ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO (ACR) Y EVALUACIÓN CUALITATIVA DE CONDICION AMBIENTAL

VILLA INFLAMABLE

Dock Sud, Avellaneda

Concurso Público N° 01/2017

Orden de Compra N° 71 – Ejercicio 2017

EXP-ACR: 1246/2016

DIRECCION DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

acumar
Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo

324_Informe Etapa 3-ACR-Villa Inflamable_V.4 Rev.1

Mayo 2019

JMB INGENIERÍA AMBIENTAL

1 INDICE

2 INTRODUCCIÓN 2
3 OBJETIVO Y ALCANCE 4
4 ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS (ACR) 5
4.1 NORMAS DE REFERENCIA Y METODOLOGIA RBCA DE ASTM 6
4.2 ANÁLISIS DE RIESGO SITIO ESPECÍFICO VILLA INFLAMABLE 11
4.2.1 DEFINICIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO (MCS) 12
4.2.1.1 RUTAS DE EXPOSICIÓN 12
4.2.1.2 FUENTES Y COMPUESTOS DE INTERES 15
4.2.1.3 MECANISMOS DE TRANSPORTE 18
4.2.1.4 RECEPTORES DE LOS COMPUESTOS y VÍAS DE EXPOSICIÓN 18
4.2.2 PARÁMETROS SITIO ESPECIFICOS 21
4.2.2.1 CARACTERÍSTICAS Y PARAMETROS DEL SITIO 21
4.2.2.2 PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN HUMANA 24
4.2.2.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y TOXICOLÓGICOS DE LOS COMPUESTOS DE INTERES 28
4.2.3 MODELOS DE TRANSPORTE 29
5 RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO 31
5.1 CALCULO DEL RIESGO DE LA AFECTACIÓN EXISTENTE 31
5.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES OBJETIVO SITIO ESPECÍFICOS (SSTL) 34
6 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL 37
7 EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES 41
8 ANEXOS 53

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento técnico, encomendado por la Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR), constituye el Informe de Etapa 3 de la Investigación Ambiental realizada en Villa Inflamable; e incluye un Análisis Cuantitativo de Riesgos a la Salud Humana y el Ambiente (ACR) y una Evaluación Cualitativa de la Condición Ambiental registrada en el predio en ocasión de la Investigación Intrusiva.

El Análisis Cuantitativo de Riesgo fue desarrollado con el fin de valorar la probabilidad de que se produzcan efectos adversos sobre la salud humana y los ecosistemas como consecuencia de la alteración de las características químicas del suelo, polvo suelto depositado intra y extra domiciliario, agua subterránea y agua superficial, a los que están expuestos las personas que habitan en las viviendas del sitio en estudio o que pudieran quedar expuestas ante el futuro uso residencial asumido.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR) fue realizado conforme la metodología RBCA (*Risk Based Corrective Action*) establecida en las Normas de Referencia Internacional ASTM E 1739-95 y ASTM 2081-00 y haciendo uso del software RBCA *Tool Kit for Chemical Releases* versión 2.6 producto de *Groundwater Services, Inc.* GSI. El mismo, se fundamentó en los resultados obtenidos en la Caracterización ejecutada en el sitio y los lineamientos acordados con la ACUMAR de acuerdo a sus requerimientos, y fue desarrollado a partir del escenario real observado durante los relevamientos de campo, la información sitio específica suministrada por la ACUMAR y los resultados analíticos registrados en el marco de la Etapa 2 de la presente Investigación (Investigación Intrusiva de Fase II).

Dadas las características del sitio en evaluación y el objetivo del Proyecto, el presente estudio se enfocó en los receptores residenciales, contemplando las rutas de exposición completas existentes a las que están expuestos. De esta manera, se identificaron como receptores on-site a los residentes de las viviendas ubicadas en el sitio de estudio. Tomando una postura conservadora, y de acuerdo al relevamiento realizado, se ha considerado como receptor potencial más vulnerable a un niño. Asimismo, fueron considerados como receptores off site a los cuerpos de agua superficial existentes en el predio y la posible posterior exposición de los seres humanos o vida acuática a los compuestos de Interés (CDIs) en este medio.

En relación a los compuestos de interés (CDI), sobre la base de los resultados de la Investigación Intrusiva, se han considerado para el análisis todos aquellos compuestos que presentaron valores de concentración superiores al límite de cuantificación (LC) de la técnica analítica empleada en cada caso, independientemente si superaban o no un determinado nivel guía o límite normativo o el porcentaje de muestras que realmente presentaron cuantificación por CDI. Esto es, con criterio conservador, priorizar registro cuantificable sobre cualquier otro criterio de selección.

Asimismo, debido a la heterogeneidad de las concentraciones registradas de cada CDI en los medios físicos evaluados, y luego de un análisis estadístico de las concentraciones registradas, se ha considerado a los efectos del cálculo del riesgo ambiental asociado a su presencia, a la mediana de las

concentraciones cuantificables registradas por parámetro y medio físico como la concentración representativa de la serie de datos recabada en cada caso, es decir la concentración representativa para todo el predio de cada CDI en cada medio físico. Las máximas concentraciones halladas resultan puntuales y se encuentran fuera del percentil representativo 98 o 99 [1] de la serie de datos para cada CDI, lo que implicaría sobredimensionamientos del riesgo existente si el mismo fuese calculado con las máximas concentraciones para todo el predio, lo que no ocurre con la mediana que considera toda la serie de datos recabada con cuantificación y no solo los máximos.

Se aclara sin embargo, que las concentraciones superiores a la mediana fueron también contempladas en el presente análisis mediante su comparativo con los valores calculados de los Niveles Objetivo sitio específicos basados en riesgo, a fin de conocer si las mismas requieren implementar futuras acciones correctivas puntuales que aseguren la aceptabilidad de riesgo.

La aplicación de la herramienta de análisis cuantitativa, permitió calcular los riesgos a la salud vinculados a la afectación registrada en el sitio, así como calcular los Niveles Objetivo Sitio Específicos (*Site Specific Target Levels*, SSTL) de concentración que pueden permanecer en los medios físicos del predio sin superar el riesgo tolerable a la salud humana para los potenciales receptores que estuvieran expuestos. Permitiendo además, identificar si en el sitio existen áreas con concentraciones superiores a esos SSTL calculados y por lo tanto requieren la implementación de acciones correctivas a fin de minimizar y conducir a una aceptabilidad del riesgo.

Por su parte, la Evaluación Cualitativa de la condición Ambiental, se basó en la información obtenida en el marco de la Investigación Intrusiva de Fase II, principalmente en el Modelo Conceptual sitio específico generado como resultado de esa Etapa, y comprendió una descripción general de las Condiciones Ambientales identificadas en el predio en cuanto a los medios físicos afectados, las posibles fuentes de afectación y los riesgos de exposición a esa afectación para los residentes.

Una evaluación conjunta del cumplimiento normativo local establecido por Decreto N°831/93, reglamentario de la Ley Nacional N°24.051 de Residuos peligrosos (presentada en el Informe de Etapa 2 ó Investigación Intrusiva), los resultados del Análisis Cuantitativo de Riesgo a la Salud Humana y el Ambiente (ACR) y la Evaluación Cualitativa de la Condición Ambiental registrada en el predio (presentados en este informe), las condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales existentes en el predio y los usos y costumbres de sus habitantes; sentarán las bases que permitan evaluar el riesgo ambiental y a la salud en el sitio y proponer las futuras acciones correctivas que se consideren requeridas en el mismo.

[1] Percentil 98-99: concentración por debajo de la cual se encuentra el 98 o 99% de las concentraciones registradas por cada compuesto de interés en cada medio físico investigado.

3 OBJETIVO Y ALCANCE

Los objetivos del presente informe son:

- Realizar una evaluación basada en riesgo, considerando criterios de protección a la salud humana y el ambiente de los resultados de la caracterización intrusiva de Etapa 2 efectuada en el sitio en los medios: suelo superficial extra domiciliario, polvo suelto depositado extra domiciliario, polvo suelto depositado intra domiciliario, agua subterránea e indirectamente agua superficial afectada por aportes de aguas subterráneas contaminadas por: lixiviación en suelo, infiltración de aguas servidas y/o reflujo del Canal Sarandí en crecidas de nivel del Río de la Plata.
- Presentar una Evaluación Cualitativa general de la Condición Ambiental del sitio en estudio, en base a información recabada en la Investigación Intrusiva.
- Sentar las bases que, permitan proponer en la Etapa 4 de la presente Investigación, Acciones Correctivas que se encuentren requeridas en el predio.

Como se indicara, el alcance del Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR) aquí presentado, es calcular, conforme a los lineamientos generales de las Normas ASTM E1739-95 y E2081-00, **los riesgos a la salud vinculados a las concentraciones registradas en la Investigación Intrusiva** y los **Niveles Objetivo Sitio Específicos (*Site Specific Target Levels*, SSTL)** para los distintos compuestos de interés en los medios físicos del predio que aseguren la aceptabilidad del riesgo, así como evaluar si en el sitio existen áreas o sectores con concentraciones superiores a esos Niveles Objetivo que requieran futuras acciones correctivas.

La Evaluación Cualitativa alcanza una descripción general de las Condiciones Ambientales identificadas en el predio, describiendo los medios físicos afectados, las posibles fuentes de afectación y los riesgos de exposición a esa afectación para los residentes.

4 ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS (ACR)

El análisis Cuantitativo de Riesgos tiene como finalidad estimar la severidad y probabilidad de que la exposición a uno o varios contaminantes presentes en el ambiente puedan producir, bajo ciertas circunstancias, efectos adversos en la salud humana y los ecosistemas expuestos. Calculando dicha exposición mediante modelos de predicción desarrollados por diferentes software que se basan en la información recopilada sobre las fuentes, los receptores, las vías de exposición y las características de los compuestos de interés (físicas, químicas y toxicológicas).

La evaluación incluye entre otros aspectos la determinación del Modelo Conceptual Sitio específico y la definición de fuentes de contaminación ambiental, mecanismos de transporte del contaminante, vías y medios de exposición y receptores, así como la determinación de la concentración representativa de los contaminantes en los medios físicos fuente, las características sitio específicas de los medios afectados, y los escenarios y factores de exposición de los receptores que definen tiempo, frecuencia y duración de exposición.

La metodología RBCA (*Risk Based Corrective Action*) de ASTM, aplicada en el presente estudio, constituye una guía metodológica estandarizada para la Acción Correctiva basada en Riesgo. Es un proceso de toma de decisiones coherentes para la evaluación y respuesta, basado en la protección de la salud de los seres humanos, que establece en detalle una serie de pasos para determinar la concentración de los contaminantes en los medios físicos del sitio (suelo, agua o aire) que no tendrían efectos negativos sobre la salud humana, denominados SSTL o *Site Specific Target Levels*. Lo cual permite el planteo de acciones correctivas apropiadas a cada sitio.

El enfoque técnico científico usado para calcular los mencionados SSTL, considerados incluso en ocasiones como objetivos de calidad, puede variar según el entorno, las condiciones, los usos y costumbres del sitio, el organismo regulador y el usuario debido a los requisitos regulatorios, etc., por lo que la información sobre la que se basa debe ser representativa de la situación existente en el sitio en evaluación. En este caso, el cálculo de los SSTL aquí presentados se fundamentó en: la Información sitio específica recopilada en la Investigación Intrusiva, la información sitio específica compilada de seguimientos y monitoreos del predio por más de ocho años realizados por la ACUMAR, y las recomendaciones específicas de la norma ASTM de referencia y la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (U.S.EPA) para este tipo de evaluaciones.

Las recomendaciones por default de ASTM o U.S.EPA, tomadas usualmente con criterio conservador ante la ausencia de información sitio específica, pueden no representar necesariamente la condición exacta del sitio en evaluación y ser incluso más restrictivas que la condiciones existentes. Por lo tanto, debe considerarse que los SSTL calculados en estos casos, son plausibles de ajustes o modificaciones ante la obtención de nueva información sitio específica que permita superar las hipótesis conservativas adoptadas en una primera instancia.

A continuación son descriptas en detalle las normas de referencia, secuencia metodológica e información usada en la presente Evaluación de Villa Inflamable:

4.1 NORMAS DE REFERENCIA Y METODOLOGIA RBCA DE ASTM

Como se mencionó, el Análisis Cuantitativo de Riesgo se realizó bajo los lineamientos generales de las siguientes normas de referencia internacional, que establecen la metodología RBCA (*Risk Based Corrective Action*):

- ASTM E 1739-95[2]: Guía Estándar para Acciones Correctivas basadas en Riesgo aplicadas en sitios contaminados con Hidrocarburos.
- ASTM 2081-00: Guía Estándar para Acciones Correctivas basadas en Riesgo en sitios con afectación de compuestos Químicos

La norma ASTM E 1739 se centra en sitios afectados por derrames de hidrocarburos, mientras que la norma ASTM E 2081 trata el proceso para realizar acciones correctivas basadas en el riesgo en sitios con derrames de productos químicos, con diferentes grados de complejidad y de características físicas y químicas.

El proceso RBCA se implementa por medio de un método dividido en niveles, que incluye niveles de recolección y análisis de datos cada vez más específicos. Al evaluar cada nivel, se realiza la comparativa con los resultados, se evalúan y se decide si se justifica la ejecución de un análisis más específico del sitio.

A continuación se describen en forma somera los fundamentos sobre los cuales se basa la metodología RBCA establecida en las normas ASTM para la realización de un Análisis Cuantitativo de Riesgo sitio específico y sobre la cual se fundamenta el análisis aquí presentado.

- **PASAJE A NIVELES DE ANÁLISIS SUCESIVOS**: la metodología de ASTM prevé el pasaje a niveles de análisis sucesivos, caracterizados por una cantidad mayor de información sitio específica en los niveles superiores, con el consecuente abandono de las hipótesis genéricas conservadoras asumidas en el primer paso. En particular, los niveles de análisis previstos en la metodología de ASTM son los siguientes:

  -*Nivel 1 (TIER 1):* hace referencia a condiciones sitio-genéricas y representan por lo tanto una valoración de "screening", teniendo en cuenta vías de exposición directas o indirectas, factores de exposición conservativos y ecuaciones de transporte del tipo netamente analítico. Aplicando este

[2] Referencia de la Norma IRAM 29590-Calidad Ambiental. Acciones correctivas basadas en riesgo (ACBR) aplicadas a sitios contaminados con Hidrocarburos. Guía Metodológica.

nivel de análisis se obtienen los RBSL (*Risk Base Screening Levels*), es decir los niveles de screening de las concentraciones de las matrices ambientales. La posición del punto de exposición coincide con la fuente de afectación, por lo tanto se consideran solamente receptores on-site.

-Nivel 2 (TIER 2): hace referencia a **condiciones específicas del sitio** y por lo tanto una valoración de mayor detalle. Prevé la utilización de modelos analíticos en el punto de exposición considerando un medio homogéneo e isótropo. Aplicando este nivel de análisis se obtienen los Niveles Objetivo Sitio Específicos *(SSTL Site Specific Target Levels),* los cuales son valores de concentración en las matrices ambientales de suelo no saturado y saturado y que pueden ser considerados como objetivos de remediación o valores de calidad a cumplir. Para este nivel es necesario una mayor cantidad de datos respecto del análisis de Nivel 1, ya que se consideran mayor cantidad de escenarios y parámetros de exposición sitio-específicos. La posición del punto de exposición es aquella efectiva o potencial contemplando receptores "on-site" y "off-site".

-*Nivel 3 (TIER 3):* permite una valoración sitio-especifica de mayor detalle. Utiliza modelos numéricos y análisis probabilísticos que permiten considerar la heterogeneidad del sistema y generalizar la geometría de la fuente afectada y de las condiciones del entorno. Su aplicación requiere un mayor conocimiento del sistema físico y consecuentemente, una fase de *"Site Assessment"* más profunda con una mayor cantidad de datos. Al igual que para un Nivel 2, la posición del punto de exposición es aquella efectiva y potencial y como consecuencia de la aplicación de los niveles de Análisis ("TIER 3") se obtienen los Niveles Objetivo Sitio Específicos *(Site Specific Target Levels - SSTL).*

De acuerdo a lo anteriormente mencionado y tal como se muestra en la siguiente Figura, al aumentar el nivel de análisis (del Nivel 1 al Nivel 3) aumenta la cantidad de datos necesarios para la evaluación.

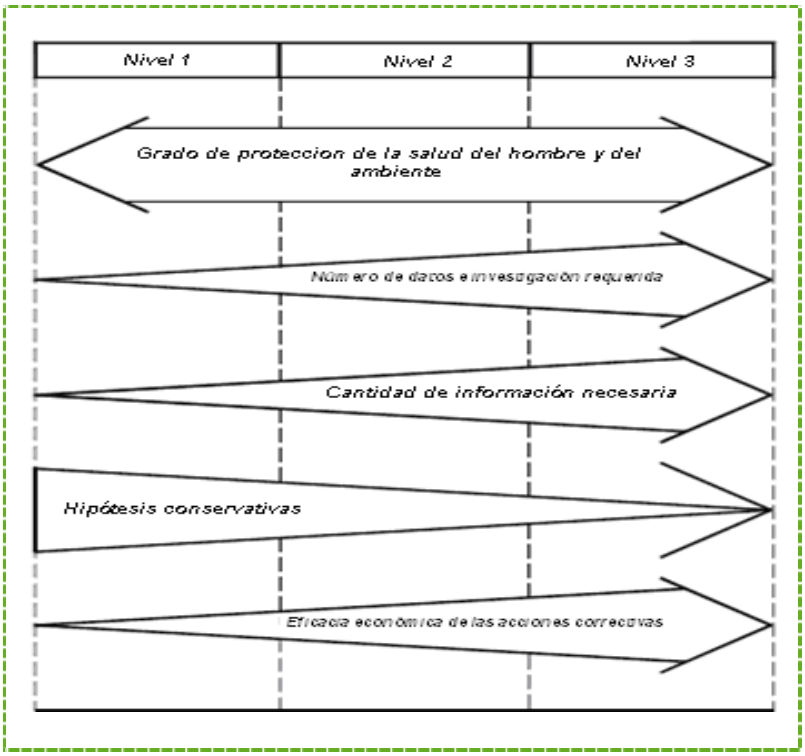


Gráfico 4.1.1 Niveles de análisis. Metodología RBCA

Una vez establecido el nivel de análisis a implementar, se efectúa la elección de los datos de *input* que se utilizarán para la elaboración del Análisis de Riesgo (ej. fuente, mecanismos de transporte, vías y medios de exposición, receptor, parámetros sitio específicos, parámetros o factores de exposición del receptor, etc.). En la presente sección se realiza una descripción de las actividades requeridas para la elección de inputs así como la descripción de los modelos de transporte posibles a aplicar, mientras que en la sección siguiente, **Ítem 4.2, se detallan los datos de *input*, que son la base de la elaboración del presente Análisis de Riesgo para Villa Inflamable.**

- **DEFINICIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL**: el Modelo Conceptual del Sitio (MCS) es la base de la aplicación del Análisis Cuantitativo de Riesgo sitio específico y es elaborado en base a la documentación e información obtenida durante los estudios realizados en el sitio.

