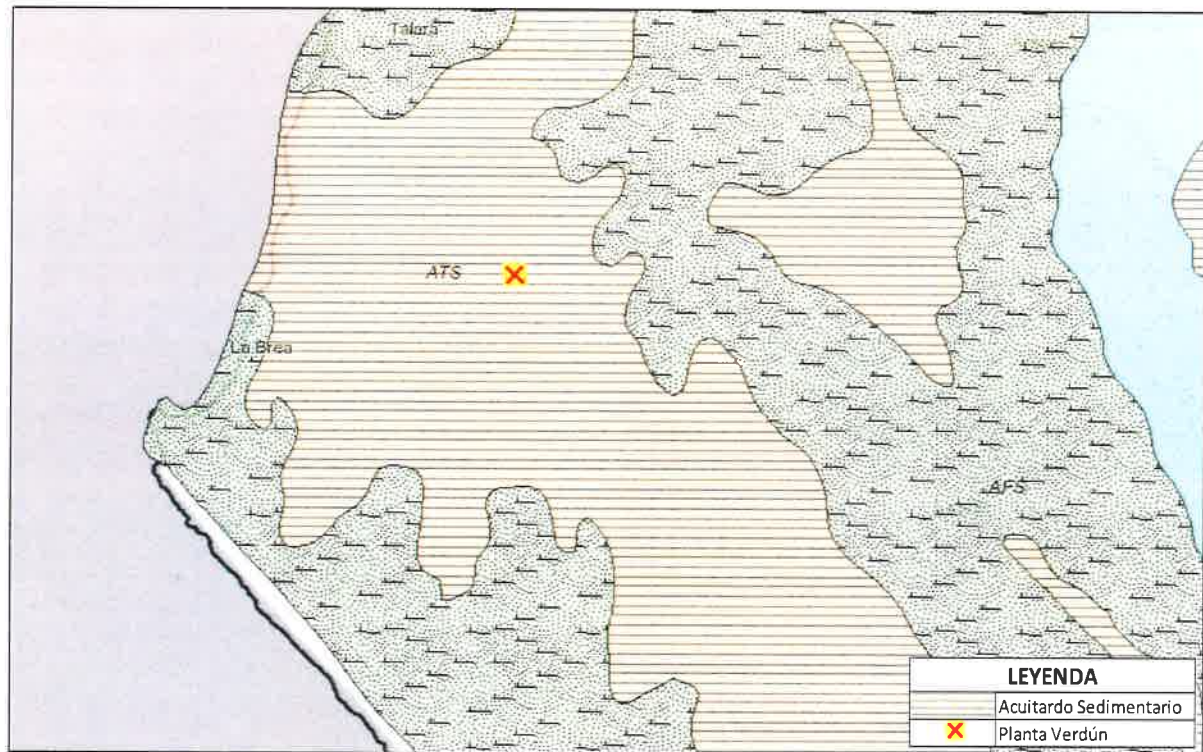
Corresponde a acuíferos locales, en zonas fracturadas o meteorizadas en formaciones consolidadas, sin excluir acuíferos cautivos más productivos, los cuales presentan permeabilidad baja a muy baja. El tipo de rocas encontradas en esta unidad hidrogeológica principalmente son las limoarcillitas, areniscas y yesos, pertenecientes a la serie Eoceno del período Paleogeno.⁴

³ Caracterización y Elaboración del Plan Dirigido a la Remediación (PDR) de los Sitios Contaminados de Planta Pariñas, Planta Verdún y Ductos, 2021

⁴ Tabla Cronoestratigráfica Internacional, 2018

En la siguiente figura, se presenta el Mapa hidrogeológico y la ubicación referencial de la instalación.

Figura N°4.- Mapa Hidrogeológico – Planta Verdún



Fuente: GEOCATMIN

2.1.3.3 Hidrología

No se observa presencia de cursos de agua en el área ocupada por la extensión de la Planta Verdún.

De acuerdo con la información del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Lote I (2012), el área se encuentra en una intercuencia, de quebradas cortas y discontinuas que son formadas por las aguas intermitentes que se deslizan en época de lluvia; estas quebradas normalmente se mantienen secas durante el año, a excepción de las épocas de ocurrencia del fenómeno El Niño. Algunas son muy profundas y extensas como la quebrada Honda y permanecen secas durante casi todo el año, o las quebradas estacionarias, como es el caso de la quebrada El Acholado a 2 km hacia el oeste y la Quebrada Ancha a 5,5 km hacia el este de la Planta Verdún. Además, existen quebradas secas aproximadamente a 900 m hacia el oeste y 1 100 m hacia el este.

De acuerdo con la información del Estudio Hidrológico de las quebradas Pariñas y el Acholado (2020), ambas quebradas son consideradas como quebradas estacionarias, ya que solo se activan en las épocas de mayor precipitación y tienen como punto de desfogue en el Océano Pacífico.

2.1.3.4 Descripción de la Topografía

La Planta Verdún se encuentra ubicada en la costa norte del Perú, en una zona desértica. La topografía es suave y ligeramente ondulada. La Planta Verdún se sitúa a 62 m sobre el nivel del mar, aproximadamente.

2.1.3.5 Datos Climáticos

El clima en la región donde se ubica la Planta Verdún es cálido y desértico, debido al gran potencial térmico que almacenan las arenas y que se debe a la radiación solar con intensa evaporación en el día. Sin embargo, las condiciones atmosféricas no tienen efecto predominante sobre condiciones de mayor riesgo ambiental; a excepción de aquellas directamente relacionadas con el fenómeno El Niño, donde las precipitaciones pluviales, actúan como un agente erosivo sobre las quebradas normalmente secas.

En el presente estudio se utilizaron los datos obtenidos de la página web www.weatherspark.com cuyos datos corresponden a análisis estadísticos de informes climatológicos históricos entre 1980 y 2016 de la estación meteorológica del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias. A manera de referencia se presenta las coordenadas de ubicación del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias en el siguiente cuadro:

Cuadro N°6.- Ubicación Referencial del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias

Estación	Coordenadas UTM (WGS 84) – 17M		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias	471 642	9 494 230	84

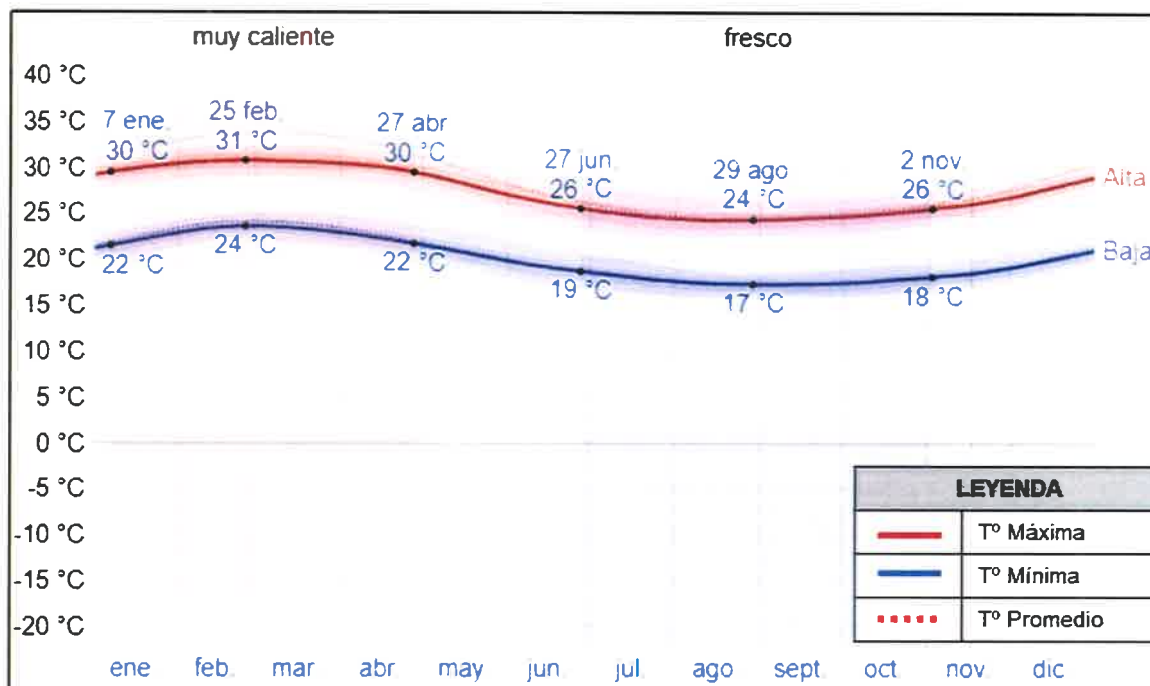
Fuente: www.weatherspark.com

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

A. Temperatura

La temporada calurosa dura 4 meses, de enero a abril, y la temperatura máxima promedio diaria es de más de 30°C. El día más caluroso del año es en febrero, con una temperatura máxima promedio de 31°C y una temperatura mínima promedio de 24°C. La temporada fresca dura 6 meses, de junio a noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es de menos de 26°C. El día más frío del año es en agosto, con una temperatura mínima promedio de 17°C y una máxima promedio de 24°C. En la siguiente figura se presenta la representación gráfica de las temperaturas máximas y mínimas medias.

Figura N°5. Temperatura Máxima y Mínima Promedio

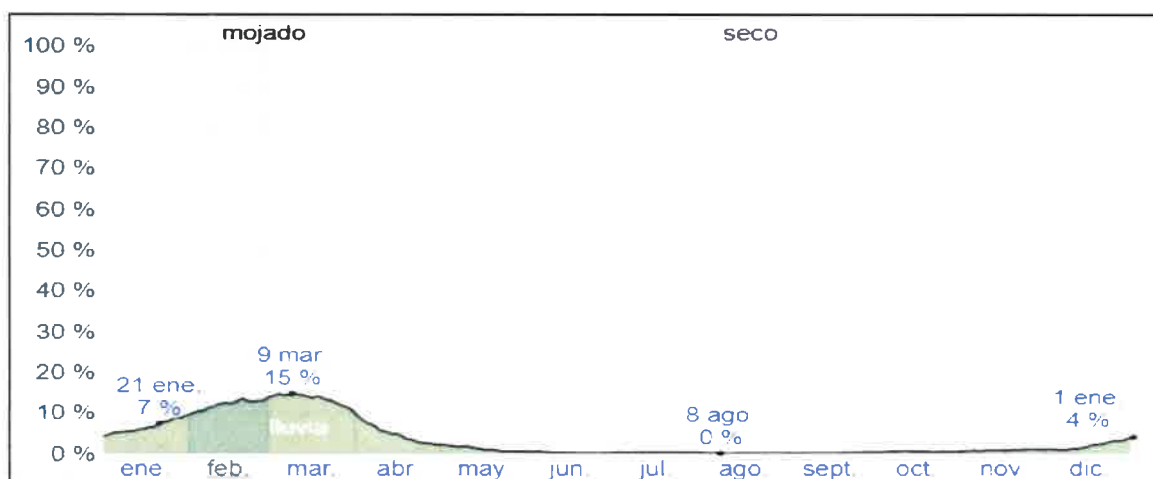


Fuente: www.weatherspark.com (Estación Meteorológica del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias)

B. Precipitación

La temporada húmeda dura 4 meses, de enero a abril, mientras que la temporada seca dura 7 meses, de mayo a diciembre.

Figura N°6. Probabilidad Diaria de Precipitación



Fuente: www.weatherspark.com (Estación Meteorológica del Aeropuerto Capitán FAP Víctor Montes Arias)

C. Humedad

En Talara la humedad percibida varía extremadamente. El período más húmedo del año dura 6 meses, de diciembre a junio. La temporada más húmeda del año es en marzo, mientras que la menos húmeda es en octubre.

D. Viento

El viento depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; la velocidad instantánea y la dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La temporada más ventosa dura 8 meses, de abril a enero, con velocidades promedio del viento de más de 16,9 km/h, alcanzando hasta 21,3 km/h en promedio. Mientras, la temporada más calmada del año dura 4 meses, de enero a abril.

La dirección del viento predominante es mayormente en dirección sur – norte a lo largo del año.

2.1.3.6 Cobertura Vegetal

La zona de estudio corresponde a la unidad de Bosque seco tipo sabana (BSS), este se caracteriza por la presencia de algarrobos como especie dominante.

2.1.4 **Caracterización del Entorno**

La poza API se encuentra al noroeste de la Planta Verdún. El entorno próximo a la Poza API está conformado principalmente por áreas desérticas o áridas. Hacia el este pasa la carretera Talara - Miramar que se une con la Panamericana Norte 8 km al noreste.

En la zona de estudio no se evidencia presencia de agua subterránea, ni cuerpos de agua superficial en un radio de 500 m de la instalación. La flora y fauna es típica de Bosque seco tipo sabana.

La zona de estudio no pertenece a ningún área protegida.

En la Figura N°7 se puede observar el entorno próximo a la Poza API, la cual se presenta también en el Mapa N°1 (*Ubicación Geográfica y Vías de Acceso*) del Anexo I.

Figura N°7.- Entorno Próximo Poza API – Planta Verdún



Fuente: Google Earth 2022

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

2.1.5 Caracterización de la Contaminación

Los diferentes estudios realizados en la Planta Verdún han puesto de manifiesto que dos (2) áreas entorno a la Poza API se encuentran afectadas por la presencia de hidrocarburos.

Las Fases de Identificación y Caracterización comprendieron la realización tanto de trabajos de campo como de labores de gabinete. Los trabajos de campo incluyeron la realización de sondeos para el registro de las características organolépticas de suelo, la medición de compuestos orgánicos volátiles (COV) y la toma de muestras de suelo, sobre la base de los cuales se definieron las áreas afectadas.

2.1.5.1 Fase de Identificación

Como parte de la Fase de Identificación, se realizó la evaluación y toma de muestras de suelo entorno a la Poza API.

A. Resultados Analíticos

Los resultados analíticos de las muestras de suelo fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo de uso Industrial (D.S. N° 002-2013-MINAM)⁵. A continuación, se detallan los resultados para los parámetros analizados en la matriz suelo.

⁵ Actualmente derogado. El IISC fue realizado cuando el D.S. N° 002-2013-MINAM se encontraba vigente.

Los resultados analíticos de los parámetros evaluados para la identificación de la afectación en las muestras de suelo se presentan en el Cuadro N°5, mientras que los resultados de las muestras de control de calidad se presentan en el Cuadro N°6.

Cuadro N° 7.- Resultados Analíticos de las Muestras de Suelos – Fase de Identificación

Instalación	Muestra de suelo	Concentración en (mg/kg)							
		Arsénico	Bario	Cadmio	Mercurio	Plomo	F1	F2	F3
ECA Suelo uso Industrial (mg/kg)		140	2000	22	24	800	500	5 000	6 000
Poza API	GMP-VE-C17-M1	<5,0	49	<0,40	0,71	16	<6,0	3 100	660
	GMP-VE-S16-M2	<5,0	40	<0,40	0,34	10	100	6 900	880
	GMP-VE-S16-M3	<5,0	61	0,49	<0,10	<10	85	14 000	1 200

Supera los ECA para Suelo de uso industrial según D.S. N° 002-2013-MINAM

Fuente: IISC ACON, 2015

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Solo en un (1) punto de muestreo, dos (2) muestras reportaron concentraciones para la fracción de hidrocarburos F2 que superaron los valores establecidos en el ECA para suelo de uso industrial (GMP-VE-S16-M2 y GMP-VE-S16-M3 a 2 m y 3 m respectivamente).

Cuadro N° 8.- Control de Calidad. Duplicados de las Muestras de Suelo – Fase de Identificación

Instalación	Muestra de suelo	Concentración en (mg/kg)							
		Arsénico	Bario	Cadmio	Mercurio	Plomo	F1	F2	F3
ECA Suelo uso Industrial (mg/kg)		140	2000	22	24	800	500	5 000	6 000
Poza API	GMP-VE-C17-M1-MC *	2	12,4	0,14	<0,03	2,66	<10	20	<5
	GMP-VE-C17-M1**	<5,0	49	<0,40	0,71	16	<6,0	3 100	660

(*) Muestra analizada por el laboratorio AGQ Lab & Technological Services

(**) Muestra analizada por el laboratorio Eurofins Analytico B.V

Fuente: IISC ACON, 2015

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Las muestras de control de calidad fueron analizadas por los laboratorios de AGQ Lab & Technological Services y por Eurofins Analytico B.V., no obteniéndose mayores diferencias en los resultados, excepto en las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, donde los valores reportados por el laboratorio AGQ, son inferiores a los reportados por el laboratorio Eurofins Analytico B.V. Ello podría deberse a la heterogeneidad de las muestras, que hace que las muestras de suelo no repliquen, pues dos muestras no pueden ser nunca iguales.

B. Conclusiones

El IISC de la Planta de Gas de Pariñas, Planta Verdún y Ductos indica que se detectaron indicios de afectación por presencia de la fracción de hidrocarburos F2 en suelo a profundidades de 2,0 m y 3,0 m en las muestras GMP-VE-S16-M2 y GMP-VE-S16-M3, puesto que en dichos puntos se superan los valores de referencia ECA para suelos de uso industrial.

2.1.5.2 Fase de Caracterización

Como parte de la Fase de Caracterización, se realizó la evaluación y toma de muestras de suelo entorno a la Poza API en veintiún (21) puntos de sondeo, de los cuales, en catorce (14) se tomaron muestras de suelo y en siete (7) únicamente se registraron las características organolépticas. Los veintiún puntos (21) de sondeo fueron ubicados en las dos (2) áreas, las cuales se describen a continuación:

A. Área A1

Tomando como referencia el punto de muestreo GMP-VE-S16 de la etapa de identificación (realizado por ACON, 2015), se ubicaron tres (3) puntos de sondeo en el área afectada, en uno (1) de los cuales (VE-PA-P1) se tomaron dos (2) muestras de suelo a 8 m y 10 m de profundidad aproximadamente. Los otros dos (2) sondeos fueron de observación, percibiéndose presencia de hidrocarburo (olor y color).

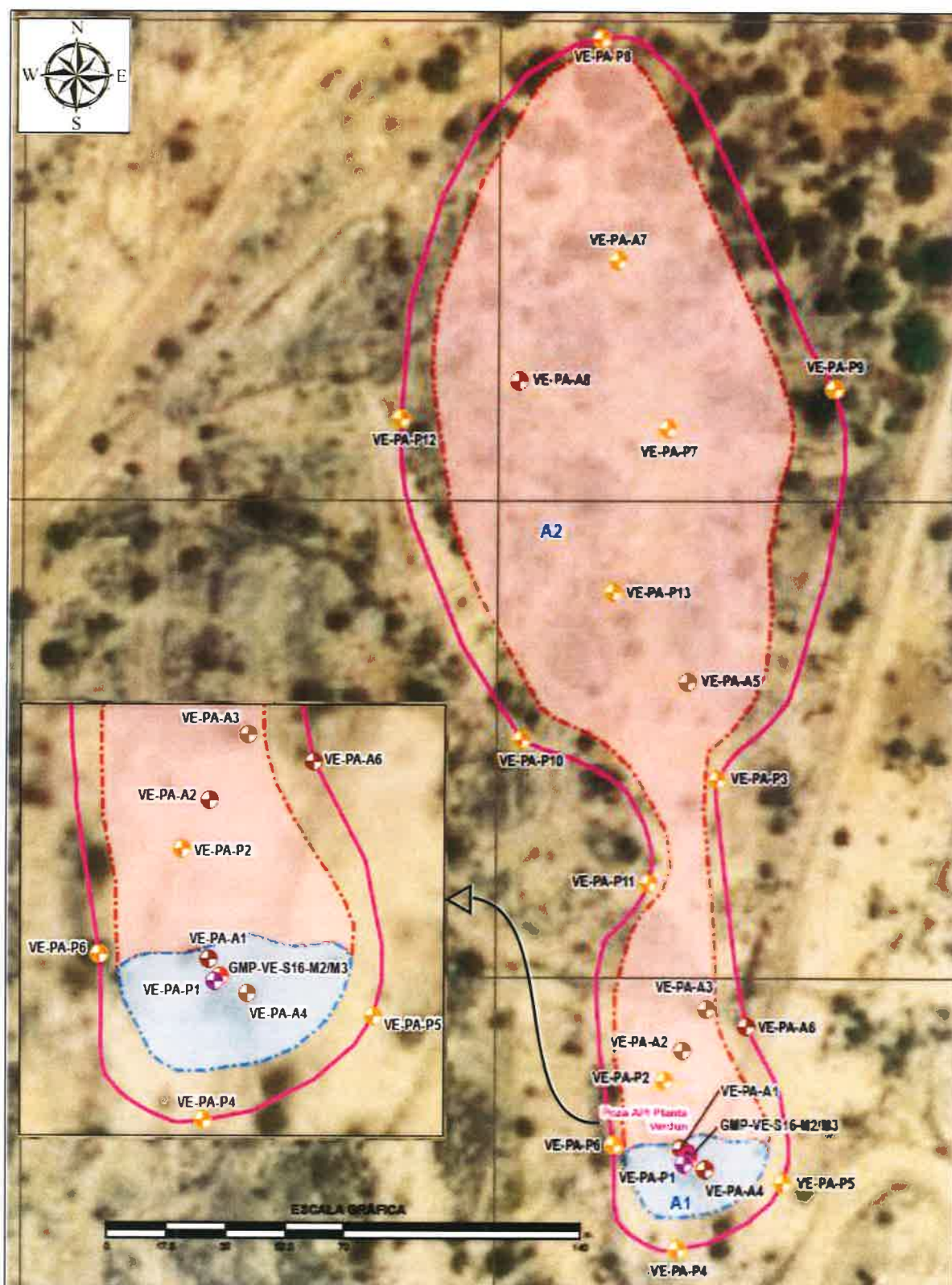
B. Área A2

Se ubicaron dentro del área con indicios de afectación siete (7) puntos de sondeo; en uno (1) de ellos (VE-PA-P2) se tomaron dos (2) muestras de suelo a 5 m y 8 m de profundidad aproximadamente, mientras que en tres (3) de ellos (VE-PA-P13, VE-PA-P7 y VE-PA-A7) se tomó una muestra a 8 m de profundidad. Los otros tres (3) puntos de sondeo adicionales fueron de observación.

Partiendo de los sondeos ubicados en las áreas A1 y A2, se evaluó la extensión de estas de manera horizontal, realizándose diez (10) puntos de sondeo, en nueve (9) de los cuales (VE-PA-P3, VE-PA-P4, VE-PA-P5, VE-PA-P6, VE-PA-P8, VE-PA-P9, VE-PA-10, VE-PA-P11 y VE-PA-P12) se tomaron muestras de suelo.

En la siguiente figura se presenta la delimitación de las áreas afectadas en el área de la Poza API, así como la ubicación de los puntos de muestreo realizados. Asimismo, en el Anexo I, Plano N°2, se presenta la ubicación de dichos puntos.

Figura N°8.- Delimitación de las Áreas Afectadas A1 y A2



Área evaluada: Área delimitada en base a los puntos de muestreo laterales

Área afectada: Área que presenta características organolépticas similares y presencia de hidrocarburos.

Fuente: Estudio Caracterización, LITOCLEAN, 2021

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

A. Características Organolépticas

En el Cuadro N°9 se resumen las características organolépticas de las muestras de suelo, mientras que, en el Cuadro N°11 se resumen las características organolépticas de los sondeos en los que no se tomaron muestras de suelo.

Cuadro N°9.- Características Organolépticas de los Sondeos con Muestras de Suelo

Áreas Afectadas	Distribución	Código de la Muestra	Profundidad analizada (m)	Características Organolépticas		
				Olor	Color	Saturación
A1	Punto en área afectada	61637-VE-PA-P1-8,00	7,70-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		61637-VE-PA-P1-10,00	9,70-10,00	Moderado	Moderado	Nula
A2	Punto en área afectada	61637-VE-PA-P2-5,00	4,70-5,00	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P2-8,00	7,70-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		61637-VE-PA-P13-8,00	7,70-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		61637-VE-PA-P7-8,00	7,70-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		61637-VE-PA-A7-8,00	7,70-8,00	Moderado	Moderado	Nula
Perímetro áreas A1 – A2	Área lateral	61637-VE-PA-P3-4,00	3,70-4,00	Leve	Leve	Nula
		61637-VE-PA-P3-5,00	4,70-5,00	Nulo	Leve	Nula
		61637-VE-PA-P4-3,00	2,70-3,00	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P5-6,30	6,00-6,30	Leve	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P6-3,00	2,70-3,00	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P8-8,00	7,70-8,00	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P9-3,50	3,20-3,50	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P10-6,25	6,00-6,25	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P11-3,00	2,70-3,00	Nulo	Nulo	Nula
		61637-VE-PA-P12-7,50	7,20-7,50	Nulo	Nulo	Nula

Fuente: Estudio Caracterización, LITOCLEAN, 2021

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

Cuadro N°10: Características Organolépticas de los Sondeos sin Muestras de Suelo

Áreas Afectadas	Distribución	Punto de Muestreo	Profundidad analizada (m)	Características Organolépticas		
				Olor	Color	Saturación
A1	Punto en área afectada	VE-PA-A1	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		VE-PA-A4	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
A2	Punto en área afectada	VE-PA-A2	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		VE-PA-A3	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		VE-PA-A5	0,00-6,00	Moderado	Moderado	Nula
		VE-PA-A7	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
		VE-PA-A8	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula
Perímetro áreas A1 – A2	Área lateral	VE-PA-A6	0,00-8,00	Moderado	Moderado	Nula

Fuente: Estudio Caracterización, LITOCLEAN, 2021

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

B. Resultados Analíticos

Los resultados analíticos de las muestras de suelo fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo de uso Industrial (D.S. N° 011-2017-MINAM). A continuación, se detallan los resultados de los parámetros analizados en la matriz suelo.

Los resultados analíticos de los parámetros evaluados para la cuantificación y delimitación de la afectación en las muestras de suelos se presentan en el siguiente cuadro, mientras que los resultados de las muestras de control de calidad se presentan en el subsiguiente.

Cuadro N°11.- Resultados Analíticos de las Muestras de Suelos – Fase de Caracterización

Áreas Afectadas	Distribución	Muestra de suelo	Concentración en (mg/kg)
			TPH F2 (>C10-C28)
ECA Suelo uso Industrial (mg/kg)			5 000
A1	Punto en área afectada	61637-VE-PA-P1-8,00	6 466
		61637-VE-PA-P1-10,00	14 101
A2	Punto en área afectada	61637-VE-PA-P2-5,00	10
		61637-VE-PA-P2-8,00	3 991
		61637-VE-PA-P13-8,00	4 106
		61637-VE-PA-P7-8,00	1 854
		61637-VE-PA-A7-8,00	3 765
Áreas A1 – A2	Área lateral	61637-VE-PA-P3-4,00	1 690
		61637-VE-PA-P3-5,00	210
		61637-VE-PA-P4-3,00	<1,0
		61637-VE-PA-P5-6,30	49,9
		61637-VE-PA-P6-3,00	99,5
		61637-VE-PA-P8-8,00	<1,0
		61637-VE-PA-P9-3,50	<1,0
		61637-VE-PA-P10-6,25	<1,0
		61637-VE-PA-P11-3,00	230,6
	61637-VE-PA-P12-7,50	31,8	

 Supera los ECA para Suelo de uso industrial según D.S. N° 011-2017-MINAM

Fuente: Estudio Caracterización, LITOCLEAN, 2021

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Cuadro N°12.- Control de Calidad. Duplicados de las Muestras de Suelo – Fase Caracterización

Locación	Código de muestra	Concentración (mg/kg)	
		Fracción de Hidrocarburos (F2)	Incertidumbre (+/-)
ECA – Uso de Suelo: Comercial/Industrial/Extractivo		5 000	-
Poza API	61637-VE-PA-A7-8,00	3 765,0	230,0
	61637-VE-PA-DA7-8,00*	4 260,0	260,0
	61637-VE-PA-P12-7,50	31,8	2,0
	61637-VE-PA-D12-7,50*	35,4	2,2

Fuente: Estudio Caracterización, LITOCLEAN, 2021

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

2.2 EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Sobre la base de la evaluación de la Fase de Identificación y Caracterización realizada en la Poza API, se delimitó la afectación en las dos (2) áreas evaluadas, bajo las premisas que a continuación se mencionan:

El espesor de las áreas afectadas se determinó considerando los siguientes aspectos:

- Similitud en la profundidad de la afectación en base a los resultados analíticos y a las observaciones organolépticas realizadas en los diferentes sondeos y a distintas profundidades.
- Similitud de las características del suelo a lo largo de la columna de sondeo.

El área afectada A1 fue determinada en base a resultados analíticos que reportan superación del ECA para suelo de uso industrial, así como a las características organolépticas del suelo:

- En el punto de sondeo VE-PA-P1 se evidencia de forma organoléptica (color, olor) presencia de hidrocarburos desde 1,0 m hasta finalizar el sondeo a 10,0 m de profundidad, manteniéndose hasta profundidades mayores a la del sondeo. Las muestras de suelo tomadas de 7,7 m a 8,0 m y de 9,7 m a 10,0 m de profundidad superaron el ECA para suelo de uso industrial para la F2 de TPH, evidenciando un incremento de la concentración en profundidad.
- En los puntos de sondeo VE-PA-A1 y VE-PA-A4 se evidencia de forma organoléptica (color, olor) presencia de hidrocarburos desde 1,0 m hasta finalizar los sondeos a 8,0 m de profundidad.

Bajo estas consideraciones, se delimitó el área afectada A1, la cual comprende una superficie de 766,4 m².

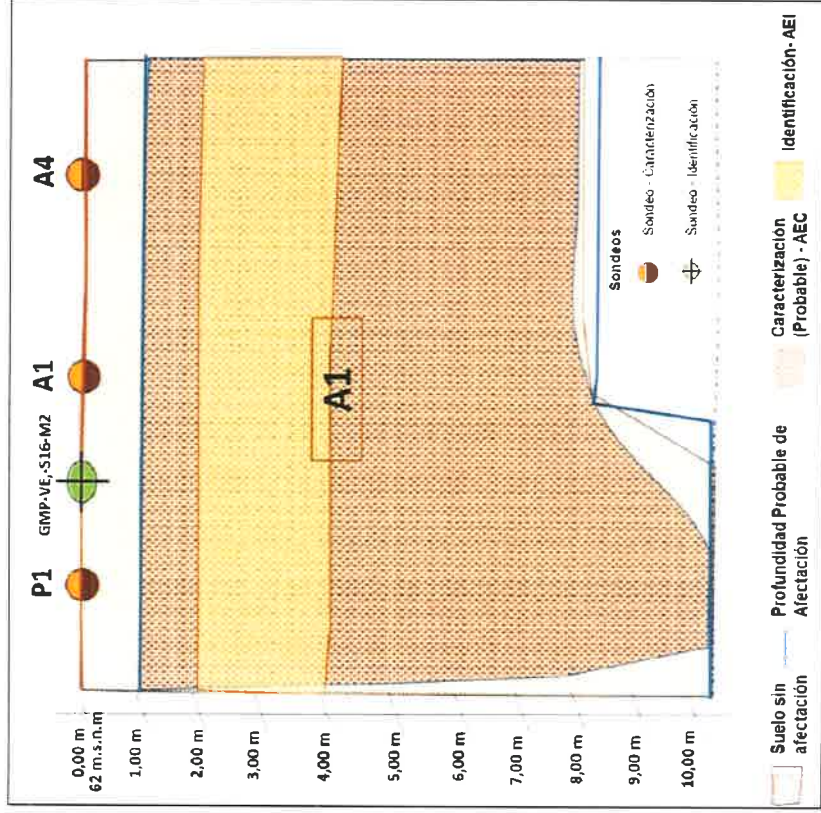
El área afectada A2 fue determinada en base a las características organolépticas del suelo:

- En el punto de sondeo VE-PA-A2 se evidencia de forma organoléptica (color, olor) presencia de hidrocarburos desde 1,0 m hasta finalizar el sondeo a los 8,00 m de profundidad.
- En los puntos de sondeo VE-PA-P13, VE-PA-P7 y VE-PA-A5 se evidencia de forma organoléptica (color, olor) presencia de hidrocarburos desde los 3,75 m a 4,75 m a hasta finalizar los sondeos a los 8,00 m de profundidad.
- En los puntos de sondeo VE-PA-P2, VE-PA-A7 y VE-PA-A8 se evidencia de forma organoléptica (color, olor) presencia de hidrocarburos desde los 6,0 m a 6,8 m de profundidad hasta finalizar los sondeos a los 8,0 m de profundidad.
- Las muestras de suelo tomadas en los puntos de sondeo VE-PA-P2, VE-PA-P13 y VE-PA-A7 de 4,7 m a 8,0 m de profundidad no superaron el ECA para suelo de uso industrial para la F2 de TPH. Sin embargo, las muestras tomadas en profundidad (7,7 m a 8,0 m) reportaron concentraciones próximas a los valores de referencia.

Bajo estas consideraciones, se delimitó el área afectada A2, la cual comprende una superficie de 18 704,2 m².

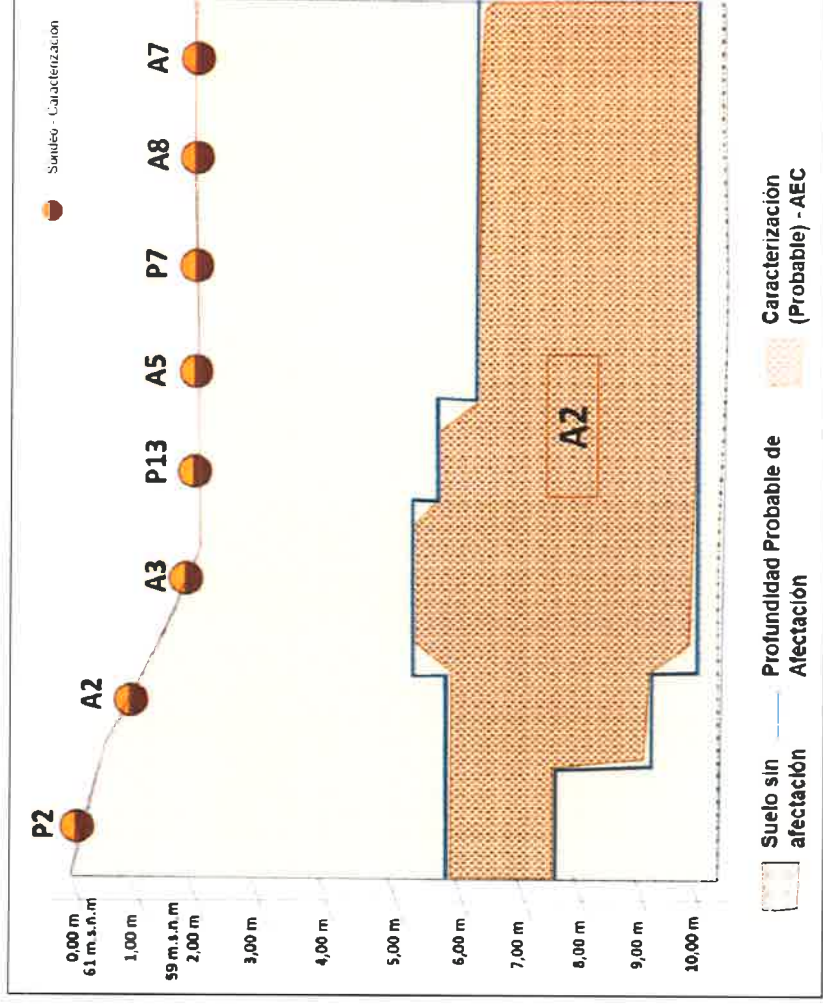
El volumen estimado del suelo afectado se calculó en función del área afectada y el espesor del suelo afectado. A continuación, se presentan los perfiles de las áreas afectadas A1 y A2.

Figura N°9. Espesor de Afectación del Área Afectada A1



*Se ha simplificado el nombre de los sondeos (Ejm: P1 es VE-PA-P1 ó A1 es VE-PA-A1)
Fuente: Reporte de Caracterización de la Poza API de la Planta Verdún, 2021
Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Figura N°10. Espesor de Afectación del Área Afectada A2



*Se ha simplificado el nombre de los sondeos (Ejm: P1 es VE-PA-P1 ó A1 es VE-PA-A1)
Fuente: Reporte de Caracterización de la Poza API de la Planta Verdún, 2021
Elaboración: LITOCLEAN, 2022

En el A1, el escenario actual comprende presencia organoléptica de hidrocarburos en suelo entre 1 m y 10 m aproximadamente, con afectación confirmada por concentraciones de F2 de TPH que reportan superación del ECA para suelo de uso industrial a profundidades entre 2 m y 10 m.

Por otro lado, en el A2, el escenario actual comprende presencia organoléptica de hidrocarburos en suelo entre 1 m y 10 m aproximadamente. Si bien las concentraciones de F2 de TPH no reportan superación del ECA para suelo de uso industrial, se evidencia la presencia de valores próximos a los valores de referencia, en las muestras tomados en los sondeos VE-PA-P2, VE-PA-P13 y VE-PA-A7.

En función a la afectación existente y por los potenciales riesgos que puede representar el sitio contaminado, se determinó la necesidad de elaborar la Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente para la Poza API de la Planta Verdún.

2.3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Para la valoración de riesgos para la salud y el ambiente que se desarrolla en el presente estudio, los datos recopilados de las investigaciones previas se consideran representativos de la problemática ambiental actual y sirven para estudiar las hipotéticas rutas de exposición a los medios afectados.

Se considera que la información recabada es suficiente para la evaluación de riesgo desarrollada a Nivel 2 para la salud humana (según ASTM), y en una Etapa I para el ambiente. (Ver explicación en apartado 5.2).

CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE

La *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados publicada por el Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental – Lima: MINAM, en 2015* establece los criterios a seguir en el desarrollo de las evaluaciones de riesgos a la salud y el ambiente. Respetando los mismos, se elabora el modelo conceptual del sitio.

A continuación, se describen las metodologías aplicadas discriminadas por tipo de receptor (humano o ambiente):

3.1.1 Valoración del Riesgo a la Salud Humana

Para el caso de la valoración de la salud humana, las pautas seguidas, se basan, además, en los lineamientos definidos en los estándares norteamericanos, en los que se describe la metodología de la determinación de la necesidad de acciones correctivas basadas en el riesgo.

Debido a su amplia aceptación en la realización de la evaluación de riesgos toxicológicos derivados de la contaminación del suelo, se utilizan las formulaciones y parámetros incluidos en la norma ASTM E1739-95, *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites*.

El estándar mencionado fija las pautas que resultan de apoyo en el proceso de evaluación y toma de decisiones en casos de alteración de la calidad ambiental del medio por productos derivados del petróleo. Es un sistema que fue desarrollado por la *American Society for Testing and Materials (ASTM)* y publicado en 1995.

Aunque el método fue originalmente diseñado para casos de fugas de productos derivados del petróleo, el proceso de evaluación es aplicable prácticamente a todo tipo de contaminación. De hecho, la misma ASTM ha desarrollado otro estándar para el análisis de riesgos aplicado a cualquier tipo de compuesto químico (*E2081-00, Standard Guide for Risk-Based Corrective Action*).

Ambos estándares han publicado su última actualización en el año 2015.

Las valoraciones del riesgo pueden encararse por niveles de acuerdo a los diferentes grados de complejidad. Por ejemplo, con un enfoque de tres niveles según plantea la bibliografía de referencia (ASTM):

- Nivel 1

Análisis de riesgo que utiliza objetivos de acción correctiva no específicos del lugar para vías de exposición humanas potencialmente completas, y para una evaluación cualitativa de cribaje ecológico para receptores ecológicos y hábitats relevantes para vías de exposición potencialmente completas. Estos objetivos se basan en hipótesis y metodologías conservadoras para estimar los valores no específicos del lugar, y se comparan con las condiciones del lugar, u otros criterios medibles relevantes, para determinar si se justifica una actuación correctiva adicional.

- Nivel 2

Análisis de riesgo que implica un perfeccionamiento incremental de la metodología del Nivel 1 para desarrollar objetivos de acción correctiva específicos del lugar. Para las vías de exposición humana, esta evaluación puede incluir el desarrollo de concentraciones estadísticamente representativas de los compuestos de interés y la estimación de niveles objetivo-específicos del sitio para vías de exposición potencialmente completas, a partir de las condiciones específicas del lugar, o una combinación de alternativas. Para los receptores ecológicos y hábitats relevantes, la evaluación Nivel 2 puede incluir análisis cualitativos y cuantitativos adicionales. Los objetivos de acción correctiva se comparan con las condiciones del lugar, u otros criterios medibles relevantes, para determinar si se justifica una acción correctiva adicional.

- Nivel 3

Análisis de riesgo que conlleva un esfuerzo incremental significativo sobre la metodología del Nivel 2 para desarrollar objetivos de acción correctiva específicos del lugar. Para las vías de exposición humana, esta evaluación utiliza, habitualmente, técnicas avanzadas para la evaluación de la exposición, de la toxicidad y del riesgo (por ejemplo, métodos probabilísticos de evaluación de la exposición, datos sobre biodisponibilidad, modelización avanzada de rutas y transporte) que permiten la máxima flexibilidad en el desarrollo de niveles objetivo-específicos del sitio para vías de exposición potenciales a partir de las condiciones específicas del lugar. Para los receptores ecológicos y hábitats relevantes, una evaluación Nivel 3 tiene una naturaleza más cuantitativa y utiliza más datos específicos del lugar, en comparación con los niveles anteriores. Los objetivos de acción correctiva se comparan con las condiciones del lugar, u otros criterios medibles relevantes, para determinar si se justifica una acción correctiva adicional.

3.1.2 Valoración del Riesgo Ecológico

Para una adecuada descripción del escenario ecológico, dada la alta diversidad de ecosistemas en el Perú, es imprescindible levantar informaciones específicas sobre las especies de fauna y flora en el área de estudio. En el caso de que esta información no sea disponible, puede ser necesaria la ejecución de investigaciones en campo para levantar esta información, considerando los criterios y procedimientos que brindan las guías nacionales sobre la evaluación de la fauna silvestre, flora y vegetales.

Este contexto conlleva a la necesidad de un estudio pormenorizado y bajo juicio de expertos a la hora de la definición de especies críticas u organismos blancos de interés especial, y de esta forma establecer la necesidad de llevar a cabo esta valoración y la profundidad requerida en cada etapa.

El objetivo es direccionar los esfuerzos y recursos destinados tanto en valoración previa como en eventuales actuaciones futuras, para aquellos casos que demuestren una relevancia significativa.

Existen diversos criterios que permiten identificar los grupos de receptores de especial importancia, teniendo en cuenta el nivel en el que se desarrolla la evaluación de riesgos. Entre dichos criterios, cabe señalar los siguientes:

- Relevancia ecológica (RE): posición clave que ocupa el receptor en la estructura y función del ecosistema. La relevancia ecológica está relacionada con aspectos como la abundancia y la dominancia, el grado de diversidad biológica y la tasa de renovación.

- **Potencial de exposición (PE):** los receptores con alto potencial de exposición son aquellos que, debido a su metabolismo, hábitos alimenticios, localización o estrategia reproductiva son más sensibles o pueden sufrir un mayor grado de exposición a los contaminantes. Por ejemplo, las tasas metabólicas de los receptores de pequeño tamaño son generalmente mayores que las de los receptores de mayor tamaño, resultando en una tasa unitaria de ingestión mayor.
- **Vulnerabilidad (V):** los receptores altamente susceptibles suelen ser poco tolerantes a los compuestos tóxicos. En general, los organismos estenóicos (con un pequeño margen de aclimatación a las condiciones cambiantes del medio) o con requisitos estrictos de hábitat o tipo de alimentación, presentan una mayor vulnerabilidad.
- **Importancia económica y social (IES)** la selección de un receptor biológico también puede estar basada en un criterio económico o social (por ejemplo, las especies cinegéticas). Para estos receptores, los parámetros más importantes estarían relacionados con la supervivencia, la productividad y el éxito reproductivo.

En general, los receptores pertenecerán a varias especies y su tratamiento práctico en la evaluación de riesgos puede llevarse a cabo a nivel de ecosistema, comunidad o población.

Sólo en casos en los que haya implicadas especies que cuentan con especial protección se puede identificar a los receptores a nivel de individuo, ya que la relevancia que tiene cada individuo integrante de la población puede ser crucial para la supervivencia de esta y la conservación de la diversidad genética.

Dada la diversidad de especies que pueden estar presentes, en la práctica puede ser útil determinar en primer lugar los hábitats existentes en la zona de estudio (tanto terrestres como acuáticos) para, a continuación, identificar y seleccionar los receptores ecológicos representativos de cada hábitat afectado.

Se deberá tener en cuenta también la existencia de reservas de la biósfera, tales como Parques Nacionales (PN), Santuarios Nacionales (SN), Santuarios Históricos (SH), Reservas Nacionales (RN), Reservas Paisajísticas (RP), Bosques de Protección (BP), Reservas Comunales (RC), Refugios de Vida Silvestre (RVS), Zonas Reservadas (ZR), por su interés ecológico.

En base a lo expuesto anteriormente, para los estudios de riesgo ecológico se ha desarrollado una metodología que contempla tres etapas a las que se va accediendo conforme se establece la necesidad de avanzar hacia cada una de ellas.

Para la elaboración del método, se integraron, a partir del juicio y criterios de expertos en el área, las pautas de distintas fuentes especializadas, las cuales se indican a continuación:

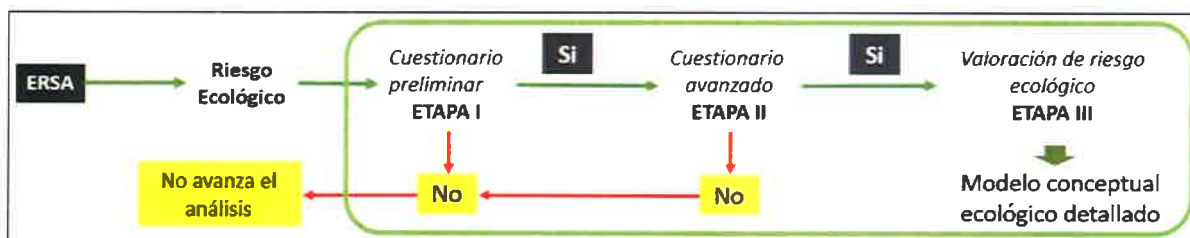
- Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados. MINAM, 2015.
- Criterios presentados en el documento *Ecological Risk Assessment of Contaminated Land. Decision support for site specific*, publicado por RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu-Instituto Nacional de los Países Bajos para la Salud Pública y el Medio Ambiente), en marzo 2006 con el número de informe 711701047. Documento que surge a partir del proyecto *Development of a decision support system for sustainable management of contaminated land by linking bioavailability, ecological risk and ground water pollution of organic pollutants*, conocido como LIBERATION.
- *National Classification System for Contaminated Sites Guidance Document PN 1403 (ISBN 978-1-896997-80-3). Canadian Council of Ministers of the Environment, 2008.*

- *Ecological Risk Assessment Guidance Document PN 1585 (ISBN 978-1-77202-044-1). Canadian Council of Ministers of the Environment, 2020.*
- *Phases of Ecological risk assessment (US Environmental Protection Agency - EPA).*

Para el estudio del riesgo ecológico se tiene en consideración la salud integral de éste, con un enfoque holístico y considerando a su vez, los servicios ecosistémicos potencialmente afectados.

La figura que sigue presenta el diagrama de flujo simplificado de las etapas de la valoración propuesta:

Figura N°11.- Diagrama de flujo para la valoración de riesgo ecológico



Elaboración: LITOCLEAN, 2022

A continuación, se resumen los criterios seguidos para cada etapa:

- **Etapa I – Cuestionario Preliminar (check-list):** valoración que se efectúa sobre la relevancia del sitio, desde una óptica ambiental y la necesidad de avanzar a una etapa subsiguiente de evaluación, a partir de la información disponible sobre el alcance de la afectación, antecedentes, uso del suelo, condicionantes, etc., bajo un estricto juicio de expertos.

Esta etapa se desarrolla dando respuesta a un cuestionario preliminar⁶, que se fundamenta en la valoración cualitativa del sitio o emplazamiento contaminado, bajo los criterios de RE, PE, V, IES (explicado líneas arriba), lo cual permite la primera valoración sobre la situación bajo estudio, y a partir del cual se podrán presentar dos casos:

- **Caso I:** obtención de respuestas negativas en todas las preguntas. En este caso se considera que el potencial impacto de la afección registrada no representa una situación de relevancia en el que se requiera el desarrollo o avanzar hacia una valoración más exhaustiva o cuantitativa respecto a un potencial riesgo ecológico. Bajo este escenario puede darse por concluido el estudio de riesgo ecológico.
- **Caso II:** la obtención de una respuesta afirmativa activará el avance a una segunda etapa (Etapa II) para la valoración de riesgo ecológico, en la que se evalúan un poco más en detalle las acciones necesarias para definir el problema a estudiar. Para ello se pondrá especial atención al criterio (RE, PE, V, IES) asociado que haya activado esta acción.

Premisa de valoración del riesgo: Aun cuando como resultado de la aplicación del instrumento “Cuestionario preliminar” se derive a una reflexión fundamentada en la que se considera que puedan existir o no indicios suficientes que justifiquen avanzar en una evaluación del riesgo ecológico, resulta necesario, para efectos del ERSA, calificar el nivel de riesgo en cada caso. Por ello, para aquellas situaciones en la que el resultado de esta Etapa I refleje alineación con lo descrito para el Caso I, se entenderá el riesgo ecológico (ambiental) como “aceptable”. En aquellos casos en que el resultado de esta Etapa I sea coincidente con los descrito en el Caso II, se valorará el riesgo como “no

⁶ Adaptación de cuestionario para toma de decisiones en análisis de riesgo para los ecosistemas propuesto por la herramienta de cálculo RISC 5 (Risk-Integrated Software for Clean-Ups).

aceptable” y, bajo este escenario, se deberá avanzar a la Etapa II de la evaluación de riesgo ecológico.

- **Etapa II – Cuestionario avanzado:** evaluación detallada sobre la información disponible, haciendo hincapié en las relaciones fuente-mobilización contaminante-disponibilidad-exposición receptores. Para esta etapa se cuenta con la información necesaria para la identificación de los potenciales receptores ecológicos (ecosistemas, comunidad o población, no sólo aquellos directamente expuestos, sino los que pudieran verse afectados a través de la movilización de la afectación) y para establecer las eventuales relaciones entre estos y el sitio contaminado.

Esta etapa se desarrolla dando respuesta a un cuestionario avanzado⁷ que permite valorar (numéricamente) cada factor identificado: estresor químico, fuente de contaminación, exposición y receptores, y asignarle una relevancia relativa de acuerdo con el criterio del experto que efectúa la evaluación. El cuestionario se desarrolla teniendo en consideración el uso del suelo y los aspectos ecológicos relacionados a los mismos, según la bibliografía consultada. A partir del resultado numérico de la valoración integral en esta etapa⁸, se define la necesidad o no de avanzar a la siguiente Etapa III (ver diagrama de la Figura 11).

Como premisa de valoración de riesgo para esta Etapa II se establece que, toda calificación integral para los factores identificados (mencionados en el segundo párrafo), que supere el umbral determinado en la metodología (índice global ≥ 5) se considerará como de “riesgo no aceptable”, siendo en bajo este escenario avanzar a la Etapa III de valoración de riesgo. En el escenario de no superación del umbral establecido como índice global el riesgo será valorado como “aceptable”.

- **Etapa III – Valoración de riesgo ecológico:** valoración del riesgo ecológico a partir de la identificación de Líneas de Evidencia, bajo un fundamento en el estudio en triada (evidencia química, toxicológica y ecológica)⁹. En primer lugar, se procede con la identificación de un Componente Valorado del Ecosistema (*Valued Ecosystem Component* - VEC), que se entiende como una unidad del ecosistema que se ve potencialmente afectado, y que se considera como un receptor de interés y que pudiera fungir como representante de otros potenciales receptores, bajo criterios de evaluación bien fundamentados. A partir de la identificación y selección del VEC se procede a su evaluación y análisis por cada Línea de Evidencia, basado en diferentes criterios de valoración de la interacción entre dichas líneas de evidencia y el VEC para los Compuestos de Preocupación identificados para el sitio contaminado (ver Figura N°12).

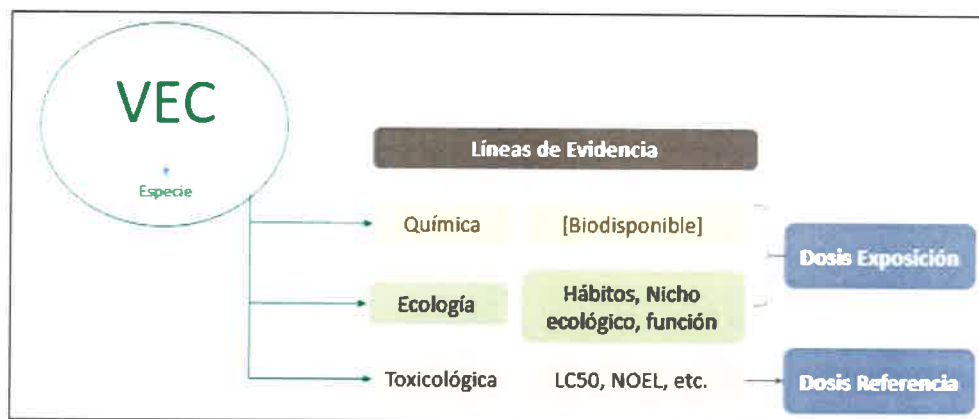
⁷ Adaptación de la propuesta que se desarrolla en *Phases of Ecological risk assessment*, Environmental Protection Agency (EPA), *Site-specific Ecological Risks: A Basic Approach to Function-specific Assessment of Soil Pollution* de Rutgers et al., 2000; y con lo sugerido en la Guía ERSa del MINAM 2015.

⁸ Los criterios y ponderaciones de cada factor, el escalado y así como el umbral a partir del cual se decide avanzar a una Etapa III han sido formulados por LITOCLEAN.

⁹ *Ecological Risk Assessment of Contaminated Land. Decision support for site specific*, RIVM 2006.

Ecological Risk Assessment Guidance Document PN 1585 (ISBN 978-1-77202-044-1) CCME, 2020

Figura N°12.- Evaluación de Riesgo Ecológico por Tríada



Elaboración: LITOCLEAN, 2022

- A partir del análisis por líneas de evidencia sobre el VEC se obtiene información relevante y que permite la cuantificación numérica del potencial riesgo, a partir de las dosis de exposición y de las dosis de referencia (bases de datos internacionalmente reconocidas), lo cual es una información fundamental para la determinación del Índice de Riesgo (IR), determinado a partir del cociente Dosis de exposición / Dosis de Referencia, lo cual finalmente es comparado con los umbrales establecidos y que indican la condición de aceptabilidad o de preocupación del riesgo para el sistema ecológico evaluado. La definición de estos rangos de aceptabilidad y niveles de dispersión admisibles son el resultado de un proceso consensuado entre las partes interesadas, autoridades y el criterio de los especialistas de la consultora.
- La valoración final del riesgo ecológico estará fundamentada en el análisis bajo "criterio de especialista" que se efectúe a partir de los resultados obtenidos de la evaluación del VEC con respecto a lo que reporten las Líneas de Evidencia para el emplazamiento y escenarios evaluados.

3.2 DETERMINACION DE LOS CONTAMINANTES DE PREOCUPACIÓN

En el marco de lo establecido por la *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) Ministerio del Ambiente*, para la selección de los contaminantes de preocupación (CP en adelante), se sugiere seguir los criterios abajo descritos:

- Para la selección de compuestos no cancerígenos:
 - Inclusión de aquellos compuestos cuya concentración sea 2,5 veces superior al valor de referencia.
 - Inclusión de aquellos compuestos cuyo límite superior del intervalo de confianza unilateral del 95% de la media aritmética (UCL95) sea superior al nivel de referencia.
- Para la selección de compuestos cancerígenos:
 - Inclusión de aquellos compuestos cuya concentración sea mayor o igual al valor de referencia.

En la presente ERSA, desde un punto de vista conservador, se toman en consideración como CP aquellos compuestos:

- Cuyas concentraciones superen los límites de cuantificación del laboratorio según los resultados obtenidos de antecedentes y durante las **fases de identificación y fase de caracterización** correspondiente a las áreas afectadas definidas, es decir, que se

supondrá que todas las sustancias nocivas registradas podrían contribuir a los niveles de riesgo.

Para la determinación de los CP y sus correspondientes concentraciones representativas, se tienen en cuenta **las concentraciones máximas** detectadas¹⁰ para cada compuesto analizado en las áreas afectadas definidas (A1 y A2) y obtenidos de antecedentes y durante las **fases de identificación y fase de caracterización**.

Es importante señalar el criterio conservador adoptado, incluso más restrictivo que las pautas sugeridas por la *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente*. Se incluye la valoración de A2 siendo que en esta ni siquiera se superan los ECA suelos (industrial).

El planteamiento del presente ERSa se realiza a partir de la valoración de dos áreas (ver Figura 8) denominados Área Afectada 1 (A1) y Área Afectada 2 (A2).

El planteamiento se realiza a partir de las instalaciones que se ubican y de la caracterización química llevada a cabo en las muestras de suelo tomadas dentro de cada una de estas zonas concretas. De esta manera se pretende evaluar el potencial riesgo asociado de la forma más representativa y ajustada posible a la condición ambiental de cada área en particular.

Para la evaluación del riesgo a la salud humana, se consideran las características que definen cada área de forma independiente.

A continuación, se detallan específicamente las áreas que quedan incluidas en la valoración tal y como queda reflejado en la Figura 8.

- **A1: Entorno próximo a la Poza API**

Se trata del entorno más cercano a la poza, ocupando un área aproximada de unos 766,4 m². La poza se encuentra vallada como se muestra en la Figura 11, el cercado ocupa aproximadamente unos 35 m².

¹⁰ Se tienen en consideración, además, los resultados de los análisis duplicados.

Figura N°13.- Fotografía del Entorno de la Poza API. Área Afectada 1.



Elaboración: LITOCLEAN, 2022

• **A2: Entorno Afectado al Norte de la Poza API**

Sector al norte de la Poza API donde también se detectó afectación en suelos. Se ha determinado un área afectada de unos 18704,2 m². En la Figura 8 se detalla la extensión del Área Afectada 2. No se han identificado instalaciones en esta zona y no se encuentra vallada.

A continuación, se detallan los compuestos y las concentraciones representativas consideradas en cada área afectada:

Cuadro N°13.- Compuestos de Preocupación y Concentraciones Representativas

Compuesto de preocupación ^{1,2}		A1		A2	
		Suelos		Suelos	
		Concentración (mg/kg)	PDM	Concentración (mg/kg)	PDM
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas alifáticas	C6-C8	2,50E+01	S16-M2	-	-
	C8-C10	2,50E+01	S16-M2	-	-
	C10-C12	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00
	C12-C16	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00
	C16-C21	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00
	C21-C34	2,36E+03	P1-10; S16-M3	532,5	DA7-8,00
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas aromáticas	C7-C8	2,50E+01	S16-M2	-	-
	C8-C10	2,50E+01	S16-M2	-	-
	C10-C12	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00
	C12-C16	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00
	C16-C21	1,76E+03	P1-10	532,5	DA7-8,00

Compuesto de preocupación ^{1,2}		A1		A2	
		Suelos		Suelos	
		Concentración (mg/kg)	PDM	Concentración (mg/kg)	PDM
	C21-C35	2,36E+03	P1-10; S16-M3	532,5	DA7-8,00
Metales	Arsénico	2,00E+00	C17-M1-MC	-	-
	Bario	6,10E+01	S16-M3	-	-
	Cadmio	4,90E-01	S16-M3	-	-
	Mercurio	7,10E-01	C17-M1	-	-
	Plomo	1,60E+01	C17-M1	-	-

Nota 1: PDM: Punto de muestreo.