  A continuación se detallan los tres principales componentes que constituyen la elaboración del Análisis de Riesgo:

FUENTE — TRANSPORTE — RECEPTOR

Cabe recordar que para que exista riesgo (aceptable o no aceptable) es necesario que se encuentren

presentes en forma simultánea estos tres componentes.

El primer paso para la elaboración del MCS, es individualizar la naturaleza del sitio en estudio y el uso del suelo. Para esto es consultada toda la documentación disponible en relación al sitio, a fin de identificar los receptores en la elaboración del Análisis de Riesgo.

En base a las investigaciones realizadas se define la secuencia litológica principal, se identifica la profundidad media y la dirección de flujo del agua subterránea. Asimismo, son individualizados los cursos de agua superficiales y lagunas presentes y las relativas distancias, direcciones de escurrimiento, presencia de pozos de uso potable y/o industrial (en caso de existir).

• **FUENTES DE AFECTACIÓN:** la metodología RBCA individualiza dos tipos de fuentes de afectación:

- Fuentes Primarias: instalaciones que conducen o almacenan sustancias potencialmente peligrosas, tales como tanques o cañerías tanto subterráneas como aéreas, sistemas de purga, etc.
- Fuentes Secundarias: las matrices o medios ambientales afectadas por los compuestos de interés provenientes de las fuentes primarias.

• **VÍAS DE EXPOSICIÓN:** las vías de exposición son aquellas mediante las cuales el receptor entra en contacto con los compuestos. Se distinguen exposiciones directas, donde el contacto receptor-compuesto se realiza directamente (ej. contacto dérmico e ingestión de suelo superficial) y exposiciones indirectas, en las cuales el contacto receptor – compuesto se desarrolla a partir de la migración de la sustancia (ej.: inhalación de vapores o partículas).

A cada fuente afectada le pueden corresponder diversas vías de exposición según la situación físico-antrópica del sitio en evaluación. Las modalidades mediante las cuales puede ocurrir el contacto entre el compuesto y el receptor varían en función de las vías de exposición, entre las cuales se pueden destacar:

- Ingestión de suelo
- Contacto dérmico con el suelo
- Inhalación indoor/outdoor de particulado
- Inhalación indoor/outdoor de vapores
- Ingestión de agua con fines potables
- Contacto dérmico e ingestión accidental de agua

- **MECANISMOS Y MODELOS DE TRANSPORTE:** analizando la potencial fuente de afectación del medio, los mecanismos de transporte representan la modalidad mediante la cual los compuestos alcanzan o migran a través de las matrices ambientales. Entre los mecanismos de transporte pueden encontrarse los siguientes:

- Erosión y dispersión atmosférica de partículas de suelo
- Volatilización y dispersión atmosférica
- Volatilización y acumulación en espacios confinados
- Lixiviación y transporte en agua subterránea.

Los medios afectados pueden ser los siguientes:

- Suelo superficial: el nivel más superficial de suelo, comprendido entre la superficie del terreno y un metro de profundidad(*)
- Suelo profundo: el nivel de suelo comprendido entre la base del nivel precedente y la máxima profundidad investigada(*)

(*) Se aclara que estas profundidades son genéricas, por lo que pueden ajustarse según criterios profesionales en cada caso, como ocurrió en la presente investigación en la que fue considerado suelo superficial al nivel más superficial del suelo desde la superficie hasta los 0,10 m y suelo profundo o sub superficial al nivel del suelo comprendido entre la base del nivel precedente y la máxima profundidad investigada en este caso 1,2 metros (según lo establecido en el PET).

- Aire Outdoor: la porción de ambiente abierto, donde pueden haber significativas concentraciones de vapores de compuestos químicos provenientes de los niveles más superficiales del suelo
- Aire Indoor: la porción de ambiente en la cual las concentraciones significativas de vapores de sustancias quedan confinadas en ambientes cerrados
- Agua subterránea: el agua directamente afectada por la presencia de compuestos o bien el agua subterránea que recibe aporte de sustancias de niveles de terreno no saturado
- Agua superficial: el agua superficial afectada mediante el aporte de sustancias emitidas desde fuentes externas a los cuerpos de agua superficial.

- **RECEPTORES:** los tipos de receptores humanos según la metodología ASTM pueden ser los siguientes:

- residentes y/o trabajadores presentes en el sitio (receptores on-site)
- residentes y/o trabajadores presentes en el entorno del sitio en estudio (receptores off-site).

4.2 ANÁLISIS DE RIESGO SITIO ESPECÍFICO VILLA INFLAMABLE

El presente Análisis Cuantitativo de Riesgo para Villa Inflamable, ha sido elaborado de acuerdo a los lineamientos generales de la metodología ASTM, implementando la siguiente secuencia de acción:

- Definición del Modelo Conceptual del Sitio (MCS)
- Definición de los parámetros de ingreso (inputs) a considerar en el Análisis de Riesgo sitio específico
- Determinación del riesgo a la salud para las concentraciones de los CDI registradas en el sitio (representadas con la mediana de concentración de las muestras cuantificables) y los escenarios considerados (**cuantificación de riesgo en modalidad de cálculo directo**)
- Comparativo de los riesgos calculados con los niveles definidos de riesgo aceptable, para las distintas vías de exposición, con el objeto de identificar la existencia de potenciales riesgos que requieran la implementación de acciones correctivas que aseguren la aceptabilidad de riesgo en el sitio
- Determinación de los Niveles Objetivo Sitio Específicos (SSTL) para cada compuesto de interés en los medios físicos evaluados considerados fuente, sobre la base de la exposición a los CDI independientemente de su concentración registrada y para los escenarios considerados (**cuantificación de riesgo en modalidad de cálculo Indirecto**)
- Comparativo de los SSTL calculados con las concentraciones registradas en la investigación intrusiva de Fase II, con el fin de identificar si en el sitio existen áreas en las cuales dichas concentraciones resultan superadas y por lo tanto requieren la implementación de acciones correctivas a fin de reducir en la medida requerida los riesgos y conducir a una aceptabilidad del mismo.

Para las diversas etapas de aplicación en el proceso de validación del riesgo, se han considerado los parámetros geológicos, hidrogeológicos y ambientales del sitio oportunamente descriptos en el Informe correspondiente a la Etapa 2 o de Investigación Intrusiva *(Documento Técnico: 324_Informe Etapa 2-Villa Inflamable_Rev.5_V.5)*.

El Análisis de Riesgo se ha desarrollado en un nivel TIER 2 (**sitio específico** tal como estaba establecido en el PET), utilizando el software RBCA *Tool Kit for Chemical Releases* versión 2.6, producto de *Groundwater Services, Inc.* GSI. La metodología utilizada aplica principios y métodos reconocidos a nivel internacional y en particular el procedimiento RBCA (*Risk Based Corrective Action*) estandarizado por ASTM (*American Society for Testing and Materials*) en los documentos guía E1739 y E2081.

El RBCA Tool Kit, empleado en el presente análisis, es un software integral específicamente diseñado para efectuar los cálculos requeridos del proceso de planeación ASTM-RBCA, conforme a lo definido en la norma ASTM E-2081-00 y la norma ASTM E-1739-95 y concuerda con las pautas vigentes definidas por la

U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) para Evaluación de Riesgos para la Salud Humana (U.S. EPA, 1989a, 1996), principal guía de este estudio.

El análisis consideró los parámetros físicos y químicos de los CDI establecidos en el software RBCA toolkit que en general considera el programa TX11 (Texas Reduction Program, Toxicity factors and Chemical / Physical parameters), así como los parámetros de toxicidad establecidos en la base toxicológica de los Estados Unidos para los CDI excepto para Plomo que no está incluido en la misma (EPA-I USEPA Integrated Risk Information System (IRIS), as of March 31, 2007). Tomando para Plomo los parámetros de toxicidad establecidos en la base Holandesa (Evaluación técnica de los valores de intervención para suelos / sedimentos y aguas subterráneas, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Informe RIVM 711701 023. Febrero 2001).

4.2.1 DEFINICIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO (MCS)

Sobre la base del análisis de la información sitio específica, se estableció el Modelo Conceptual del Sitio a considerar en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo.

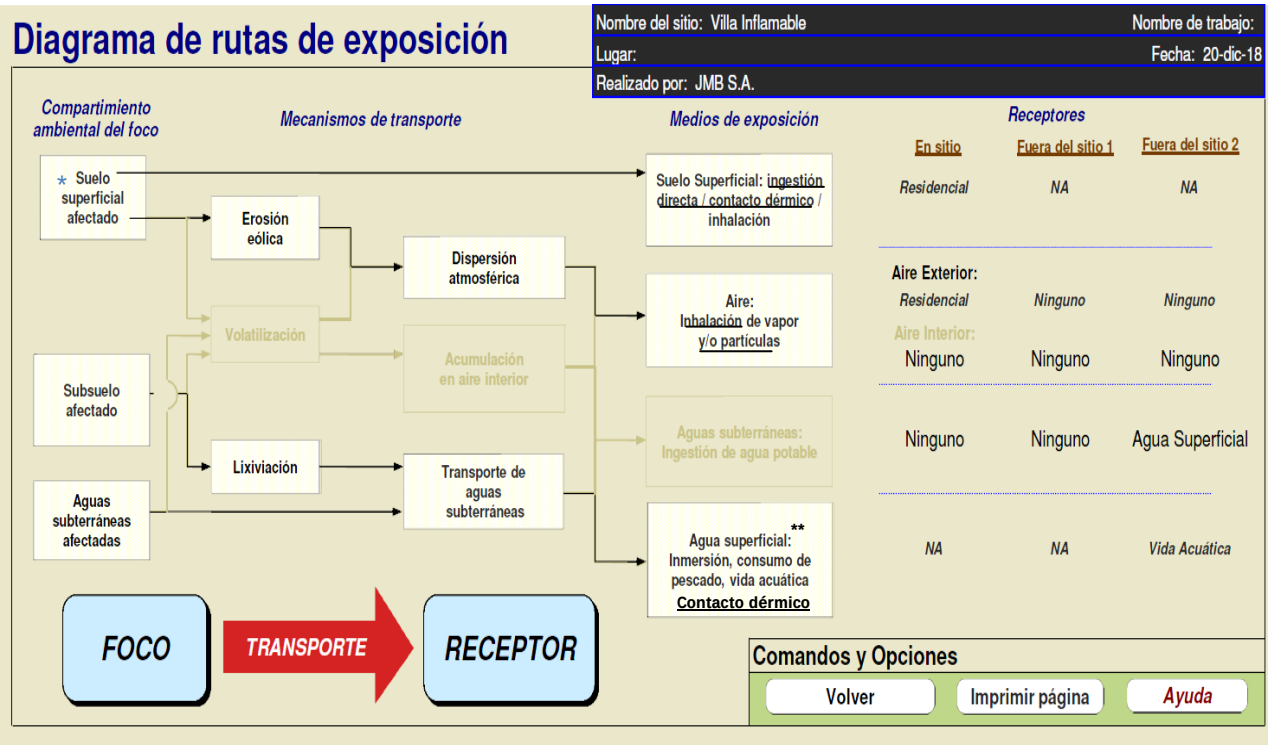
Si bien dicho Modelo fue oportunamente presentado en el Informe de Fase II de la presente investigación, aquí es nuevamente mostrado en forma sintética en los diagramas de flujo reportados en el **Anexo I** del presente documento, correspondientes a las ventanas de las corridas del Software y explicitado brevemente en los ítems a continuación.

En relación a los posibles receptores, el Modelo Conceptual del sitio, consideró los de mayor vulnerabilidad no sólo contemplando a los adultos sino también a los niños, considerando la activación de las rutas de exposición posibles y completas existentes para la exposición humana residencial on site que se registran en el predio.

4.2.1.1 RUTAS DE EXPOSICIÓN

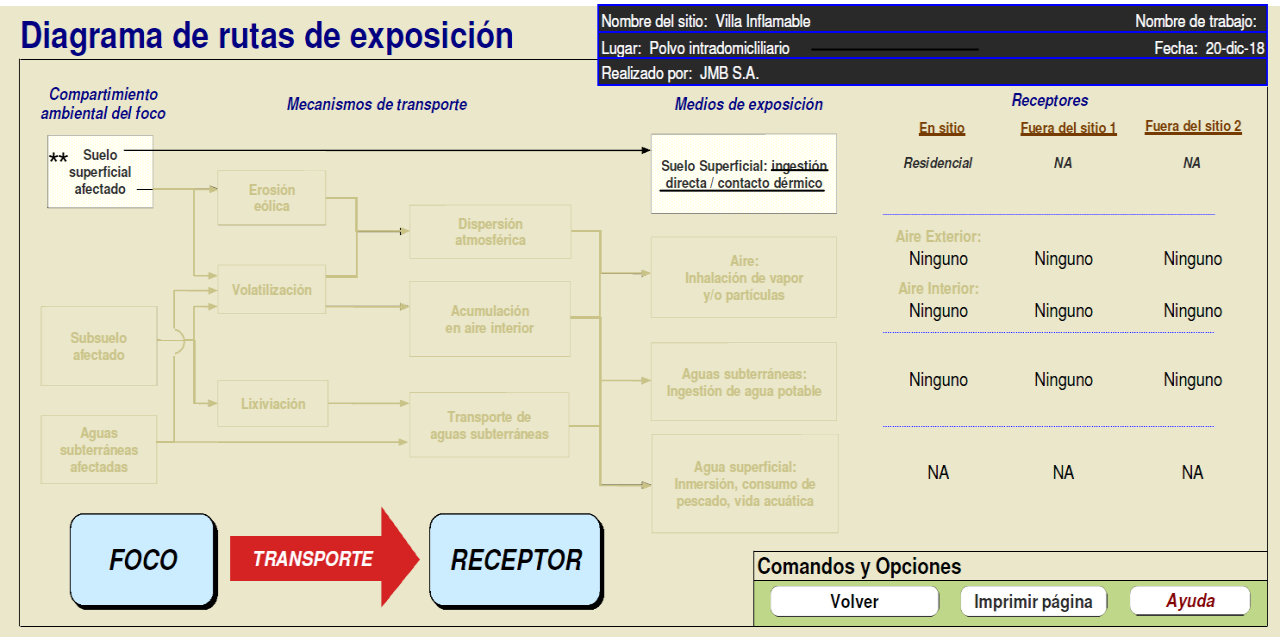
Fueron contempladas las rutas de exposición completas existentes en el sitio en evaluación, es decir aquellas en las que estuvieran presentes en forma simultánea los componentes requeridos para la potencial existencia de riesgo: fuente o compartimiento ambiental del foco, mecanismos de transporte, medios y vías de exposición y receptor.

A continuación se presenta un diagrama de flujo general de las rutas de exposición consideradas en el presente Análisis de Riesgo para Villa Inflamable:



** Referido a suelo superficial y polvo suelto depositado extra domiciliario.*

***El análisis para agua superficial, solo consideró la vía contacto dérmico por crecidas o inundaciones, no contemplando vías como inmersión, ingestión, consumo de pescado y vida acuática por no encontrarse presentes en el sitio.*



***Referido a polvo suelto depositado intra domiciliario.*

Diagrama de Rutas de Exposición

Tal como se indica, fueron consideradas las rutas de exposición vinculadas a:

- **EXPOSICIÓN AL SUELO/POLVO:**

Se consideró esta ruta de exposición tanto para suelos superficiales extra domiciliarios y polvo suelto depositado extra domiciliario como también para la exposición al polvo suelto depositado intra domiciliario.

La misma incluyó los efectos combinados de la exposición humana a suelos superficiales afectados considerando asimismo, el polvo depositado sobre su superficie, para las vías: contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas provenientes de la dispersión de suelo superficial o polvo depositado sobre los mismos.

Se consideró que la exposición sucede en el área inmediata de la zona afectada del suelo, aplicando solo a los receptores que están en el sitio (on site), tanto los que están dentro de las viviendas (on site-indoor) como los que están afuera (on site-outdoor).

Es importante aclarar que dado que el polvo suelto depositado tiene su origen principalmente en el suelo superficial[3] movilizado por acciones meteorológicas o antrópicas, en el software para las corridas del presente Análisis de Riesgo, el suelo superficial extra domiciliario y el polvo suelto depositado extra domiciliario fueron considerados un único compartimiento ambiental y el polvo suelto depositado intra domiciliario fue considerado como asimilable a suelo superficial.

- **EXPOSICIÓN AL AGUA SUPERFICIAL:**

Se refiere a la exposición de seres humanos o vida acuática al agua superficial afectada por la descarga a la misma de agua subterránea potencialmente contaminada por: aportes a través de lixiviación en suelo, infiltración de aguas servidas y/o aguas de reflujo del Canal Sarandí en crecidas de nivel del Río de la Plata.