Nota 2: Para el caso de la afectación por hidrocarburos totales del petróleo, dado que no se dispone de la distribución entre cadenas alifáticas y aromáticas, se distribuyen los resultados de F1 (C6-C10) entre las cadenas alifáticas C6-C8, C8-C10 y aromáticas C6-C8, C8-C10; los de la F2 (C10-C28) entre las cadenas alifáticas y aromáticas C10-C12, C12-C16 y C16-C21, y los de F3 (C28-C40) entre las cadenas alifáticas y aromáticas C21-C35.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

En el siguiente cuadro se detallan las características del subsuelo consideradas, así como el alcance de la alteración de su calidad discriminado por área:

Cuadro N°14.- Características del Subsuelo

Parámetro	A1	A2
Tipo de suelo ¹¹	Arenas	Arenas
Carbono orgánico total ¹²	0,002	0,002
Longitud del suelo afectado paralelo a la dirección de los vientos.	40 m. Correspondiente a la máxima distancia aproximada del área A1.	250 m. Correspondiente a la distancia entre puntos con mayor afección en el A2
Ubicación de afección zona no saturada ¹³	Entre 2,0 y 10,0 m. Correspondiente a la mínima y máxima profundidad de máxima afección en compuestos volátiles (entre S16 y P1, respectivamente)	Entre 4,0 y 8,0 m. Correspondiente a la mínima y máxima profundidad de mayor afección en compuestos volátiles (entre P3 y A7, P7, P13 y P2, respectivamente)
Profundidad de las aguas ¹⁴	No detectada	No detectada

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

¹¹ En base a observaciones de campo.

¹² Dato bibliográfico según software RISC. No se cuenta con dato de COT ni pH.

¹³ Para la valoración de las vías directas, se considera la afección como superficial.

¹⁴ No detectada en la investigación. Se estima que esta se encuentra a unos 50 m de profundidad.

3.3 MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO

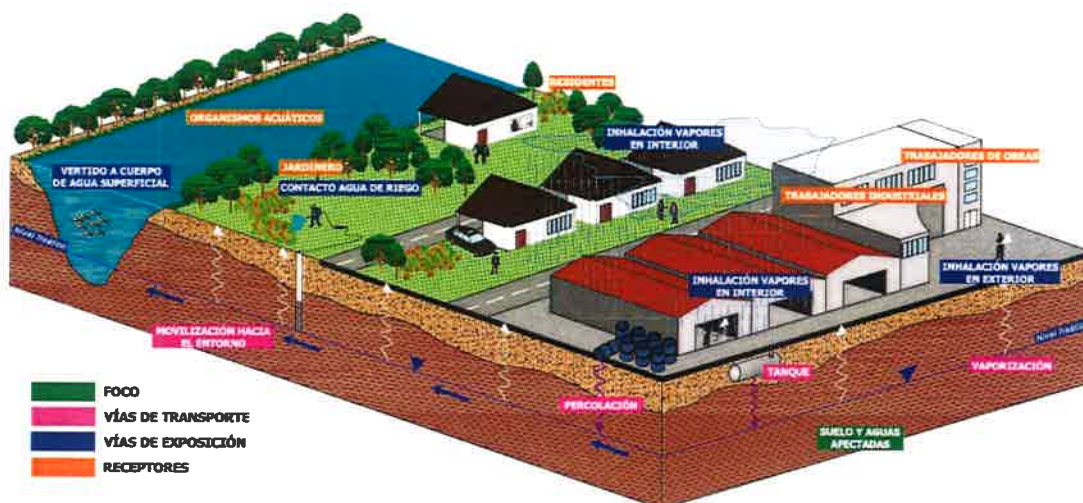
En la elaboración del modelo conceptual del sitio (MCS) se integra la información sobre la interacción con el medio y con los receptores, de los compuestos nocivos detectados. Para ello, es necesaria la caracterización de cada vector de forma individual para, posteriormente, evaluar su efecto en conjunto, y finalmente definir y resolver el problema relacionado con el potencial riesgo.

Los vectores tomados en cuenta para la delineación del MCS:

- Caracterización del emplazamiento.
- Caracterización de la fuente de contaminación.
- Identificación de los escenarios, vías de exposición y receptores sensibles.
- Modelos de transporte.

La Figura N° 14 resume las posibles interacciones a considerar en el desarrollo del modelo conceptual del sitio/emplazamiento¹⁵:

Figura N° 14.- Interacciones Evaluadas para la Definición del MCS



Durante la evaluación del sitio, el MCS se retroalimenta con la nueva información obtenida para complementar los conocimientos sobre su contaminación, los receptores, las vías de migración de los contaminantes y las rutas de exposición supuestos inicialmente.

Así, se van revisando las hipótesis iniciales con el objetivo de afinar el MCS para que describa la problemática ambiental del sitio de la forma más ajustada, sobre la base de información confiable y comprobada. Por tanto, su desarrollo es un proceso iterativo y al final de cada etapa se evalúa si las incertidumbres resultantes están en niveles aceptables, o si se requiere el levantamiento de información adicional en una próxima etapa de evaluación. El MCS no es un esquema estático, sino una herramienta dinámica que evoluciona a lo largo del proceso de evaluación del sitio.

¹⁵ La imagen es sólo un modelo que esquematiza posibles interacciones entre los vectores considerados. No se trata de una imagen a escala o que refleje las condiciones ni características del emplazamiento estudiado en el emplazamiento objeto de estudio ni de su entorno.

3.3.1 Escenarios de Evaluación de Salud Humana

Atendiendo a la información recabada en los estudios previos (identificación, caracterización, entre otros), las potenciales rutas de migración a través del suelo y aire; así como las vías de exposición, receptores potenciales y sustancias relevantes para salud humana que se han identificado en la Poza API de la Planta Verdún se presentan en el Cuadro N°15.

Cuadro N°15.- Modelo Conceptual Inicial del Sitio

Focos	Posibles Vías de Propagación	Posibles Vías de Exposición	Receptores Potenciales	Sustancias de potencial interés
A1: Entorno próximo a la Poza API	Volatilización desde el subsuelo hacia la superficie (suelos)	Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos	Trabajadores de Vigilancia y/o de obra y desmantelamiento ¹⁶	Suelo: Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) y metales
A2: Entorno afectado al norte de la poza	Vía directa (sin propagación)	Contacto dérmico e Ingestión ocasional de suelos		

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Cabe destacar que el Modelo Conceptual Inicial (Revisado) del Sitio presentado en el cuadro anterior, llevado a cabo a partir de información recogida en fases preliminares del estudio, es susceptible de modificaciones debido al mejor conocimiento tanto de la problemática ambiental, naturaleza de la afección, alcance, definición de contaminantes de preocupación, vías de exposición y receptores concretos adquiridas en la etapa de caracterización. Esto da origen a la elaboración de un Modelo Conceptual del Sitio que se presenta en el apartado 5.3.

3.3.2 Escenarios de Evaluación de Ecosistemas

En el caso de la evaluación de ecosistemas, la situación de riesgo ecológico no se considera relevante para la Poza API de la Planta Verdún y su entorno próximo. En el Capítulo 7 (Caracterización de Riesgo Ecológico) se presenta el detalle de la valoración del riesgo ecológico desarrollado empleando la metodología descrita en el apartado 3.2.2 (Valoración del Riesgo Ecológico).

¹⁶ Según comunicación UNNA Planta Verdún, las instalaciones de la Planta Verdún, así como la Poza API, se encuentran en proceso de desmantelamiento y no se desarrollan actividades industriales en la actualidad.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD

4.1 EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD PARA SERES HUMANOS

Las propiedades fisicoquímicas y los criterios toxicológicos utilizados en la valoración de los contaminantes de preocupación son obtenidas de fuentes bibliográficas de gran prestigio.

Se utiliza como base de datos de partida, la presentada en una de las herramientas de cálculo comercial más difundida para el desarrollo de valoraciones del riesgo (*RBCA Tool kit for Chemical Releases*) por considerarse que la misma recopila fuentes de información robustas, confiables y con el aval de ser utilizadas y respaldadas por diferentes entidades de renombre nacional e internacional. Se realizan modificaciones de la misma en base a información disponible en fuentes bibliográficas de referencia contrastadas, y/o según guías metodológicas aplicables al sitio bajo estudio.

En caso de usar otra herramienta de cálculo, por ejemplo, el *RISC 5 (Risk-Integrated Software for Clean-Ups)*, se corrobora la concordancia de las bases de datos de ambos softwares¹⁷.

Las propiedades fisicoquímicas y los criterios toxicológicos utilizados en el cálculo son obtenidas principalmente de las siguientes fuentes de información que se mencionan a continuación:

- *IRIS (Integrated Risk Information System)*,
- *RAIS (The Risk Assessment Information System)*,
- *NCEA (National Center for Environmental Assessment)*,
- *HEAST (Health Effects Assessment Summary Tables) de U.S. EPA*,
- *Texas Risk Reduction Program, RG-366 TRRP-19, Toxicity Factors and Chemical/Physical Parameters.*

Cabe aclarar que las bases de datos utilizadas por LITOCLEAN son el producto de procesos de revisión, recopilación y análisis de diferentes fuentes que se llevan a cabo periódicamente, con el fin de considerar un criterio amplio, balanceado y en base a la información publicada por fuentes de referencia prestigiosas.

Para el caso particular de la valoración de riesgos asociados a hidrocarburos totales del petróleo, se siguen las pautas indicadas en las publicaciones del *TPHCWG (TPH Criteria Working Group, 1997)*.

Se modifica el factor de biodisponibilidad relativa al arsénico y al plomo a 0,6 según lo publicado en la siguiente referencia: *Bioavailability of contaminants in soil. ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council). November 2017.*

En los dos siguientes cuadros se detallan los contaminantes de preocupación considerados y sus principales características fisicoquímicas y toxicológicas en base a cada vía de exposición evaluada. Las mismas fueron extraídas de la base de datos de la herramienta de cálculo utilizada para realizar esta valoración del riesgo (*RBCA Tool Kit for Chemical Releases, v.2.6*).

Nota: en las tablas se presenta el listado completo de compuestos químicos. No todos son valorados en cada una de las áreas valoradas. El detalle completo se presenta, además en el Anexo II.

¹⁷ Pueden presentarse pequeñas diferencias en algunos parámetros, que en ningún caso invalidan las conclusiones alcanzadas.

Cuadro N°16.- Propiedades Físicoquímicas de Contaminantes de Preocupación

Contaminantes de preocupación		N° CAS	Peso molecular	Solubilidad	Limite de saturación en suelo		Presión de vapor	Constante de Henry	log (Koc) o log (Kd)	
Unidades			[g/mol]	[mg/l]	[mg/kg]	[mm Hg]				log[L/Kg]
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas alifáticas	C6-C8*	T-al0608	100	5,4	4,29E+01	2,66E+02	3,25E+01		2,90E+00	
	C8-C10	T-al0810	130	0,43	3,38E+01	4,79E+00	7,85E+01		4,50E+00	
	C10-C12	T-al1012	160	0,034	1,79E+01	4,79E-01	1,22E+02		5,40E+00	
	C12-C16	T-al1216	200	0,00076	7,69E+00	3,65E-02	5,21E+02		6,70E+00	
	C16-C21	T-al1621	270	0,0000025	3,16E+00	8,36E-04	4,90E+03		8,80E+00	
	C21-C34	T-al2134	400	0,0000025	3,16E+00	3,34E-07	7,26E+03		8,80E+00	
	C7-C8	T-ar0708	92	520	3,14E+02	2,89E+01	2,77E-01		2,40E+00	
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas aromáticas	C8-C10	T-ar0810	120	65	2,15E+02	4,79E+00	4,80E-01		3,20E+00	
	C10-C12	T-ar1012	130	25	1,27E+02	4,79E-01	1,35E-01		3,40E+00	
	C12-C16	T-ar1216	150	5,8	5,85E+01	3,65E-02	5,12E-02		3,70E+00	
	C16-C21	T-ar1621	190	0,65	2,06E+01	8,36E-04	1,33E-02		4,20E+00	
	C21-C35	T-ar2134	240	0,0066	1,66E+00	3,34E-07	6,60E-04		5,10E+00	
	Arsénico	7440-38-2	74,9216	0	1,00E+06	0,00E+00	0,00E+00		f(pH)	
	Bario	7440-39-3	137,33	0	1,00E+06	0,00E+00	0,00E+00		f(pH)	
Metales	Cadmio	7440-43-9	112,41	0	1,00E+06	0,00E+00	0,00E+00		f(pH)	
	Mercurio	7439-97-6	200,59	0,03	1,00E+06	1,30E-03	4,74E-01		f(pH)	
	Plomo	7439-92-1	207,2	0	1,00E+06	0,00E+00	0,00E+00		1,00E+00	

* Se modifican los valores de peso molecular y solubilidad de la cadena alifática C6-C8 de acuerdo con los parámetros que consigna el TPH Criteria Working Group para esta cadena hidrocarbonada.
Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Cuadro N°17.- Propiedades Toxicológicas de Contaminantes de Preocupación

Contaminante de preocupación ^{1,2,3}	RfD oral o TDSI (mg/kg/día)	Fuente	RfD dérmico o TDSI (mg/kg/día)	Fuente	RIC (concentración de referencia equivalente para inhalación) o TCA (mg/m³)	Fuente	Factor de pendiente equivalente para vía oral 1/(mg/kg/día)	Fuente	Factor de pendiente equivalente para contacto dérmico 1/(mg/kg/día)	Fuente	Factor de unidad de riesgo equivalente por inhalación 1/(µg/m³)	Fuente
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas alifáticas	C6-C8	TX11	0.06	TX11	18	TX11	-	-	-	-	-	-
	C8-C10	TX11	0.1	TX11	1	TPH CWG	-	-	-	-	-	-
	C10-C12	TX11	0.1	TX11	1	TPH CWG	-	-	-	-	-	-
	C12-C16	TX11	0.1	TX11	1	TPH CWG	-	-	-	-	-	-
	C16-C21	TX11	2	TX11	2	-	-	-	-	-	-	-
	C21-C34	TX11	1.6	TX11	1.6	-	-	-	-	-	-	-
Hidrocarburos totales del petróleo Cadenas aromáticas	C7-C8	TX11	0.1	TX11	1.9	TX11	-	-	-	-	-	-
	C8-C10	TX11	0.04	TX11	0.2	TX11	-	-	-	-	-	-
	C10-C12	TPH	0.04	TPH	0.2	TX11	-	-	-	-	-	-
	C12-C16	TPH	0.04	TPH	0.2	TX11	-	-	-	-	-	-
	C16-C21	TPH	0.03	TPH	0.03	-	-	-	-	-	-	-
	C21-C35	TPH	0.03	TPH	0.03	-	-	-	-	-	-	-
Metales	Arsénico	EPA-I	0.0003	EPA-I	0.000015	RAIS	1.5	EPA-I	1.5	D2	0.0043	EPA-I
	Bario	EPA-I	0.2	EPA-I	0.2	RAIS	-	-	-	-	-	-
	Cadmio	RAIS	0.0005	RAIS	0.00001	RAIS	-	-	-	-	-	-
	Mercurio	RAIS	0.00016	RAIS	0.0003	EPA-I	-	-	-	-	0.0018	EPA-I
	Plomo	-	-	-	-	-	0.0085	RAIS	0.0085	-	0.000012	RAIS

Nota 1: en negrita se destacan los valores modificados respecto a la base de datos provista por la herramienta de cálculo en su versión original.

Nota 2: se modifica el factor de biodisponibilidad relativa del plomo y arsénico a 0.6 según lo publicado en las siguientes referencias: Estimación of relative bioavailability of lead in soil and soil-like material using in vivo and in vitro methods, US EPA, May 2007 y Bioavailability of contaminants in soil. ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council) November 2017.

Nota 3: Fuentes (acrónimos)

D2: Assumed to equal corresponding oral (toxicity factor, where dermal exposure is scaled by the dermal relative absorption fraction (RAFD = ABS d/ABS gi))

EPA I: USEPA Integrated Risk Information System (IRIS), as of March 31, 2007.

TX 11: 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).

RAIS: The Risk Assessment Information System.

A: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Minimal Risk Levels (MRL), 2006.

TPH CWG: TPH Criteria Working Group.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022



4.2 EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD PARA ECOSISTEMAS

Las propiedades fisicoquímicas y los criterios toxicológicos utilizados en la valoración son obtenidas de fuentes bibliográficas de prestigio, por considerarse que las mismas recopilan fuentes de información robustas, confiables y con el aval de ser utilizadas y respaldadas por diferentes entidades de prestigio nacional e internacional.

Básicamente se consulta la base de datos de la US EPA EcoTox. En caso de disponer de información adicional, sólidamente respaldada, se podrán utilizar otras fuentes.

La etapa de la valoración del riesgo ambiental (Etapa I, Etapa II, Etapa III), y dependiendo del grado de detalle en la que se esté desarrollando el estudio, podrá requerir la utilización de diferentes fuentes.

En el presente estudio, y dado que se lleva a cabo el estudio únicamente hasta una Etapa I no se requiere el uso de fuentes de consulta más avanzadas.



CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

La evaluación de la exposición tiene la finalidad de determinar la potencial magnitud, frecuencia y duración de la exposición a los contaminantes de preocupación considerando las rutas principales a las que los receptores están o pueden estar expuestos.

La evaluación de la exposición se basa en una descripción detallada del entorno y de los hábitos de los potenciales receptores.

Las principales etapas de la evaluación de la exposición son las siguientes:

- Identificación de las vías de exposición.
- Caracterización de los receptores y escenarios de exposición.
- Selección de factores de exposición.
- Cálculo de la dosis de exposición.

Para el cálculo de la dosis de exposición que determina el riesgo asociado a la situación definida, se emplean las ecuaciones que, según las vías planteadas, pueden incluir variables como la magnitud, frecuencia y duración de la exposición y peso del receptor.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS RUTAS Y VÍAS DE EXPOSICIÓN

En base a las características fisicoquímicas de los CP considerados, y del alcance de su impacto evaluado en los anteriores apartados, se estiman como principales rutas de migración, las que se detallan a continuación:

- Volatilización de compuestos nocivos hacia la superficie. Dispersión de partículas en espacios abiertos.
- Vías directas (contacto e ingestión de suelo). Incluido en estudio adicional (Gestión del riesgo).

Los modelos de transporte relativos a las rutas de migración mencionadas se listan a continuación:

- Para la modelización de la migración de vapores en exteriores provenientes del subsuelo, el método utilizado estima una tasa de emisión para los compuestos volátiles y asume que, una vez alcanzan la superficie, los vapores se diluyen en el interior de una "caja imaginaria". El grado de dilución es en función de las dimensiones de la caja y de la velocidad del viento de 16,9 km/h considerada¹⁸.

Los datos de partida necesarios incluyen las propiedades químicas de los compuestos de interés y las propiedades del suelo. Este modelo considera que las características y propiedades del suelo son homogéneas horizontalmente y en él no se incluye la biodegradación como posible mecanismo de reducción de la concentración de volátiles en el subsuelo.

- La concentración de compuestos químicos en partículas en la zona de respiración se predice teniendo en cuenta la tasa de liberación de partículas de suelo y la mezcla de partículas en el aire directamente sobre la zona del suelo afectado. Se asume que las

¹⁸ Se tiene en consideración una velocidad de los vientos de 4,69 m/s, mínimo valor según el registro presentado en antecedentes.

partículas se diluyen por el flujo de aire lateral directamente sobre la zona afectada, para lo que se utiliza el modelo de la caja. Se asume que la longitud de la zona de mezcla es igual a la dimensión lateral de la superficie de suelo afectada en dirección paralela al viento.

- Para el estudio de la exposición directa a la afección en suelo (contacto e ingestión) no se realiza modelado de movilización de la contaminación desde el medio hasta el punto de exposición, sino que se tiene en consideración la concentración representativa de los compuestos de preocupación en el medio a la que estarán expuestos los receptores.

Asociadas a estas rutas de migración, las potenciales vías de exposición a valorar son las que se listan a continuación:

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos.

Exposición directa a suelos (contacto e ingestión). Incluido en el apartado de Estudio de gestión del riesgo.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECEPTORES Y ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

Para el desarrollo del estudio de ERSA se definen los escenarios según su distancia al foco de contaminación, por lo que se clasifican como escenarios *ON SITE*, los que se encuentran dispuestos sobre el foco de contaminación; y escenarios *OFF SITE*, los que se encuentran a cierta distancia del foco, en el sentido preferencial de las aguas subterráneas, y/o en la dirección dominante de los vientos.

Se siguen criterios conservadores y a la vez representativos del emplazamiento bajo estudio. De esta forma, se busca obtener resultados que se ajusten a la problemática ambiental del sitio sin sobreestimar ni subestimar los valores tenidos en cuenta para los parámetros clave, pues ello afectaría considerablemente los niveles de riesgo calculados pudiendo incurrir en la obtención de resultados sesgados y, por ende, erróneos, repercutiendo así en las conclusiones alcanzadas.

Para ello, se respeta el siguiente orden de jerarquía en la selección de la fuente de datos claves para el desarrollo de la valoración:

- Datos de características y condiciones propias del emplazamiento obtenidas a partir de labores de campo en el sitio o en base al estudio de antecedentes documentales¹⁹. Ejemplo: acceso restringido del área de la poza, tareas de vigilancia y futuro desmantelamiento de la instalación, según reporta UNNA.
- Parámetros propuestos en las guías metodológicas, instrucciones técnicas o legislación de aplicación legal en el sitio bajo estudio. Ejemplo: guía metodológica de Perú u otras de referencia (País Vasco, España).
- Parámetros propuestos por fuentes internacionales de amplio reconocimiento (suministradas en las últimas versiones de los *softwares* utilizados en el desarrollo de los cálculos) o en publicaciones técnico-científicas de prestigio internacional, ampliamente difundidas.

¹⁹ Cuando se utilizara información procedente de antecedentes de terceros, LITOCLEAN asume que los datos provistos son confiables, pero no garantiza la fidelidad o veracidad de éstos.

A continuación, se plantean los escenarios que forman parte de la valoración del riesgo asociado a la afectación del subsuelo de las áreas afectadas evaluadas en la Planta Verdún.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se ha planteado el escenario que presenta una ruta completa²⁰ y por lo tanto se incorpora a la valoración del riesgo para la salud humana.

Para la valoración del riesgo, la zona evaluada se subdivide en dos (2) áreas diferenciadas por sus propias características (ver Figura 8).

En el cuadro que sigue se presentan las vías de exposición y el receptor considerado para cada área:

Cuadro N°18.- Escenarios, Vías de Exposición y Receptores

Área Afectada	Escenario ²¹	Vía de exposición	Receptor
A1	Escenario <i>ON SITE</i> - Instalaciones industriales Poza API	Inhalación vapores y partículas espacios abiertos.	Trabajador de vigilancia
A2	Escenario <i>ON SITE</i> - Instalaciones industriales al norte de la Poza API	Inhalación vapores y partículas espacios abiertos.	Trabajador de vigilancia

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

El receptor seleccionado podría representar trabajadores que desarrollaran labores de vigilancia en la Poza API y su entorno próximo, así como cualquier otro de tipo de trabajos periódicos de permanencia baja-media en espacios abiertos que se realizaran en el emplazamiento.

Estudio adicional. Gestión del riesgo

Como estudio adicional, se incluye la valoración de un escenario de obras no rutinarias, en el contexto del desmantelamiento de las instalaciones de la planta, en el que un trabajador de la construcción se considera directamente expuesto al suelo afectado (contacto e ingestión), como así también a la inhalación de vapores y partículas procedentes del suelo, sin el uso de equipos de protección personal.

El fin de este estudio es disponer de los resultados de la valoración del riesgo como herramienta para la toma de decisiones ante proyectos de gestión de riesgo ante la eventual necesidad de realizar trabajos de movimiento de tierras, cavado de zanjas, etc.

Es importante destacar que la inclusión de este escenario reviste un carácter extremadamente conservador dado que, ante la ejecución de tareas de acondicionamiento del terreno, o movimiento de tierras, se espera que las mismas sean desarrolladas en el marco de un Plan de Seguridad y Salud. Dicho plan contemplaría las medidas preventivas pertinentes, que asegurarían la utilización elementos de protección individual como guantes, gafas de seguridad y máscaras que actuarían de barrera física, disminuyendo así la exposición directa a los potenciales medios afectados.

En el cuadro que sigue se presentan las vías de exposición y el receptor considerado para el estudio adicional.

²⁰ Se completa la cadena: medio afectado-medio de transporte de sustancias nocivas-vía de exposición-receptor vulnerable.

²¹ Incluye instalaciones exteriores.

Cuadro N°19.- Escenarios, Vías de Exposición y Receptores. Estudio Adicional

Área afectada	Escenario	Vía de exposición	Receptores sensibles
A1	Escenario <i>ON SITE</i> - Obras de reacondicionamiento del terreno	Contacto dérmico e ingestión de suelo. Inhalación de vapores y partículas.	Trabajador de obras no rutinarias
A2	Escenario <i>ON SITE</i> - Obras de reacondicionamiento del terreno	Contacto dérmico e ingestión de suelo. Inhalación de vapores y partículas.	Trabajador de obras no rutinarias

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

5.3 MODELO CONCEPTUAL DETALLADO DEL SITIO

La información recogida del estudio de caracterización permite refinar o detallar el Modelo Conceptual Inicial del Sitio que se presentó en el apartado 3.3. con el fin de ajustarlo a un planteo representativo de la problemática ambiental bajo estudio.

Cabe señalar que el Modelo Conceptual Inicial del Sitio se desarrolla en una etapa preliminar del estudio, por lo que puede incluir planteos generalistas o hipotéticos, que no se ajusten al problema en estudio.

En esta etapa, el disponer de un mayor y mejor conocimiento de las condiciones del sitio en estudio y su uso específico permite llevar a cabo este refinamiento del modelo conceptual.

A partir de lo descrito, analizado y explicado en los apartados 5.1. y 5.2. en base a la naturaleza química de los compuestos de preocupación y su alcance, las potenciales vías de exposición y los receptores vulnerables considerados como más representativos, se plantea el modelo conceptual detallado del sitio, como resume el siguiente cuadro:

Cuadro N°20.- Modelo Conceptual Detallado

Área Afectada	Matriz afectada	Contaminantes de preocupación	Escenario ²²	Vía de exposición	Receptor
A1	Suelos	Hidrocarburos totales del petróleo y metales	Escenario <i>ON SITE</i> - Instalaciones industriales Poza API	Inhalación vapores y partículas espacios abiertos.	Trabajador de vigilancia
A2	Suelos	Hidrocarburos totales del petróleo	Escenario <i>ON SITE</i> - Instalaciones industriales al norte de la Poza API	Inhalación vapores y partículas espacios abiertos.	Trabajador de vigilancia

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

No existen otros escenarios vulnerables en el entorno de la Planta Verdún.

5.4 CÁLCULO DE LA DOSIS DE EXPOSICIÓN EN SERES HUMANOS

5.4.1 Selección de factores de exposición

Los parámetros considerados para las exposiciones de cada receptor evaluado se basan en valores publicados en la *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente* (Ministerio del Ambiente, 2015), Perú.

- Peso corporal (kg): USEPA 1991 (adaptado a la realidad peruana)

²² Incluye instalaciones exteriores. Se excluye la valoración de espacios cerrados, como oficinas administrativas, caseta de control, almacenes, etc. situados a más de 50 m al sureste del límite del A1 definida.

- Esperanza de vida (años), INEI Perú 2012 (esperanza promedio hombres): 74,5 años.

Para ajustar al tipo de exposición descrito para cada escenario, en el presente estudio se adaptaron los factores de exposición contemplando los valores propuestos por la guía metodológica peruana, al igual que la de País Vasco (España) y otras fuentes bibliográficas como US EPA o valores propuestos por las herramientas de cálculo.

El siguiente cuadro resume los parámetros biológicos y fisiológicos tenidos en consideración para los receptores humanos incluidos en el presente estudio:

Cuadro N°21.- Parámetros Biológicos y Fisiológicos en Consideración para Receptores Humanos

Parámetro	A1 y A2	
	Trabajador de Vigilancia	Trabajador de obras no rutinarias
Peso corporal (kg)	65	65
Esperanza de vida (años)	74,5	74,5
Frecuencia de exposición (d/años)	230 ²³	230
Duración de la exposición (años)	24	1
Tasa de ingestión suelos (mg/d)	-	330

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Los factores de exposición contemplados siguen los lineamientos de la guía metodológica de aplicación en Perú para el desarrollo de este tipo de estudios. Estas pautas permiten valorar la exposición de los receptores considerados vulnerables desde un posicionamiento altamente conservador.

Cualquier otro tipo de exposición que pudiera presentarse en las zonas de estudio, reducidas en cuanto a frecuencia o duración, como por ejemplo la posibilidad de rotación de trabajadores en las diferentes zonas de la instalación, quedan amparadas en la valoración planteada.

En el caso particular del Estudio adicional para la gestión del riesgo asociado al trabajador de obras no rutinarias, se adaptan los valores presentados en la *Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud Humana en Suelos Potencialmente Contaminados*, publicada por la Junta de Andalucía, España para obras. Se considera una frecuencia de exposición 230 d/año, durante 1 año, con una tasa de ingestión de suelo de 330 mg/d. Se respeta el valor del peso de un trabajador de la construcción sugerido por la herramienta de cálculo.

5.4.2 Ecuaciones para el Cálculo de la Exposición

En los cuadros que se presentan a continuación, se resumen las ecuaciones tenidas en cuenta por la herramienta de cálculo para la valoración de las vías de exposición descritas arriba.

Cuadro N°22.- Ecuaciones por Vía de Exposición

Vías de exposición	Riesgo calculado	Ecuación
Inhalación de vapores procedentes del suelo en espacios abiertos	RBSLs inhalación (no cancerígenos)	$\frac{THQ \times RfC \times AT_n \times 365 \text{ días/año}}{EF \times ED \times VF_{\text{sunh}}}$

²³ Para el caso del receptor de Trabajador de vigilancia, se ajusta una exposición razonable de 2 h/d que pudiera pasar este trabajador realizando sus labores de vigilancia en los escenarios de la Poza API y su entorno (A1 y A2).

Vías de exposición	Riesgo calculado	Ecuación
	RBSLs inhalación (cancerígenos)	$\frac{TR \times AT_C \times 365 \text{ días/año}}{EF \times ED \times URF \times 1000 \mu\text{g/mg} \times VF_{samb}}$
Ingestión de suelo superficial	^{SS} RBSL _{ingest} (no cancerígenos)	$\frac{THQ \times RfD_o \times BW \times AT_n \times 365 \text{ días/año}}{EF \times ED \times IR_s \times RBAF \times 10^{-6} \text{ kg/mg}}$
	^{SS} RBSL _{ingest} (cancerígenos)	$\frac{TR \times BW \times AT_C \times 365 \text{ días/año}}{SF_o \times EF \times ED \times IR_s \times RBAF \times 10^{-6} \text{ kg/mg}}$
Contacto dérmico con suelo superficial	^{SS} RBSL _{dermal} (no cancerígenos)	$\frac{THQ \times RfD_o \times BW \times AT_n \times 365 \text{ días/año}}{EF \times ED \times RAF_d \times SA \times M \times 10^{-6} \text{ kg/mg}}$ $RAF_d = ABS_d / ABS_{GI}$
	^{SS} RBSL _{dermal} (cancerígenos)	$\frac{TR \times BW \times AT_C \times 365 \text{ días/año}}{SF_o \times EF \times ED \times RAF_d \times SA \times M \times 10^{-6} \text{ kg/mg}}$ $RAF_d = ABS_d / ABS_{GI}$
Inhalación partículas en espacios abiertos	^{SS} RBSL _{inhal} (no cancerígenos)	$\frac{THQ \times RfC \times AT_n}{EF \times ED \times (VF_{SS} + PEF)}$
	^{SS} RBSL _{inhal} (cancerígenos)	$\frac{TR \times AT_C \times 365 \text{ días/año}}{EF \times ED \times URF \times 1000 \mu\text{g/mg} \times (VF_{SS} + PEF)}$

Fuente: RBCA Tool Kit User's Manual, 2007.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

En el cuadro que sigue se detalla la definición de los parámetros utilizados en las anteriores ecuaciones.

Cuadro N°23.- Parámetros Considerados en las Ecuaciones por Vía de Exposición

Parámetro	Definición	Unidades
ABS _d	Factor de absorción dérmica	-
ABS _{GI}	Factor de absorción gastrointestinal	-
AT _c	Tiempo promedio para compuestos cancerígenos	años
AT _n	Tiempo promedio para compuestos no cancerígenos	años
BW	Peso del cuerpo	kg
ED	Duración de la exposición	años
EF	Frecuencia de la exposición	días/año
IR _s	Tasa de ingestión de suelo	kg/día
M	Factor de adherencia del suelo a la piel	(mg/cm ² /día)
PEF	Factor de emisión de partículas	(mg/m ³ -aire)/(mg/kg-suelo)
RAF _d	Factor de absorción relativa para el contacto dérmico del suelo	-
RBAF	Factor de biodisponibilidad relativa	-
RBSLs	Nivel de referencia para el suelo basado en el riesgo	mg/kg
RBSL _{ss}	Nivel de referencia para el suelo superficial basado en el riesgo	mg/kg
RfC	Concentración de referencia	mg/m ³
RfD _o	Dosis de referencia oral crónica	mg/kg/día

Parámetro	Definición	Unidades
ABS _d	Factor de absorción dérmica	-
SA	Superficie de la piel para el contacto dérmico del suelo	cm ²
SF _o	Factor de pendiente oral	(mg/kg/día) ⁻¹
THQ	Coeficiente de peligro objetivo	-
TR	Riesgo objetivo	-
URF	Factor de unidad de riesgo	(mg/m ³) ⁻¹
VF _{samb}	Factor de volatilización desde el suelo hasta el aire exterior	(mg/m ³ -aire)/(mg/kg-suelo)
VF _{ss}	Factor de volatilización del suelo superficial al aire ambiente	(mg/m ³ -aire)/(mg/kg-suelo)

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

CAPÍTULO 6. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO PARA SERES HUMANOS

6.1 CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO CANCERÍGENO

Para compuestos cancerígenos el riesgo se caracteriza por el parámetro Riesgo Cancerígeno (RC), que es el producto de la dosis de exposición (mg/kg día) por el factor cancerígeno (kg día/mg).

$$\text{Riesgo Cancerígeno (RC)} = \text{Dosis Exposición} \times \text{Factor cancerígeno}$$

El rango de aceptabilidad del riesgo cancerígeno está entre $1,0\text{E}-4$ (un cáncer adicional a lo largo de una vida en una población de 10000 personas) y $1,0\text{E}-6$.

En base a la Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) Ministerio del Ambiente de Perú, se considera como aceptable un riesgo extra de cáncer de por vida (RECV) con un valor de $1,0\text{E}-5$.

Nota: en los casos en que los niveles de riesgo obtenidos se situaran próximos a los umbrales de aceptabilidad establecidos, considerando como criterio la aplicación de un margen de seguridad de un orden de magnitud respecto a los mismos, se llevará a cabo expresamente un análisis de sensibilidad a partir de los parámetros que presentaran mayor grado de incertidumbre, para conocer los impactos en los resultados. Este estudio de sensibilidad podrá activarse también, cuando a criterio experto se justifique su desarrollo. El estudio podrá tener carácter cualitativo o cuantitativo.

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de riesgo cancerígeno para cada escenario y ruta de exposición evaluados:

Cuadro N°24.- Caracterización del Riesgo Cancerígeno

Área Afectada	Medio	Receptor y vías de exposición	Riesgo cancerígeno	¿Inferior al umbral de aceptabilidad $1,0\text{E}-5$?
A1	Suelos	Trabajador de vigilancia (inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos)	-	SÍ
A2	Suelos	Trabajador de vigilancia (inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos)	-	SÍ

Nota: (-) Riesgo no cuantificado. En el caso concreto para la vía de exposición por inhalación de vapores, las concentraciones de compuestos cancerígenos contempladas no estarían aportando peso al valor global del riesgo.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Los resultados de la valoración del riesgo cancerígeno indican:

Niveles de potencial riesgo cancerígeno admisibles para la salud humana para los escenarios y receptores planteados.

En el Cuadro N°25 se resumen los resultados de riesgo cancerígeno para los escenarios y vías de exposición evaluados en el estudio adicional:

Cuadro N°25.- Caracterización del Riesgo Cancerígeno (Estudio adicional. Gestión del riesgo)

Área Afectada	Medio	Receptor y vía de exposición	Riesgo cancerígeno	¿Inferior al umbral de aceptabilidad 1,0E-5?
A1	Suelos	Trabajador de obras no rutinarias. Inhalación de vapores y partículas	-	Sí
		Trabajador de obras no rutinarias. Contacto dérmico e ingestión suelo	1,1E-7	Sí
A2	Suelos	Trabajador de obras no rutinarias. Inhalación de vapores y partículas	-	Sí
		Trabajador de obras no rutinarias. Contacto dérmico e ingestión suelo	-	Sí

Notas: (-) Riesgo no cuantificado. En el caso concreto para la vía de exposición por inhalación de vapores y partículas, las concentraciones de compuestos cancerígenos contempladas no estarían aportando peso al valor global del riesgo

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Los resultados de la valoración del riesgo cancerígeno indican:

Niveles de potencial riesgo cancerígeno admisibles para la salud humana para los escenarios y receptores planteados en el marco del estudio adicional que podría servir de herramienta en la toma de decisiones ante la gestión del riesgo.

6.2 CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO NO CANCERÍGENO

La caracterización del riesgo es diferente para los dos grupos generales de compuestos:

Para compuestos no cancerígenos se calcula el Índice de Riesgo (IR), como el cociente entre la dosis total de exposición y la dosis total admisible.

$$\text{Índice de Riesgo (IR)} = (\text{Dosis Exposición}) / (\text{Dosis Referencia})$$

Si el Índice de Riesgo calculado es claramente menor que la unidad, se puede concluir que el riesgo potencial es aceptable, mientras que, si es claramente mayor, el riesgo potencial será inaceptable. En el caso que el índice fuera próximo a la unidad, y el nivel de incertidumbre fuera elevado, las conclusiones podrían no ser evidentes, y en este caso cabría la necesidad del desarrollo de valoraciones más detalladas.

Según la Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015), la excedencia de un valor de referencia no necesariamente significa un efecto adverso inminente para la salud humana dado que para la valoración suelen hacerse suposiciones conservadoras sobre la exposición. Si los resultados exceden levemente el valor de 1 (en el caso de compuestos no cancerígenos), generalmente no se requiere realizar una evaluación más detallada.

La guía cita a la referencia de la Autoridad de Protección Ambiental del Estado Oeste de Australia (EPA WA, 2005), que indica que un valor de índice de riesgo toxicológico inferior a 10 no causará ningún efecto adverso para la salud humana.

Siguiendo estos lineamientos, en el presente estudio se contempla que, si el índice de peligrosidad resulta superior a 10, el riesgo se considera muy elevado y se debe tomar acciones correctivas inmediatas para proteger a la población y a receptores ecológicos.

Nota: en los casos en que los niveles de riesgo obtenidos se situaran próximos a los umbrales de aceptabilidad establecidos, considerando como criterio la aplicación de un margen de seguridad de un orden de magnitud respecto a los mismos²⁴, se llevará a cabo expresamente un análisis de sensibilidad a partir de los parámetros que presentaran mayor grado de incertidumbre, para conocer los impactos en los resultados. Este estudio de sensibilidad podrá activarse también, cuando a criterio experto se justifique su desarrollo. El estudio podrá tener carácter cualitativo o cuantitativo.

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de riesgo no cancerígeno para cada escenario y ruta de exposición evaluados:

Cuadro N°26.-Caracterización del Riesgo toxicológico

Área Afectada	Medio	Vía de exposición	Índice de riesgo toxicológico	¿Inferior al umbral de aceptabilidad 1,0E+0?
A1	Suelos	Inhalación de vapores en espacios abiertos	1,5E-1	Sí
A2	Suelos	Inhalación de vapores en espacios abiertos	1,3E-1	Sí

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Los resultados de la valoración del riesgo no cancerígeno indican:

Niveles de potencial riesgo toxicológico admisibles para la salud humana para los escenarios y receptores planteados.

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de riesgo toxicológico para los escenarios y vías de exposición evaluados en el estudio adicional:

Cuadro N°27.- Caracterización del Riesgo No Cancerígeno (Estudio adicional. Gestión del riesgo)

Área Afectada	Medio	Receptor y vía de exposición	Índice de riesgo toxicológico	¿Inferior al umbral de aceptabilidad 1?
A1	Suelos	Trabajador de obras no rutinarias. Inhalación de vapores y partículas	6,3E-1	SÍ
		Trabajador de obras no rutinarias. Contacto dérmico e ingestión suelo	1,8E+0	NO
A2	Suelos	Trabajador de obras no rutinarias. Inhalación de vapores y partículas	5,8E-1	SÍ
		Trabajador de obras no rutinarias. Contacto dérmico e ingestión suelo	4,7E-1	SÍ

Los resultados de la valoración del riesgo toxicológico indican:

²⁴ Sólo sobre los escenarios del modelo conceptual central. No se aplica al estudio adicional (obras no rutinarias).

Niveles de potencial riesgo toxicológico admisible para las vías de inhalación de vapores y partículas para los escenarios y receptores planteados. Nivel de potencial riesgo toxicológico admisible para las vías directas (contacto e ingestión de suelo) para el escenario y receptor planteado en el A2. Nivel de potencial riesgo toxicológico inadmisibles para las vías directas (contacto e ingestión de suelo) para el escenario y receptor planteado en el área A1. Esta situación se presenta, principalmente por los niveles de TPH fracción F2 y F3 registrados en los suelos. En caso de llevarse a cabo obras no rutinarias, se recomienda tener en cuenta este hecho a la hora de elegir los elementos de protección personal de los trabajadores.

6.3 TOXICIDAD POR MEZCLAS QUÍMICAS

Se considera que cada sustancia contaminante participa en el riesgo global para cada receptor y vía valorada. De esta forma, se tiene en cuenta que todas las sustancias contaminantes contribuyen al riesgo total del emplazamiento, el cual se calcula como la suma de los cocientes de riesgo o riesgos cancerígenos de cada sustancia contaminante individual.

Se adopta el principio de aditividad del riesgo, esto es, que no se consideran interacciones entre los contaminantes que pudieran generar sinergias o antagonismos en sus efectos.

6.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

El objetivo de un análisis de sensibilidad es valorar el impacto en los resultados a partir de la modificación de los valores de los parámetros que hubieran presentado mayor incertidumbre. De esta forma, poder evaluar la susceptibilidad de los resultados del riesgo a dichas variaciones.

La necesidad de llevar a cabo este análisis se establece a partir del estudio de incertidumbre que se presenta en el Apartado 9.

CAPÍTULO 7. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO

La caracterización del riesgo ecológico se desarrolla de acuerdo con la metodología presentada en el Apartado 3.1.2 (Valoración del Riesgo Ecológico) dando respuesta al cuestionario preliminar del Cuadro N°28, en el cual se presenta el resumen de la valoración llevada a cabo en el presente ERSA y permite una primera valoración para la Poza API de la Planta Verdún. La valoración se ha desarrollado teniendo en consideración los criterios expuestos en el Apartado 4.2 (Evaluación de la Toxicidad para Ecosistemas).

Cuadro N°28.- Cuestionario Preliminar de Valoración del Riesgo al Ambiente

N°	Pregunta	SÍ	NO	Observaciones
1	¿El vertido o impacto, o un patrón de migración futura del mismo afecta un área de relevancia, por ejemplo, superior a 5 000 m ² (uso suelo industrial)?		X	Las áreas afectadas se encuentran dentro del Lote I, que es un área industrial, y no se considera una movilización futura dado que la afectación que reporta superación del ECA para suelo de uso industrial (A1) comprende un área de 766,4 m ² y se encuentra a más de 2 m de profundidad. Por ello, existiría poca posibilidad de movilización a nivel superficial por erosión y poca probabilidad de movilización al entorno por la no existencia de nivel freático hasta las profundidades estudiadas.
2	¿Existen en el área especies amenazadas o endémicas?		X	Las áreas afectadas casi no presentan cobertura vegetal, solo se encuentra escasa vegetación propia del lugar, con amplia distribución, y la presencia de cualquier especie de fauna sería temporal.
3	¿Existen hábitats sensibles o potencialmente afectados por el vertido?		X	En las áreas afectadas no existen hábitats sensibles potencialmente afectados. Además, la presencia de hidrocarburos se encuentra en profundidad (1 m a 10 m), superando el ECA para suelo de uso industrial a partir de 2 m de profundidad.
4	¿Puede definirse un uso recreativo en el área afectada?		X	Las áreas afectadas forman parte del Lote I, un área industrial; no se evidencia un uso recreativo en las áreas afectadas.
5	Si en el área afectada se encuentra suelo natural, ¿puede justificarse que alguna especie silvestre requiera ser la especie protegida frente al ser humano?		X	Las áreas afectadas presentan cobertura vegetal escasa, propia del lugar y con amplia distribución, y la presencia de cualquier especie de fauna sería temporal. Las áreas afectadas forman parte del Lote I, un área industrial; no se justifica que alguna especie silvestre requiera ser protegida frente al ser humano.
6	¿Existen especies de relevancia ecológica en la zona?		X	El área afectada que reporta superación del ECA para suelo de uso industrial (A1, poza API y entorno inmediato) no cuenta con cobertura vegetal y la presencia de cualquier especie de fauna sería temporal.
7	¿Presentan estas especies un potencial relevante de exposición?		X	Las áreas afectadas presentan cobertura vegetal escasa, propia del lugar y con amplia distribución, y la presencia de cualquier especie de fauna sería temporal. Además, la presencia de hidrocarburos se encuentra en profundidad (1 m a 10 m), superando el ECA para suelo de uso industrial a partir de 2 m de profundidad. Por ello, no se tiene un potencial relevante de exposición.
8	¿Son estas especies de relevancia social o económica?		X	No.

Cuadro N°28.- Cuestionario Preliminar de Valoración del Riesgo al Ambiente

N°	Pregunta	SÍ	NO	Observaciones
9	¿Pertenece el área afectada a alguna área natural protegida como PN, SN, SH, RN, RP, BP, RC, RVS o ZR?		X	La Poza API de la Planta Verdún no se encuentra en un área natural protegida.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

- Etapa I: a partir de una primera valoración sobre la situación en estudio, se presenta el Caso I, debido a que todas las respuestas resultaron negativas, por lo que no existen evidencias que justifiquen avanzar a una Etapa II, más detallada de evaluación de riesgo al ambiente.

La situación de riesgo ecológico no se considera relevante para las áreas evaluadas en la Poza API de la Planta Verdún y su entorno próximo. No hay indicios que promuevan la necesidad de avanzar a una etapa de mayor detalle en la evaluación de riesgo.

El área evaluada referente a la Poza API de la Planta Verdún, actualmente inoperativa, corresponde a un área industrial que se encuentra dentro del Lote I, en la cual no se considera una potencial movilización futura de la afectación. Por otro lado, no existen áreas naturales protegidas que se ubiquen próximas.

De acuerdo con lo señalado y a partir de la valoración realizada, los resultados de la caracterización del riesgo al ambiente para la Poza API de la Planta Verdún indican que no se justifica avanzar a una etapa detallada en la evaluación de riesgo ecológico.

CAPÍTULO 8. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO PARA RECURSOS NATURALES ABIÓTICOS

A continuación, se incluye una estimación de los riesgos actuales y/o futuros que se producen de la presencia de sustancias contaminantes identificadas en el sitio para los recursos naturales no biológicos, como el suelo, aguas subterráneas o superficiales, entendiéndolos como bienes que requieren una protección contra la contaminación, independientemente de su función como ruta de exposición para seres humanos, fauna y flora.

8.1 RIESGOS PARA EL SUELO COMO RECURSO NATURAL

Dado que los recursos naturales no biológicos se entienden también como bienes que requieren protección contra la contaminación, independientemente de su función como ruta de exposición, en el presente Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente se estimó cualitativamente la probabilidad del impacto del suelo y de las aguas como recurso natural.

Esta valoración aplica tanto a los límites de la propiedad de la Planta Verdún específicamente a la Poza API como a su entorno próximo.

Para tal fin se estableció una valoración de ALTO, MODERADO y BAJO relacionados con la probabilidad de ocurrencia e importancia de cada potencial proceso de contaminación.

Valoración del Riesgo al Suelo

En el siguiente Cuadro se presenta un resumen sobre el potencial impacto al suelo como recurso abiótico a partir de la afectación registrada en la Poza API de la Planta Verdún.

Cuadro N° 29.- Potenciales riesgos al Suelo como Recurso Natural

Posibles Procesos	Valoración del riesgo	Observaciones
Transporte eólico a través de polvos o vapores	BAJO	La velocidad del viento predominante es de media a baja con dirección sur, por lo que se considera que el efecto del viento puede producir un posible proceso de transporte eólico a través de polvos de magnitud débil. Sin embargo, la afectación en los suelos se encuentra por debajo de la superficie (desde 1 m de profundidad hasta los 10 m de profundidad), por lo que el efecto del viento no se considera relevante.
Escorrentía	BAJO	Las precipitaciones en la zona son escasas, por lo cual las escorrentías no son eventos significativos a la hora de valorar un riesgo por esta vía. Únicamente se considera un potencial arrastre de partículas mediante escorrentía en épocas húmedas extraordinarias, como durante la ocurrencia de eventos El Niño, donde las quebradas reciben la escorrentía generada por precipitaciones intensas y persistentes. Sin embargo, la afectación se encuentra en profundidad, por lo que el efecto del viento no se considera relevante.
Lixiviación	BAJO	Las precipitaciones en la zona son escasas y, por ende, la lixiviación es un fenómeno menor. Únicamente se considera este posible proceso de transporte en épocas húmedas extraordinarias, como durante la ocurrencia de eventos El Niño, donde se dan precipitaciones intensas y persistentes. Dado que la afectación se encuentra en profundidad, por lo que el efecto del viento no se considera relevante.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

Del estudio cualitativo del riesgo para los recursos naturales abióticos (suelos) se concluye que el mismo es BAJO, por ende, el potencial impacto de estos procedente de la alteración residual del subsuelo de la Poza API de la Planta Verdún se considera poco significativo.

8.2 RIESGOS PARA CUERPOS DE AGUAS

Los cuerpos de aguas (superficiales y subterráneas) representan recursos naturales valiosos que requieren una alta protección, incluyendo el impedimento de alteraciones de su calidad por contaminantes. Pese a que no se describen cuerpos de agua próximos al sitio bajo estudio, se lleva a cabo una valoración cualitativa e hipotética. Se estimó el potencial riesgo en caso los cuerpos de agua pudieran ser afectados posteriormente por la contaminación encontrada en la Poza API de la Planta Verdún.

Para tal fin se estableció una valoración de ALTO, MODERADO y BAJO relacionados con la probabilidad de ocurrencia e importancia de cada potencial proceso de contaminación.

Valoración del Riesgo a la Calidad del Agua Superficial

En el siguiente Cuadro se presenta la valoración de riesgos a la calidad del agua superficial a partir de la afectación registrada en la Poza API de la Planta Verdún.

Cuadro N°30.- Potencial Riesgo a la Calidad del Agua Superficial

Posibles Procesos	Valoración del Riesgo	Observaciones
Escurrentía	BAJO	Las precipitaciones en la zona son escasas, por lo cual las escurrentías no son eventos significativos a la hora de valorar un riesgo por esta vía. Únicamente se considera un potencial arrastre de partículas mediante escurrentía en épocas húmedas extraordinarias, como durante la ocurrencia de eventos El Niño, donde las quebradas reciben la escurrentía generada por precipitaciones intensas y persistentes. Además, la afectación se encuentra en profundidad y no existen cuerpos de agua superficial en el área de la Planta Verdún, por lo que se considera que no existe un riesgo relevante a la calidad del agua superficial.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

Del estudio cualitativo del riesgo para los recursos naturales abióticos (agua superficial) se concluye que el mismo es BAJO. Cabe señalar que no existen cuerpos de agua superficial en las inmediaciones de la Planta Verdún, como se detalla en el 2.1.2 (Descripción e Información del Sitio); únicamente existen quebradas secas aproximadamente a 900 m hacia el oeste y a 1 100 m hacia el este.

Valoración del Riesgo a la Calidad del Agua Subterránea

En el siguiente Cuadro se presentan los posibles procesos y la valoración de riesgos a la calidad del agua subterránea a partir de la afectación registrada en la Poza API.

Cuadro N°31.- Potenciales Riesgos a la Calidad del Agua Subterránea

Posibles Procesos	Valoración del Riesgo	Observaciones
Filtración de lixiviados (percolación).	BAJO	Las precipitaciones en la zona son escasas y, por ende, la lixiviación es un fenómeno menor. Únicamente se considera este posible proceso de transporte en épocas húmedas extraordinarias, como durante la ocurrencia de eventos El Niño, donde se dan precipitaciones intensas y persistentes. Además, según los estudios realizados, no se evidencia presencia de agua subterránea hasta la profundidad de investigación (10 m); el agua subterránea se encontraría a profundidades superiores a los 50 m* en el área de la planta Verdún.
Movilidad de los contaminantes.	BAJO	

Nota: * Mapa hidrogeológico del EIA proyecto de perforación de 3022 pozos de desarrollo y prospección sísmica 2D de 59 km en el Lote VII/VI. Sapet, 2011

Elaboración: LITOCLEAN, 2022.

Del estudio cualitativo del riesgo para los recursos naturales abióticos (agua subterránea) se concluye que el mismo es BAJO. Cabe señalar que no se evidencia presencia de agua subterránea hasta los 10 m de profundidad, por lo que se considera que no existe un riesgo relevante a la calidad del agua subterránea por filtración de lixiviados.

8.3 RIESGOS PARA LA ATMÓSFERA

En el caso de la Poza API, se considera que no existe un potencial riesgo de emisión de partículas o vapores a la atmósfera en las áreas afectadas. Por esta razón, no se valora el riesgo a la atmósfera procedente de la afección de la Poza API de la Planta Verdún bajo estudio.



CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRES

Para el desarrollo del análisis de incertidumbre se realiza una evaluación de los factores que se consideran más significativos, o que contribuyen en mayor medida a la incertidumbre del resultado.

9.1 FACTORES EVALUADOS

Las principales fuentes de incertidumbre consideradas son las que se presentan a continuación:

9.1.1 Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual

- Contaminantes que no se hayan incluido en la cuantificación: razones y consecuencias de la exclusión.
- Fiabilidad de la información utilizada sobre usos actuales y futuros del suelo.
- Fiabilidad de la materialización de escenarios futuros estudiados.

9.1.2 Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio

- Fiabilidad de los resultados analíticos y su representatividad en la problemática del emplazamiento.

9.1.3 Incertidumbres Sobre los Efectos de los Contaminantes

- Fiabilidad de las fuentes de información toxicológica utilizadas, biodisponibilidad de los compuestos, etc.

9.1.4 Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición

- Representatividad de los valores que adoptan las concentraciones de exposición.
- Representatividad de los valores considerados en la descripción de los receptores vulnerables (características biométricas y patrones de comportamiento de receptores valorados).

Se realiza un análisis sobre la calidad de la información asociada a los parámetros claves en la ejecución del modelo conceptual y posterior ejecución de la valoración de riesgos, que se presenta en el siguiente cuadro.

A partir de este análisis se asigna un grado de incertidumbre, que estará relacionado con la robustez²⁵ que se considere que se disponga de estas variables.

En base a esta valoración se puede decidir sobre la necesidad de llevar a cabo un estudio de sensibilidad en la etapa de toma de decisiones.

²⁵ Ejemplo: datos propios del emplazamiento, información adquirida en trabajos de campo, o suministrada por el cliente, prestigio de la fuente bibliográfica consultada, o adecuación a la condición del emplazamiento bajo estudio, etc.

Cuadro N°32.- Evaluación de los Factores de Incertidumbre

Factor	Descripción	Observaciones	Parámetros		Valoración
			Inhalación	Concentración de referencia para la inhalación	
Toxicidad de contaminantes	Conocimientos científicos y técnicos sobre la toxicidad y peligrosidad de compuestos nocivos	La afectación observada en el emplazamiento en estudio corresponde principalmente la presencia de hidrocarburos totales del petróleo y metales cuya caracterización, toxicidad y peligrosidad están adecuadamente descritas	Ingestión*	Dosis de referencia para la ingestión suelo	BAJO
	Descripción de la geología y/o hidrogeología del emplazamiento en estudio	Se dispone de una adecuada caracterización del subsuelo. No se dispone de ensayos granulométricos ni determinación de contenido de materia orgánica	Contacto dérmico*	Dosis de referencia para el contacto	BAJO
	Descripción detallada de escenarios (edificios, estructuras, etc.)	NA	Registros litológicos. Ensayos granulométricos. Determinación de contenido de materia orgánica.		MODERADO/BAJO
	Usos actuales y futuros del suelo objeto de evaluación	Se conoce el uso actual y su entorno próximo. Se desconoce el uso futuro del emplazamiento, la planta está en proceso de desmantelamiento	NA		NA
Marco físico	Receptores sensibles	Se consideran como receptores a los trabajadores de vigilancia de las instalaciones de la Planta Verdún y trabajadores de obras no rutinarias*	Usos del suelo futuro		BAJO
	Vías de exposición según receptores, medio afectado y transporte/dispersión	A partir de la descripción de la afectación, se tienen en cuenta las posibles vías de exposición por parte de los receptores: inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos. Contacto e ingestión de suelo*	Receptor sensible		BAJO
	Exposición acorde a los receptores y vías consideradas	Se ha contemplado a los receptores en base a datos publicados en la guía metodológica de aplicación en Perú y exposición adaptada a las labores del receptor. Para el caso de obras, se consulta la referencia publicada por la Junta de Andalucía (España)	Reglas de exposición		BAJO
	Factores de exposición	Se dispone de resultados analíticos de un número adecuado de puntos de muestreo	Factores de exposición de receptores		MODERADO/BAJO
Representatividad	Valores locales como representativos del emplazamiento	Los parámetros químicos analizados son suficientes para caracterizar la afectación estimada del subsuelo del emplazamiento	Nº muestras analizadas y distribución		BAJO
			La tipología de análisis químico realizado se considera adecuada		BAJO

NA: no aplica.

ALTO: 10, MODERADO: 5, MODERADO/BAJO: 3, BAJO: 1

*Incluidos en el estudio adicional para la gestión del riesgo

Elaboración: LITOCLEAN, 2022



9.2 TOMA DE DECISIONES

Para cada factor indicado en el apartado anterior se considera una valoración cualitativa (ALTO, MEDIO, BAJO) respecto al grado de incertidumbre asociado con el mismo.