Si bien los aportes de agua subterránea afectada a los cuerpos de agua superficial no constituyen la principal fuente de su afectación, vinculada a los vuelcos directos de agua servidas o efluentes cloacales por los residentes y disposición incontrolada de residuos, si representa la ruta de exposición que puede calcularse aquí por la configuración especifica del software (lixiviación desde suelo a aguas subterráneas afectadas y posterior descarga en agua superficial).

El presente análisis contempló que la exposición a agua superficial afectada se da por contacto dérmico, descartando vías como inmersión, ingestión o consumo de pescado, dado su inexistencia ya establecida

[3] Entendido suelo superficial como la franja superior del suelo comprendida entre los 0 y 0,10 m de profundidad.

como parte de la información recabada con los residentes del predio en el marco de la Investigación Intrusiva.

- **EXPOSICIÓN AL AIRE:**

Se consideró la inhalación de partículas en aire exterior de suelo-polvo suelto depositado extra domiciliario, provenientes de los suelos superficiales afectados movilizados y puestos en suspensión por el viento.

En la corrida no fue considerada la inhalación de polvo suelto intra domiciliario en aire interior, puesto que la velocidad del aire al interior de las viviendas puede considerarse prácticamente nula, lo que impide el levantamiento del polvo a la altura de nivel de inhalación y por ende la activación de esta vía para los receptores on site-indoor.

4.2.1.2 FUENTES Y COMPUESTOS DE INTERES

En función de los resultados de la Caracterización realizada en el sitio y las posibilidades de carga establecidas en el software, en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo, se han considerado las siguientes matrices afectadas como fuentes o compartimiento ambiental del foco:

- Suelo superficial extra domiciliario
- Agua Subterránea freática
- Polvo suelto depositado intra domiciliario
- Polvo suelto depositado extra domiciliario

Sobre la base de los resultados de la Investigación Intrusiva, fueron determinados como compuestos de interés (CDI) para su tratamiento en el software y cálculo de riesgo asociado, todos aquellos que presentaron valores de concentración superiores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada en cada caso (muestras con cuantificación), **independientemente si superan o no un determinado nivel guía o límite normativo** o el porcentaje de muestras que realmente superaron dicho límite de cuantificación por compuesto investigado.

Asimismo, debido a la heterogeneidad de las concentraciones registradas de cada CDI en los medios físicos evaluados, y luego de un análisis estadístico de las concentraciones registradas, a los efectos del cálculo del riesgo ambiental asociado a su presencia, se ha considerado a la mediana de las concentraciones cuantificables registradas por parámetro y medio físico como la concentración representativa de la serie de datos recabada en cada caso, es decir la concentración representativa para

todo el predio de cada CDI en cada medio físico.

Considerar la mediana de las concentraciones cuantificables registradas por cada CDI en cada medio físico, como valor de concentración representativo de ese CDI para todo el predio, se fundamentó en que las medianas son calculadas sobre la seriada global de los datos recabados, a diferencia de las concentraciones máximas que resultaron puntuales y se encuentran fuera del percentil representativo 98 o 99[4] de la serie de datos recabada en cada caso. Lo que implicaría sobredimensionamientos del riesgo existente si el mismo fuese calculado con las máximas concentraciones para todo el predio, lo que no ocurre con la mediana que considera toda la serie de datos recabada con cuantificación y no solo los máximos.

Se aclara sin embargo, que las concentraciones superiores a la mediana fueron también contempladas en el presente análisis de riesgo, mediante su comparativo con los valores calculados de los Niveles Objetivo sitio específicos basados en riesgo, a fin de conocer si dichas concentraciones son plausibles de superar el nivel de riesgo aceptable para la salud humana y por ende requieren la implementación de acciones correctivas puntuales.

La tabla a continuación presenta los CDI y las concentraciones representativas de los mismos definidas como la mediana de los valores cuantificables registrados en cada medio físico fuente, considerados en el presente análisis:

Tabla 4.2.1.2.1 **CDI y concentraciones consideradas en el ACR-VI**

Compuestos de interés (1)	Concentración Suelo Superficial / Polvo extra domiciliario (2) (mg/kg)	Concentración Polvo Intra domiciliario (3) (mg/kg)	Concentración Agua Subterránea (4) (mg/L)
Antimonio (Sb)	2,7	2,7	ND
Arsénico (As)	15,4	10,3	0,018
Cadmio (Cd)	3,1	2,5	0,062
Cobre Total (Cu)	43,6	75	ND
Cromo Total (Cr)	15,6	22	0,009
Mercurio Total (Hg)	1,7	2,05	ND
Níquel Total (Ni)	10,5	19,9	0,012

[4] Percentil 98-99: concentración por debajo de la cual se encuentra el 98 o 99% de las concentraciones registradas por cada compuesto en cada medio físico investigado.

Plomo Total (Pb)	73	93,7	ND
Zinc (Zn)	151	444,65	2670
Hidrocarburos Totales de C12-C35 (HTP)	79,3	553	ND
m-p cresol	NA	NA	0,003
Nitrato-N	NA	NA	2,1

ND: No detectado

NA: No analizado por no ser un CDI particular para ese medio.

(1) Compuestos en los que se registraron concentraciones cuantificables en el medio físico de interés en la Investigación Intrusiva.

(2) Concentración calculada como la mediana de las concentraciones cuantificables registradas en suelo superficial y polvo suelto depositado extra domiciliario. Mediana calculada sobre: 51 muestras con cuantificación de Sb/140 muestras tomadas, 9 muestras con cuantificación de As/140 muestras tomadas, 31 muestras con cuantificación de Cd/140 muestras tomadas, 140 muestras con cuantificación de Cu, Cr y Zn/140 muestras tomadas, 25 muestras con cuantificación de Hg/140 muestras tomadas, 128 muestras con cuantificación de Ni y Pb/140 muestras tomadas y 16 muestras con cuantificación de HTP/86 muestras tomadas.

(3) Concentración calculada como la mediana de las concentraciones cuantificables registradas en polvo suelto depositado intra domiciliario. Mediana calculada sobre: 17 muestras con cuantificación de Sb/30 muestras tomadas, 1 muestra con cuantificación de As/30 muestras tomadas, 15 muestras con cuantificación de Cd/30 muestras tomadas, 30 muestras con cuantificación de Cu, Cr, Ni y Zn/30 muestras tomadas, 6 muestras con cuantificación de Hg/30 muestras tomadas, 29 muestras con cuantificación de Pb/30 muestras tomadas y 3 muestras con cuantificación de HTP/3 muestras tomadas.

(4) Concentración calculada como la mediana de las concentraciones cuantificables registradas en Agua subterránea. Mediana calculada sobre: 2 muestras con cuantificación de As, Nitrato como Nitrógeno y m,p-cresol/9 muestras tomadas, 1 muestra con cuantificación de Cd y Zn/9 muestras tomadas y 6 muestras con cuantificación de Cr/9 muestras tomadas.

Hay que contemplar, que realizar los cálculos de riesgo con las medianas de concentración calculadas sólo sobre el grupo de muestras con cuantificación por compuesto y medio físico, puede resultar conservativo en parámetros con bajos porcentajes de muestras donde se supera el límite de cuantificación sobre el universo global de muestras tomadas, como es el caso de:

-Arsénico y Mercurio en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario (6%: 9 muestras con cuantificación de As/140 muestras tomadas y 18%: 25 muestras con cuantificación de Hg/140 muestras tomadas).

-Antimonio, Cadmio e Hidrocarburos en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario (36%: 51 muestras con cuantificación de Sb/140 muestras tomadas, 22%: 31 muestras con cuantificación de Cd/140muestras tomadas, 19%:16 muestras con cuantificación de HTP/86 muestras tomadas).

-Arsénico y Mercurio en polvo suelto depositado intra domiciliario con porcentajes de cuantificación de 3% (1 muestra con cuantificación/30 muestras tomadas) y 20% (6 muestra con cuantificación/30 muestras tomadas) respectivamente.

4.2.1.3 MECANISMOS DE TRANSPORTE

Para el presente Análisis, los mecanismos de transporte considerados mediante los cuales los compuestos de interés alcanzan o migran a través de las matrices ambientales son:

- Erosión y dispersión atmosférica de partículas de suelo
- Lixiviación y transporte en agua subterránea.

4.2.1.4 RECEPTORES DE LOS COMPUESTOS y VÍAS DE EXPOSICIÓN

En la presente elaboración han sido considerados los seres humanos como potenciales receptores de la afectación por los CDI en los medios físicos del sitio en evaluación. Asimismo, se consideró a los cuerpos de agua superficial como receptores off site de las aguas subterráneas potencialmente afectadas, contemplando la posible posterior exposición de los seres humanos o vida acuática a los CDI presentes en el agua superficial.

Las tablas a continuación indican las vías de exposición, los receptores y las distancias consideradas en el presente estudio para cada una de las matrices identificadas como fuente:

- Vías de Exposición a CDIs presentes en Suelo Superficial extra domiciliario, polvo suelto depositado extra domiciliario y Agua Subterránea que descarga a Agua superficial

Tabla 4.2.1.4.1 Vías de Exposición, Tipo de Receptores y Distancias consideradas.

Medio Físico afectado	Vías de Exposición	Tipo de receptor		Distancia fuente-receptor (m)
Suelo Superficial /polvo suelto depositado extra domiciliario	Contacto dérmico/ingestión/ inhalación de partículas	*On-site*	Residencial	0

Agua subterránea	Exposición a agua superficial Ruta: Lixiviación desde suelo a aguas subterráneas afectadas y posterior descarga de aguas subterráneas en agua superficial (1)	*Off site*	Cuerpo de Agua Superficial al que tiene acceso el residente	173(2)

(1) Ruta de exposición que puede calcularse por la configuración especifica del software. Se aclara que la misma no representa la principal fuente de afectación asociada a agua superficial (ver apartado Exposición al agua superficial del ítem 4.2.1.1-Rutas de exposición)

(2) distancia calculada promedio que debe recorrer el punto de agua subterránea afectada en el sitio para alcanzar algún cuerpo de agua superficial existente en el predio, determinada a partir de la intersección de radios concéntricos trazados desde el centro de cada laguna existente en el barrio.

- Vías de Exposición a CDIs presentes en polvo suelto depositado intra domiciliario

Tabla 4.2.1.4.2 Vías de Exposición, Tipo de Receptores y Distancias consideradas

Medio Físico afectado	Vías de Exposición	Tipo de Receptor		Distancia fuente-receptor (m)
polvo suelto depositado intra domiciliario	Contacto dérmico e ingestión de partículas	*On-site*	Residencial	0

Como se indicara, dadas las características del sitio y el objetivo del Proyecto, el presente estudio se enfocó en los receptores residenciales. De esta manera, se identificaron como receptores on-site a los residentes de las viviendas del predio en evaluación. Tomando una postura conservadora, y de acuerdo al relevamiento realizado, se ha considerado como receptor potencial más vulnerable a un niño. Asimismo, se han contemplado como receptores off site a todos los cuerpos de agua superficial existentes en el predio[5] a los que tienen acceso los residentes y/o pudieran entrar en contacto ante crecidas.

[5] Afectados solo por descarga de agua subterránea potencialmente contaminada por lixiviación desde suelo, infiltración de aguas servidas y/o reflujo del Canal Sarandí. Lo que no representa la principal fuente de su afectación ni la condición de contaminación en la que actualmente se encuentran los cuerpos superficiales del sitio en estudio, impactados principalmente por aportes directos de efluentes cloacales de los residentes y disposición incontrolada de residuos.

En cuanto a las vías de exposición, se considera que los receptores pueden entrar en contacto directo con el suelo superficial y el polvo suelto depositado intra y extra domiciliario afectado, mediante contacto dérmico, ingestión de partículas, y/o inhalación de partículas de suelo o de polvo depositado extra domiciliario movilizado por erosión o dispersión atmosférica.

Respecto al agua subterránea, debido a que de la investigación realizada en el predio surge que la misma no constituye una fuente de consumo directa ni indirecta usada por la población (las fuentes de bebida o riego provienen del agua de red o de agua de bidón provista por el Municipio de Avellaneda y la ACUMAR) y que no se registraron en el barrio pozos de captación que implicarán usos potenciales recreativos como llenado de piletas o duchas, las vías de exposición por contacto e ingestión en ese medio no se consideraron completas, por lo tanto no fueron consideradas en el análisis de riesgo.

Adicionalmente, no fue considerada la vía de exposición de inhalación de vapores provenientes del agua subterránea debido a que no se detectaron concentraciones de compuestos en la misma que puedan ser ingresados al organismo mediante la volatilización y posterior inhalación.

Sin embargo tal como se dijo, dada su existencia, sí se ha considerado la descarga de las aguas subterráneas potencialmente afectadas a los cuerpos de agua superficial, contemplando la protección a la vida acuática y la potencial exposición de seres humanos por contacto con la misma ante crecidas o acercamientos.

A continuación se presenta un detalle de la carga al software referente a los receptores y vías de exposición según tipo de exposición.

Criterios de calidad de agua: Resolución ACUMAR N°46/17 (Uso Ia: apta para protección de biota y uso recreativo c/contacto directo)

Suelo superficial-Polvo suelto depositado extra domiciliario/Agua subterránea

Polvo suelto depositado intra domiciliario

4.2.2 PARÁMETROS SITIO ESPECIFICOS

Para las diversas fases del proceso de ponderación del riesgo, fueron considerados los parámetros geológicos, hidrogeológicos y ambientales del sitio obtenidos en la Caracterización Ambiental realizada en las Etapas precedentes de este estudio, así como información recopilada de seguimientos y monitoreos históricos de la ACUMAR.

En los casos en los que no haya sido posible realizar mediciones directas de ciertos parámetros requeridos para el uso del software RBCA Tool Kit for Chemical Releases, fueron usados datos de default propuestos por el mismo software que están fundamentados en recomendaciones específicas de la Norma ASTM E 2081 y en los valores de Exposición Máxima Razonable (RME) especificados por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU (U.S.EPA) para este tipo de evaluaciones. Lo anterior fue realizado con criterio conservador, si se tiene en cuenta que dichas recomendaciones pueden ser incluso más restrictivas que la condiciones existentes en el predio en evaluación.

4.2.2.1 CARACTERÍSTICAS Y PARAMETROS DEL SITIO

En base a la información recabada sitio específica, se establecieron las siguientes características del sitio a considerar en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo:

El uso del suelo de la zona de estudio se consideró residencial, debido no solo a que es el mayoritariamente registrado, sino que corresponde al uso más crítico desde el punto de vista de riesgo a la salud humana por la exposición a los compuestos de interés.

A partir de la reconstrucción de la geología e hidrogeología del área de estudio, el tipo de suelo en la zona no saturada se ha asimilado a un sedimento limo arcilloso.

El acuífero freático en el predio, presenta una profundidad promedio de 0,65 m.b.n.t. con valores máximos y mínimos de 1,6 y 0,1 m.b.n.t. respectivamente.

La dirección de flujo subterráneo en la mayor parte de Villa Inflamable es hacia el SE (hacia los bañados y canales que descargan al Canal Sarandí, Río La Plata) mientras que en el extremo noroccidental del mismo apunta hacia el NW en dirección al Canal Dock Sud.

En la siguiente Tabla, se muestran los principales datos de *input* sitio específicos utilizados en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo, mientras que en el Anexo I se reportan la totalidad de los *inputs* ingresados para la corrida.

Tabla 4.2.2.1 Principales parámetros del sitio considerados en la elaboración del ACR

Parámetro	Unidad de medida	Valor	Sitio Específico - Database
RECURSO SUELO			
Nivel del agua subterránea	m	0,657	Sitio específico (1)
Espesor de la franja capilar	m	0,27	Database RBCA
Profundidad del techo de suelo afectado	m	0	Sitio específico (2)
Profundidad de la base de suelo afectado	m	0,1	Sitio específico (3)
Largo de la fuente paralelo a la dirección del viento	m	45	Database RBCA
Porosidad Total	adim.	0,36	Database RBCA
Contenido de agua en la zona no saturada	adim.	0,24	Database RBCA
Contenido de agua en la franja capilar	adim.	0,324	Database RBCA
Contenido de aire en la zona no saturada	adim.	0,12	Calculado con el software
Contenido de aire en la franja capilar	adim.	0,036	Calculado con el software
Densidad seca	kg/l	1,7	Database RBCA
Conductividad hidráulica vertical	m/d	0,00864	Database RBCA
Permeabilidad al vapor (4)	m^2	1,00 E-15	Database RBCA
Precipitación anual promedio	mm/año	852,1	Sitio específico (5)
Fracción de carbono orgánico suelo no saturado	adim.	0,01	Database RBCA

pH suelo no saturado	u pH[6]	6,8	Database RBCA
RECURSO AGUA SUBTERRÁNEA			
Conductividad Hidráulica	m/d	0.0411	Sitio específico [7]
Gradiente hidráulico	adim.	0,0031	Sitio específico[8]
Porosidad Efectiva	adim.	0,05	Sitio específico[9]
Fracción de carbono orgánico suelo saturado	adim.	0,001	Database RBCA
pH agua subterránea	u pH [6]	6,2	Database RBCA
Largo de la fuente perpendicular a la dirección de flujo	m	45	Database RBCA
Espesor saturado	m	25	Sitio específico[10]
Ancho de la pluma en la descarga	m	55	Sitio específico[11]
Espesor de la pluma en la descarga	m	0,143	Sitio específico[12]
Caudal de agua superficial en la descarga	m^3/s	0,0001	Database RBCA [13]
Distancia hasta el punto de descarga de Agua subterránea a agua superficial	m	173	Sitio específico[14]
RECURSO AIRE			
Altura de la zona de mezcla	m	2	Database RBCA
Velocidad del viento o aire en la zona de mezcla	m/s	3,6	Sitio específico[15]
Flujo de emisión de partículas	$g/m^2/s$	6,9E-14	Database RBCA

[1] Nivel del agua subterránea: calculado como el promedio de los niveles freáticos registrados en la Investigación intrusiva sitio específica, siendo el 0 de referencia el 0 IGN.

[2] Profundidad del techo de suelo afectado: mínima profundidad de investigación establecida por pliego en la que se detectó afectación, establecida aquí en 0 m con criterio conservador contemplando que la profundidad de las muestras superficiales de suelo según lo establecido en el PET fue de 0 a 0,10 m.