La determinación de esta clasificación se basa en el conocimiento que se posee del parámetro en cuestión, teniendo en cuenta una ponderación equitativa para cada uno de ellos, y a partir de la ponderación de los factores de incertidumbre presentados, el resultado que se obtiene se compara con las acciones establecidas en el siguiente cuadro:

Cuadro N°33.- Acciones Según el Grado de Incertidumbre

Valoración del grado de incertidumbre	Acciones
ALTO	Para la toma de decisiones es altamente recomendable un estudio que permita una caracterización exhaustiva de los parámetros cuyo desconocimiento aporta mayor incertidumbre a la descripción del sitio valorado.
MODERADO-ALTO	
MODERADO	En el caso que los niveles de riesgo fueran próximos a los límites de aceptabilidad (mismo orden de magnitud), se recomienda un estudio que permita una caracterización exhaustiva de los parámetros cuyo desconocimiento aporte mayor incertidumbre a la descripción del sitio valorado. Si los niveles son inferiores o superiores a los límites de aceptabilidad, el resultado puede considerarse válido.
BAJO-MODERADO	Los resultados del análisis de riesgos pueden considerarse válidos.
BAJO	

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

9.3 RESULTADOS EVALUACIÓN

En base al análisis desarrollado, el grado de incertidumbre de los resultados del análisis de riesgos es BAJO/MODERADO, por lo que las conclusiones pueden considerarse válidas, y no se justifica una profundización en la caracterización de los factores más relevantes e influyentes en la valoración del riesgo.

No obstante, aplicando el criterio del margen de seguridad²⁶ de un orden de magnitud respecto a los umbrales de aceptabilidad definidos, se presentan los casos en que los resultados de riesgo justifican la activación de un estudio de sensibilidad. Estos son:

- Caso 1: A1. Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales Poza API (inhalación de vapores en espacios abiertos). Índice de riesgo toxicológico.
- Caso 2: A2. Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales al norte de la Poza API (inhalación de vapores en espacios abiertos). Índice de riesgo toxicológico.

Este estudio de sensibilidad tiene por objetivo valorar si se estuvieran aplicando criterios que pudieran subestimar los niveles de riesgo obtenidos. Es por ello que, para cada uno de esos casos, se seleccionan unos parámetros particulares del escenario (aquellos que tuvieran un nivel de incertidumbre baja-moderado) y se analiza el impacto de considerar una condición más restrictiva.

Para los casos de las Áreas Afectadas A1 y A2 se decide valorar el impacto de los factores de exposición considerados para los receptores sensibles (trabajadores de vigilancia). En el caso del factor de la descripción granulométrica y de contenido de materia orgánica, no se

²⁶ Sólo aplicable a los escenarios del modelo conceptual principal. No se incluyen los casos valorados para la gestión del riesgo (obras no rutinarias).

incluye ningún análisis adicional puesto que el planteamiento inicial ya se posiciona en la opción más conservadora.

En el siguiente cuadro se resume el estudio realizado. Los resultados completos se presentan en el Anexo II.

Cuadro N°34.- Estudio de Sensibilidad

Caso	Factores de exposición		Nivel de riesgo toxicológico	
	Valor original	Variación	Valor original	Variación
A1. Escenario ON SITE - Instalaciones industriales Poza API (inhalación de vapores en espacios abiertos)	2 h/d	4 h/d*	1,5E-01	2,9E-01
A2. Escenario ON SITE - Instalaciones industriales al norte de la Poza API (inhalación de vapores en espacios abiertos)	2 h/d	4 h/d*	1,3E-01	2,7E-01

Nota: *Frecuencia de exposición del doble de la considerada inicialmente.
 Elaboración: LITOCLEAN, 2022

El estudio permite corroborar que los niveles de riesgo para los casos valorados se mantienen en los mismos órdenes y no cambian las conclusiones alcanzadas para las áreas A1 y A2.

CAPÍTULO 10. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de riesgo para cada escenario y receptor evaluado:

Cuadro N°35.- Resumen del Riesgo

Escenario	Riesgo Salud Humana		Riesgo al Ambiente
	Riesgo cancerígeno	Índice de riesgo toxicológico	Etapas I
A1 Instalaciones industriales Poza API	✓	✓	-
A2 Instalaciones industriales al norte de la Poza API	NA	✓	-
Entorno próximo	-	-	✓

Notas: ✓ Niveles de riesgo inferiores a los umbrales de aceptabilidad (humanos). No se requiere avanzar a una etapa detallada en la valoración (ambiente).

NA: no hay compuestos con propiedades carcinogénicas para las vías de exposición valoradas.

Elaboración: LITOCLEAN, 2022

Los resultados de la valoración del riesgo indican:

Niveles de potencial riesgo cancerígeno o toxicológico admisibles para la salud humana en ambas áreas afectadas.

La situación de riesgo ecológico (ambiente) no se considera relevante lo que puede ser entendido como un nivel de riesgo admisible.

No obstante, el estudio adicional que podría servir de herramienta ante la toma de decisiones en la gestión del riesgo ante eventuales obras indica que, para las condiciones evaluadas de obras no rutinarias, el umbral de riesgo toxicológico se superaría, principalmente por los niveles de hidrocarburos asociables a la fracción F2 y F3 (fracción aromática). Por dicha razón sería necesario considerarlo en caso de tener que realizar alguna obra con movimientos de tierras, para incluir las medidas necesarias en el plan de higiene y seguridad asociado a la obra.

El detalle de los resultados obtenidos para la valoración del riesgo a la salud humana se presenta en el Anexo II.

CAPÍTULO 11. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE REMEDIACIÓN ESPECÍFICOS

Si los índices de riesgo superaran los umbrales de aceptabilidad para la salud humana, se calcularán las concentraciones que garantizarían una situación de riesgo admisible para la salud humana de los receptores asociados a los escenarios bajo estudio, denominados NRE (niveles de remediación específicos) o SSTL (del inglés *Site Specific Target Levels*).

La determinación de las concentraciones admisibles en el subsuelo se realiza mediante un proceso iterativo o “cálculo atrás” en el cual se reduce o aumenta la concentración de cada sustancia contaminante para alcanzar los niveles de riesgo objetivo seleccionados.

Para el caso de la valoración del riesgo a los ambientes, no se definen umbrales de aceptabilidad y por lo tanto no se calculan niveles de remediación. La obtención de un nivel de riesgo integrado que suponga una situación de relevancia no necesariamente implicaría la obligación de la adopción de medidas de remediación, sino que podría indicar la necesidad del desarrollo de un estudio más exhaustivo o la toma de medidas relativas acorde al tipo de uso del suelo establecido.

11.1 NIVELES DE REMEDIACIÓN ESPECÍFICOS PARA EL ESCENARIO HUMANO

Las concentraciones de compuestos de preocupación detectadas en los suelos para las áreas de interés definidas, no suponen una situación de riesgo potencial toxicológico o cancerígeno inadmisibles para la salud humana para el escenario y receptor evaluado. Por esta razón, no sería necesaria la adopción de acciones correctivas tendientes a la reducción de estas o a la mitigación del riesgo a través de otras medidas. En consecuencia, no sería necesario calcular niveles de remediación específicos como objetivos de remediación.

11.2 NIVELES DE REMEDIACIÓN PARA EL ESCENARIO ECOLÓGICO

Como se ha descrito anteriormente, para el caso de la valoración del riesgo a los ambientes, no se definen umbrales de aceptabilidad y por lo tanto no se calculan niveles de remediación.

11.3 NIVELES DE REMEDIACIÓN PARA PROTEGER RECURSOS NATURALES ABIÓTICOS

En el presente estudio, no se consideran los recursos naturales abióticos como impactados, por lo que no aplica proceder a la determinación de niveles de remediación para los mismos.

CAPÍTULO 12. CONCLUSIONES

12.1 CONCLUSIONES

En el marco legal aplicable en Perú, siguiendo los principales criterios establecidos en la Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados- Ministerio del Ambiente- Perú, 2015, y mediante la aplicación de la metodología de la evaluación de las acciones correctivas basadas en el riesgo (del inglés *RBCA Risk Based Corrective Actions*) desarrollada por la *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, se ha llevado a cabo la presente valoración del riesgo a la salud y el ambiente en la Planta Verdún, específicamente en la Poza API y su entorno.

Para la valoración del riesgo al ambiente, además, se desarrolla una metodología de evaluación del riesgo al ambiente (MERE) que adapta los lineamientos recomendados en el documento *Ecological Risk Assessment of Contaminated Land. Decision support for site specific*, publicado por RIVM (*Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu*-Instituto Nacional de Países Bajos para la Salud Pública y el Medio Ambiente), en marzo 2006 con el número de informe 711701047. Este último documento surge a partir del proyecto *Development of a decision support system for sustainable management of contaminated land by linking bioavailability, ecological risk and ground water pollution of organic pollutants*, conocido como *LIBERATION*.

A continuación, se exponen los datos más significativos y concluyentes de la valoración desarrollada:

12.1.1 Valoración del Riesgo a la Salud Humana

- El enfoque de este ERSA es altamente conservador ya que estima una afectación máxima y homogénea de la matriz estudiada según los puntos más alterados durante las diferentes fases de identificación y caracterización en las áreas afectadas consideradas:
 - A1: Poza API.
 - A2: Entorno al norte de la Poza API.
- Se calculan los niveles de potencial riesgo toxicológico y cancerígeno para la salud humana, estos resultan admisibles para los escenarios mencionados, vías de exposición y receptor considerados como vulnerable: esto incluye el estudio de la inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos para trabajadores de vigilancia.
- No se requiere el cálculo de niveles de remediación específicos como objetivos de remediación ni llevar adelante acciones correctivas tendientes a la mitigación u otro tipo de medidas en la Poza API de la Planta Verdún.

12.1.2 Valoración del Riesgo Ecológico

Del cuestionario preliminar de riesgo ecológico (Etapa I), se concluye que el mismo es poco relevante y no se necesita avanzar a una etapa de estudio detallado (Etapa II).

12.1.3 Valoración del Riesgo a los Recursos Naturales Abióticos

De acuerdo con la evaluación del riesgo cualitativa a los recursos naturales abióticos llevada a cabo de forma hipotética se llega a las siguientes conclusiones:

- Del estudio cualitativo del riesgo potencial para el recurso suelo se valora como BAJO debido a la afectación en esta matriz ambiental.

- Del estudio cualitativo del riesgo para el agua superficial y subterránea se concluye que el mismo es BAJO.



ANEXOS

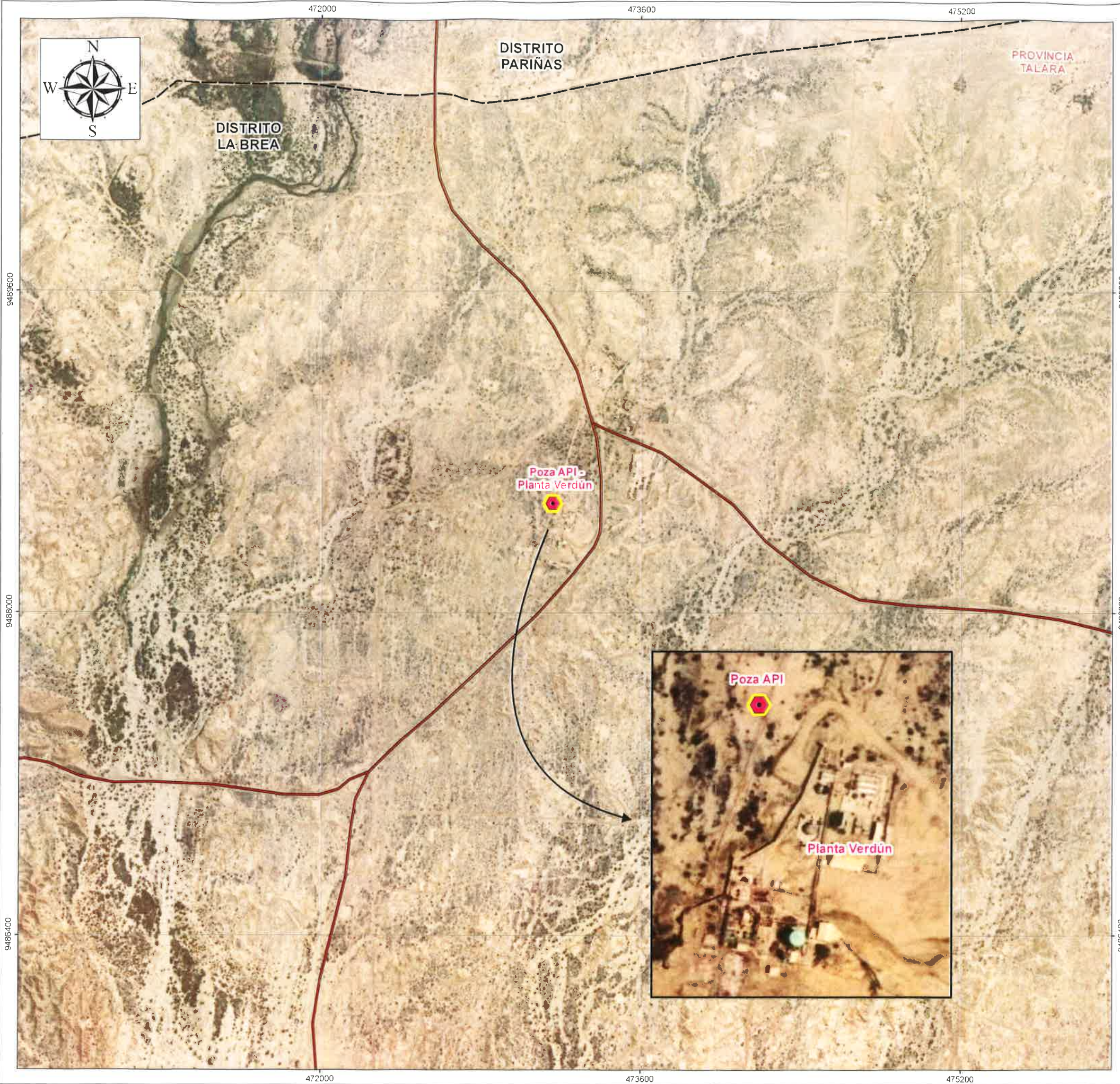


ANEXO I
MAPAS Y PLANOS

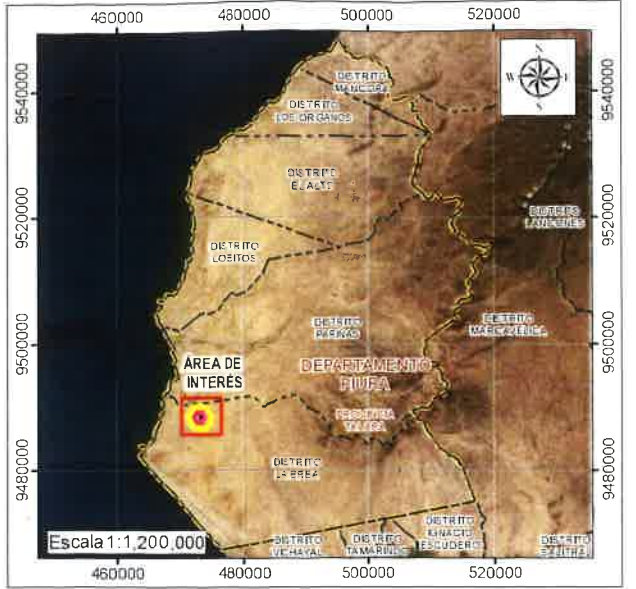


MAPA N° 1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO





UBICACIÓN DEL SECTOR



Ubicación del Área de la Poza API

Instalación de Referencia	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona 17 Sur	
	Este	Norte
Planta Verdún - Poza API	473 157	9 488 547

LEYENDA

Instalación	Limites Político - Administrativos
Poza API	Limite Internacional
Red Vial vecinal	Limite Departamental
	Limite Provincial
	Limite Distrital

FIRMA

NOEL ORTIZ CADILLO
CBP: 7756
PROFESIÓN: BIÓLOGO

Leslie Christy Leiva Díaz
INGENIERA QUÍMICA
Reg. Colegio Ingenieros N° 79308

ESCALA NUMÉRICA: 1:20,000

ESCALA GRÁFICA



Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).
Datum WGS 84. Zona UTM 17 Sur.



SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE
RIESGOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE
PARA LA PLANTA VERDÚN
POZA API

Mapa N°1

Ubicación y Vías de Acceso



Referencia N° 62172	Realizado por: L. Moreno
Fecha: Agosto 2022	Aprobado por: L. Leiva
Rev: 0	Formato: A



PLANO N° 1
INSTALACIONES DE LA PLANTA VERDÚN





UBICACIÓN DEL SECTOR





Ubicación del Área de la Poza API

Instalación de Referencia	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona 17 Sur	
	Este	Norte
Planta Verdún - Poza API	473 157	9 486 547

LEYENDA

Instalación	Limites Político - Administrativos
Poza API	Limite Internacional
Planta Verdún	Limite Departamental
Red Vial vecinal	Limite Provincial
	Limite Distrital

FIRMA



NOÉ ORTIZ CADILLO **Leslie Christy Leiva Díaz**
CBP: 7756 **INGENIERA QUÍMICA**
PROFESION: BIOLOGO **Reg. Colegio Ingenieros N° 79608**

ESCALA NUMÉRICA: 1:2,000

ESCALA GRÁFICA



Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).
Datum WGS 84. Zona UTM 17 Sur.



SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE
RIESGOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE
PARA LA PLANTA VERDÚN
POZA API

Plano N° 1

Instalaciones de la Planta Verdún

Referencia N°
62172Realizado por:
L. MorenoFecha:
Agosto 2022Aprobado por:
L. Leiva

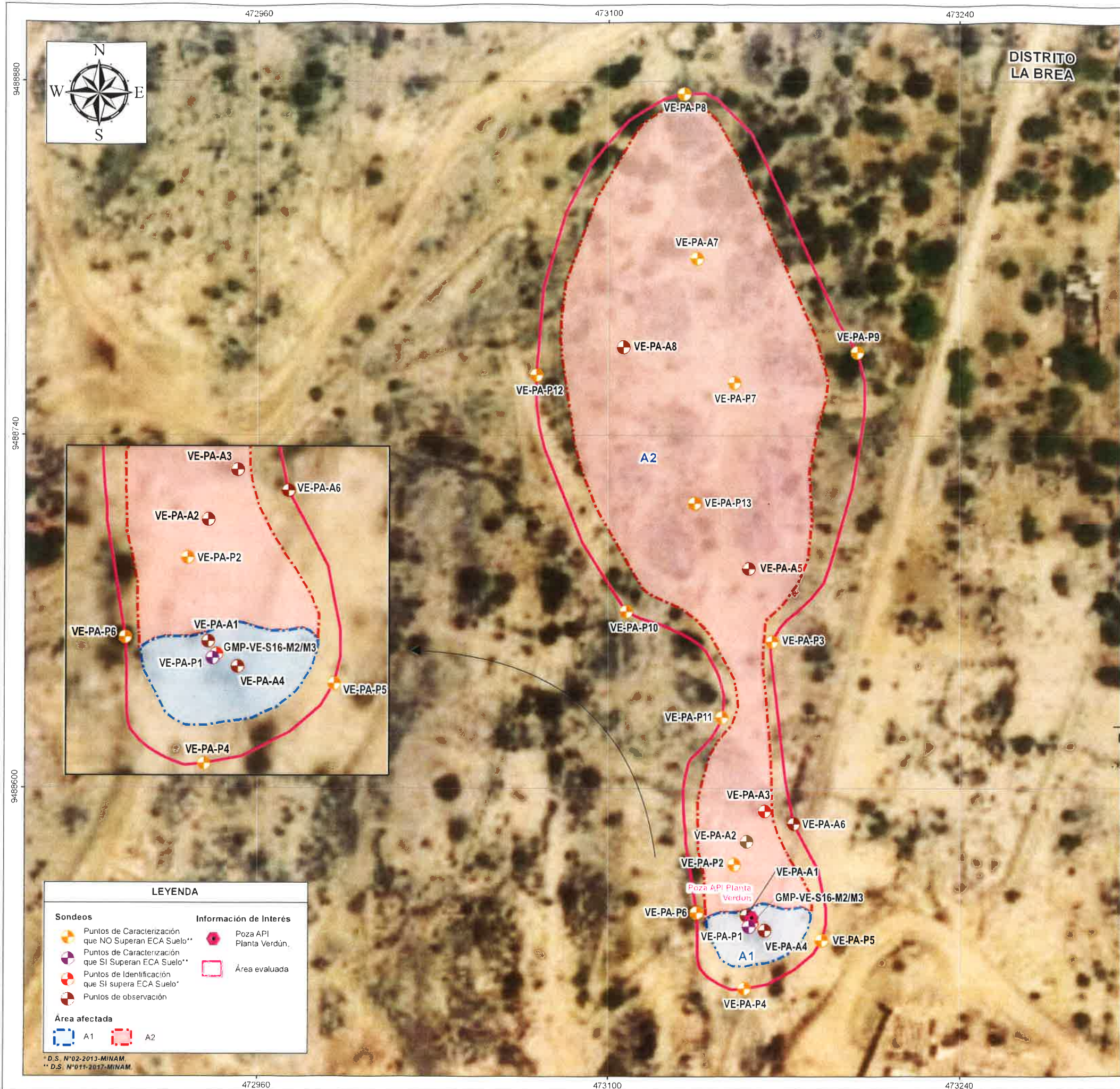
Rev: 0

Formato:



PLANO N° 2
PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS QUE SUPERAN
EL ECA SUELO Y ÁREA AFECTADA





Sondeos de Identificación

Sondeos	Coodenadas UTM WGS 84 Zonas 17S	
	Este	Norte
GMP-VE-S16-M2	473 157	9 488 547
GMP-VE-S16-M3	473 157	9 488 547

Fuente: ACON, 2015

Sondeos de Caracterización

Sondeos	Coodenadas UTM WGS 84 Zonas 17S	
	Este	Norte
VE-PA-A1	473 155	9 488 550
VE-PA-A2	473 154	9 488 579
VE-PA-A3	473 162	9 488 591
VE-PA-A4	473 162	9 488 544
VE-PA-A5	473 156	9 488 687
VE-PA-A6	473 174	9 488 586
VE-PA-A7	473 135	9 488 810
VE-PA-A8	473 106	9 488 775
VE-PA-P1	473 156	9 488 546
VE-PA-P2	473 150	9 488 570
VE-PA-P3	473 165	9 488 658
VE-PA-P4	473 154	9 488 521
VE-PA-P5	473 185	9 488 540
VE-PA-P6	473 135	9 488 551
VE-PA-P7	473 150	9 488 761
VE-PA-P8	473 130	9 488 875
VE-PA-P9	473 199	9 488 773
VE-PA-P10	473 107	9 488 670
VE-PA-P11	473 145	9 488 628
VE-PA-P12	473 071	9 488 764
VE-PA-P13	473 134	9 488 713

Fuente: TEMA LITOCLEAN S.A.C. Noviembre 2022
Error de GPS de ± 7 metros

Superficie - Área Afectada

Instalación	
PA Planta Verdún	
Área	
Afectada A2 (m ²)	18 704,2
Área	
Afectada A1 (m ²)	766,4
Superficie Total (m ²)	19 470,6

FIRMA

NOE ORTIZ CADILLO
CBP: 7756
PROFESION: BIOLOGO

Leslie Christy Leiva Díaz
INGENIERA QUÍMICA
Reg. Colegio Ingenieros N° 79808

ESCALA NUMÉRICA: 1:1.600

ESCALA GRÁFICA



Sistema de Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).
Datum WGS 84, Zona UTM 17 Sur.



SERVICIO DE ELABORACIÓN DEL
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE
RIESGOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE
PARA LA PLANTA VERDÚN
POZA API

Plano N° 2

Puntos de Muestreo de Suelo y Área Afectada



Referencia N° 62172	Realizado por: L. Moreno
Fecha: Agosto 2022	Aprobado por: L. Leiva
Rev: 0	Formato:



ANEXO II

**RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA
SALUD Y EL AMBIENTE – SALUD HUMANA (RBCA
TOOL KIT FOR CHEMICAL RELEASES)**



ANEXO II

**Resultados de la Evaluación de Riesgos a la Salud y el
Ambiente - Salud Humana**



Compuestos de preocupación



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COGS

Physical Property Data

Constituent	CAS Number	Type	Molecular Weight (g/mole)	Aqueous Solubility (@ 20 - 25 C) (mg/L)	Soil Saturation Limit Calculated (mg/kg)	Vapor Pressure (@ 20 - 25 C) (mm Hg)	Henry's Constant (@ 20 - 25 C) (unitless)	log (Koc) or log (Kd) (@ 20 - 25 C)
TPH - Aliph > C08-C09	T-al0608	OT	100	TPH	4.29E+01	2.66E-02	TPH	2.90E+00
TPH - Aliph > C08-C10	T-al0810	OT	130	TPH	3.38E+01	4.79E+00	TPH	4.50E+00
TPH - Aliph > C10-C12	T-al1012	OT	160	TPH	1.79E+01	4.79E-01	TPH	5.40E+00
TPH - Aliph > C12-C16	T-al1216	OT	200	TPH	7.69E+00	3.65E-02	TPH	6.70E+00
TPH - Aliph > C16-C21	T-al1621	OT	270	TPH	3.16E+00	8.36E-04	TPH	8.80E+00
TPH - Aliph > C21-C34	T-al2134	OT	400	TPH	3.16E+00	3.34E-07	TPH	8.80E+00
TPH - Arom > C07-C08	T-ar0708	OT	92	TPH	3.14E+02	2.89E+01	TPH	2.40E+00
TPH - Arom > C08-C10	T-ar0810	OT	120	TPH	2.15E+02	4.79E+00	TPH	3.20E+00
TPH - Arom > C10-C12	T-ar1012	OT	130	TPH	1.27E+02	4.79E-01	TPH	3.40E+00
TPH - Arom > C12-C16	T-ar1216	OT	150	TPH	5.85E+01	3.65E-02	TPH	3.70E+00
TPH - Arom > C16-C21	T-ar1621	OT	190	TPH	2.06E+01	8.36E-04	TPH	4.20E+00
TPH - Arom > C21-C35	T-ar2134	OT	240	TPH	1.66E+00	3.34E-07	TPH	5.10E+00
Arsenic	7440-38-2	M	74.9216	TX11	1.00E+06	0.00E+00	TX11	1.00E+00
Barium	7440-39-3	M	137.33	TX11	1.00E+06	0.00E+00	TX11	1.00E+00
Cadmium	7440-43-9	M	112.41	TX11	1.00E+06	0.00E+00	TX11	1.00E+00
Mercury	7439-97-6	M	200.59	TX11	1.00E+06	1.30E-03	TX11	1.00E+00
Lead (inorganic)	7439-92-1	M	207.2	TX11	1.00E+06	0.00E+00	TX11	1.00E+00

Site Name: UNNA-A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDUN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-Jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs

Physical Property Data										
Constituent	pH specific Kd for non-organics				log(Kow) (@ 20 - 25 C) log(L/Kg)	Diffusion Coefficients				
	Surface Soil Column		Water Bearing Unit			Air (cm ² /s)	Water (cm ² /s)			
	Slope	y-intercept	logKd_pH (L/kg)	Slope				y-intercept	logKd_pH (L/kg)	
TPH - Aliph > C06-C08	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Aliph > C08-C10	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Aliph > C10-C12	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Aliph > C12-C16	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Aliph > C16-C21	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Aliph > C21-C34	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C07-C08	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C08-C10	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C10-C12	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C12-C16	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C16-C21	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
TPH - Arom > C21-C35	-	-	-	-	-	-	1.00E-01	TPH	1.00E-05	TPH
Arsenic	3.05E-02	1.25E+00	1.46E+00	3.05E-02	1.25E+00	1.46E+00	E2	6.79E-01	TX11	0.00E+00
Barium	8.96E-02	1.00E+00	1.63E+00	8.96E-02	1.00E+00	1.63E+00	E2	0.00E+00	TX11	0.00E+00
Cadmium	1.05E+00	-5.28E+00	2.08E+00	2.40E-01	1.70E-01	1.85E+00	E2	-7.10E-02	TX11	0.00E+00
Mercury	7.70E-01	-3.52E+00	1.87E+00	1.70E+00	-9.73E+00	2.15E+00	E2	-4.71E-01	TX11	6.30E-06
Lead (inorganic)	-	-	-	-	-	-	-	7.29E-01	TX11	0.00E+00

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs

Miscellaneous Parameters

Constituent	Analytical Detection Limits		Half Life (First-Order Decay)		Soil-to-Plant BioTransfer Factors		Relative Bioavailability Factor	Leal Concn. Factor Calculated (mg/kg)/(mg/L)	Roal Concn. Factor Calculated (mg/kg)/(mg/L)	Bioconcentration Factor		
	Groundwater (mg/L)	Soil (mg/kg)	Saturated (days)	Unsaturated (days)	Above-grd (unitless)	Below-grd (unitless)						
Change - One or more parameters differ from their Chemical Database												
TPH - Aliph >C06-C08	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	82	LY
TPH - Aliph >C08-C10	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	990	LY
TPH - Aliph >C10-C12	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	4200	LY
TPH - Aliph >C12-C16	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	35000	LY
TPH - Aliph >C16-C21	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	890000	LY
TPH - Aliph >C21-C34	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	890000	LY
TPH - Arom >C07-C08	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	18	LY
TPH - Arom >C08-C10	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	59	LY
TPH - Arom >C10-C12	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	100	LY
TPH - Arom >C12-C16	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	230	LY
TPH - Arom >C16-C21	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	790	LY
TPH - Arom >C21-C35	-	-	-	-	-	-	1.00E+00	TX11	-	-	10000	LY
Arsenic	1.00E-02	S	5.30E-02	S	1.00E-02	8.00E-03	TX11	5.00E-01	EPA	-	-	-
Barium	1.00E-01	MC	-	-	4.90E-02	1.50E-02	TX11	1.00E+00	TX11	-	-	-
Cadmium	1.00E-03	S	4.00E-03	S	1.40E-01	6.40E-02	TX11	1.00E+00	TX11	-	-	-
Mercury	2.00E-04	MC	-	-	5.50E-03	1.40E-02	TX08	1.00E+00	TX11	-	-	-
Lead (inorganic)	-	-	-	-	-	-	6.00E-01	EPA	-	-	-	-