[3] Profundidad de la base de suelo afectado: establecida en 0,10 m, considerando que la misma corresponde a la mínima profundidad registrada en el predio de suelo afectado en contacto con la superficie freática. Además de presentar la mayoría de los máximos de concentración registrados en suelo para la profundidad investigada en la caracterización intrusiva (suelo superficial: 0 a 0,10 m, suelo sub superficial: 0 a 1,20 m.b.n.t).

[4] Permeabilidad al vapor: coeficiente de permeabilidad del suelo superficial para la migración del vapor. Es intrínseco al terreno no al fluido. Su unidad está establecida en m^2 tanto en software como en sistema métrico decimal.

(5) Precipitación anual promedio: promedio de precipitación anual en la zona, según datos históricos 2010-2017 de la Estación Meteorológica de ACUMAR instalada en el predio de Radio Difusora del Plata inmediatamente al Este del predio en evaluación, que opera como parte del Servicio de Monitoreo de Calidad de Aire realizado en puntos específicos de la Cuenca Matanza Riachuelo.

(6) pH suelo no saturado/ pH agua subterránea: expresado en el software como adimensional.

(7) Conductividad Hidráulica de agua subterránea: determinado en campo mediante ensayos de Slug Test ejecutados en los pozos construidos en el marco de la investigación intrusiva.

(8) Gradiente hidráulico: calculado sobre el registro de la altura de nivel de los pozos y lagunas del predio realizado durante la investigación intrusiva.

(9) Porosidad Efectiva: porosidad asociada al tipo de suelo limo arcilloso. Ref. Sanders 1998.

(10) Espesor saturado: extensión vertical de la formación del acuífero registrada durante la construcción de los Pozos al Puelche en el predio.

(11) Ancho de la pluma en la descarga de agua subterránea al agua superficial: ancho horizontal del área de la pluma en el punto de descarga al cuerpo de agua superficial, asumiendo que la descarga se hace en todo el ancho del mismo, fue calculado considerando las dimensiones promedio de las lagunas existentes en el predio.

(12) Espesor de la pluma en la descarga de agua subterránea al agua superficial: espesor vertical del área de la pluma en el punto de descarga hacia el cuerpo de agua superficial, es decir la porción del espesor de la pluma que penetra en el cuerpo de agua superficial, calculada considerando la diferencia entre la profundidad máxima registrada en las lagunas y la profundidad promedio de la napa freática en el predio.

(13) Caudal de agua superficial en la descarga de agua subterránea a agua superficial: tasa de flujo volumétrica del cuerpo de agua superficial en la localización donde el agua subterránea penetra en el cuerpo de agua superficial. Valor coincidente al aplicado en el ACR de 2011 en parte del predio aquí en evaluación.

(14) Distancia hasta el punto de descarga de Agua subterránea a agua superficial: distancia calculada promedio que debe recorrer cualquier punto de agua subterránea afectada del sitio para alcanzar algún cuerpo de agua superficial existente en el predio, determinada a partir de la intersección de radios concéntricos trazados desde el centro de cada laguna existente en el barrio.

(15) Velocidad del viento o aire en la zona de mezcla: velocidad promedio del aire entre 2015 y 2017 en estación meteorológica cercana al predio en evaluación, ubicada en Dock Sud (34° 40 2.55¨S, 58°19 45.23¨W), operada para ACUMAR como parte del Servicio de Monitoreo de Calidad de Aire realizado en puntos específicos de la Cuenca Matanza Riachuelo.

4.2.2.2 PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN HUMANA

Los parámetros de exposición son factores relacionados con el comportamiento humano y las características fisiológicas del mismo que contribuyen a determinar la exposición de un individuo a un

contaminante presente en los medios físicos del sitio a los que estaría expuesto, definiendo tiempo, frecuencia y duración de la exposición.

Los parámetros de exposición usados en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo, fueron definidos considerando valores correspondientes al Estándar ASTM E-2081, valores de Exposición recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos U.S.EPA e información sitio específica de los residentes de Villa Inflamable obtenida de fuentes oficiales.

A continuación, se muestran los parámetros de exposición considerados en la elaboración del presente Análisis de Riesgo.

Parámetros de exposición		Residencial				Comercial/Industrial (X)		Definido por el usuario
		Niño*	Adolescente	Adulto	Ajustado por edad**	Adulto	Construcción	
ATc	Tiempo promedio para agentes cancerígenos (años)	70	70	70	NA	70	70	-
ATn	Tiempo promedio para agentes no cancerígenos (años)	6	12	30	NA	25	1	-
BW	Peso corporal (kg)	*18.6*	35	70	NA	70	70	-
ED	Duración de la exposición (años)	6	12	30	NA	25	1	-
τ	Tiempo promedio para el flujo de vapor (años)	30	30	30	NA	30	30	-
EF	Frecuencia de la exposición (días/año)	350	350	350	NA	250	180	-
EFD	Frecuencia de exposición para la exposición dérmica (días/año)	350	350	350	NA	250	180	-
IRw	Tasa de ingestión de agua (L/día)	1	1	2	2.4	1	NA	-
IRs	Tasa de ingestión de suelo (mg/día)	*100*	*100*	100	195	50	100	-
SA	Área de la superficie de la piel (estacional) (cm^2)	2023	2023	3160	4405	3160	3160	-
M	Factor de adherencia del suelo a la piel	*0.214*	*0.214*	*0.214*	NA	0.5	0.5	-
ETswim	Tiempo de exposición por inmersión (hr/veces)	1	3	3	NA	NA	NA	NA
EVswim	Frecuencia de las inmersiones (veces/año)	12	12	12	NA	NA	NA	NA
IRswim	Ingestión del agua durante la inmersión (L/hr)	0.5	0.5	0.05	0.3	NA	NA	NA *
SAswim	Área de la superficie de la piel durante la inmersión (cm^2)	3500	8100	23000	15680	NA	NA	NA
IRfish	Tasa de ingestión de pescado (kg/año)	0.025	0.025	0.025	0.049	NA	NA	NA
Ffish	Fracción de pescado contaminado (-)	1	1	1	NA	NA	NA	NA
IRbg	Ingestión de vegetales subterráneos (kg/día)	0.002	0.002	0.006	1.927	NA	NA	NA
IRabg	Ingestión de vegetales superficiales (kg/día)	0.001	0.001	0.002	0.823	NA	NA	NA
VGbg	Factor de corrección para ingestión de vegetales superficiales	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA
VGabg	Factor de corrección para ingestión de vegetales subterráneos	0.01	0.01	0.01	NA	NA	NA	NA

* = Se usa niño como el receptor para agentes no cancerígenos.
** = La tasa ajustada por edad es un valor efectivo que equivale a los factores de exposición de adultos.

(X) Receptor no considerado en la corrida (Comercial/industrial)

NA: No aplica:

***Nótese** que la última columna de la tabla precedente, especifica como NA aquellos parámetros de exposición que resultan no aplicables aquí por estar asociados a vías no activas en el predio (Ej: Inmersión, ingestión de agua en la inmersión, ingestión de pescado, consumo de vegetales regados con aguas afectadas.)

Parámetros de exposición

Como se observa los parámetros de exposición son definidos para cada tipo de receptor considerado en la corrida, lo que permite incluir en el cálculo de riesgos y Niveles Objetivos sitio específicos, las diferencias relativas a su exposición tanto físicas como de comportamiento, permitiendo modelar de acuerdo a sus características receptores residenciales niños, adolescentes y adultos, siendo los niños el receptor más vulnerable considerado aquí.

A continuación algunos comentarios relacionados a los parámetros de exposición:

-BW: Peso corporal (niños): valor establecido como peso representativo de la franja mayoritaria de población infantil existente en Villa Inflamable, determinado a partir de la pirámide poblacional del barrio generada como resultado de información recabada en acciones en territorio por la Autoridad de

Cuenca Matanza Riachuelo entre Mayo y Agosto de 2017 (N:1932 infantes) y los pesos corporales de niños según edad publicados por Garraham, información conjunta que es considerada en la generación de los EISAR ó Evaluación Integral de Salud en Áreas de Riesgo, existentes para Villa Inflamable, Polo Petroquímico de Dock Sud, Partido de Avellaneda.

- EF/EFD. Frecuencia de exposición: la frecuencia de exposición a la afectación existente depende de un conjunto de factores sitio específicos y de comportamiento entre los que se podrían citar al menos los siguientes: las actividades específicas desarrolladas por tipo de receptor en diferentes frecuencias horarias, temporales y estacionales, la infraestructura del sitio, la estacionalidad, los usos y costumbres de los residentes, etc. Según diferentes autores puede variar según sean las condiciones anuales y/o los usos y costumbres de las zonas de residencia, por lo que es un factor que impacta sensiblemente al cálculo de los SSTL.

  Es por esto, que al carecer de información sitio específica que permitiese establecer con un razonable grado de certidumbre las frecuencias de exposición de los habitantes de Villa Inflamable a la afectación registrada en el sitio, la presente corrida consideró para todos los receptores, con criterio conservador las frecuencias de exposición recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos es decir 350 días/año y 24hr/día.

- IRs. Tasa de ingestión de suelo (niños): valor recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos U.S.EPA en su última actualización del Handbook de Factores de exposición para suelo y polvo de 2017 (EPA/600/R-17/384F-Update for Chapter 5 of the Exposure Factors Handbook Soil and Dust Ingestion. September 2017), establecido como el límite superior de la tasa de ingestión de suelo y polvo para residentes niños de entre 1 y 6 años de edad como central de tendencia, basado en el promedio de valores de tendencia central de diversos estudios para tres diferentes metodologías de evaluación en diversas poblaciones estudiadas (Ej. Trazador, Modelo Biocinetico y Patrón de Actividad). Coincidente además en rango, con las tasas recomendadas por EPA en su Manual de orientación para el Modelo Biocinético de Exposición Integral a Plomo (IEUBK) y con las tasas declaradas en estudios de base considerados por EPA en 2017 para el establecimiento de valores recomendados de ingesta por default con aplicaciones del Modelo Biocinético en poblaciones infantiles afectadas o estudiadas por exposición a Plomo (Hogan et al 1998, Von Linder et al 2016) cuyas conclusiones muestran tasas de ingestión inferiores al límite superior del percentil recomendado por EPA, lo que además refuerza la pertinencia de usar valores de tendencia central sobre los superiores al percentil.

- SA. Área de la superficie de la piel (niños): valor establecido por default en el software, que considera la superficie de cabeza, manos, antebrazos, piernas y pies en población infantil.

- M. Factor de adherencia del suelo a la piel: valor recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos U.S.EPA para residentes, vinculado a la adherencia de suelo en brazos, manos, piernas y pies en actividades indoor y outdoor.

AJUSTE POR EDAD:

Se aplicó el ajuste por edad, debido a que se trata de un escenario residencial en el que se verificó la existencia de niños y adultos en las viviendas. De esta manera se calcula el promedio de los valores de exposición para niños/adolescentes/adultos y se los ajusta según los distintos pesos corporales, duraciones de la exposición, áreas de la piel, etc., para una exposición donde se asume que están incluidos los períodos de la infancia, adolescencia y adultez. Cabe aclarar que el ajuste por edad sólo se aplica a los CDI cancerígenos, donde el supuesto es que las exposiciones a sustancias cancerígenas son crónicas durante la vida del receptor.

Los modelos de riesgo usados en el proceso RBCA, se fundamentan en la premisa de que el riesgo de desarrollar cáncer es proporcional a la exposición total recibida durante la vida de las personas, asumiendo además, que la exposición durará años (ejemplo que oscilará en promedio entre 25 y 30 años). En consecuencia, la población más sensible a las sustancias cancerígenas son los niños que llegan a la adultez en el lapso de la exposición asumida.

Los cálculos basados en el riesgo de exposición a los agentes cancerígenos en estas poblaciones se realizó por lo tanto ajustando los factores de exposición según tres grupos etáreos: niños (desde la infancia (bebés) hasta los 6 años), adolescentes (en edades comprendidas entre los 6 hasta los 18 años) y adultos (a partir de los 18 años en adelante). Siendo entonces los factores de exposición ajustados según la edad, los promedios ponderados de los factores de exposición para niños y adultos, calculados basándose en los factores de exposición correspondientes a cada grupo etáreo. El manual del software determina que cuando el usuario selecciona el ajuste por edad en alguna ruta específica de exposición, la tasa efectiva de exposición se expresará como las tasas de contacto “efectivas” ajustadas según la edad por la fórmula general descrita a continuación. Esta tasa de contacto efectiva se utiliza en lugar de la tasa de contacto para adultos junto con otros parámetros de exposición correspondientes a la edad adulta:

$$CR_{adult}^{eff} = \frac{BW_{adult}}{EF_{adult} ED_{adult}} \left[\frac{CR_{child} EF_{child} ED_{child}}{BW_{child}} + \frac{CR_{adolescent} EF_{adolescent} ED_{adolescent}}{BW_{adolescent}} + \frac{CR_{adult} EF_{adult} (ED_{adult} - ED_{adolescent} - ED_{child})}{BW_{adult}} \right]$$

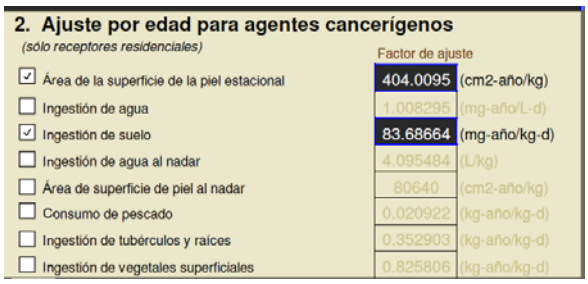
Cr: Tasa de Contacto

Bw: Peso Corporal

EF: Frecuencia de la Exposición

ED: Duración de la Exposición

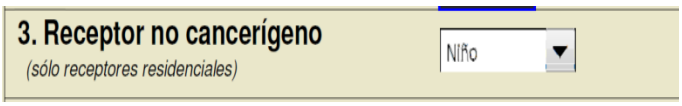
La fórmula genérica aquí descripta es aplicada a las distintas tasas para ajustar los factores de exposición de aquellas vías seleccionadas, por lo que en este caso resultó aplicable para las vías consideradas contacto dérmico e ingestión de suelo. En el análisis aquí presentado, fue seleccionado el ajuste por edad para área de superficie de la piel estacional y para ingestión de suelo, por lo que se ajustaron las tasas de exposición (basadas en los factores de exposición) relativas a las vías ingestión de suelo y contacto dérmico.



Tal como se dijo anteriormente, típicamente no se ajustan los factores de exposición según la edad para calcular las tasas de exposición a sustancias no cancerígenas, porque su toxicidad no depende de la duración de la exposición.

RECEPTOR NO CANCERÍGENO:

Se seleccionó como receptor a un niño, puesto que es el receptor más sensible a las exposiciones agudas no cancerígenas. Por lo general, el ajuste por edad no se aplica en el caso de las sustancias no cancerígenas porque su toxicidad no depende de la duración de la exposición.



4.2.2.3 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y TOXICOLÓGICOS DE LOS COMPUESTOS DE INTERES

Los compuestos objeto de un Análisis Cuantitativo de Riesgo pueden generar efectos potenciales a la salud, sobre la base de su toxicidad, de tipo cancerígeno y/o no cancerígenos. La toxicidad de las sustancias es estimada a partir de ensayos realizados en laboratorio y a partir de datos epidemiológicos; de este modo se definen los criterios toxicológicos de valoración y determinación de los niveles aceptables de exposición.

Los efectos cancerígenos son cuantificados mediante la estimación de la probabilidad de contraer cáncer a lo largo de la vida: los riesgos cancerígenos son por lo tanto definidos como la probabilidad

incremental que un individuo contraiga cáncer durante la vida a causa de la exposición a un potencial agente cancerígeno; el riesgo calculado es basado sobre el concepto de "máxima exposición posible", conservativo y de protección para la salud.

La USEPA (United States Environmental Protection Agency) asume que para las sustancias cancerígenas no existe una dosis de referencia sobre la cual no se manifiestan efectos adversos y que en el momento en el cual se realiza la exposición, también en dosis muy bajas, existe una probabilidad de contraer cáncer. Dicha probabilidad aumenta al aumentar la exposición. En general, los límites de riesgo cancerígeno por exceso durante la vida oscilan entre 1 en 1.000.000 (10^{-6}) hasta 1 en 10.000 (10^{-4}), **considerando para el presente trabajo como nivel de riesgo aceptable cancerígeno un valor de 1.10^{-5} tanto para efectos individuales como para efectos acumulativos derivados de la exposición a la totalidad de los compuestos de interés presentes en el sitio.**

El parámetro que describe la toxicidad de las sustancias cancerígenas es definido "SF – Slope Factor" $(mg/kg\text{-}día)^{-1}$ y representa la pendiente de la recta dosis – efecto, en la porción correspondiente a la base de la dosis.

Los efectos no cancerígenos (crónicos, sub-crónicos o agudos) son cuantificados a través de la estimación del índice de peligrosidad HI (Hazard Index). Para cualquier compuesto y vía de exposición, tal índice es expresado como la relación entre la dosis asumida del receptor humano vinculado a la exposición (MDI – Maximum Daily Intake) respecto a la dosis tolerable (TDI o Rfd). La dosis tolerable (o de referencia) representa una estimación de la exposición diaria a la cual puede ser expuesta la población humana en general sin riesgo apreciable que verifiquen efectos negativos. Los cocientes de peligro para los efectos individuales no cancerígenos comúnmente se establecen en 1,0; mientras que el índice de peligro para los efectos acumulativos oscila entre 1 y 10. **El presente análisis considera, con criterio conservador, tanto para efectos individuales como para efectos acumulativos, un cociente de peligro igual a 1 (HI=1).**

4. Riesgos aceptables para la salud	Individual	Acumulativo
Riesgo aceptable (sustancias cancerígenas)	1.0E-5	1.0E-5
Cociente/índice de peligro aceptable (no cancerígeno)	1.0E+0	1.0E+0

4.2.3 MODELOS DE TRANSPORTE

Se han determinado los modelos de transporte a utilizar, todos incluidos en el software RBCA *Toolkit for Chemical Releases versión 2.6.* Estos contemplan las vías de exposición activas existentes en el predio.