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDUN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs						
Dermal Exposure						
Constituent	Water Dermal Permeability Data					
	Dermal Permeability Coeff. (cm/hr)	Lag time for Dermal Exposure (hr)	Critical Exposure Time (hr)	Relative Contr of Derm Perm Coeff	Water/Skin Derm Ads. Fact Calculated	
TPH - Aliph >C06-C08	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C06-C10	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C10-C12	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C12-C16	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C07-C08	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C08-C10	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C10-C12	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C12-C16	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C16-C21	-	-	-	-	-	-
TPH - Atom >C21-C35	-	-	-	-	-	-
Arsenic	0.001	-	-	-	-	D
Barium	-	-	-	-	-	-
Cadmium	0.001	-	-	-	-	D
Mercury	-	-	-	-	-	-
Lead (inorganic)	-	-	-	-	-	-

Site Name: UNNA A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-Jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs				
Constituent				
Dermal Relative Abs. Factor Calculated				
Dermal (unitless)				
Absorbion Fraction				
Gastrointestinal (unitless)				
TX11				
TPH - Aliph >C06-C08	0	0	0.8	TX11
TPH - Aliph >C08-C10	0	0	0.8	TX11
TPH - Aliph >C10-C12	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Aliph >C12-C16	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Aliph >C16-C21	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Aliph >C21-C34	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Arom >C07-C08	0	0	0.97	TX11
TPH - Arom >C08-C10	0	0	0.8	TX11
TPH - Arom >C10-C12	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Arom >C12-C16	0.2	0.1	0.5	TX11
TPH - Arom >C16-C21	0.146067416	0.13	0.89	TX11
TPH - Arom >C21-C35	0.146067416	0.13	0.89	TX11
Araenic	0.031578947	0.03	0.95	TX11
Barium	0.142857143	0.01	0.07	TX11
Cadmium	0.04	0.001	0.025	TX11
Mercury	0.142857143	0.01	0.07	TX11
Lead (inorganic)	0.066666667	0.01	0.15	TX11

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs									
Regulatory Standards									
Constituent	Maximum Contaminant Level (mg/L)		Time-Weighted Average Workplace Criteria (mg/m ³)		UK Soil Guideline Values				Commercial/Industrial
					Residential/Pl	Residential/Pl of Plant	Alloiments	mg/kg	
TPH - Aliph >C08-C08	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C08-C10	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C10-C12	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C12-C16	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C07-C08	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C08-C10	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C10-C12	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C12-C16	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C16-C21	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C21-C35	2	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
Arsenic	0.01	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
Barium	2	MC	0.5	OS	-	-	-	-	-
Cadmium	0.005	MC	5	OS	-	-	-	-	-
Mercury	0.002	MC	0.1	OS	-	-	-	-	-
Lead (inorganic)	0.015	MC	50	OS	-	-	-	-	-

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-jul-yy
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs

Regulatory Standards									
Constituent	Surface Water Quality Criteria								
	Aquatic Life Protection			Human Health Protection			Human Health Protection		
	Freshwater (mg/L)	Marine (mg/L)	Marine (mg/L)	Drink & Freshwater Fish (mg/L)	Freshwater Fish (mg/L)	Freshwater Fish (mg/L)	Freshwater Fish (mg/L)	Saltwater Fish (mg/L)	Saltwater Fish (mg/L)
Dispos - One or more petroleum-derived from their Chemical Database									
TPH - Aliph >C06-C08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C08-C10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C10-C12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C12-C16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C07-C08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C08-C10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C10-C12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C12-C16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C16-C21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C21-C35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic	0.19	T1	0.078	T1	0.05	T3	0.00014	E	0.00014
Barium	-	-	-	-	2	T3	-	-	-
Cadmium	-	-	0.01002	T1	0.005	T3	-	-	-
Mercury	0.0013	T1	0.0011	T1	0.0000122	T3	0.0000122	T3	0.000025
Lead (inorganic)	-	-	0.0053	T1	0.00498	T3	0.025	T3	0.0169

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Job ID: 62172
Date Completed: 28-Jul-99
Completed By: TEMA LITOCLEAN



CHEMICAL DATA FOR SELECTED COCs

Toxicity Parameters

Dose - One or more parameters differ from User Chemical Database						
Constituent	Oral RID or TDSI (mg/kg/day)	Dermal RID or TDSI (mg/kg/day)	Inhalation Equivalent RIC or TCA (mg/m ³)	Oral Equivalent Slope Factor 1/(mg/kg/day)	Dermal Equivalent Slope Factor 1/(mg/kg/day)	Inhalation Equivalent Unit Risk Factor 1/(µg m ³)
TPH - Aliph >C06-C08	0.06	TX11	18	TX11	-	-
TPH - Aliph >C08-C10	0.1	TX11	1	TPH CWL	-	-
TPH - Aliph >C10-C12	0.1	TX11	1	TPH CWL	-	-
TPH - Aliph >C12-C16	0.1	TX11	1	TPH CWL	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	2	TX11	2	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	1.6	TX11	1.6	-	-	-
TPH - Arom >C07-C08	0.1	TX11	1.9	TX11	-	-
TPH - Arom >C08-C10	0.04	TX11	0.2	TX11	-	-
TPH - Arom >C10-C12	0.04	TPH	0.2	TX11	-	-
TPH - Arom >C12-C16	0.04	TPH	0.2	TX11	-	-
TPH - Arom >C16-C21	0.03	TPH	0.03	-	-	-
TPH - Arom >C21-C35	0.03	TPH	0.03	-	-	-
Arsenic	0.0003	EPA-I	RAIS	1.5	EPA-I	EPA-I
Barium	0.2	EPA-I	2	-	-	-
Cadmium	0.0005	RAIS	0.0001	RAIS	-	EPA-I
Mercury	0.00016	RAIS	0.0003	RAIS	-	EPA-I
Lead (inorganic)	-	-	-	0.0065	0.0065	0.00012
				RAIS	RAIS	RAIS

Site Name: UNNA A1
 Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
 Job ID: 62172
 Date Completed: 28-jul-yy
 Completed By: TEMA LITOCLEAN



Anexo II- A1

Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales Poza API

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos

+

Estudio adicional. Gestión del riesgo

Escenario *ON SITE*: obras no rutinarias

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos. Contacto e ingestión suelo



RBCA SITE ASSESSMENT

User-Specified COC Data

REPRESENTATIVE COC CONCENTRATIONS IN SOURCE MEDIA

CONSTITUENT	Representative COC Concentration			
	Groundwater		Soils (2 - 10 m)	
	value (mg/L)	note	value (mg/kg)	note
TPH - Aliph >C06-C08 *			2,5E+1	S16-M2
TPH - Aliph >C08-C10 *			2,5E+1	S16-M2
TPH - Aliph >C10-C12 *			1,8E+3	P1-10
TPH - Aliph >C12-C16 *			1,8E+3	P1-10
TPH - Aliph >C16-C21			1,8E+3	P1-10
TPH - Aliph >C21-C34			2,4E+3	P1-10; S16-M3
TPH - Arom >C07-C08			2,5E+1	S16-M2
TPH - Arom >C08-C10			2,5E+1	S16-M2
TPH - Arom >C10-C12			1,8E+3	P1-10
TPH - Arom >C12-C16			1,8E+3	P1-10
TPH - Arom >C16-C21			1,8E+3	P1-10
TPH - Arom >C21-C35			2,4E+3	P1-10; S16-M3
Arsenic *			2,0E+0	C17-M1-MC
Barium			6,1E+1	S16-M3
Cadmium *			4,9E-1	S16-M3
Mercury *			7,1E-1	C17-M1
Lead (inorganic) *			1,6E+1	C17-M1



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Exposure Parameters	Residential				Commercial/Industrial		User Defined
	Child*	Adolescent	Adult	Age Adjusted**	Adult	Construct.	
ATc Averaging time for carcinogens (yr)	74.5	74.5	74.5	NA	74.5	74.5	74.5
ATn Averaging time for non-carcinogens (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
BW Body weight (kg)	15	35	70	NA	65	70	65
ED Exposure duration (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
e Averaging time for vapor flux (yr)	30	30	30	NA	30	30	30
EF Exposure frequency (days/yr)	350	350	350	NA	350	180	350
EFD Exposure frequency for dermal exposure	350	350	350	NA	57.5	180	250
IRw Ingestion rate of water (L/day)	1	1	2	2.5	1	NA	1
IRs Ingestion rate of soil (mg/day)	200	200	100	387	50	100	330
SA Skin surface area (dermal) (cm²)	2023	2023	3160	4771	3160	3160	3160
M Soil to skin adherence factor	0.5	0.5	0.5	NA	0.5	0.5	0.5
ETswim Swimming exposure time (hr/event)	1	3	3	NA	NA	NA	NA
EVswim Swimming event frequency (events/yr)	12	12	12	NA	NA	NA	NA
IRswim Water ingestion while swimming (L/hr)	0.5	0.5	0.05	0.3	NA	NA	NA
SAswim Skin surface area for swimming (cm²)	3500	8100	23000	15680	NA	NA	NA
IRfish Ingestion rate of fish (kg/yr)	0.025	0.025	0.025	0.053	NA	NA	NA
FIfish Contaminated fish fraction (unitless)	1	1	1	NA	NA	NA	NA
IRbg Below-ground vegetable ingestion	0.002	0.002	0.006	2.053	NA	NA	NA
IRabg Above-ground vegetable ingestion	0.001	0.001	0.002	0.887	NA	NA	NA
VGbg Above-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA
VGabg Below-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA

* = Child Receptor used for Non-Carcinogens

** = Age-adjusted rate is effective value corresponding to adult exposure factors

Complete Exposure Pathways and Receptors	On-site	Off-site 1	Off-site 2
Groundwater:			
Groundwater Ingestion	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Ingestion	None	None	None
Apply MCL Values	No	No	No
Applicable Surface Water Exposure Routes:			
Swimming	NA	NA	None
Fish Consumption	NA	NA	None
Aquatic Life Protection	NA	NA	None
Soil:			
Direct Contact: Ingestion Dermal Inhalation	User Defined	NA	NA
Apply CLEA- UK SGV levels	No	No	No
Outdoor Air:			
Particulates from Surface Soils	Commercial	User Defined	None
Volatilization from Soils	Commercial	User Defined	None
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Indoor Air:			
Volatilization from Soils	None	NA	NA
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Volatilization	None	None	None

Receptor Distance from Source Media	On-site	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Groundwater receptor	NA	NA	NA	(m)
Outdoor air inhalation receptor	0	0	NA	(m)
Indoor air inhalation receptor	NA	NA	NA	(m)

Target Health Risk Values	Individual	Cumulative
TR Target Risk (carcinogens)	1.0E-5	1.0E-5
THQ Target Hazard Quotient (non-carcinogenic risk)	1.0E+0	1.0E+0

Modeling Options	
RBCA tier	Tier 2
Outdoor air volatilization model	Surface & Subsurface Models: ASTM Model
Indoor air volatilization model	NA
Soil leaching model	NA
Use soil attenuation model (SAM) for leachate?	NA
Use dual equilibrium desorption model?	No
Apply Mass Balance Limit for Soil Volatilization?	No
Apply UK (CLEA) SGV as soil concentration limit	No
Vegetable calculation options	NA
Air dilution factor	User-specified ADF
Groundwater dilution-attenuation factor	NA

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site specific value (different from current default value)



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A1

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDUN

Date Completed: 28-jul-yy

Surface Soil Column Parameters		Value	(Units)
h_{cap}	Capillary zone thickness	NA	(m)
h_v	Vadose zone thickness	NA	(m)
ρ_s	Soil bulk density	1.7	(g/cm ³)
f_{oc}	Fraction organic carbon	0.002	(-)
θ_T	Soil total porosity	0.41	(-)
θ_w	Volumetric water content	capillary: 0.369 vadose: 0.08 foundation: 0.12	(-)
θ_a	Volumetric air content	0.041 0.33 0.26	(-)
K_{vs}	Vertical hydraulic conductivity	864	(cm/d)
k_v	Vapor permeability	1E-12	(m ²)
L_{gw}	Depth to groundwater	NA	(m)
pH	Soil/groundwater pH	7	(-)
W	Length of source-zone area parallel to wind	40	(m)
W_{gw}	Length of source-zone area parallel to GW flow	NA	(m)
L_{ss}	Thickness of affected surface soils	1	(m)
A	Source zone area	2025	(m ²)
L_s	Depth to top of affected soils	2	(m)
L_{base}	Depth to base of affected soils	10	(m)
L_{sub}	Thickness of affected soils	8	(m)

Outdoor Air Parameters		Value	(Units)
U_{air}	Ambient air velocity in mixing zone	4.69	(m/s)
Q_{br}	Air mixing zone height	2	(m)
Q/C	Inverse mean concentration at the center of source	NA	
P_{el}	Areal particulate emission rate	6.9E-14	(g/cm ² /s)
V	Fraction of vegetative cover	NA	
U_m	Mean annual air velocity at 7m	NA	
U_t	Equivalent 7m air velocity threshold value	NA	
F(x)	Windspeed function dependant on U_m/U_t	NA	
PEF	Particulate Emission Factor	2.94243E-12	

Building Parameters		Residential	Commercial	(Units)
L_D	Building volume/area ratio	NA	NA	(m)
A_b	Foundation area	NA	NA	(m ²)
X_{crk}	Foundation perimeter	NA	NA	(m)
ER	Building air exchange rate	NA	NA	(1/s)
L_{crk}	Foundation thickness	NA	NA	(m)
Z_{crk}	Depth to bottom of foundation slab	NA	NA	(m)
η	Foundation crack fraction	NA	NA	(-)
dP	Indoor/outdoor differential pressure	NA	NA	(g/cm/s ²)
Q_s	Convective air flow through slab	NA	NA	(m ³ /s)
θ_{crack}	Volumetric water content of cracks	NA	NA	(-)
θ_{crack}	Volumetric air content of cracks	NA	NA	(-)
BV	Building Volume	NA	NA	(m ³)
W	Building Width Perpendicular to GW flow	NA	NA	(m)
L	Building Length Parallel to GW flow	NA	NA	(m)
v	Saturated Soil Zone Porosity	NA	NA	(-)

Groundwater Parameters		Value	(Units)
Q_{gw}	Groundwater mixing zone depth	NA	(m)
I_i	Net groundwater infiltration rate	NA	(cm/yr)
U_{gw}	Groundwater Darcy velocity	NA	(cm/d)
v_{gw}	Groundwater seepage velocity	NA	(cm/d)
K_s	Saturated hydraulic conductivity	NA	(cm/d)
i	Groundwater gradient	NA	(-)
S_w	Width of groundwater source zone	NA	(m)
S_D	Depth of groundwater source zone	NA	(m)
θ_{eff}	Effective porosity in water-bearing unit	NA	(-)
$f_{oc, sat}$	Fraction organic carbon in water-bearing unit	NA	(-)
pH _{sat}	Groundwater pH	NA	(-)
	Biodegradation considered?	NA	

Transport Parameters		Off-site 1	Off-site 2	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Lateral Groundwater Transport		Groundwater Ingestion		Groundwater to Indoor Air		
α_L	Longitudinal dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_T	Transverse dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_z	Vertical dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
Lateral Outdoor Air Transport		Soil to Outdoor Air Inhal		GW to Outdoor Air Inhal		
σ_y	Transverse dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
σ_z	Vertical dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
ADF	Air dispersion factor	NA	NA	NA	NA	(-)

Surface Water Parameters		Off-site 2	(Units)
Q_{sw}	Surface water flowrate	NA	(m ³ /s)
W_p	Width of GW plume at SW discharge	NA	(m)
δ_p	Thickness of GW plume at SW discharge	NA	(m)
DF_{sw}	Groundwater-to-surface water dilution factor	NA	(-)

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value (different from current default value)



RBCA SITE ASSESSMENT

1 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway Is Complete)

SURFACE SOILS:
VAPOR AND DUST INHALATION

1) Source Medium Soil Conc. (mg/kg)	2) NAF Value (m³/kg) Receptor			3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1)/(2)		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Constituents of Concern	Commercial	Construction Worker	User Defined	Commercial	Construction Worker	User Defined
TPH - Aliph >C06-C08 *	2,5E+1					
TPH - Aliph >C08-C10 *	2,5E+1					
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,8E+3					
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,8E+3					
TPH - Aliph >C16-C21	1,8E+3					
TPH - Aliph >C21-C34	2,4E+3					
TPH - Arom >C07-C08	2,5E+1					
TPH - Arom >C08-C10	2,5E+1					
TPH - Arom >C10-C12	1,8E+3					
TPH - Arom >C12-C16	1,8E+3					
TPH - Arom >C16-C21	1,8E+3					
TPH - Arom >C21-C35	2,4E+3					
Arsenic *	2,0E+0					
Barium	6,1E+1					
Cadmium *	4,9E-1					
Mercury *	7,1E-1					
Lead (inorganic) *	1,6E+1					

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

2 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SURFACE SOILS:

VAPOR AND DUST INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unless)			5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	Commercial	Construction Worker	User Defined
TPH - Aliph >C06-C08 *						
TPH - Aliph >C08-C10 *						
TPH - Aliph >C10-C12 *						
TPH - Aliph >C12-C16 *						
TPH - Aliph >C16-C21						
TPH - Aliph >C21-C34						
TPH - Arom >C07-C08						
TPH - Arom >C08-C10						
TPH - Arom >C10-C12						
TPH - Arom >C12-C16						
TPH - Arom >C16-C21						
TPH - Arom >C21-C35						
Arsenic *						
Barium						
Cadmium *						
Mercury *						
Lead (inorganic) *						

* = Chemical with user-specified data

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

3 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☒ (Checked if Pathway is Complete)

SUBSURFACE SOILS (2 - 10 m):

VAPOR INHALATION

1) Source Medium	2) NAF Value (m ³ /kg)			3) Exposure Medium		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Soil Conc. (mg/kg)	Commercial	User Defined	None	Commercial	User Defined	None
Constituents of Concern						
TPH - Aliph >C06-C08 *	2,5E+1	1,6E+4		1,5E-3	1,5E-3	
TPH - Aliph >C08-C10 *	2,5E+1	1,6E+4		1,5E-3	1,5E-3	
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,8E+3	1,6E+4		1,1E-1	1,1E-1	
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,8E+3	1,6E+4		1,1E-1	1,1E-1	
TPH - Aliph >C16-C21	1,8E+3	8,2E+4		2,2E-2	2,2E-2	
TPH - Aliph >C21-C34	2,4E+3	5,5E+4		4,3E-2	4,3E-2	
TPH - Arom >C07-C08	2,5E+1	1,6E+4		1,5E-3	1,5E-3	
TPH - Arom >C08-C10	2,5E+1	1,6E+4		1,5E-3	1,5E-3	
TPH - Arom >C10-C12	1,8E+3	1,6E+4		1,1E-1	1,1E-1	
TPH - Arom >C12-C16	1,8E+3	6,2E+4		2,8E-2	2,8E-2	
TPH - Arom >C16-C21	1,8E+3	7,6E+5		2,3E-3	2,3E-3	
TPH - Arom >C21-C35	2,4E+3	1,2E+8		2,0E-5	2,0E-5	
Arsenic *	2,0E+0	VF samb				
Barium	6,1E+1	VF samb				
Cadmium *	4,9E-1	VF samb				
Mercury *	7,1E-1	1,6E+5		4,4E-6	4,4E-6	
Lead (inorganic) *	1,6E+1	VF samb				

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor

POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

4 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SUBSURFACE SOILS (2 - 10 m):
VAPOR INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EFxED)/(ATx365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m) Commercial	Off-site 1 (0 m) User Defined	On-site (0 m) Commercial	Off-site 2 (0 m) None
TPH - Aliph >C06-C08 *	1,6E-1	6,8E-1	2,4E-4	1,0E-3
TPH - Aliph >C08-C10 *	1,6E-1	6,8E-1	2,4E-4	1,0E-3
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,6E-1	6,8E-1	1,7E-2	7,4E-2
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,6E-1	6,8E-1	1,7E-2	7,4E-2
TPH - Aliph >C16-C21	1,6E-1	6,8E-1	3,4E-3	1,5E-2
TPH - Aliph >C21-C34	1,6E-1	6,8E-1	6,8E-3	2,9E-2
TPH - Arom >C07-C08	1,6E-1	6,8E-1	2,4E-4	1,0E-3
TPH - Arom >C08-C10	1,6E-1	6,8E-1	2,4E-4	1,0E-3
TPH - Arom >C10-C12	1,6E-1	6,8E-1	1,7E-2	7,4E-2
TPH - Arom >C12-C16	1,6E-1	6,8E-1	4,5E-3	1,9E-2
TPH - Arom >C16-C21	1,6E-1	6,8E-1	3,7E-4	1,6E-3
TPH - Arom >C21-C35	1,6E-1	6,8E-1	3,1E-6	1,3E-5
Arsenic *	5,1E-2	9,2E-3		
Barium	1,6E-1	6,8E-1		
Cadmium *	5,1E-2	9,2E-3		
Mercury *	1,6E-1	6,8E-1		
Lead (inorganic) *	5,1E-2	9,2E-3	6,9E-7	3,0E-6

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



5 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked If Pathway Is Complete)

GROUNDWATER: VAPOR INHALATION		Exposure Concentration						
		1) Source Medium		2) NAF Value (m³/L) Receptor		3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)		
		Groundwater Conc. (mg/L)	On-site (0 m) None	Off-site 1 (0 m) None	Off-site 2 (0 m) None	On-site (0 m) None	Off-site 1 (0 m) None	Off-site 2 (0 m) None
Constituents of Concern								
	TPH - Aliph >C06-C08 *							
	TPH - Aliph >C08-C10 *							
	TPH - Aliph >C10-C12 *							
	TPH - Aliph >C12-C16 *							
	TPH - Aliph >C16-C21							
	TPH - Aliph >C21-C34							
	TPH - Arom >C07-C08							
	TPH - Arom >C08-C10							
	TPH - Arom >C10-C12							
	TPH - Arom >C12-C16							
	TPH - Arom >C16-C21							
	TPH - Arom >C21-C35							
	Arsenic *							
	Barium							
	Cadmium *							
	Mercury *							
	Lead (inorganic) *							

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

6 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

GROUNDWATER: VAPOR

INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EFxED) _i (ATx365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
TPH - Aliph >C06-C08 *	None	None	None	None
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *				

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

7 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

MAXIMUM PATHWAY EXPOSURE (mg/m³)
Maximum average exposure concentration
from soil and groundwater routes.)

Constituents of Concern	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	None
TPH - Aliph >C06-C08 *	2,4E-4		1,0E-3	
TPH - Aliph >C08-C10 *	2,4E-4		1,0E-3	
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,7E-2		7,4E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,7E-2		7,4E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	3,4E-3		1,5E-2	
TPH - Aliph >C21-C34	6,8E-3		2,9E-2	
TPH - Arom >C07-C08	2,4E-4		1,0E-3	
TPH - Arom >C08-C10	2,4E-4		1,0E-3	
TPH - Arom >C10-C12	1,7E-2		7,4E-2	
TPH - Arom >C12-C16	4,5E-3		1,9E-2	
TPH - Arom >C16-C21	3,7E-4		1,6E-3	
TPH - Arom >C21-C35	3,1E-6		1,3E-5	
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *	6,9E-7		3,0E-6	

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

CARCINOGENIC RISK									
(1) Is Carcinogenic	(2) Maximum Carcinogenic Exposure (mg/m ³)				(3) Inhalation Unit Risk Factor (µg/m ³) ⁻¹	(4) Individual COC Risk (2) x (3) x 1000			
	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)		On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	None		Commercial	Construction Worker	User Defined	None
Constituents of Concern	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C06-C08 *	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C08-C10 *	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C10-C12 *	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C12-C16 *	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C16-C21	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C21-C34	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C07-C08	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C08-C10	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C10-C12	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C12-C16	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C16-C21	FALSO	-	-	-	-				
TPH - Arom >C21-C35	FALSO	-	-	-	-				
Arsenic *	#####					4,3E-3			
Barium	FALSO	-	-	-	-	-			
Cadmium *	#####					1,8E-3			
Mercury *	FALSO	-	-	-	-	-			
Lead (inorganic) *	#####					1,2E-5			

Total Pathway Carcinogenic Risk =

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÜN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

9 OF 9

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☒ (Checked if Pathway is Complete)

TOXIC EFFECTS

Constituents of Concern	(5) Maximum Toxicant Exposure (mg/m ³)		(6) Inhalation Reference Conc. (mg/m ³)		(7) Individual COC Hazard Quotient (5) / (6)	
	(0 m)		(0 m)		(0 m)	
	Commercial	Construction Worker	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	Commercial	Off-site 1 (0 m)
TPH - Aliph >C06-C08 *	2,4E-4		1,0E-3	None	1,3E-5	5,8E-5
TPH - Aliph >C08-C10 *	2,4E-4		1,0E-3		2,4E-4	1,0E-3
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,7E-2		7,4E-2		1,7E-2	7,4E-2
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,7E-2		7,4E-2		1,7E-2	7,4E-2
TPH - Aliph >C16-C21	3,4E-3		1,5E-2			
TPH - Aliph >C21-C34	6,8E-3		2,9E-2			
TPH - Arom >C07-C08	2,4E-4		1,0E-3		1,3E-4	5,5E-4
TPH - Arom >C08-C10	2,4E-4		1,0E-3		1,2E-3	5,2E-3
TPH - Arom >C10-C12	1,7E-2		7,4E-2		8,5E-2	3,7E-1
TPH - Arom >C12-C16	4,5E-3		1,9E-2		2,2E-2	9,7E-2
TPH - Arom >C16-C21	3,7E-4		1,6E-3			
TPH - Arom >C21-C35	3,1E-6		1,3E-5			
Arsenic *	0,0E+0		0,0E+0			
Barium						
Cadmium *	0,0E+0		0,0E+0		0,0E+0	0,0E+0
Mercury *	6,9E-7		3,0E-6		2,3E-3	1,0E-2
Lead (inorganic) *	0,0E+0		0,0E+0			

Total Pathway Hazard Index =

1,5E-1

6,3E-1

Site Name: UNNA_A1
 Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
 Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

1 OF 3

SOIL EXPOSURE PATHWAY

SURFACE SOILS: ON SITE INGESTION, DERMAL EXPOSURE

☒ (Checked if Pathway is Complete)

Constituents of Concern	1) Source/Exposure Medium	2) Exposure Multiplier		3) Average Daily Intake Rate (mg/kg/day) (1) x (2)	
	Surface Soil Conc. (mg/kg)	User Defined	Construction Worker	User Defined	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *	2.5E+1	3.5E-6		8.7E-5	*
TPH - Aliph >C08-C10 *	2.5E+1	3.5E-6		8.7E-5	*
TPH - Aliph >C10-C12 *	1.8E+3	6.8E-6		1.2E-2	*
TPH - Aliph >C12-C16 *	1.8E+3	6.8E-6		1.2E-2	*
TPH - Aliph >C16-C21	1.8E+3	6.8E-6		1.2E-2	*
TPH - Aliph >C21-C34	2.4E+3	6.8E-6		1.6E-2	*
TPH - Arom >C07-C08	2.5E+1	3.5E-6		8.7E-5	*
TPH - Arom >C08-C10	2.5E+1	3.5E-6		8.7E-5	*
TPH - Arom >C10-C12	1.8E+3	6.8E-6		1.2E-2	*
TPH - Arom >C12-C16	1.8E+3	6.8E-6		1.2E-2	*
TPH - Arom >C16-C21	1.8E+3	5.9E-6		1.0E-2	*
TPH - Arom >C21-C35	2.4E+3	5.9E-6		1.4E-2	*
Arsenic *	2.0E+0	3.5E-8		7.0E-8	*
Barium	6.1E+1	5.9E-6		3.6E-4	*
Cadmium *	4.9E-1	4.1E-6		2.0E-6	*
Mercury *	7.1E-1	5.9E-6		4.2E-6	*
Lead (inorganic) *	1.6E+1	4.3E-8		6.9E-7	*

NOTE: RAF = Relative absorption factor (-)
M = Adherence factor (mg/cm²)

AT = Averaging time (days)
BW = Body weight (kg)

ED = Exposure duration (yrs)
EF = Exposure frequency (days/yr)

IR = Soil ingestion rate (mg/day)
SA = Skin exposure area (cm²/day)

Date Completed: 28-Jul-yy
Job ID: 62172

Site Name: UNNA_A1

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN



SOIL EXPOSURE PATHWAY

(Checked If Pathway is Complete)

CARCINOGENIC RISK

	(1) Is Carcinogenic	(2) Total Carcinogenic Intake Rate (mg/kg/day)		(3) Slope Factor (mg/kg/day) ⁻¹		(4) Individual COC Risk (2a)×(3a) + (2b)×(3b) + (2d)×(3d)			
		(a) via Ingestion	(b) via Dermal Contact	(c) via Ingestion	(d) via Dermal Contact		(a) Oral	(b) Dermal	User Defined
Constituents of Concern	FALSO								
	TPH - Aliph >C06-C08 *								
	TPH - Aliph >C08-C10 *								
	TPH - Aliph >C10-C12 *								
	TPH - Aliph >C12-C16 *								
	TPH - Aliph >C16-C21								
	TPH - Aliph >C21-C34								
	TPH - Arom >C07-C08								
	TPH - Arom >C08-C10								
	TPH - Arom >C10-C12								
	TPH - Arom >C12-C16								
	TPH - Arom >C16-C21								
	TPH - Arom >C21-C35								
	Arsenic *	5.6E-8	1.4E-8			1.5E+0	1.5E+0	1,1E-7	
	Barium	FALSO							
	Cadmium *	FALSO							
Mercury *	FALSO								
Lead (inorganic) *	VERDADERO	4.5E-7	2.4E-7			8.5E-3	8.5E-3	5.8E-9	

* No dermal slope factor available--oral slope factor used

Total Pathway Carcinogenic Risk =

1,1E-7

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION									
3 OF 3									
SOIL EXPOSURE PATHWAY									
■ (Checked if Pathway is Complete)									
TOXIC EFFECTS									
(5) Total Toxicant Intake Rate (mg/kg/day)									
(a) Via Ingestion (b) via Dermal Contact (c) via Ingestion (d) via Dermal Contact									
User Defined Construction Worker									
(6) Reference Dose (mg/kg-day)									
(a) Oral (b) Dermal									
(7) Individual COC Hazard Quotient (5a)/(6a) + (5b)/(6b) (5c)/(6a) + (5d)/(6b)									
User Defined Construction Worker									
Constituents of Concern	8,7E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	6,0E-2	6,0E-2	1,4E-3		
TPH - Aliph >C06-C08 *	8,7E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,0E-1	1,0E-1	8,7E-4		
TPH - Aliph >C08-C10 *	6,1E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	1,0E-1	1,0E-1	1,2E-1		
TPH - Aliph >C10-C12 *	6,1E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	1,0E-1	1,0E-1	1,2E-1		
TPH - Aliph >C12-C16 *	6,1E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	2,0E+0	2,0E+0	6,0E-3		
TPH - Aliph >C16-C21	8,2E-3	7,9E-3	7,9E-3	7,9E-3	1,6E+0	1,6E+0	1,0E-2		
TPH - Aliph >C21-C34	8,7E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	1,0E-1	1,0E-1	8,7E-4		
TPH - Arom >C07-C08	8,7E-5	0,0E+0	0,0E+0	0,0E+0	4,0E-2	4,0E-2	2,2E-3		
TPH - Arom >C08-C10	6,1E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	4,0E-2	4,0E-2	3,0E-1		
TPH - Arom >C10-C12	6,1E-3	5,9E-3	5,9E-3	5,9E-3	4,0E-2	4,0E-2	3,0E-1		
TPH - Arom >C12-C16	6,1E-3	4,3E-3	4,3E-3	4,3E-3	3,0E-2	3,0E-2	3,5E-1		
TPH - Arom >C16-C21	8,2E-3	5,7E-3	5,7E-3	5,7E-3	3,0E-2	3,0E-2	4,7E-1		
TPH - Arom >C21-C35	4,2E-6	1,1E-6	1,1E-6	1,1E-6	3,0E-4	1,5E-5	8,4E-2		
Arsenic *	2,1E-4	1,5E-4	1,5E-4	1,5E-4	2,0E-1	2,0E-1	1,8E-3		
Barium	1,7E-6	3,3E-7	3,3E-7	3,3E-7	5,0E-4	5,0E-4	4,1E-3		
Cadmium *	2,5E-6	1,7E-6	1,7E-6	1,7E-6	1,6E-4	1,6E-4	2,6E-2		
Mercury *	Tox?	Tox?	Tox?	Tox?					
Lead (Inorganic) *									

* No dermal reference dose available--oral reference dose used.

Total Pathway Hazard Index = 1,8E+0

Site Name: UNNA_A1
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28 Jul yy
Job ID: 62172



Anexo II- A2

Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales al norte de la Poza API

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos

+

Estudio adicional. Gestión del riesgo

Escenario *ON SITE*: obras no rutinarias

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos. Contacto e ingestión suelo



RBCA SITE ASSESSMENT

User-Specified COC Data

REPRESENTATIVE COC CONCENTRATIONS IN SOURCE MEDIA

CONSTITUENT	Representative COC Concentration			
	Groundwater		Soils (4 - 8 m)	
	value (mg/L)	note	value (mg/kg)	note
TPH - Aliph >C06-C08 *			0,0E+0	-
TPH - Aliph >C08-C10 *			0,0E+0	-
TPH - Aliph >C10-C12 *			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Aliph >C12-C16 *			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Aliph >C16-C21			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Aliph >C21-C34			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Arom >C07-C08			0,0E+0	-
TPH - Arom >C08-C10			0,0E+0	-
TPH - Arom >C10-C12			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Arom >C12-C16			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Arom >C16-C21			5,3E+2	DA7-8,00
TPH - Arom >C21-C35			5,3E+2	DA7-8,00

RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA A2
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Exposure Parameters		Residential				Commercial/Industrial		User Defined
		Child*	Adolescent	Adult	Age Adjusted**	Adult	Construct.	
ATc	Averaging time for carcinogens (yr)	74.5	74.5	74.5	NA	74.5	74.5	74.5
ATn	Averaging time for non-carcinogens (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
BW	Body weight (kg)	15	35	70	NA	65	70	65
ED	Exposure duration (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
t	Averaging time for vapor flux (yr)	30	30	30	NA	30	30	30
EF	Exposure frequency (days/yr)	350	350	350	NA	57.5	180	250
EFD	Exposure frequency for dermal exposure	350	350	350	NA	57.5	180	250
IRw	Ingestion rate of water (L/day)	1	1	2	2.5	1	NA	1
IRs	Ingestion rate of soil (mg/day)	200	200	100	387	50	100	330
SA	Skin surface area (dermal) (cm ²)	2023	2023	3160	4771	3160	3160	3160
M	Soil to skin adherence factor	0.5	0.5	0.5	NA	0.5	0.5	0.5
ETswim	Swimming exposure time (hr/event)	1	3	3	NA	NA	NA	NA
EVswim	Swimming event frequency (events/yr)	12	12	12	NA	NA	NA	NA
IRswim	Water ingestion while swimming (L/hr)	0.5	0.5	0.05	0.3	NA	NA	NA
SAswim	Skin surface area for swimming (cm ²)	3500	8100	23000	15680	NA	NA	NA
IRfish	Ingestion rate of fish (kg/yr)	0.025	0.025	0.025	0.053	NA	NA	NA
FIfish	Contaminated fish fraction (unitless)	1	1	1	NA	NA	NA	NA
IRbg	Below-ground vegetable ingestion	0.002	0.002	0.006	2.053	NA	NA	NA
IRabg	Above-ground vegetable ingestion	0.001	0.001	0.002	0.887	NA	NA	NA
VGbg	Above-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA
VGabg	Below-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA

* = Child Receptor used for Non-Carcinogens

** = Age-adjusted rate is effective value corresponding to adult exposure factors

Complete Exposure Pathways and Receptors	On-site	Off-site 1	Off-site 2
Groundwater:			
Groundwater Ingestion	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Ingestion	None	None	None
Apply MCL Values	No	No	No
Applicable Surface Water Exposure Routes:			
Swimming	NA	NA	None
Fish Consumption	NA	NA	None
Aquatic Life Protection	NA	NA	None
Soil:			
Direct Contact: Ingestion, Dermal, Inhalation	User Defined	NA	NA
Apply CLEA- UK SGV levels		No	
Outdoor Air:			
Particulates from Surface Soils	Commercial	User Defined	None
Volatilization from Soils	Commercial	User Defined	None
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Indoor Air:			
Volatilization from Soils	None	NA	NA
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Volatilization	None	None	None

Receptor Distance from Source Media	On-site	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Groundwater receptor	NA	NA	NA	(m)
Outdoor air inhalation receptor	0	0	NA	(m)
Indoor air inhalation receptor	NA	NA	NA	(m)

Target Health Risk Values		Individual	Cumulative
TR	Target Risk (carcinogens)	1.0E-5	1.0E-5
THQ	Target Hazard Quotient (non-carcinogenic risk)	1.0E+0	1.0E+0

Modeling Options	
RBCA tier	Tier 2
Outdoor air volatilization model	Surface & Subsurface Models: ASTM Model
Indoor air volatilization model	NA
Soil leaching model	NA
Use soil attenuation model (SAM) for leachate?	NA
Use dual equilibrium desorption model?	No
Apply Mass Balance Limit for Soil Volatilization?	No
Apply UK (CLEA) SGV as soil concentration limit	No
Vegetable calculation options	NA
Air dilution factor	User-specified ADF
Groundwater dilution-attenuation factor	NA

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value different from current default value



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A2
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-Jul-yy

Surface Soil Column Parameters		Value	(Units)
h_{cap}	Capillary zone thickness	NA	(m)
h_v	Vadose zone thickness	NA	(m)
ρ_s	Soil bulk density	1.7	(g/cm ³)
f_{oc}	Fraction organic carbon	0.002	(-)
θ_T	Soil total porosity	0.41	(-)
θ_w	Volumetric water content	0.369	(-)
θ_a	Volumetric air content	0.041	(-)
K_{vs}	Vertical hydraulic conductivity	864	(cm/d)
K_v	Vapor permeability	1E-12	(m ²)
L_{gw}	Depth to groundwater	NA	(m)
pH	Soil/groundwater pH	7	(-)
W	Length of source-zone area parallel to wind	250	(m)
W_{gw}	Length of source-zone area parallel to GW flow	NA	(m)
L_{ss}	Thickness of affected surface soils	1	(m)
A	Source zone area	2025	(m ²)
L_s	Depth to top of affected soils	4	(m)
L_{DBSO}	Depth to base of affected soils	8	(m)
L_{sub}	Thickness of affected soils	4	(m)

Outdoor Air Parameters		Value	(Units)
U_{air}	Ambient air velocity in mixing zone	4.89	(m/s)
δ_{air}	Air mixing zone height	2	(m)
Q/C	Inverse mean concentration at the center of source	NA	(g/cm ² /s)
P_d	Areal particulate emission rate	6.9E-14	(g/cm ² /s)
V	Fraction of vegetative cover	NA	(-)
U_m	Mean annual air velocity at 7m	NA	(m/s)
U	Equivalent 7m air velocity threshold value	NA	(m/s)
F(x)	Windspeed function dependant on U_m/U_t	NA	(-)
PEF	Particulate Emission Factor	1.83902E-11	(g/cm ² /s)

Building Parameters		Residential	Commercial	(Units)
L_b	Building volume/area ratio	NA	NA	(m)
A_b	Foundation area	NA	NA	(m ²)
X_{crk}	Foundation perimeter	NA	NA	(m)
ER	Building air exchange rate	NA	NA	(1/s)
L_{crk}	Foundation thickness	NA	NA	(m)
Z_{crk}	Depth to bottom of foundation slab	NA	NA	(m)
η	Foundation crack fraction	NA	NA	(-)
dP	Indoor/outdoor differential pressure	NA	NA	(g/cm ² /s)
Q_s	Convective air flow through slab	NA	NA	(m ³ /s)
θ_{wcrk}	Volumetric water content of cracks	NA	NA	(-)
θ_{acrk}	Volumetric air content of cracks	NA	NA	(-)
BV	Building Volume	NA	NA	(m ³)
w	Building Width Perpendicular to GW flow	NA	NA	(m)
L	Building Length Parallel to GW flow	NA	NA	(m)
v	Saturated Soil Zone Porosity	NA	NA	(-)

Groundwater Parameters		Value	(Units)
h_{gw}	Groundwater mixing zone depth	NA	(m)
I_f	Net groundwater infiltration rate	NA	(cm/yr)
U_{gw}	Groundwater Darcy velocity	NA	(cm/d)
V_{gw}	Groundwater seepage velocity	NA	(cm/d)
K_s	Saturated hydraulic conductivity	NA	(cm/d)
i	Groundwater gradient	NA	(-)
S_w	Width of groundwater source zone	NA	(m)
S_d	Depth of groundwater source zone	NA	(m)
θ_{eff}	Effective porosity in water-bearing unit	NA	(-)
f_{oc-sat}	Fraction organic carbon in water-bearing unit	NA	(-)
pH _{sat}	Groundwater pH	NA	(-)
	Biodegradation considered?	NA	(-)

Transport Parameters		Off-site 1	Off-site 2	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Lateral Groundwater Transport		Groundwater Ingestion		Groundwater to Indoor Air		
α_x	Longitudinal dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_y	Transverse dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_z	Vertical dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
Lateral Outdoor Air Transport		Soil to Outdoor Air Inhal.		GW to Outdoor Air Inhal.		
σ_y	Transverse dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
σ_z	Vertical dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
ADF	Air dispersion factor	NA	NA	NA	NA	(-)

Surface Water Parameters		Off-site 2	(Units)
Q_{sw}	Surface water flowrate	NA	(m ³ /s)
W_{pl}	Width of GW plume at SW discharge	NA	(m)
δ_{sw}	Thickness of GW plume at SW discharge	NA	(m)
DF _{sw}	Groundwater-to-surface water dilution factor	NA	(-)

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value (different from current default value)



RBCA SITE ASSESSMENT

1 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway Is Complete)

SURFACE SOILS:
VAPOR AND DUST INHALATION

1) Source Medium Soil Conc. (mg/kg)	2) NAF Value (m³/kg) Receptor			3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	Commercial	Construction Worker	User Defined
Constituents of Concern						
TPH - Aliph >C06-C08 *	0,0E+0					
TPH - Aliph >C08-C10 *	0,0E+0					
TPH - Aliph >C10-C12 *	5,3E+2					
TPH - Aliph >C12-C16 *	5,3E+2					
TPH - Aliph >C16-C21	5,3E+2					
TPH - Aliph >C21-C34	5,3E+2					
TPH - Arom >C07-C08	0,0E+0					
TPH - Arom >C08-C10	0,0E+0					
TPH - Arom >C10-C12	5,3E+2					
TPH - Arom >C12-C16	5,3E+2					
TPH - Arom >C16-C21	5,3E+2					
TPH - Arom >C21-C35	5,3E+2					

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure
Site Name: UNNA A2
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

2 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SURFACE SOILS:

VAPOR AND DUST INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unless)			5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)		
	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	Commercial	User Defined	None
TPH - Aliph >C06-C08 *						
TPH - Aliph >C08-C10 *						
TPH - Aliph >C10-C12 *						
TPH - Aliph >C12-C16 *						
TPH - Aliph >C16-C21						
TPH - Aliph >C21-C34						
TPH - Arom >C07-C08						
TPH - Arom >C08-C10						
TPH - Arom >C10-C12						
TPH - Arom >C12-C16						
TPH - Arom >C16-C21						
TPH - Arom >C21-C35						

* = Chemical with user-specified data

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

3 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked If Pathway is Complete)

SUBSURFACE SOILS (4 - 8 m):
VAPOR INHALATION

Constituents of Concern	1) Source Medium		2) NAF Value (m³/kg)		3) Exposure Medium		Off-site 2 (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Soil Conc. (mg/kg)		On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)							
TPH - Aliph >C06-C08 *	0,0E+0		5,2E+3	5,2E+3	0,0E+0	0,0E+0	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Aliph >C08-C10 *	0,0E+0		5,2E+3	5,2E+3	0,0E+0	0,0E+0	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Aliph >C10-C12 *	5,3E+2		5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Aliph >C12-C16 *	5,3E+2		5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Aliph >C16-C21	5,3E+2		2,6E+4	2,6E+4	2,6E+4	2,6E+4	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Aliph >C21-C34	5,3E+2		1,8E+4	1,8E+4	1,8E+4	1,8E+4	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C07-C08	0,0E+0		5,2E+3	5,2E+3	0,0E+0	0,0E+0	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C08-C10	0,0E+0		5,2E+3	5,2E+3	0,0E+0	0,0E+0	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C10-C12	5,3E+2		5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	5,2E+3	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C12-C16	5,3E+2		2,0E+4	2,0E+4	2,0E+4	2,0E+4	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C16-C21	5,3E+2		2,4E+5	2,4E+5	2,4E+5	2,4E+5	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial
TPH - Arom >C21-C35	5,3E+2		3,9E+7	3,9E+7	3,9E+7	3,9E+7	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined	Commercial

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor

POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A2

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SUBSURFACE SOILS (4 - 8 m):
VAPOR INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EFxED)/(ATx365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	User Defined	Commercial	User Defined
TPH - Aliph >C06-C08 *	1,6E-1	6,8E-1	0,0E+0	0,0E+0
TPH - Aliph >C08-C10 *	1,6E-1	6,8E-1	0,0E+0	0,0E+0
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,6E-1	6,8E-1	1,6E-2	7,0E-2
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,6E-1	6,8E-1	1,6E-2	7,0E-2
TPH - Aliph >C16-C21	1,6E-1	6,8E-1	3,2E-3	1,4E-2
TPH - Aliph >C21-C34	1,6E-1	6,8E-1	4,8E-3	2,1E-2
TPH - Arom >C07-C08	1,6E-1	6,8E-1	0,0E+0	0,0E+0
TPH - Arom >C08-C10	1,6E-1	6,8E-1	0,0E+0	0,0E+0
TPH - Arom >C10-C12	1,6E-1	6,8E-1	1,6E-2	7,0E-2
TPH - Arom >C12-C16	1,6E-1	6,8E-1	4,2E-3	1,8E-2
TPH - Arom >C16-C21	1,6E-1	6,8E-1	3,5E-4	1,5E-3
TPH - Arom >C21-C35	1,6E-1	6,8E-1	2,2E-6	9,5E-6

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked If Pathway Is Complete)

GROUNDWATER: VAPOR
INHALATION

Constituents of Concern	Exposure Concentration			2) NAF Value (m³/L)		3) Exposure Medium		POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)	
	1) Source Medium	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)
	Groundwater Conc. (mg/L)	None	None	None	None	None	None	None	None
TPH - Aliph >C06-C08 *									
TPH - Aliph >C08-C10 *									
TPH - Aliph >C10-C12 *									
TPH - Aliph >C12-C16 *									
TPH - Aliph >C16-C21									
TPH - Aliph >C21-C34									
TPH - Arom >C07-C08									
TPH - Arom >C08-C10									
TPH - Arom >C10-C12									
TPH - Arom >C12-C16									
TPH - Arom >C16-C21									
TPH - Arom >C21-C35									

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure
Site Name: UNNA_A2
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

6 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)			5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
GROUNDWATER: VAPOR INHALATION (cont'd)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	None	None	None	None	None
Constituents of Concern					
TPH - Aliph >C06-C08 *					
TPH - Aliph >C08-C10 *					
TPH - Aliph >C10-C12 *					
TPH - Aliph >C12-C16 *					
TPH - Aliph >C16-C21					
TPH - Aliph >C21-C34					
TPH - Arom >C07-C08					
TPH - Arom >C08-C10					
TPH - Arom >C10-C12					
TPH - Arom >C12-C16					
TPH - Arom >C16-C21					
TPH - Arom >C21-C35					

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

7 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION				
OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS				
Constituents of Concern	MAXIMUM PATHWAY EXPOSURE (mg/m ³) Maximum average exposure concentration from soil and groundwater routes.)			
	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	None
TPH - Aliph >C06-C08 *				
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *			7,0E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,6E-2		7,0E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	1,6E-2		1,4E-2	
TPH - Aliph >C21-C34	3,2E-3		2,1E-2	
TPH - Arom >C07-C08	4,8E-3			
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12	1,6E-2		7,0E-2	
TPH - Arom >C12-C16	4,2E-3		1,8E-2	
TPH - Arom >C16-C21	3,5E-4		1,5E-3	
TPH - Arom >C21-C35	2,2E-6		9,5E-6	

Site Name: UNNA_A2	Date Completed: 28-jul-yy
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN	Job ID: 62172
Completed By: TEMA LITOCLEAN	



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway Is Complete)

CARCINOGENIC RISK

(1) Is Carcinogenic	(2) Maximum Carcinogenic Exposure (mg/m ³)			(3) Inhalation Unit Risk Factor (µg/m ³) ⁻¹	(4) Individual COC Risk (2) x (3) x 1000		
	On-site (0 m)	Construction Worker	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Constituents of Concern	Commercial	Construction Worker	User Defined	None	Commercial	User Defined	None
TPH - Aliph >C06-C08 *	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C08-C10 *	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C10-C12 *	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C12-C16 *	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C07-C08	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C08-C10	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C10-C12	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C12-C16	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C16-C21	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C21-C35	-	-	-	-	-	-	-

Total Pathway Carcinogenic Risk =

Site Name: UNNA_A2
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

TOXIC EFFECTS

Constituents of Concern	(5) Maximum Toxicant Exposure (mg/m ³)		(6) Inhalation Reference Conc. (mg/m ³)		(7) Individual COC Hazard Quotient (5) / (6)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	Conc.	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	User Defined	None	Commercial	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *				1,8E+1		
TPH - Aliph >C08-C10 *				1,0E+0		
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,6E-2	7,0E-2		1,0E+0	1,6E-2	7,0E-2
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,6E-2	7,0E-2		1,0E+0	1,6E-2	7,0E-2
TPH - Aliph >C16-C21	3,2E-3	1,4E-2		-		
TPH - Aliph >C21-C34	4,8E-3	2,1E-2		-		
TPH - Arom >C07-C08				1,9E+0		
TPH - Arom >C08-C10				2,0E-1		
TPH - Arom >C10-C12	1,6E-2	7,0E-2		2,0E-1	8,0E-2	3,5E-1
TPH - Arom >C12-C16	4,2E-3	1,8E-2		2,0E-1	2,1E-2	9,2E-2
TPH - Arom >C16-C21	3,5E-4	1,5E-3		-		
TPH - Arom >C21-C35	2,2E-6	9,5E-6		-		

Total Pathway Hazard Index =

1,3E-1 5,8E-1

Site Name: UNNA_A2

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

1 OF 3

SOIL EXPOSURE PATHWAY

SURFACE SOILS; ON SITE INGESTION, DERMAL EXPOSURE

■ (Checked if Pathway is Complete)

Constituents of Concern	1) Source/Exposure Medium		2) Exposure Multiplier		3) Average Daily Intake Rate (mg/kg/day) (1) x (2)	
	Surface Soil Conc. (mg/kg)	User Defined	Construction Worker	User Defined	Construction Worker	
TPH - Aliph >C06-C08 *	0.0E+0	3.5E-6		0.0E+0		-
TPH - Aliph >C08-C10 *	0.0E+0	3.5E-6		0.0E+0		-
TPH - Aliph >C10-C12 *	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Aliph >C12-C16 *	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Aliph >C16-C21	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Aliph >C21-C34	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Arom >C07-C08	0.0E+0	3.5E-6		0.0E+0		-
TPH - Arom >C08-C10	0.0E+0	3.5E-6		0.0E+0		-
TPH - Arom >C10-C12	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Arom >C12-C16	5.3E+2	6.8E-6		3.6E-3		-
TPH - Arom >C16-C21	5.3E+2	5.9E-6		3.1E-3		-
TPH - Arom >C21-C35	5.3E+2	5.9E-6		3.1E-3		-

NOTE: RAF = Relative absorption factor (-)
M = Adherence factor (mg/cm²/2)

Site Name: UNNA_A2
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

AT = Averaging time (days)
BW = Body weight (kg)

ED = Exposure duration (yrs)
EF = Exposure frequency (days/yr)

IR = Soil ingestion rate (mg/day)
SA = Skin exposure area (cm²/day)

Date Completed: 28-Jul-yy
Job ID: 62172



SOIL EXPOSURE PATHWAY

☒ (Checked If Pathway Is Complete)

CARCINOGENIC RISK

Constituents of Concern	(1) Is Carcinogenic	(2) Total Carcinogenic Intake Rate (mg/kg/day)				(3) Slope Factor (mg/kg/day) ⁻¹		(4) Individual COC Risk (2a) x (3a) + (2b) x (3b) (2d) x (3d)	
		User Defined		Construction Worker		(a) Oral	(b) Dermal	User Defined	Construction Worker
		(a) via Ingestion	(b) via Dermal Contact	(c) via Ingestion	(d) via Dermal Contact				
TPH - Aliph >C06-C08 *	FALSO								
TPH - Aliph >C08-C10 *	FALSO								
TPH - Aliph >C10-C12 *	FALSO								
TPH - Aliph >C12-C16 *	FALSO								
TPH - Aliph >C16-C21	FALSO								
TPH - Aliph >C21-C34	FALSO								
TPH - Arom >C07-C08	FALSO								
TPH - Arom >C08-C10	FALSO								
TPH - Arom >C10-C12	FALSO								
TPH - Arom >C12-C16	FALSO								
TPH - Arom >C16-C21	FALSO								
TPH - Arom >C21-C35	FALSO								

* No dermal slope factor available--oral slope factor used.

Total Pathway Carcinogenic Risk =



3 OF 3

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

SOIL EXPOSURE PATHWAY

■ (Checked if Pathway is Complete)

TOXIC EFFECTS

Constituents of Concern	(5) Total Toxicant Intake Rate (mg/kg/day)				(6) Reference Dose (mg/kg day)		(7) Individual COC Hazard Quotient	
	(a) via Ingestion	(b) via Dermal Contact	(c) via Ingestion	(d) via Dermal Contact	(a) Oral	(b) Dermal	User Defined	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0		6.0E-2	6.0E-2	0.0E+0	
TPH - Aliph >C08-C10 *	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0		1.0E-1	1.0E-1	0.0E+0	
TPH - Aliph >C10-C12 *	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		1.0E-1	1.0E-1	3.6E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		1.0E-1	1.0E-1	3.6E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		2.0E+0	2.0E+0	1.8E-3	
TPH - Aliph >C21-C34	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		1.6E+0	1.6E+0	2.3E-3	
TPH - Arom >C07-C08	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0		1.0E-1	1.0E-1	0.0E+0	
TPH - Arom >C08-C10	0.0E+0	0.0E+0	0.0E+0		4.0E-2	4.0E-2	0.0E+0	
TPH - Arom >C10-C12	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		4.0E-2	4.0E-2	9.1E-2	
TPH - Arom >C12-C16	1.9E-3	1.8E-3	1.8E-3		4.0E-2	4.0E-2	9.1E-2	
TPH - Arom >C16-C21	1.9E-3	1.3E-3	1.3E-3		3.0E-2	3.0E-2	1.0E-1	
TPH - Arom >C21-C35	1.9E-3	1.3E-3	1.3E-3		3.0E-2	3.0E-2	1.0E-1	

* No dermal reference dose available-oral reference dose used.