En la siguiente Tabla, se presentan los modelos de transporte utilizados en la elaboración del presente Análisis de Riesgo:

Tabla 4.2.3.1 **Modelos de transporte considerados**

TRANSPORTE VERTICAL EN LA COLUMNA DE SUELO	
Factor de volatilización aire ambiental	Modelo ASTM de volatilización del suelo superficial
Factor de lixiviación de suelo a agua subterránea	Modelo ASTM
Factor de atenuación por dilución en aguas subterráneas	Ecuación de Doménico con dispersión (sin biodegradación)

La presente corrida no incluye la cuantificación del transporte vertical en la columna de suelo asociado a la volatilización de los CDI, porque como se indicó en ítems precedentes no se registraron en el sitio compuestos volátiles ni en suelo ni en agua que activen la mencionada ruta. Si contemplando dada su existencia rutas y vías de exposición más restrictivas como ingestión, contacto dérmico e inhalación de partículas en aire exterior.

5 RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

RIESGO ACEPTABLE PARA LA SALUD HUMANA

De acuerdo a lo especificado en el ítem 4.2.2.3, en el presente Análisis Cuantitativo de Riesgo se han considerado los siguientes niveles de riesgo como aceptables:

- **Sustancias No Cancerígenas**: para las sustancias tóxicas no cancerígenas, el riesgo (Hazard Index, HI), calculado como la relación entre la exposición (MDI) y la dosis tolerable, tiene un **nivel de aceptabilidad del riesgo HI igual a 1.**

  Si HI ≤ 1 el potencial de que ocurran efectos nocivos para la salud humana es muy bajo o nulo. Si HI > 1, como resultado se obtiene que existe un potencial de efectos tóxicos no cancerígenos sobre la salud.

  Cuando se considera más de un compuesto de interés, el índice de riesgo es expresado como la sumatoria de la relación entre la exposición y dosis de referencia, debiendo ser el riesgo resultante <1.

- **Sustancias Cancerígenas:** En relación a las sustancias cancerígenas se consideró un **valor de riesgo aceptable de 1.10^{-5}** (es decir, un caso adicional de cáncer por cada 100.000 personas expuestas), tanto para efectos individuales como para efectos acumulativos derivados de la exposición a la totalidad de los compuestos de interés si ese fuera el caso.

Los niveles de aceptabilidad de riesgo aquí descriptos, son la base de la evaluación de los riesgos calculados sitio específicos, presentados en los ítems 5.1 y 5.2 a continuación.

5.1 CALCULO DEL RIESGO DE LA AFECTACIÓN EXISTENTE

La tabla a continuación, presenta los riesgos generados a partir de la exposición a las concentraciones de los compuestos químicos de interés registradas en el sitio en la Investigación Intrusiva, calculados para los escenarios ya descritos, con las medianas de concentración de las muestras con cuantificación registradas por parámetro y medio físico. En la misma, se muestran sombreados aquellos riesgos individuales o acumulativos que superan los niveles de aceptabilidad de riesgo, y por ende requieren la implementación de acciones correctivas.

La evaluación integral de la cuantificación de los riesgos expuestos en la mencionada tabla y su comparativo con los niveles de aceptabilidad de riesgo, será presentada en el Capítulo 7 del presente documento “Evaluación de Resultados y Conclusiones”; esta evaluación de resultados y en particular la

asociada a parámetros con registros que superen los límites de aceptabilidad, contemplará el porcentaje y ubicación/distribución en el sitio de estudio de las muestras tomadas donde se registraron valores cuantificables considerados en el cálculo de la mediana y por ende estén asociados al riesgo calculado.

Tabla 5.1.1 **Cálculo de Riesgos-Villa Inflamable**

Compuestos Químicos de Interés	Exposición a Suelo Superficial / Polvo Extra domiciliario		Exposición a agua Superficial		Exposición a aire exterior (outdoor)		Exposición a Polvo Intra domiciliario	
	Exposición directa: Contacto/ingestión/ inhalación partículas		Descarga de agua subterránea y posterior contacto con agua superficial		inhalación de partículas en aire exterior		Exposición directa Contacto/ingestión de partículas (polvo)	
	Cancerígeno	No Cancerígeno	Cancerígeno	No Cancerígeno	Cancerígeno	No Cancerígeno	Cancerígeno	No Cancerígeno
Antimonio	-	4,5E-02	-	0.0E+0	-	-	-	4,5E-02
Arsénico	2,2E-05 *	2,4E-01	-	0.0E+0	1,20E-10	6,4E-08	1,4E-05 *	1,6E-01
Cadmio	-	1,9E-02	-	0.0E+0	9,90E-12	3,7E-06	-	1,5E-02
Cobre Total	-	6,0E-03	-	0.0E+0	-	1,8E-07	-	1,0E-02
Cromo Total	-	5,4E-05	-	0.0E+0	-	4,6E-07	-	7,6E-05
Mercurio	-	4,7E-02	-	0.0E+0	-	2,3E-08	-	5,7E-02
Níquel Total	-	5,6E-03	-	0.0E+0	8,90E-12	4,8E-07	-	1,1E-02
Plomo Total	-	3,1E-01	-	0.0E+0	-	-	-	3,9E-01
Zinc	-	3,2E-03	-	0.0E+0	-	-	-	9,3E-03
TPH, >C12-C35	-	1,9E-02	-	0.0E+0	-	1,6E-09	-	1,3E-01
Nitrato-n	-	0.0E+0	-	0.0E+0	-	.	-	0.0E+0
Cresol	-	0.0E+0	-	0.0E+0	-	-	-	0.0E+0
RIESGO ACUMULADO	2,2E-05 *	6,9E-01	-	0.0E+0	1,4E-10	4,9E-06	1,4E-05 *	8,4E-01

*Riesgos asociados a un muy bajo porcentaje de muestras con cuantificación de Arsénico, tanto en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario (6%:9 muestras con cuantificación de Arsénico/140 muestras tomadas) como en polvo suelto depositado intra domiciliario (3%: 1 muestra con cuantificación de Arsénico/30 muestras tomadas).

5.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES OBJETIVO SITIO ESPECÍFICOS (SSTL)

La tabla 5.2.1 a continuación presenta las concentraciones de los CDI que pueden permanecer en la fuente o medio físico del sitio, sin superar los límites de aceptación del riesgo para la salud humana, para las vías de exposición consideradas.

Los SSTL presentados fueron calculados sobre la base de la exposición a los compuestos de interés registrados en el sitio independientemente de su concentración registrada, considerando la presencia simultánea de todas las vías de exposición definidas en el modelo conceptual para los escenarios considerados.

Tabla 5.2.1 **SSTL sitio específicos**

Compuestos de interés	SSTL Suelo Superficial-polvo extra domiciliario (mg/kg)	SSTL Polvo Intra domiciliario (mg/kg)	SSTL Agua Subterránea (mg/L)
Antimonio	6,0E+1	6,0E+1	4,2E+2
Arsénico	7,2E+0	7,2E+0	1,3E+3
Cadmio	1,7E+2	1,7E+2	6,5E+0
Cobre Total	7,2E+3	7,2E+3	2,4E+2
Cromo Total	8,8E+4	2,9E+5	5,2E+1
Mercurio Total	3,2E+1	3,6E+1	2,0E+1
Níquel Total	1,9E+3	1,9E+3	6,5E+2
Plomo Total	2,4E+2	2,4E+2	5,2E+1
Zinc	4,8E+4	4,8E+4	3,1E+3
TPH >C12-C35	4,2E+3	4,2E+3	>5.8E+0
Nitrato-n	5,2E+4	-	2,6E+5
Cresol	1,5E+2	-	1,0E+2

A continuación algunas aclaraciones sobre los SSTL calculados:

- Los Niveles Objetivo sitio específicos o SSTL aquí presentados, corresponden a los calculados sobre la base de exposición a los escenarios descriptos en el ítem 4.2 y Anexo I del presente documento, en lo referente al Modelo Conceptual sitio específico (fuentes, mecanismos de transporte, medios y vías de exposición y receptores), los compuestos de interés y su naturaleza en cuanto a toxicidad y carcinogenicidad, las rutas y

escenarios de exposición, las características sitio específicas de los medios afectados y los factores de exposición de los receptores, entre otros aspectos; que en algunos casos, con criterio conservador y ante la ausencia de información sitio específica adoptaron valores recomendados por default para este tipo de evaluaciones por organismos como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o ASTM. Lo anterior implica que los mencionados SSTL presentados, son plausibles de ajustes o modificaciones ante la obtención de nueva información sitio específica que permita superar las hipótesis conservativas adoptadas en la presente cuantificación, o incluso ante cambios temporales de los valores sitio específicos hoy existentes.

- Si bien los SSTL calculados en suelo superficial y polvo suelto depositado extra e intra domiciliario contemplan la activación simultánea de todas las vías de exposición existentes, en general la vía de exposición más restrictiva y que tiene mayor influencia en el valor de los SSTL calculados, en este caso, es el contacto directo con suelo/polvo, en especial la ingestión del mismo.

- Los SSTL calculados para suelo superficial y agua subterránea se refieren a aquellas concentraciones de esos medios para las cuales en el punto de descarga (aguas superficiales) se cumple el criterio de calidad de agua definido por la Resolución ACUMAR N°46/2017 "Niveles Guía de calidad de agua superficial uso Ia: apta para protección de biota y uso recreativo c/contacto directo". Lo anterior considerando el establecimiento en la corrida del software de la ruta de exposición: lixiviación desde suelo a aguas subterráneas afectadas y posterior descarga en agua superficial y la definición de los parámetros de calidad en el cuerpo receptor, lo que hace que el software calcule los SSTL que pueden existir en las denominadas fuentes para garantizar la calidad en el receptor.
- Si bien Nitrato como Nitrógeno y m,p-cresol no son CDI en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario, al considerarlos como compuestos de interés en agua superficial y definir la activación de la ruta: lixiviación desde suelo a aguas subterráneas afectadas y posterior descarga en agua superficial, el software calcula los SSTL de estos compuestos en suelo superficial/polvo extra domiciliario como la concentración que puede existir en la fuente para garantizar la calidad en el receptor.
- El SSTL de Cromo total en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario resulta inferior al calculado para ese mismo compuesto en polvo suelto depositado intra domiciliario, porque en el primer caso está definido por la vía descarga a agua superficial, la cual no está activa en polvo depositado intra domiciliario.
- El SSTL de Mercurio en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario resulta levemente inferior al calculado para ese mismo compuesto en polvo suelto depositado intra domiciliario porque en el primer caso se contempla la activación simultanea de las vías de exposición contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas, mientras que en polvo suelto depositado intra domiciliario solo están activas las vías contacto y la ingestión.

Por otra parte, a fin de visualizar si las concentraciones de los CDI registradas en el sitio, en los medios suelo superficial extra domiciliario, agua subterránea, y polvo suelto depositado intra y extra domiciliario, superan los SSTL calculados es decir las máximas concentraciones de los CDI que pueden permanecer en los medios físicos del predio sin superar los niveles de aceptabilidad de riesgo a la salud, y por ende identificar si las mismas requieren la implementación de acciones correctivas, el Anexo II del presente documento presenta dicho comparativo, cuyas principales conclusiones son presentadas a continuación en el Capítulo 7 "Evaluación de Resultados y Conclusiones".

6 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL

A partir de la información adquirida durante la Investigación Intrusiva de Fase II, a continuación se realiza una Evaluación Cualitativa general de la condición ambiental identificada en Villa Inflamable sobre aquellos medios físicos del predio que registraron presencia de los compuestos de interés investigados.

ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS-SUELO SUPERFICIAL Y SUBSUELO

La presencia generalizada y aleatoria de metales en suelo registrada en el predio, está asociada a rellenos de diferente origen y composición propios de la constitución informal del asentamiento (Ej. por nivelaciones de terreno, rellenos en los bordes de los cuerpos superficiales, vuelcos informales y/o clandestinos con materiales de procedencia y calidad desconocida, etc.) así como a actividades no controladas realizadas en superficie por los residentes como reciclado de residuos, quema de cables, u otras similares.

Esto se ve reflejado en las detecciones en suelo tanto superficial como sub superficial de metales como: Antimonio, Arsénico, Cadmio, Cobre Total, Cromo Total, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc, siendo los de mayor frecuencia de aparición Cobre Total, Cromo Total, Níquel, Plomo y Zinc, cuya distribución en territorio se mostró según parámetro y profundidad en los mapas de distribución presentados en el ítem 7.1 "Distribución de la afectación identificada en suelo" del Informe de Fase II-Investigación Intrusiva.

El predio cuenta con características específicas como la existencia de suelo desnudo en parte de su superficie y la presencia de rellenos informales a cielo abierto, que contribuyen a la exposición de los receptores existentes a la afectación registrada en suelo superficial, por las vías: contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas. Sumado a la activación de estas mismas vías durante las acciones de movimiento no controlado de suelo sub superficial (Ej. durante acciones informales de nivelación de terrenos o zanjeos).

El suelo constituye una fuente secundaria de afectación, que por los fenómenos de escorrentía e infiltración impactan el agua superficial y subterránea freática; por lo que la presencia de algunos metales en agua podría deberse en parte a los fenómenos de escorrentía a infiltración a través de suelo entre otros factores.

El suelo superficial movilizado por acciones meteóricas ó antrópicas (ej. viento, escorrentía de agua de lluvia, movimiento de suelo, tráfico vehicular, etc.), constituye la principal fuente de origen de polvo suelto depositado intra y extra domiciliario; lo que se ve reflejado en la analítica registrada en las muestras de polvo con detecciones de los mismos metales y frecuencias que suelo superficial (independientemente de su concentración), es decir detección de metales como Antimonio, Arsénico, Cadmio, Cobre Total, Cromo Total, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc, siendo los metales de mayor frecuencia de aparición tanto en polvo suelto depositado intra domiciliario como extra domiciliario: Cobre Total, Cromo Total, Níquel, Plomo y Zinc. Cuya distribución en territorio según parámetro se mostró en los mapas de distribución presentados en el ítem 7.4 -"Distribución de la afectación identificada en polvo suelto depositado" del Informe de Fase II-Investigación Intrusiva.

Las condiciones de infraestructura del piso de las viviendas, principalmente las asociadas a fallas estructurales y/o suelo desnudo en cierto porcentaje de las mismas (7,2% según información registrada en el último EISAR desarrollado en el predio), así como la existencia de suelo desnudo en parte de la superficie del sitio, contribuyen a la exposición de los residentes a la afectación registrada en suelo superficial, polvo suelto depositado intra domiciliario y polvo suelto depositado extra domiciliario, por las vías: contacto dérmico e ingestión, principalmente en el caso de los infantes.

ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS-AGUA SUPERFICIAL

Los cuerpos de agua superficial (lagunas y canales) existentes en el predio, son los receptores de:

- La escorrentía superficial
- La disposición no controlada de residuos de diferente origen y composición
- Los vuelcos directos e indirectos de las aguas servidas o cloacales generadas por los residentes
- Las aguas subterráneas afectadas por: la infiltración de pozos o cámaras sépticas a través de suelo, los líquidos de reflujo del canal Sarandí en crecidas de nivel del Río de la Plata y/o la posible migración de lixiviados desde el depósito lindante de residuos del CEAMSE.

Esto se ve reflejado en la afectación en la calidad de sus aguas. La mayoría de los cuerpos lagunares muestreados presentan concentraciones de parámetros como: Cobre Total, Cromo Total, Plomo Total, Zinc, Fenol, m,p-cresol, Nitrógeno Amoniacal, Sustancias Solubles en Éter Etílico (SSEE ó aceites y grasas), Sólidos Suspendidos Totales, D.B.O5, D.Q.O, Fosforo Total, Sulfuro expresado como SH_2 sin disociar y Echerichia Coli.

La mencionada afectación, hace de estos cuerpos superficiales fuentes que pueden afectar a la población residente y ubicada en áreas bajas, principalmente por contacto, dado su fácil acceso y la posibilidad de desbordes de los mismos hacia las viviendas cercanas en eventos de crecidas por lluvias o incrementos de nivel del Río de la Plata en sudestadas -con el correspondiente ingreso de agua al sitio por remanso y reflujo del Canal Sarandí-.

De acuerdo a la información recabada con los residentes, están descartadas en el predio vías de exposición a agua superficial afectada como ingestión directa o indirecta (Ej. por riego, pesca, usos en cocina etc.) y contacto por usos recreativos.

La contaminación de las aguas del Canal Sarandí y su influencia en la dinámica hídrica de los cuerpos de agua superficial de Villa Inflamable, hacen de este Canal una fuente adicional, que puede afectar a la población residente, principalmente por contacto ante crecidas de nivel de los cuerpos de agua superficial afectados en el predio.

Según la Caracterización realizada por la Municipalidad de Avellaneda, sobre datos recabados del monitoreo de agua superficial del Canal Sarandí entre 2010 y 2017, las aguas aportadas están catalogadas como de contaminación muy severa o Clase 5 de acuerdo a la asignación de puntajes según el Sistema Holandés de

Valoración de la Calidad Físico-Química del Agua para cuerpos receptores; y presenta altas concentraciones de al menos los siguientes parámetros: Aceites y Grasas, Fosforo Total, Nitrógeno Orgánico, Demanda Biológica de Oxigeno (DBO5) y Demanda Química de Oxigeno (DQO), estando lo registrado asociado a condiciones de afectación bacteriológica.

Siendo las concentraciones registradas de Demanda Biológica de Oxigeno (DBO5) en las muestras de agua superficial tomadas en el predio, superiores al límite establecido en la Resolución ACUMAR N°46/17 para el Uso IV-Apta para actividades recreativas pasivas (15 mg/L).

Los aportes mencionados a los cuerpos de agua superficial y su relación con el acuífero freático y Canal Sarandí-Rio de La Plata, hacen de estas lagunas y canales cuerpos dinámicos de retención hídrica.

ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS- SEDIMENTOS

La afectación de la calidad de los sedimentos en las lagunas del sitio en estudio, podría estar vinculada a la presencia de contaminantes en los residuos o efluentes volcados a los mismos y los compuestos presentes en suelo superficial y polvo depositado que son arrastrados por escorrentía superficial de agua de lluvia o movilizados por acción del viento hasta alcanzar los cuerpos de agua. Lo que podría relacionarse con la presencia en los sedimentos de parámetros como Cobre, Zinc, Cromo, Antimonio y Níquel.

De acuerdo a la información recabada sitio específica, están descartadas en el predio vías de exposición a los sedimentos afectados como ingestión indirecta por consumo de biota o contacto por usos recreativos.

ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS-AGUA SUBTERRÁNEA

La presencia en agua subterránea freática de compuestos metálicos como Cadmio, Níquel, Zinc y Cromo e indicadores de afectación orgánica o biológica como Nitrógeno Amoniacal, Nitrato como Nitrógeno y D.Q.O, está relacionada a: la presencia de estos compuestos en suelo de la zona no saturada en contacto con el agua subterránea por variaciones de nivel, a los aportes por infiltración a través de suelo de aguas servidas provenientes de pozos o cámaras sépticas y/o a aguas provenientes de los reflujos del Canal Sarandí.

De la información recabada sitio específica, surge que actualmente en el predio no existen para los receptores residenciales, vías directas asociadas a la exposición a agua subterránea afectada, ni por ingestión directa o indirecta ni por contacto dérmico, pues la misma no es usada en ninguna actividad que implique la presencia o activación de estas vías (Ej. consumo, riego, actividades de recreación, llenado de piletas o tanques, etc.) tampoco se han registrado en el barrio presencia de Pozos de captación que hagan suponer estos usos o exposiciones por parte de los residentes.

Las concentraciones registradas de Arsénico en el agua subterránea tanto del acuífero freático como del semiconfinado Puelche, resultan similares a las declaradas para este compuesto como fondo químico natural del sistema acuífero de la Cuenca Matanza Riachuelo (IHLLA; 2011). Resultando similares también a las concentraciones registradas en los monitoreos históricos de los pozos de control cercanos al predio pertenecientes a la red de monitoreo de la ACUMAR (Ej. 31F, 6F, 6P, 31P, 47P). Lo anterior implica que el Arsénico es un compuesto de presencia habitual en los mencionados acuíferos de la Cuenca en el rango de concentración registrado en el predio y no está asociado a las actividades desarrolladas históricamente en el mismo.

Del comparativo de las concentraciones registradas en agua subterránea del acuífero Puelche, de los parámetros Demanda Bioquímica de Oxigeno (D.Q.O) y Nitrato como Nitrógeno, y las concentraciones registradas de esos parámetros en monitoreos históricos de pozos al Puelche cercanos al predio en estudio, surge que son del mismo orden, por lo su presencia no se debe a la migración vertical de esos parámetros del acuífero freático al acuífero Puelche en el sitio en estudio sin no ha afectaciones regionales (Ej. la concentración de D.Q.O registrada en el Piezómetro del predio VIP-01: 46,7 mg/L resulta similar a la registrada en muestreos históricos (2008-2009) realizados en uno de los pozos de monitoreo del acuífero Puelche cercanos vinculados a la operación del CEAMSE PUD-1:40 mg/L ó a las registradas en el Piezómetro 06-P:37mg/L perteneciente a la red de monitoreo del ACUMAR).

7 EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A fin de realizar una Evaluación Integral de los riesgos asociados a las condiciones existentes en Villa Inflamable y sentar las bases que permitan proponer futuras acciones correctivas que se encuentren requeridas en el sitio, en el presente informe se ha desarrollado un Análisis Cuantitativo de Riesgos a la Salud Humana y el Ambiente (ACR) y una Evaluación Cualitativa de la Condición Ambiental.

Los estudios fueron efectuados en virtud de los resultados obtenidos en la Caracterización Intrusiva y los lineamientos acordados con la ACUMAR de acuerdo a sus requerimientos y lo establecido en Pliego de Especificaciones Técnicas. Considerando las características del sitio y el objetivo del proyecto los estudios se enfocaron en los receptores residenciales, contemplando las rutas y vías de exposición completas existentes a las que están expuestos. Entendiendo por exposiciones completas aquellas en las que están presentes de forma simultánea los componentes requeridos para la potencial existencia de riesgo: fuente o compartimiento ambiental del foco afectado, mecanismos de transporte, medios y vías de exposición y receptor.

El Análisis Cuantitativo de Riesgo a la salud humana y el Ambiente, fue realizado según los lineamientos generales de la metodología RBCA (*Risk Based Corrective Action*) establecida en las Normas de Referencia Internacional ASTM E 1739-95 (*Guía Estándar para Acciones Correctivas basadas en Riesgo aplicadas en sitios contaminados con Hidrocarburos*) y ASTM 2081-00 (*Guía Estándar para Acciones Correctivas basadas en Riesgo en sitios con afectación de compuestos Químicos*), tomó de referencia las bases toxicológicas de Estados Unidos para la mayoría de los CDI y la base Holandesa para Plomo[6] e hizo uso del software RBCA Tool Kit for Chemical Releases versión 2.6 producto de Groundwater Services, Inc.GSI. Asimismo, fue desarrollado a partir del escenario real observado durante los relevamientos de campo, la información suministrada por la ACUMAR y los resultados analíticos obtenidos en la etapa de investigación intrusiva.

El análisis consideró los efectos combinados sobre la salud humana generados por exposiciones a: suelo superficial/polvo suelto depositado intra y extra domiciliario afectado, agua superficial afectada por la descarga de agua subterránea potencialmente contaminada y aire exterior con partículas de suelo/ polvo suelto depositado extra domiciliario afectadas que fueron movilizadas por el viento. Asumiendo que la exposición a suelo superficial/polvos sueltos depositados se da por las vías contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas, que la exposición a agua superficial se da por contacto dérmico y que la exposición a aire exterior se da por inhalación de partículas. Considerando además, que la exposición sucede en el área inmediata de la zona afectada, por lo que solo aplica a receptores que están en el sitio (on site), tanto dentro de las residencias (on site indoor) como fuera de ellas (on site outdoor).

Si bien los aportes de agua subterránea a los cuerpos de agua superficial no constituyen la principal fuente de su afectación, si representan la ruta de exposición que pudo calcularse aquí por la configuración específica

[6] CDI no establecido en la base norteamericana

del software (lixiviación desde suelo a aguas subterráneas afectadas y posterior descarga en agua superficial). Las principales fuentes, asociadas a vuelcos directos de agua servidas o cloacales por los residentes y disposición incontrolada de residuos fueron estudiados en la Evaluación Cualitativa.

La aplicación de la herramienta de análisis cuantitativa (ACR), permitió el cálculo de los riesgos a la salud vinculados a la afectación registrada en el sitio con las medianas de concentración de las muestras con cuantificación registradas por parámetro y medio físico (*cuantificación de riesgo en modalidad de cálculo directo*), así como el cálculo de los Niveles Objetivo Sitio Específicos (*Site Specific Target Levels*, SSTL) de concentración para los CDI seleccionados, es decir, las máximas concentraciones de los CDI que pueden permanecer en la fuente o medio físico del sitio sin que sean superados los límites de riesgo tolerable para los potenciales receptores que estuvieran expuestos (*cuantificación de riesgo en modalidad de cálculo inverso*).

Lo anterior permitió definir si en el sitio existen áreas con concentraciones superiores a esos SSTL calculados y por lo tanto requerirán la implementación de acciones correctivas a fin de minimizar y conducir a una aceptabilidad del riesgo.

Realizar los cálculos de riesgo en modalidad de cálculo directo, con las medianas de concentración calculadas sólo sobre el grupo de muestras con cuantificación por compuesto y medio físico, podría resultar conservador en parámetros con bajos porcentajes de muestras donde se supera el límite de cuantificación sobre el universo global de muestras tomadas, como es el caso de: Arsénico en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario con 6% de cuantificación (9 muestras con cuantificación de As/140 muestras tomadas) ó Arsénico en polvo depositado intra domiciliario con 3% de cuantificación (1 muestra con cuantificación de As/30 muestras tomadas), etc.

Se aclara que los SSTL presentados (Tabla 5.2.1), fueron calculados sobre la exposición completa existente identificada en el predio, descripta en el ítem 4.2 y Anexo I del presente informe, por lo que son el resultado de la corrida para los escenarios de exposición e inputs ahí descriptos; lo anterior implica que los mencionados SSTL, podrían ser incluso plausibles de ajustes o modificaciones, ante la obtención de nueva información sitio específica que permita superar las hipótesis conservativas adoptadas en la presente cuantificación.

Por su parte, la Evaluación Cualitativa permitió realizar una descripción general de las Condiciones Ambientales registradas en el predio en ocasión de la Investigación intrusiva, describiendo de forma somera los medios físicos afectados del predio, las posibles fuentes de afectación y los riesgos de exposición a esa afectación por parte de los residentes o receptores.

A continuación se presentan los resultados y principales conclusiones de la evaluación realizada en este informe.

ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS:

Cálculo de Riesgos de la afectación identificada: los riesgos generados a partir de la exposición a las concentraciones de los CDI registradas en el sitio en la investigación Intrusiva, calculados para los escenarios descriptos con las medianas de concentración de las muestras con cuantificación registradas por parámetro y medio físico y su comparativo con los niveles de aceptabilidad de riesgo para sustancias tóxicas y cancerígenas, mostrado en la tabla 5.1.1. del presente informe, permiten concluir que:

- Ninguna de las exposiciones consideradas completas en el sitio (exposición por contacto, ingestión y/o inhalación de suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario, exposición por contacto con agua superficial afectada solo por descarga de agua subterránea, exposición por inhalación de partículas en aire exterior outdoor y exposición por contacto e ingestión de polvo suelto depositado intra domiciliario), constituye un riesgo tóxico o probabilidad de generar efectos tóxicos inaceptables sobre la salud de los receptores expuestos; pues todos los compuestos de interés presentaron para las mencionadas exposiciones riesgos calculados con las medianas de concentración que son inferiores al nivel de aceptabilidad establecido en 1 para sustancias no cancerígenas, tanto por presencia individual como incluso por presencia acumulativa.

- La exposición por inhalación de partículas de suelo y/o polvo suelto depositado extra domiciliario en aire exterior, no constituye un riesgo cancerígeno calculado con las medianas de concentración para la población expuesta, dado que ningún compuesto de interés con potencial de riesgo en esa exposición superó el valor de riesgo aceptable establecido para este tipo de sustancias en 1 E-5, ni por presencia individual ni por presencia simultánea o riesgo acumulado.

- Los registros aleatorios de Arsénico en un bajo porcentaje de las muestras tomadas en suelo superficial/polvo suelto depositado intra y extra domiciliario, hacen que la exposición a esos medios físicos constituyan un riesgo cancerígeno calculado con las medianas de concentración para los receptores expuestos por presencia aleatoria de Arsénico. Por las vías: contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas de suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario y las vías: contacto dérmico e ingestión de polvo suelto depositado intra domiciliario.

  Siendo Arsénico el único compuesto que presentó en las exposiciones evaluadas riesgos calculados superiores al nivel de aceptabilidad de riesgo establecido en 1E-5 para sustancias cancerígenas.

  Al evaluar estos riesgos hay que contemplar que los mismos fueron calculados con la mediana de concentración de las muestras con cuantificación, lo que en el caso del Arsénico es conservativo contemplando el bajo porcentaje de muestras con cuantificación de este parámetro en los medios evaluados y que aquí constituyen un riesgo (9% de las muestras de suelo superficial : 7 muestras con cuantificación de Arsénico/80 muestras tomadas, 3% de las muestras de polvo suelto depositado extra domiciliario: 2 muestras con cuantificación de Arsénico/60 muestras tomadas y 3% de las muestras de

polvo suelto depositado intra domiciliario: 1 muestra con cuantificación de Arsénico /30 muestras tomadas); por ende, tal como se dijo anteriormente, las mencionadas excedencias están asociadas a un muy bajo porcentaje de muestras con cuantificación de Arsénico distribuidas aleatoriamente en el predio principalmente asociadas a la presencia de este compuesto en suelo superficial (ver distribución de muestras con cuantificación de Arsénico en suelo superficial y polvo en los mapas de distribución presentados en los apartados 7.1 y 7.4 del Informe de Fase II-Investigación Intrusiva).

- Por lo tanto, la potencialidad de riesgo cancerígeno por **presencia aleatoria de Arsénico en suelo superficial y polvo suelto depositado intra y extra domiciliario**, requiere la implementación de **acciones correctivas puntuales** vinculadas a controlar la exposición de los receptores a esos medios físicos afectados.

Calculo de los Niveles Objetivo Sitio Específicos (SSTL): el comparativo de las concentraciones registradas en el sitio durante la Investigación intrusiva y los SSTL aquí calculados, mostrado en el Anexo II del presente documento y las imágenes 7.1 a 7.3 a continuación, permiten concluir que:

- Las concentraciones registradas de los CDI en suelo superficial y polvo suelto depositado extra e intra domiciliario **resultan inferiores a los SSTL calculados en esos medios en porcentajes que van de 80% a 100% de las muestras tomadas según parámetro (***ver evaluación gráfica en % presentada en las imágenes 7.1 y 7.2 a continuación***)**, solo presentando excedencias puntuales de parámetros como Plomo, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Zinc y Cobre según el siguiente detalle:

	Suelo superficial/polvo extra domiciliario				polvo intra domiciliario		
CDI	muestras tomadas	[ ]> SSTL	% [ ]> SSTL		muestras tomadas	[ ]> SSTL	% [ ]> SSTL
Plomo (Pb)	140	21	15%		30	6	20%
Arsénico (As)	140	9	6%		30	1 [max]	3%
Cadmio (Cd)	140	1 [max]	1%		30	0	0%
Mercurio (Hg)	140	1 [max]	1%		30	0	0%
Zinc (Zn)	140	1 [max]	1%		30	0	0%
Antimonio (Sb)	140	0	0%		30	0	0%
Cobre (Cu)	140	0	0%		30	1 [max]	3%
Cromo (Cr)	140	0	0%		30	0	0%
Níquel (Ni)	140	0	0%		30	0	0%
HTP	86	0	0%		3	0	0%

[ ]: concentración

[max]: máxima concentración registrada en ese medio físico

Nótese que las excedencias descriptas, corresponden a bajos porcentajes del universo de muestras tomadas (entre 1 y 20 %), y que incluso para parámetros como Cadmio, Mercurio y Zinc en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario y Arsénico y Cobre en polvo suelto depositado intra domiciliario corresponden también a los máximos de concentración de esos parámetros registrados en el sitio; **lo que indica la naturaleza puntual y no extendida en territorio de las mencionadas excedencias** cuya distribución resulta aleatoria y principalmente localizada en las inmediaciones de los bordes Este y Norte del predio en estudio como se muestra en la imagen 7.4 a continuación.

- Las excedencias descriptas de concentración en relación a los SSTL calculados, indican la necesidad de implementar en el sitio **acciones correctivas puntuales** tendientes a controlar la exposición de los receptores a los medios físicos afectados **suelo superficial y polvo suelto depositado intra y extra domiciliario,** a ser desarrolladas en los puntos con registro de excedencias de concentración en relación a los SSTL calculados principalmente por presencia aleatoria de Plomo y Arsénico.

- Arsénico es el único CDI investigado cuya mediana calculada de concentración supera los SSTL calculados en suelo superficial-polvo depositado extra domiciliario y polvo depositado intra domiciliario. Al evaluar estos resultados hay que contemplar que:

  -La mediana fue calculada solo sobre el universo de muestras con cuantificación, lo que podría resultar conservador para Arsénico dado los bajos porcentajes de cuantificación de este parámetro registrados en los medios investigados (6% en suelo superficial-polvo extra domiciliario y 3% en polvo intra domiciliario), lo que implicaría que la evaluación consideró una mediana superior a la que realmente podría estar presente en el sitio.

  - las concentraciones registradas con cuantificación, con las que fue calculada la mediana, responden a un límite de cuantificación (LC) de 10 mg/Kg, usado según los usos y costumbres por permitir el comparativo de las concentraciones registradas con los limites normativos nacionales de calidad de suelo; no obstante la técnica analítica adoptada permite alcanzar un LC de hasta 1mg/Kg. Lo anterior sugiere que si el LC empleado hubiese sido 1mg/kg probablemente se hubieran registrado mayor cantidad de muestras con niveles de cuantificación de Arsénico en los medios investigados con la consecuente variación en la mediana calculada de concentración y su comparativo con los SSTL aquí presentados.

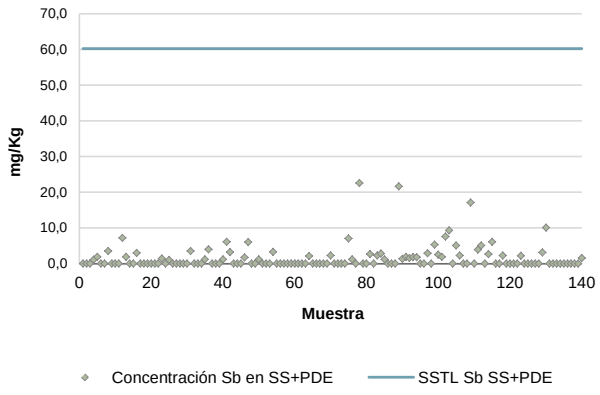
- Teniendo en consideración que la Dirección de Salud de la ACUMAR ha realizado investigaciones relativas a presencia de Plomo en sangre en algunos de los residentes de Villa Inflamable, se hace notar que de acuerdo a la información puesta a disposición, no se observa una correlación directa entre los registros de Plomo en los medios físicos suelo/polvo depositado investigados y casos de Plombemia en los residentes, pues según lo reportado solo 2 de las 30 viviendas investigadas con registros de ese parámetro en los medios físicos investigados, presentan habitantes con registros de Plomo en sangre. En las cuales según lo informado ya se vienen tomando acciones y medidas precisas por parte de la ACUMAR.