Total Pathway Hazard Index = 4.7E-1

Site Name: UNINA_A2

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172

Estudio de sensibilidad



A1

Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales Poza API

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A1_sens expo
 Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
 Date Completed: 28-jul-yy

Exposure Parameters		Residential				Commercial/Industrial		User Defined
		Child*	Adolescent	Adult	Age Adjusted**	Adult	Construct.	
ATc	Averaging time for carcinogens (yr)	74.5	74.5	74.5	NA	74.5	74.5	74.5
ATn	Averaging time for non-carcinogens (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
BW	Body weight (kg)	15	35	70	NA	65	70	65
ED	Exposure duration (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
t	Averaging time for vapor flux (yr)	30	30	30	NA	30	30	30
EF	Exposure frequency (days/yr)	350	350	350	NA	115	180	250
EFD	Exposure frequency for dermal exposure	350	350	350	NA	115	180	250
IRw	Ingestion rate of water (L/day)	1	1	2	2.5	1	NA	1
IRs	Ingestion rate of soil (mg/day)	200	200	100	387	50	100	330
SA	Skin surface area (dermal) (cm²)	2023	2023	3160	4771	3160	3160	3160
M	Soil to skin adherence factor	0.5	0.5	0.5	NA	0.5	0.5	0.5
ETswim	Swimming exposure time (hr/event)	1	3	3	NA	NA	NA	NA
EVswim	Swimming event frequency (events/yr)	12	12	12	NA	NA	NA	NA
IRswim	Water ingestion while swimming (L/hr)	0.5	0.5	0.05	0.3	NA	NA	NA
SAswim	Skin surface area for swimming (cm²)	3500	8100	23000	15680	NA	NA	NA
IRfish	Ingestion rate of fish (kg/yr)	0.025	0.025	0.025	0.053	NA	NA	NA
Flfish	Contaminated fish fraction (unitless)	1	1	1	NA	NA	NA	NA
IRbg	Below-ground vegetable ingestion	0.002	0.002	0.006	2.053	NA	NA	NA
IRabg	Above-ground vegetable ingestion	0.001	0.001	0.002	0.887	NA	NA	NA
VGbg	Above-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA
VGabg	Below-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA

* = Child Receptor used for Non-Carcinogens

** = Age-adjusted rate is effective value corresponding to adult exposure factors

Complete Exposure Pathways and Receptors	On-site	Off-site 1	Off-site 2
Groundwater:			
Groundwater Ingestion	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Ingestion	None	None	None
Apply MCL Values	No	No	No
Applicable Surface Water Exposure Routes:			
Swimming	NA	NA	None
Fish Consumption	NA	NA	None
Aquatic Life Protection	NA	NA	None
Soil:			
Direct Contact: direct combined pathways	None	NA	NA
Apply CLEA- UK SGV levels		No	
Outdoor Air:			
Particulates from Surface Soils	Commercial	None	None
Volatilization from Soils	Commercial	None	None
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Indoor Air:			
Volatilization from Soils	None	NA	NA
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Volatilization	None	None	None

Receptor Distance from Source Media	On-site	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Groundwater receptor	NA	NA	NA	(m)
Outdoor air inhalation receptor	0	NA	NA	(m)
Indoor air inhalation receptor	NA	NA	NA	(m)

Target Health Risk Values		Individual	Cumulative
TR	Target Risk (carcinogens)	1.0E-5	1.0E-5
THQ	Target Hazard Quotient (non-carcinogenic risk)	1.0E+0	1.0E+0

Modeling Options	
RBCA tier	Tier 2
Outdoor air volatilization model	Surface & Subsurface Models: ASTM Model
Indoor air volatilization model	NA
Soil leaching model	NA
Use soil attenuation model (SAM) for leachate?	NA
Use dual equilibrium desorption model?	No
Apply Mass Balance Limit for Soil Volatilization?	No
Apply UK (CLEA) SGV as soil concentration limit	No
Vegetable calculation options	NA
Air dilution factor	NA
Groundwater dilution-attenuation factor	NA

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value (different from current default values)



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A1_sens expo
 Site Location: LOTE I - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
 Date Completed: 28-jul-yy

Surface Soil Column Parameters		Value	(Units)
h_{cap}	Capillary zone thickness	NA	(m)
h_v	Vadose zone thickness	NA	(m)
ρ_s	Soil bulk density	1.7	(g/cm ³)
f_{oc}	Fraction organic carbon	0.002	(-)
θ_T	Soil total porosity	0.41	(-)
θ_w	Volumetric water content	capillary 0.369 vadose 0.08 foundation 0.12	(-)
θ_a	Volumetric air content	0.041 0.33 0.26	(-)
K_{vs}	Vertical hydraulic conductivity	864	(cm/d)
k_v	Vapor permeability	1E-12	(m ²)
L_{gw}	Depth to groundwater	NA	(m)
pH	Soil/groundwater pH	7	(-)
W	Length of source-zone area parallel to wind	40	(m)
W_{gw}	Length of source-zone area parallel to GW flow	NA	(m)
L_{ss}	Thickness of affected surface soils	1	(m)
A	Source zone area	2025	(m ²)
L_s	Depth to top of affected soils	2	(m)
L_{base}	Depth to base of affected soils	10	(m)
L_{soils}	Thickness of affected soils	8	(m)

Outdoor Air Parameters		Value	(Units)
U_{3m}	Ambient air velocity in mixing zone	4.69	(m/s)
δ_{3m}	Air mixing zone height	2	(m)
Q/C	Inverse mean concentration at the center of source	NA	
P_a	Areal particulate emission rate	6.9E-14	(g/cm ² /s)
V	Fraction of vegetative cover	NA	
U_m	Mean annual air velocity at 7m	NA	
U_t	Equivalent 7m air velocity threshold value	NA	
F(x)	Windspeed function dependant on U_m/U_t	NA	
PEF	Particulate Emission Factor	2.94243E-12	

Building Parameters		Residential	Commercial	(Units)
L_b	Building volume/area ratio	NA	NA	(m)
A_b	Foundation area	NA	NA	(m ²)
X_{crk}	Foundation perimeter	NA	NA	(m)
ER	Building air exchange rate	NA	NA	(1/s)
L_{crk}	Foundation thickness	NA	NA	(m)
Z_{crk}	Depth to bottom of foundation slab	NA	NA	(m)
η	Foundation crack fraction	NA	NA	(-)
dP	Indoor/outdoor differential pressure	NA	NA	(g/cm/s ²)
Q_s	Convective air flow through slab	NA	NA	(m ³ /s)
$\theta_{w,crk}$	Volumetric water content of cracks	NA	NA	(-)
$\theta_{a,crk}$	Volumetric air content of cracks	NA	NA	(-)
BV	Building Volume	NA	NA	(m ³)
W	Building Width Perpendicular to GW flow	NA	NA	(m)
L	Building Length Parallel to GW flow	NA	NA	(m)
v	Saturated Soil Zone Porosity	NA	NA	(-)

Groundwater Parameters		Value	(Units)
δ_{gw}	Groundwater mixing zone depth	NA	(m)
I_t	Net groundwater infiltration rate	NA	(cm/yr)
U_{gw}	Groundwater Darcy velocity	NA	(cm/d)
V_{gw}	Groundwater seepage velocity	NA	(cm/d)
K_s	Saturated hydraulic conductivity	NA	(cm/d)
i	Groundwater gradient	NA	(-)
S_w	Width of groundwater source zone	NA	(m)
S_d	Depth of groundwater source zone	NA	(m)
θ_{eff}	Effective porosity in water-bearing unit	NA	(-)
$f_{oc, soil}$	Fraction organic carbon in water-bearing unit	NA	(-)
pH _{soil}	Groundwater pH	NA	(-)
	Biodegradation considered?	NA	

Transport Parameters		Off-site 1	Off-site 2	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Lateral Groundwater Transport		<u>Groundwater Ingestion</u>		<u>Groundwater to Indoor Air</u>		
α_x	Longitudinal dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_y	Transverse dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_z	Vertical dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
Lateral Outdoor Air Transport		<u>Soil to Outdoor Air Inhal.</u>		<u>GW to Outdoor Air Inhal.</u>		
σ_y	Transverse dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
σ_z	Vertical dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
ADF	Air dispersion factor	NA	NA	NA	NA	(-)

Surface Water Parameters		Off-site 2	(Units)
Q_{sw}	Surface water flowrate	NA	(m ³ /s)
W_p	Width of GW plume at SW discharge	NA	(m)
δ_p	Thickness of GW plume at SW discharge	NA	(m)
DF _{gw}	Groundwater-to-surface water dilution factor	NA	(-)

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value (different from current default value)



RBCA SITE ASSESSMENT

1 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway is Complete)

SURFACE SOILS:
VAPOR AND DUST INHALATION

1) Source Medium (mg/kg)	2) NAF Value (m³/kg) Receptor			3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	None	Commercial	Construction Worker	None
Soil Conc. (mg/kg)						
2,5E+1						
2,5E+1						
1,8E+3						
1,8E+3						
1,8E+3						
2,4E+3						
2,5E+1						
2,5E+1						
1,8E+3						
1,8E+3						
1,8E+3						
2,4E+3						
Arsenic *						
Barium						
Cadmium *						
Mercury *						
Lead (inorganic) *						

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A1_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

2 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SURFACE SOILS:

VAPOR AND DUST INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)		On-site (0 m)	
	Commercial	Construction Worker	Commercial	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *				
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *				

* = Chemical with user-specified data

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1_sens expo

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

3 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☒ (Checked If Pathway Is Complete)

SUBSURFACE SOILS (2 - 10 m):

VAPOR INHALATION

1) Source Medium Soil Conc. (mg/kg)	2) NAF Value (m ³ /kg)		3) Exposure Medium	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)
Constituents of Concern				
TPH - Aliph >C06-C08 *	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C08-C10 *	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C10-C12 *	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C12-C16 *	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C16-C21	8,2E+4	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C21-C34	5,5E+4	None	Commercial	None
TPH - Arom >C07-C08	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Arom >C08-C10	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Arom >C10-C12	1,6E+4	None	Commercial	None
TPH - Arom >C12-C16	6,2E+4	None	Commercial	None
TPH - Arom >C16-C21	7,6E+5	None	Commercial	None
TPH - Arom >C21-C35	1,2E+8	None	Commercial	None
Arsenic *	VF samb	None	Commercial	None
Barium	VF samb	None	Commercial	None
Cadmium *	VF samb	None	Commercial	None
Mercury *	1,6E+5	None	Commercial	None
Lead (inorganic) *	VF samb	None	Commercial	None

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A1_sens expo

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

4 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SUBSURFACE SOILS (2 - 10 m):
VAPOR INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
TPH - Aliph >C06-C08 *	3,2E-1	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C08-C10 *	3,2E-1	None	4,8E-4	None
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,2E-1	None	4,8E-4	None
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,2E-1	None	3,4E-2	None
TPH - Aliph >C16-C21	3,2E-1	None	3,4E-2	None
TPH - Aliph >C21-C34	3,2E-1	None	6,8E-3	None
TPH - Arom >C07-C08	3,2E-1	None	1,4E-2	None
TPH - Arom >C08-C10	3,2E-1	None	4,8E-4	None
TPH - Arom >C10-C12	3,2E-1	None	4,8E-4	None
TPH - Arom >C12-C16	3,2E-1	None	3,4E-2	None
TPH - Arom >C16-C21	3,2E-1	None	8,9E-3	None
TPH - Arom >C21-C35	3,2E-1	None	7,3E-4	None
Arsenic *	1,0E-1	None	6,2E-6	None
Barium	3,2E-1	None		None
Cadmium *	1,0E-1	None		None
Mercury *	3,2E-1	None		None
Lead (inorganic) *	1,0E-1	None	1,4E-6	None

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1_sens expo
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172

RBCA SITE ASSESSMENT

5 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway Is Complete)

GROUNDWATER: VAPOR
INHALATION

Exposure Concentration

1) Source Medium Groundwater Conc. (mg/L)	2) NAF Value (m³/L) Receptor		3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	None	None	None	None
Constituents of Concern				
TPH - Aliph >C06-C08 *				
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *				

NOTE: NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure
Site Name: UNNA_A1_sens expo
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

6 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

GROUNDWATER: VAPOR

INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
TPH - Aliph >C06-C08 *	None	None	None	None
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *				

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A1_sens expo

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

7 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

MAXIMUM PATHWAY EXPOSURE (mg/m³)
Maximum average exposure concentration
from soil and groundwater routes.)

Constituents of Concern	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	None	None
TPH - Aliph >C06-C08 *	4,8E-4			
TPH - Aliph >C08-C10 *	4,8E-4			
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,4E-2			
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,4E-2			
TPH - Aliph >C16-C21	6,8E-3			
TPH - Aliph >C21-C34	1,4E-2			
TPH - Arom >C07-C08	4,8E-4			
TPH - Arom >C08-C10	4,8E-4			
TPH - Arom >C10-C12	3,4E-2			
TPH - Arom >C12-C16	8,9E-3			
TPH - Arom >C16-C21	7,3E-4			
TPH - Arom >C21-C35	6,2E-6			
Arsenic *				
Barium				
Cadmium *				
Mercury *				
Lead (inorganic) *	1,4E-6			

Site Name: UNINA_A1_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

CARCINOGENIC RISK

Constituents of Concern	(1) Is Carcinogenic	(2) Maximum Carcinogenic Exposure (mg/m³)				(3) Inhalation Unit Risk Factor (µg/m³) ⁻¹	(4) Individual COC Risk (2) x (3) x 1000				
		On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)		On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)		
		Commercial	Construction Worker				Commercial	Construction Worker			
TPH - Aliph >C06-C08 *	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	Off-site 2 (0 m)	None
TPH - Aliph >C08-C10 *	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C10-C12 *	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C12-C16 *	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C16-C21	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Aliph >C21-C34	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C07-C08	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C08-C10	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C10-C12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C12-C16	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C16-C21	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPH - Arom >C21-C35	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic *	#####	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barium	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmium *	#####	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercury *	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lead (inorganic) *	#####	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total Pathway Carcinogenic Risk =

Site Name: UNNA_A1_sens expo
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

TOXIC EFFECTS

Constituents of Concern	(5) Maximum Toxicant Exposure (mg/m ³)		(6) Inhalation Reference Conc. (mg/m ³)		(7) Individual COC Hazard Quotient (5)/(6)	
	On-site (0 m)		Off-site 2 (0 m)		On-site (0 m)	
	Commercial	Construction Worker	Off-site 1 (0 m)	None	Commercial	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *	4,8E-4				2,7E-5	
TPH - Aliph >C08-C10 *	4,8E-4				4,8E-4	
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,4E-2				3,4E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,4E-2				3,4E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	6,8E-3					
TPH - Aliph >C21-C34	1,4E-2					
TPH - Arom >C07-C08	4,8E-4				2,5E-4	
TPH - Arom >C08-C10	4,8E-4				2,4E-3	
TPH - Arom >C10-C12	3,4E-2				1,7E-1	
TPH - Arom >C12-C16	8,9E-3				4,5E-2	
TPH - Arom >C16-C21	7,3E-4					
TPH - Arom >C21-C35	6,2E-6					
Arsenic *	0,0E+0					
Barium						
Cadmium *	0,0E+0					
Mercury *	1,4E-6				0,0E+0	
Lead (inorganic) *	0,0E+0				4,6E-3	

Total Pathway Hazard Index =

2,9E-1

Site Name: UNNA_A1_sens expo

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



A2

Escenario *ON SITE* - Instalaciones industriales al norte de la Poza API

Inhalación de vapores y partículas en espacios abiertos



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A2_sens expo
 Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
 Date Completed: 28-jul-yy

Exposure Parameters		Residential				Commercial/Industrial		User Defined
		Child*	Adolescent	Adult	Age Adjusted**	Adult	Construct.	
ATc	Averaging time for carcinogens (yr)	74.5	74.5	74.5	NA	74.5	74.5	74.5
ATn	Averaging time for non-carcinogens (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
BW	Body weight (kg)	15	35	70	NA	65	70	65
ED	Exposure duration (yr)	6	12	30	NA	24	1	1
τ	Averaging time for vapor flux (yr)	30	30	30	NA	30	30	30
EF	Exposure frequency (days/yr)	350	350	350	NA	115	180	250
EFD	Exposure frequency for dermal exposure	350	350	350	NA	115	180	250
IRw	Ingestion rate of water (L/day)	1	1	2	2.5	1	NA	1
IRs	Ingestion rate of soil (mg/day)	200	200	100	387	50	100	330
SA	Skin surface area (dermal) (cm ²)	2023	2023	3160	4771	3160	3160	3160
M	Soil to skin adherence factor	0.5	0.5	0.5	NA	0.5	0.5	0.5
ETswim	Swimming exposure time (hr/event)	1	3	3	NA	NA	NA	NA
EVswim	Swimming event frequency (events/yr)	12	12	12	NA	NA	NA	NA
IRswim	Water ingestion while swimming (L/hr)	0.5	0.5	0.05	0.3	NA	NA	NA
SAswim	Skin surface area for swimming (cm ²)	3500	8100	23000	15680	NA	NA	NA
IRfish	Ingestion rate of fish (kg/yr)	0.025	0.025	0.025	0.053	NA	NA	NA
FIfish	Contaminated fish fraction (unitless)	1	1	1	NA	NA	NA	NA
IRbg	Below-ground vegetable ingestion	0.002	0.002	0.006	2.053	NA	NA	NA
IRabg	Above-ground vegetable ingestion	0.001	0.001	0.002	0.887	NA	NA	NA
VGbg	Above-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA
VGbg	Below-ground Veg. Ingest. Correction Factor	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA

* = Child Receptor used for Non-Carcinogens

** = Age-adjusted rate is effective value corresponding to adult exposure factors.

Complete Exposure Pathways and Receptors	On-site	Off-site 1	Off-site 2
Groundwater:			
Groundwater Ingestion	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Ingestion	None	None	None
Apply MCL Values	No	No	No
Applicable Surface Water Exposure Routes:			
Swimming	NA	NA	None
Fish Consumption	NA	NA	None
Aquatic Life Protection	NA	NA	None
Soil:			
Direct Contact: direct combined pathways	None	NA	NA
Apply CLEA- UK SGV levels		No	
Outdoor Air:			
Particulates from Surface Soils	Commercial	None	None
Volatilization from Soils	Commercial	None	None
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Indoor Air:			
Volatilization from Soils	None	NA	NA
Volatilization from Groundwater	None	None	None
Soil Leaching to Groundwater Volatilization	None	None	None

Receptor Distance from Source Media	On-site	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Groundwater receptor	NA	NA	NA	(m)
Outdoor air inhalation receptor	0	NA	NA	(m)
Indoor air inhalation receptor	NA	NA	NA	(m)

Target Health Risk Values		Individual	Cumulative
TR	Target Risk (carcinogens)	1.0E-5	1.0E-5
THQ	Target Hazard Quotient (non-carcinogenic risk)	1.0E+0	1.0E+0

Modeling Options	
RBCA tier	Tier 2
Outdoor air volatilization model	Surface & Subsurface Models: ASTM Model
Indoor air volatilization model	NA
Soil leaching model	NA
Use soil attenuation model (SAM) for leachate?	NA
Use dual equilibrium desorption model?	No
Apply Mass Balance Limit for Soil Volatilization?	No
Apply UK (CLEA) SGV as soil concentration limit	No
Vegetable calculation options	NA
Air dilution factor	NA
Groundwater dilution-attenuation factor	NA

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value different from current default values



RBCA SITE ASSESSMENT

Input Parameter Summary

Site Name: UNNA_A2_sens expo
 Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDUN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
 Date Completed: 28-jul-yy

Surface Soil Column Parameters		Value	(Units)
n_{cap}	Capillary zone thickness	NA	(m)
n_v	Vadose zone thickness	NA	(m)
ρ_s	Soil bulk density	1.7	(g/cm ³)
f_{oc}	Fraction organic carbon	0.002	(-)
θ_T	Soil total porosity	0.41	(-)
θ_w	Volumetric water content	capillary: 0.369, vadose: 0.08, foundation: 0.12	(-)
θ_s	Volumetric air content	0.041, 0.33, 0.26	(-)
K_{vc}	Vertical hydraulic conductivity	864	(cm/d)
K_v	Vapor permeability	1E-12	(m ²)
L_{gw}	Depth to groundwater	NA	(m)
pH	Soil/groundwater pH	7	(-)
W	Length of source-zone area parallel to wind	250	(m)
W_{gw}	Length of source-zone area parallel to GW flow	NA	(m)
L_{sa}	Thickness of affected surface soils	1	(m)
A	Source zone area	2025	(m ²)
L_s	Depth to top of affected soils	4	(m)
L_{baso}	Depth to base of affected soils	8	(m)
L_{suds}	Thickness of affected soils	4	(m)

Outdoor Air Parameters		Value	(Units)
U_{air}	Ambient air velocity in mixing zone	4.69	(m/s)
h_{air}	Air mixing zone height	2	(m)
Q/C	Inverse mean concentration at the center of source	NA	
P_d	Areal particulate emission rate	6.9E-14	(g/cm ² /s)
V	Fraction of vegetative cover	NA	
U_m	Mean annual airvelocity at 7m	NA	
U_t	Equivalent 7m air velocity threshold value	NA	
F(x)	Windspeed function dependant on U_m/U_t	NA	
PEF	Particulate Emission Factor	1.83902E-11	

Building Parameters		Residential	Commercial	(Units)
L_b	Building volume/area ratio	NA	NA	(m)
A_b	Foundation area	NA	NA	(m ²)
X_{cik}	Foundation perimeter	NA	NA	(m)
ER	Building air exchange rate	NA	NA	(1/s)
L_{cik}	Foundation thickness	NA	NA	(m)
Z_{cik}	Depth to bottom of foundation slab	NA	NA	(m)
η	Foundation crack fraction	NA	NA	(-)
dP	Indoor/outdoor differential pressure	NA	NA	(g/cm/s ²)
Q_s	Convective air flow through slab	NA	NA	(m ³ /s)
$\theta_{w(cik)}$	Volumetric water content of cracks	NA	NA	(-)
$\theta_{s(cik)}$	Volumetric air content of cracks	NA	NA	(-)
BV	Building Volume	NA	NA	(m ³)
w	Building Width Perpendicular to GW flow	NA	NA	(m)
L	Building Length Parallel to GW flow	NA	NA	(m)
v	Saturated Soil Zone Porosity	NA	NA	(-)

Groundwater Parameters		Value	(Units)
δ_{gw}	Groundwater mixing zone depth	NA	(m)
I_f	Net groundwater infiltration rate	NA	(cm/yr)
U_{gw}	Groundwater Darcy velocity	NA	(cm/d)
V_{gw}	Groundwater seepage velocity	NA	(cm/d)
K_s	Saturated hydraulic conductivity	NA	(cm/d)
i	Groundwater gradient	NA	(-)
S_w	Width of groundwater source zone	NA	(m)
S_d	Depth of groundwater source zone	NA	(m)
θ_{eff}	Effective porosity in water-bearing unit	NA	(-)
$f_{oc, soil}$	Fraction organic carbon in water-bearing unit	NA	(-)
pH _{soil}	Groundwater pH	NA	(-)
	Biodegradation considered?	NA	

Transport Parameters		Off-site 1	Off-site 2	Off-site 1	Off-site 2	(Units)
Lateral Groundwater Transport		Groundwater Ingestion		Groundwater to Indoor Air		
α_x	Longitudinal dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_y	Transverse dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
α_z	Vertical dispersivity	NA	NA	NA	NA	(m)
Lateral Outdoor Air Transport		Soil to Outdoor Air Inhal.		GW to Outdoor Air Inhal.		
σ_y	Transverse dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
σ_z	Vertical dispersion coefficient	NA	NA	NA	NA	(m)
ADF	Air dispersion factor	NA	NA	NA	NA	(-)

Surface Water Parameters		Off-site 2	(Units)
Q_{sw}	Surface water flowrate	NA	(m ³ /s)
W_{sw}	Width of GW plume at SW discharge	NA	(m)
δ_p	Thickness of GW plume at SW discharge	NA	(m)
DF _{sw}	Groundwater-to-surface water dilution factor	NA	(-)

NOTE: NA = Not applicable

Orange = Site-specific value (different from current default value)



RBCA SITE ASSESSMENT

1 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway is Complete)

SURFACE SOILS:
VAPOR AND DUST INHALATION

1) Source Medium	2) NAF Value (m³/kg) Receptor			3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)		
	Soil Conc. (mg/kg)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Constituents of Concern		Commercial	Construction Worker	None	Commercial	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *	0,0E+0					
TPH - Aliph >C08-C10 *	0,0E+0					
TPH - Aliph >C10-C12 *	5,3E+2					
TPH - Aliph >C12-C16 *	5,3E+2					
TPH - Aliph >C16-C21	5,3E+2					
TPH - Aliph >C21-C34	5,3E+2					
TPH - Arom >C07-C08	0,0E+0					
TPH - Arom >C08-C10	0,0E+0					
TPH - Arom >C10-C12	5,3E+2					
TPH - Arom >C12-C16	5,3E+2					
TPH - Arom >C16-C21	5,3E+2					
TPH - Arom >C21-C35	5,3E+2					

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A2_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

2 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SURFACE SOILS:

VAPOR AND DUST INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF _{ED})/(AT _{x365}) (unitless)			5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)		
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	None	Commercial	Construction Worker	None
TPH - Aliph >C06-C08 *						
TPH - Aliph >C08-C10 *						
TPH - Aliph >C10-C12 *						
TPH - Aliph >C12-C16 *						
TPH - Aliph >C16-C21						
TPH - Aliph >C21-C34						
TPH - Arom >C07-C08						
TPH - Arom >C08-C10						
TPH - Arom >C10-C12						
TPH - Arom >C12-C16						
TPH - Arom >C16-C21						
TPH - Arom >C21-C35						

* = Chemical with user-specified data

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2_sens expo

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

3 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

SUBSURFACE SOILS (4 - 8 m):
VAPOR INHALATION

1) Source Medium Soil Conc. (mg/kg)	2) NAF Value (m³/kg) Receptor		3) Exposure Medium Outdoor Air: POE Conc. (mg/m³) (1) / (2)	
	On-site (0 m) Commercial	Off-site 1 (0 m) None	On-site (0 m) Commercial	Off-site 1 (0 m) None
Constituents of Concern				
TPH - Aliph >C06-C08 *	0,0E+0		0,0E+0	
TPH - Aliph >C08-C10 *	0,0E+0		0,0E+0	
TPH - Aliph >C10-C12 *	5,3E+2		1,0E-1	
TPH - Aliph >C12-C16 *	5,3E+2		1,0E-1	
TPH - Aliph >C16-C21	5,3E+2		2,0E-2	
TPH - Aliph >C21-C34	5,3E+2		3,0E-2	
TPH - Arom >C07-C08	0,0E+0		0,0E+0	
TPH - Arom >C08-C10	0,0E+0		0,0E+0	
TPH - Arom >C10-C12	5,3E+2		1,0E-1	
TPH - Arom >C12-C16	5,3E+2		2,7E-2	
TPH - Arom >C16-C21	5,3E+2		2,2E-3	
TPH - Arom >C21-C35	5,3E+2		1,4E-5	

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A2_sens expo

Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

4 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

SUBSURFACE SOILS (4 - 8 m):
VAPOR INHALATION (cont'd)

	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m ³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Constituents of Concern	Commercial	None	Commercial	None
TPH - Aliph >C06-C08 *	3,2E-1		0,0E+0	
TPH - Aliph >C08-C10 *	3,2E-1		0,0E+0	
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,2E-1		3,2E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,2E-1		3,2E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	3,2E-1		6,4E-3	
TPH - Aliph >C21-C34	3,2E-1		9,5E-3	
TPH - Arom >C07-C08	3,2E-1		0,0E+0	
TPH - Arom >C08-C10	3,2E-1		0,0E+0	
TPH - Arom >C10-C12	3,2E-1		3,2E-2	
TPH - Arom >C12-C16	3,2E-1		8,4E-3	
TPH - Arom >C16-C21	3,2E-1		6,9E-4	
TPH - Arom >C21-C35	3,2E-1		4,3E-6	

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

5 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

☐ (Checked if Pathway Is Complete)

GROUNDWATER: VAPOR
INHALATION

Exposure Concentration

1) Source Concentration	2) NAF Value (m³/L)		3) Exposure Medium	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
Groundwater Conc. (mg/L)	None	None	None	None
Constituents of Concern				
TPH - Aliph >C06-C08 *				
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				

NOTE:

NAF = Natural attenuation factor

POE = Point of exposure

Site Name: UNNA_A2_sens expo

Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-Jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

6 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

GROUNDWATER: VAPOR
INHALATION (cont'd)

Constituents of Concern	4) Exposure Multiplier (EF×ED)/(AT×365) (unitless)		5) Average Inhalation Exposure Concentration (mg/m³) (3) X (4)	
	On-site (0 m)	Off-site 1 (0 m)	On-site (0 m)	Off-site 2 (0 m)
TPH - Aliph >C06-C08 *	None	None	None	None
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *				
TPH - Aliph >C12-C16 *				
TPH - Aliph >C16-C21				
TPH - Aliph >C21-C34				
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12				
TPH - Arom >C12-C16				
TPH - Arom >C16-C21				
TPH - Arom >C21-C35				

NOTE: AT = Averaging time (days) EF = Exposure frequency (days/yr) ED = Exposure duration (yr)

Site Name: UNNA_A2_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

7 OF 9

TIER 2 EXPOSURE CONCENTRATION AND INTAKE CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

MAXIMUM PATHWAY EXPOSURE (mg/m³)
Maximum average exposure concentration
from soil and groundwater routes.)

Constituents of Concern	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
	Commercial	Construction Worker	None	None
TPH - Aliph >C06-C08 *				
TPH - Aliph >C08-C10 *				
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,2E-2			
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,2E-2			
TPH - Aliph >C16-C21	6,4E-3			
TPH - Aliph >C21-C34	9,5E-3			
TPH - Arom >C07-C08				
TPH - Arom >C08-C10				
TPH - Arom >C10-C12	3,2E-2			
TPH - Arom >C12-C16	8,4E-3			
TPH - Arom >C16-C21	6,9E-4			
TPH - Arom >C21-C35	4,3E-6			

Site Name: UNINA_A2_sens expo
Site Location: LOTE 1 - PLANTA VERDÚN
Completed By: TEMA LITOCLEAN

Date Completed: 28-jul-yy
Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

CARCINOGENIC RISK

Constituents of Concern	(1) Is Carcinogenic	(2) Maximum Carcinogenic Exposure (mg/m³)				(3) Inhalation Unit Risk Factor (µg/m³)⁻¹	(4) Individual COC Risk (2) x (3) x 1000			
		On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)		On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)
		Commercial	Construction Worker	None	None		Commercial	Construction Worker	None	None
TPH - Aliph >C06-C08 *	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C08-C10 *	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C10-C12 *	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C12-C16 *	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C16-C21	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Aliph >C21-C34	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C07-C08	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C08-C10	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C10-C12	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C12-C16	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C16-C21	FALSO	-	-	-	-	-				
TPH - Arom >C21-C35	FALSO	-	-	-	-	-				

Total Pathway Carcinogenic Risk =

Site Name: UNNA_A2_sens expo
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172



RBCA SITE ASSESSMENT

9 OF 9

TIER 2 PATHWAY RISK CALCULATION

OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS

■ (Checked if Pathway is Complete)

TOXIC EFFECTS

Constituents of Concern	(5) Maximum Toxicant Exposure (mg/m ³)		(6) Inhalation Reference Conc. (mg/m ³)		(7) Individual COC Hazard Quotient (5) / (6)	
	On-site (0 m)		Off-site 1 (0 m)		Off-site 1 (0 m)	
	Commercial	Construction Worker	Off-site 1 (0 m)	Off-site 2 (0 m)	Commercial	Construction Worker
TPH - Aliph >C06-C08 *						
TPH - Aliph >C08-C10 *						
TPH - Aliph >C10-C12 *	3,2E-2				3,2E-2	
TPH - Aliph >C12-C16 *	3,2E-2				3,2E-2	
TPH - Aliph >C16-C21	6,4E-3					
TPH - Aliph >C21-C34	9,5E-3					
TPH - Arom >C07-C08						
TPH - Arom >C08-C10						
TPH - Arom >C10-C12	3,2E-2				1,6E-1	
TPH - Arom >C12-C16	8,4E-3				4,2E-2	
TPH - Arom >C16-C21	6,9E-4					
TPH - Arom >C21-C35	4,3E-6					

Total Pathway Hazard Index =

2,7E-1

Site Name: UNNA_A2_sens expo
Site Location: LOTE I - PLANTA VERDÚN

Completed By: TEMA LITOCLEAN
Date Completed: 28-jul-yy

Job ID: 62172