- En lo referente a agua subterránea freática, la totalidad de las concentraciones registradas de los CDI: Antimonio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc, Hidrocarburos Totales, Nitrato como Nitrógeno y m,p-cresol; resultaron inferiores a los SSTL calculados en ese medio, por lo que puede concluirse que el agua subterránea del predio no representa un riesgo para la salud de los potenciales receptores expuestos en el sitio para la ruta de exposición aquí calculada. Ver evaluación grafica mostrada en la imagen 7.3 a continuación.

Imagen 7.1 **Comparativo SSTL vs concentraciones registradas en suelo superficial y polvo suelto depositado extra domiciliario**

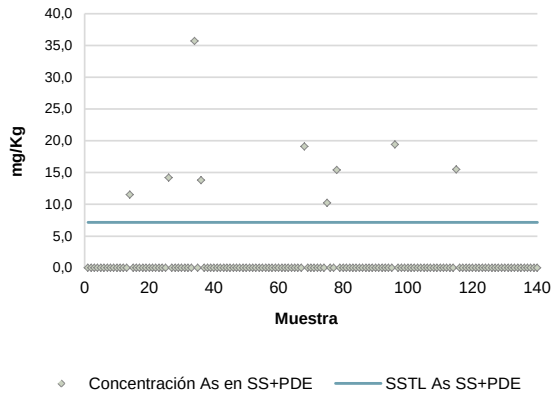
Comparativo de las concentraciones registradas en suelo superficial y polvo suelto depositado extra domiciliario (SS+PDE) con los SSTL calculados

Sb en SS+PDE Vs SSTL



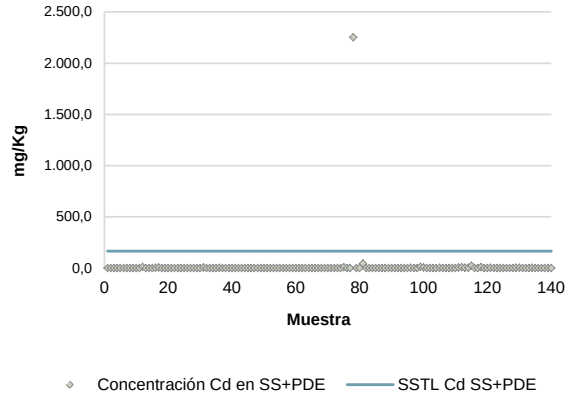
Muestras tomadas Sb (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Sb (SS+PDE)	51 (36%)
Muestras sin Cuantificación Sb (SS+PDE)	89 (64%)

As en SS+PDE Vs SSTL



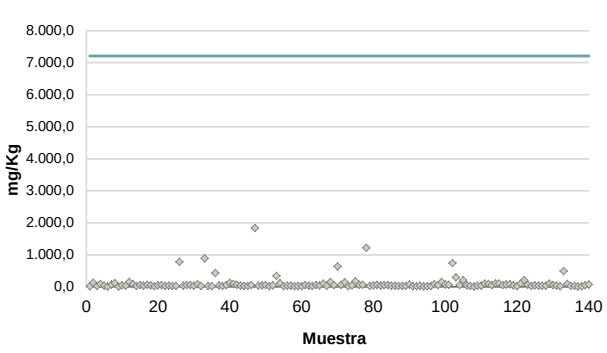
Muestras tomadas As (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación As (SS+PDE)	9 (6%)
Muestras sin Cuantificación As (SS+PDE)	131 (94%)

Cd en SS+PDE Vs SSTL



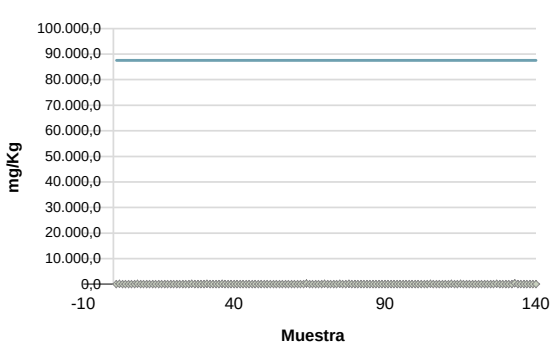
Muestras tomadas Cd (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Cd (SS+PDE)	31 (22%)
Muestras sin Cuantificación Cd (SS+PDE)	109 (78%)

Cu en SS+PDE Vs SSTL



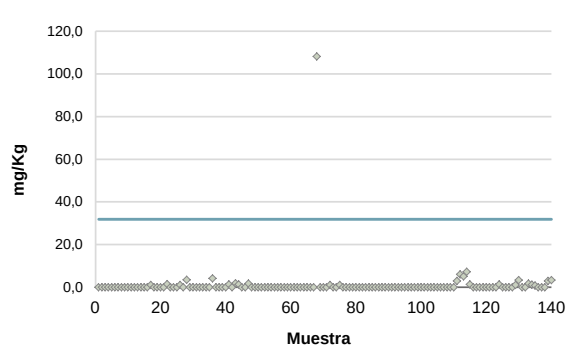
Muestras tomadas Cu (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Cu (SS+PDE)	140 (100%)
Muestras sin Cuantificación Cu (SS+PDE)	0 (0%)

Cr en SS+PDE Vs SSTL



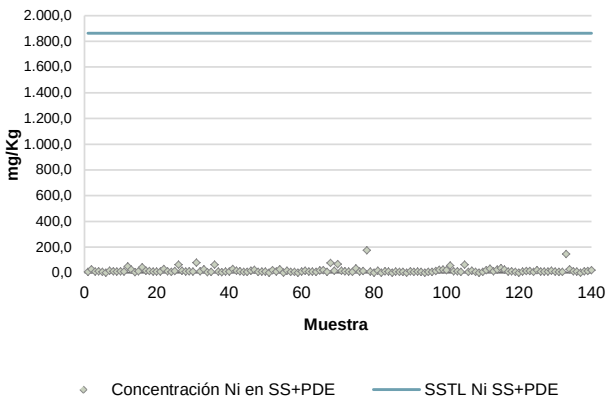
Muestras tomadas Cr (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Cr (SS+PDE)	140 (100%)
Muestras sin Cuantificación Cr (SS+PDE)	0 (0%)

Hg en SS+PDE Vs SSTL



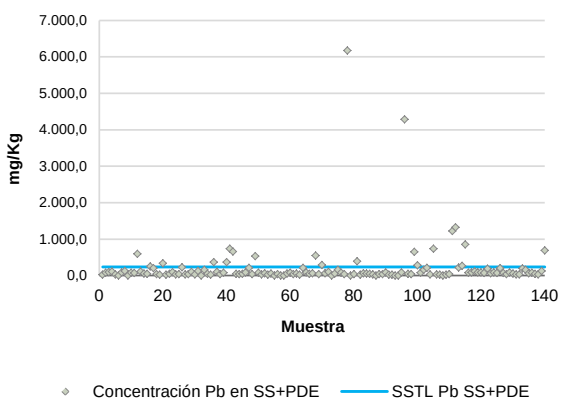
Muestras tomadas Hg (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Hg (SS+PDE)	25 (18%)
Muestras sin Cuantificación Hg (SS+PDE)	115 (82%)

Ni en SS+PDE Vs SSTL



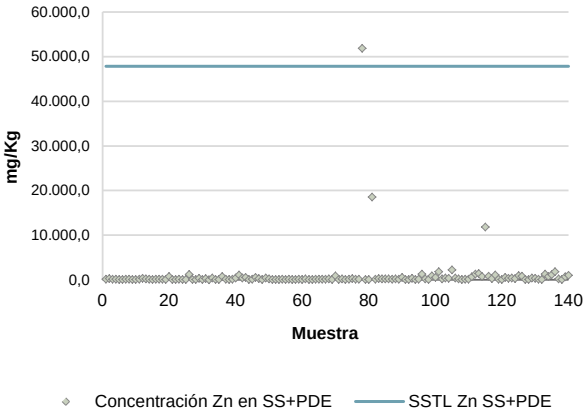
Muestras tomadas Ni (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Ni (SS+PDE)	128 (91%)
Muestras sin Cuantificación Ni (SS+PDE)	12 (9%)

Pb en SS+PDE Vs SSTL



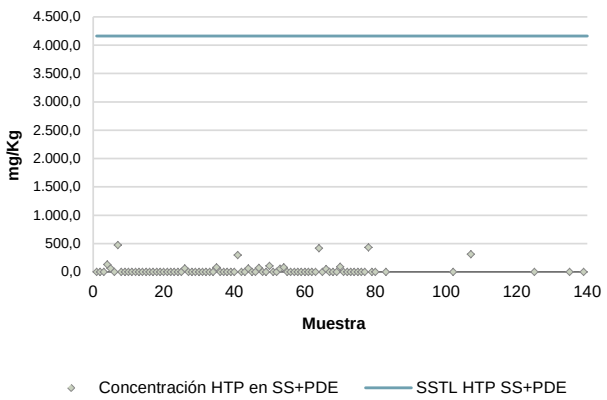
Muestras tomadas Pb (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Pb (SS+PDE)	128 (91%)
Muestras sin Cuantificación Pb (SS+PDE)	12 (9%)

Zn en SS+PDE Vs SSTL



Muestras tomadas Zn (SS+PDE)	140
Muestras con cuantificación Zn (SS+PDE)	140 (100%)
Muestras sin Cuantificación Zn (SS+PDE)	0 (0%)

HTP en SS+PDE Vs SSTL



Muestras tomadas HTP (SS+PDE)	86
Muestras con cuantificación HTP (SS+PDE)	16 (19%)
Muestras sin Cuantificación HTP (SS+PDE)	70 (81%)

Nota: las concentraciones mostradas en los gráficos como 0 mg/Kg corresponden a muestras sin cuantificación

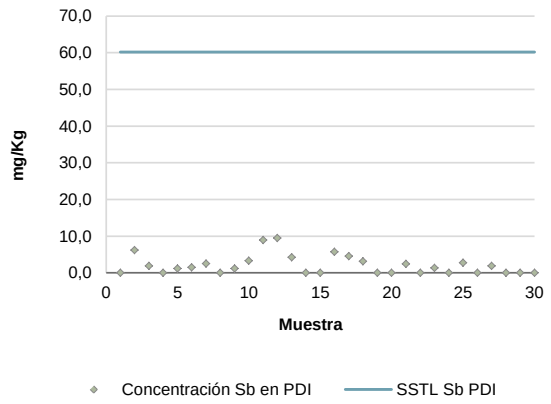
Evaluación grafica (%)

	Sb	As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	HTP
Muestras SS+PDE con concentración > SSTL	0 (0%)	9 (6%)	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)	0 (0%)	21 (15%)	1 (1%)	0 (0%)
Muestras SS+PDE con concentración < SSTL	140 (100%)	131 (94%)	139 (99%)	140 (100%)	140 (100%)	139 (99%)	140 (100%)	119 (85%)	139 (99%)	86 (100%)

Imagen 7.2 **Comparativo SSTL vs concentraciones registradas en polvo suelto depositado intra domiciliario**

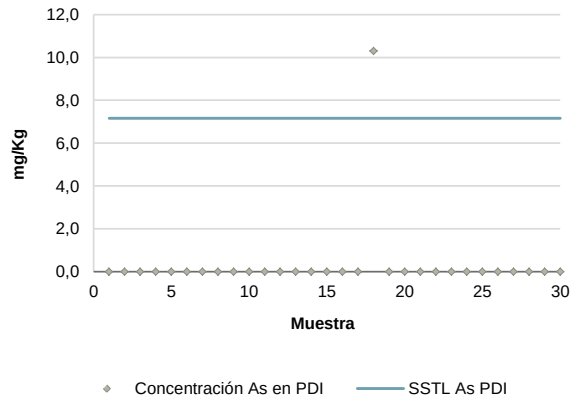
Comparativo de las concentraciones registradas en polvo suelto depositado intra domiciliario (PDI) con los SSTL calculados

Sb en PDI Vs SSTL



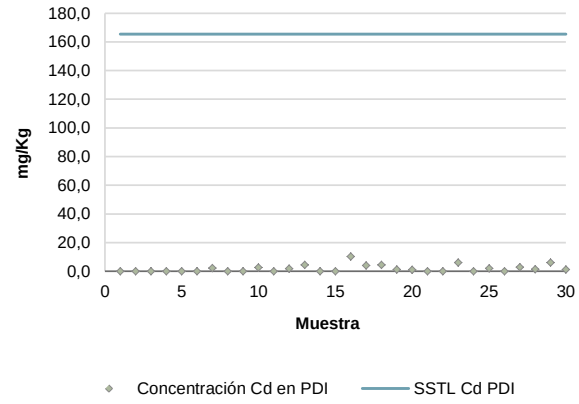
Muestras tomadas Sb (PDI)	30
Muestras con cuantificación Sb (PDI)	17 (57%)
Muestras sin Cuantificación Sb (PDI)	13 (43%)

As en PDI Vs SSTL



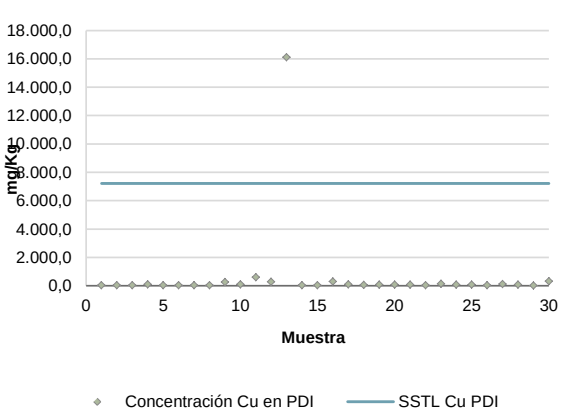
Muestras tomadas As (PDI)	30
Muestras con cuantificación As (PDI)	1 (3%)
Muestras sin Cuantificación As (PDI)	29 (97%)

Cd en PDI Vs SSTL



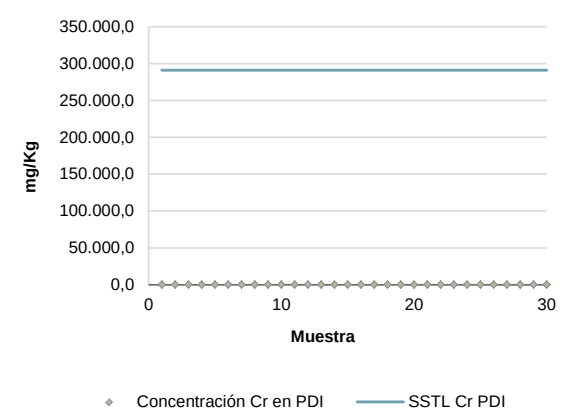
Muestras tomadas Cd (PDI)	30
Muestras con cuantificación Cd (PDI)	15 (50%)
Muestras sin Cuantificación Cd (PDI)	15 (50%)

Cu en PDI Vs SSTL



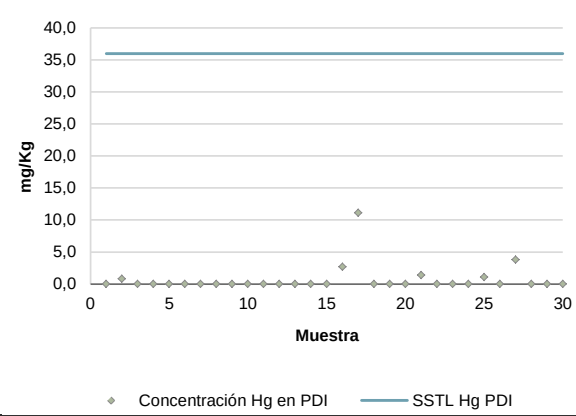
Muestras tomadas Cu (PDI)	30
Muestras con cuantificación Cu (PDI)	30 (100%)
Muestras sin Cuantificación Cu (PDI)	0 (0%)

Cr en PDI Vs SSTL



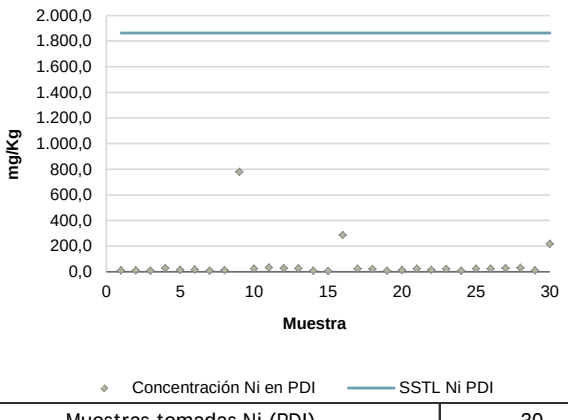
Muestras tomadas Cr (PDI)	30
Muestras con cuantificación Cr (PDI)	30 (100%)
Muestras sin Cuantificación Cr (PDI)	0 (0%)

Hg en PDI Vs SSTL



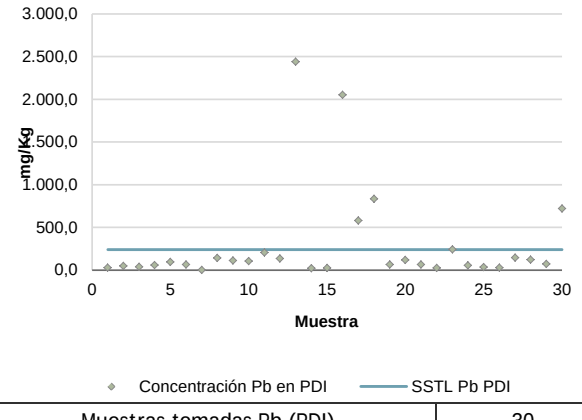
Muestras tomadas Hg (PDI)	30
Muestras con cuantificación Hg (PDI)	6 (20%)
Muestras sin Cuantificación Hg (PDI)	24 (80%)

Ni en PDI Vs SSTL



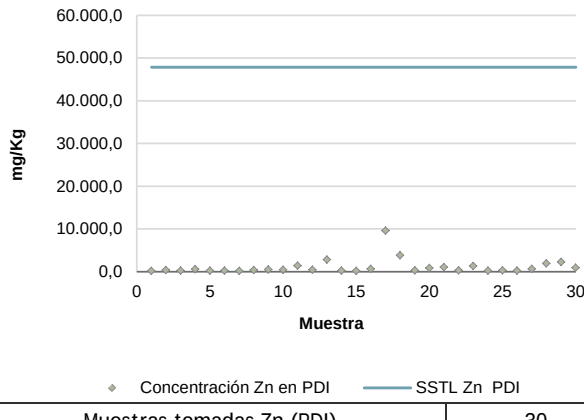
Muestras tomadas Ni (PDI)	30
Muestras con cuantificación Ni (PDI)	30 (100%)
Muestras sin Cuantificación Ni (PDI)	0 (0%)

Pb en PDI Vs SSTL



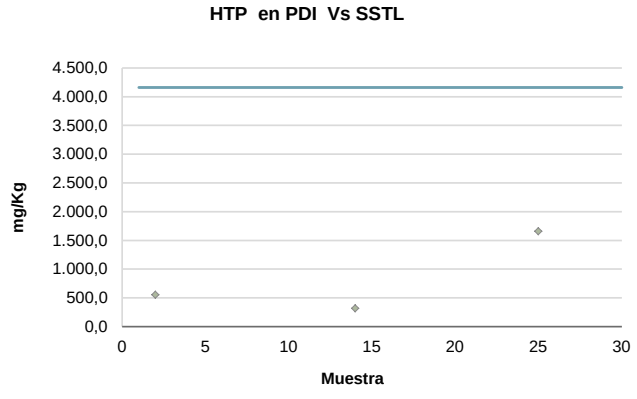
Muestras tomadas Pb (PDI)	30
Muestras con cuantificación Pb (PDI)	29 (97%)
Muestras sin Cuantificación Pb (PDI)	1 (3%)

Zn en PDI Vs SSTL



Muestras tomadas Zn (PDI)	30
Muestras con cuantificación Zn (PDI)	30 (100%)
Muestras sin Cuantificación Zn (PDI)	0 (%)

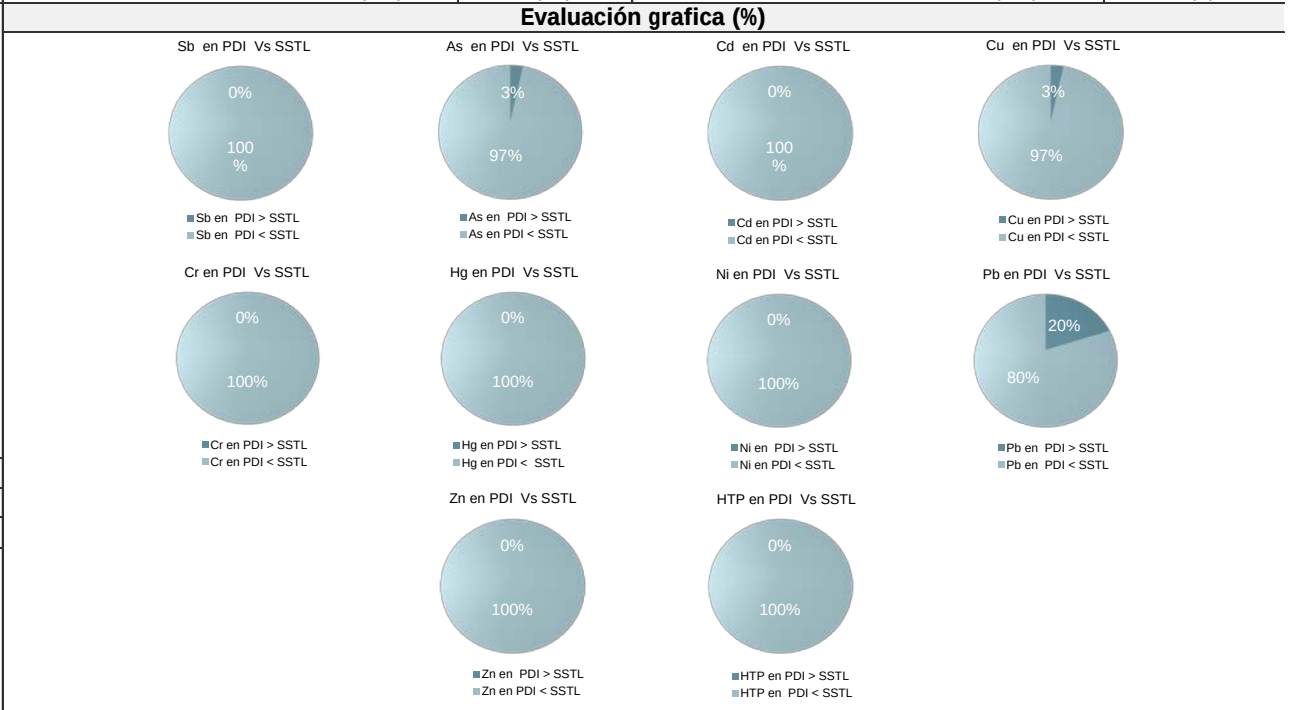
HTP en PDI Vs SSTL



Muestras tomadas HTP (PDI)	3
Muestras con cuantificación HTP (PDI)	3 (100%)
Muestras sin Cuantificación HTP (PDI)	0 (0%)

Nota: las concentraciones mostradas en los gráficos como 0 mg/Kg corresponden a muestras sin cuantificación

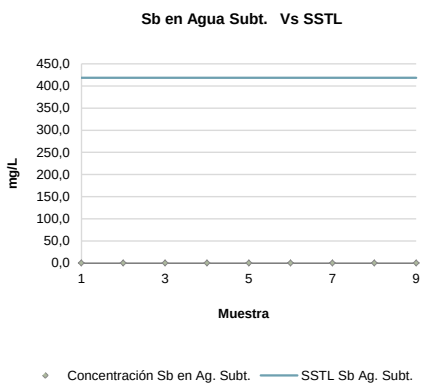
Evaluación grafica (%)



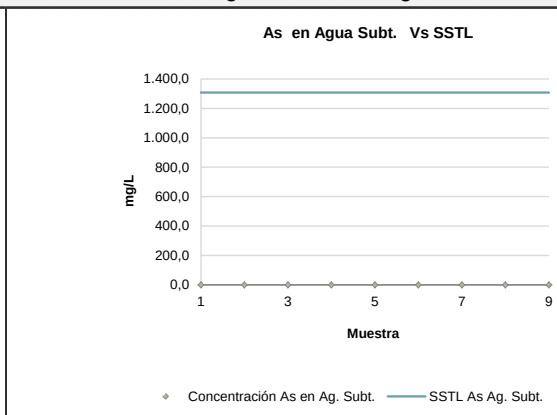
	Sb	As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	HTP
Muestras PDI con concentración > SSTL	0 (0%)	1 (3%)	0 (0%)	1 (3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (20%)	0 (0%)	0 (0%)
Muestras PDI con concentración < SSTL	30 (100%)	29 (97%)	30 (100%)	29 (97%)	30 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	24 (80%)	30 (100%)	3 (100%)

Imagen 7.3 **Comparativo SSTL vs concentraciones registradas en Agua subterránea**

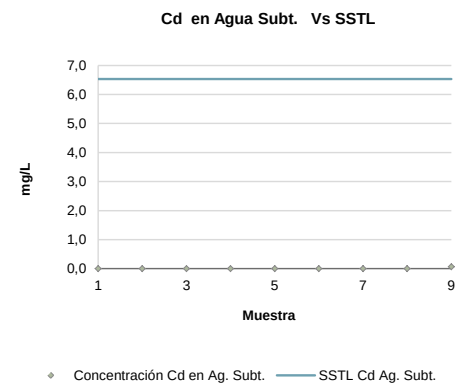
Comparativo de las concentraciones registradas en Agua subterranea (Ag. Subt.) con los SSTL calculados



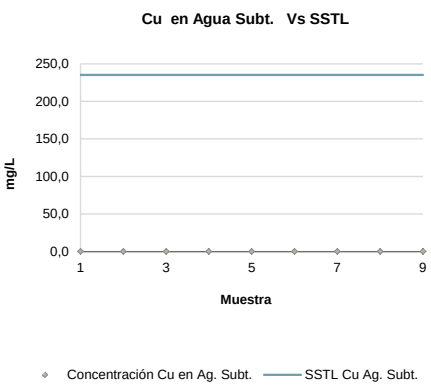
Muestras tomadas Sb (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Sb (Agua Subt)	0 (0%)
Muestras sin Cuantificación Sb (Agua Subt)	9 (100%)



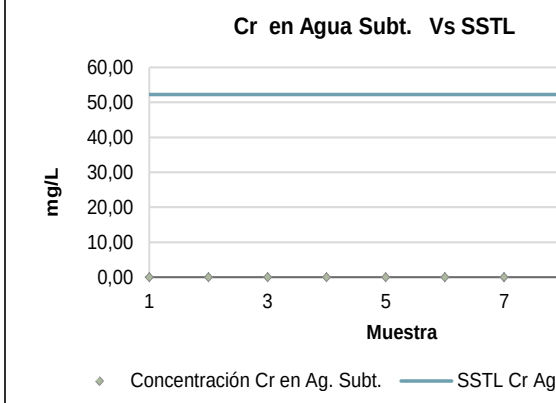
Muestras tomadas As (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación As (Agua Subt)	2 (22%)
Muestras sin Cuantificación As (Agua Subt)	7 (78%)



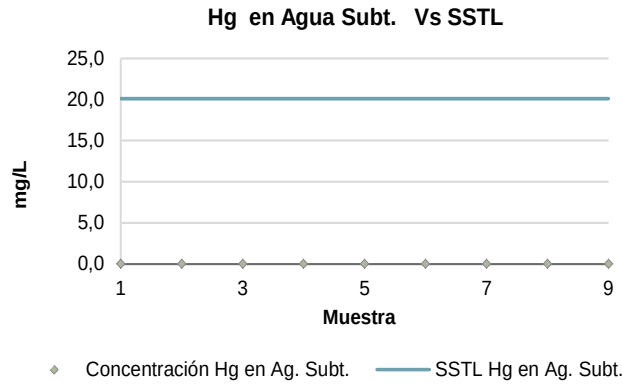
Muestras tomadas Cd (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Cd (Agua Subt)	1 (11%)
Muestras sin Cuantificación Cd (Agua Subt)	8 (89%)



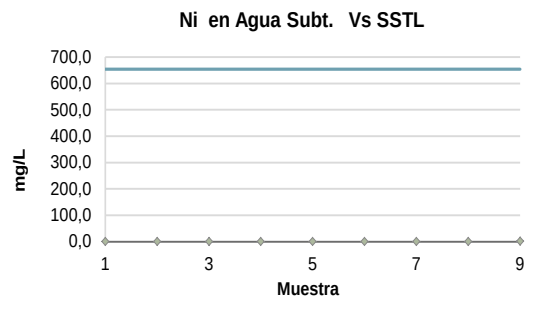
Muestras tomadas Cu (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Cu (Agua Subt)	0 (0%)
Muestras sin Cuantificación Cu (Agua Subt)	9 (100%)



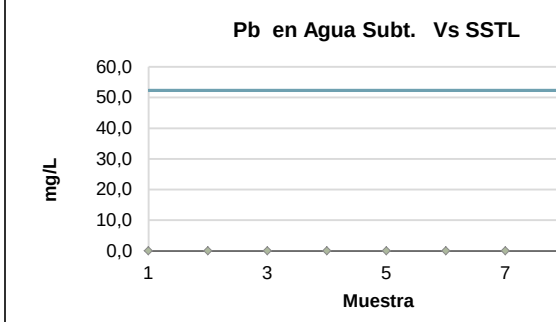
Muestras tomadas Cr (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Cr (Agua Subt)	6 (67%)
Muestras sin Cuantificación Cr (PDI)	3 (33%)



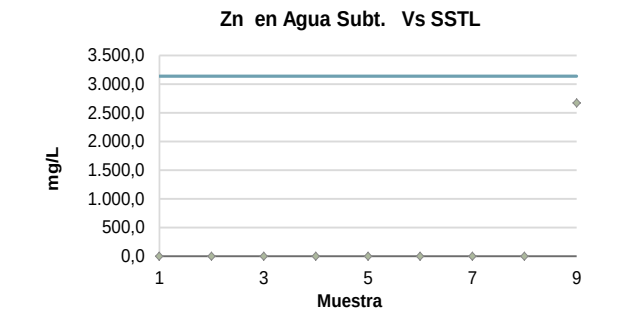
Muestras tomadas Hg (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Hg (Agua Subt)	0 (0%)
Muestras sin Cuantificación Hg (Agua Subt)	9 (100%)



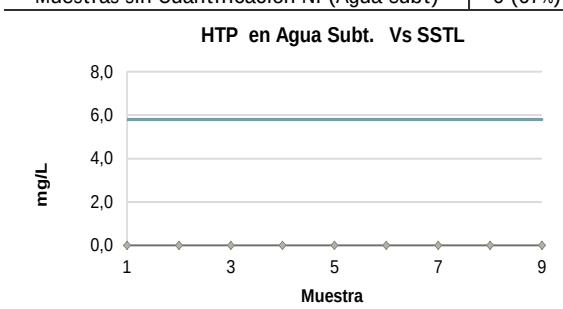
Muestras tomadas Ni (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Ni (Agua Subt)	3 (33%)
Muestras sin Cuantificación Ni (Agua Subt)	6 (67%)



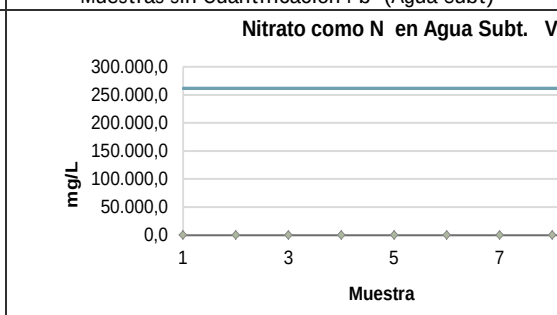
Muestras tomadas Pb (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Pb (Agua Subt)	0 (0%)
Muestras sin Cuantificación Pb (Agua Subt)	9 (100%)



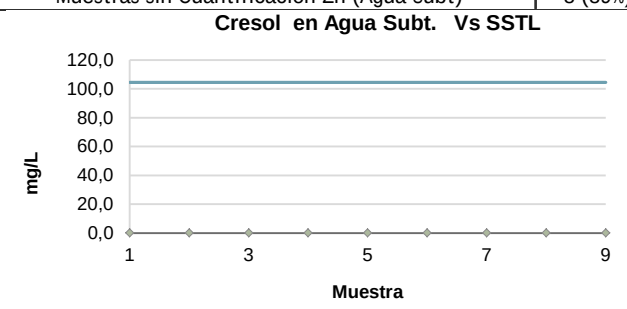
Muestras tomadas Zn (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Zn (Agua Subt)	1 (11%)
Muestras sin Cuantificación Zn (Agua Subt)	8 (89%)



Muestras tomadas HTP (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación HTP (Agua Subt)	0 (0%)
Muestras sin Cuantificación HTP (Agua Subt)	9 (100%)



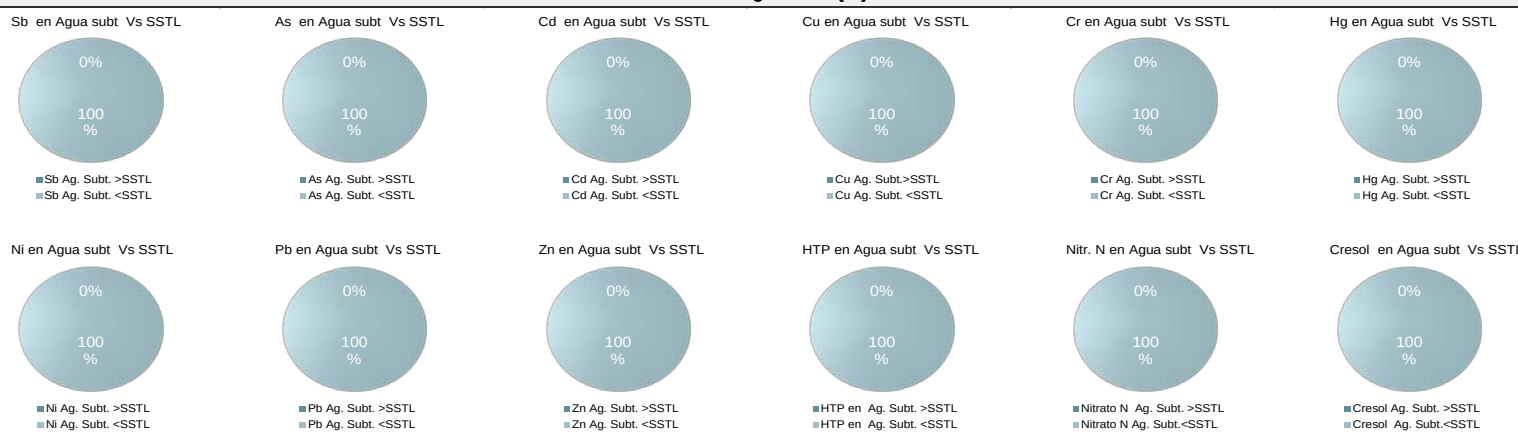
Muestras tomadas Nitrato como N (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación Nitrato como N (Agua Subt)	2 (22%)
Muestras sin Cuantificación Nitrato como N (Agua Subt)	7 (78%)



Muestras tomadas m-p cresol (Agua Subt)	9
Muestras con cuantificación m-p cresol (Agua Subt)	2 (22%)
Muestras sin Cuantificación m-p cresol (Agua Subt)	7 (78%)

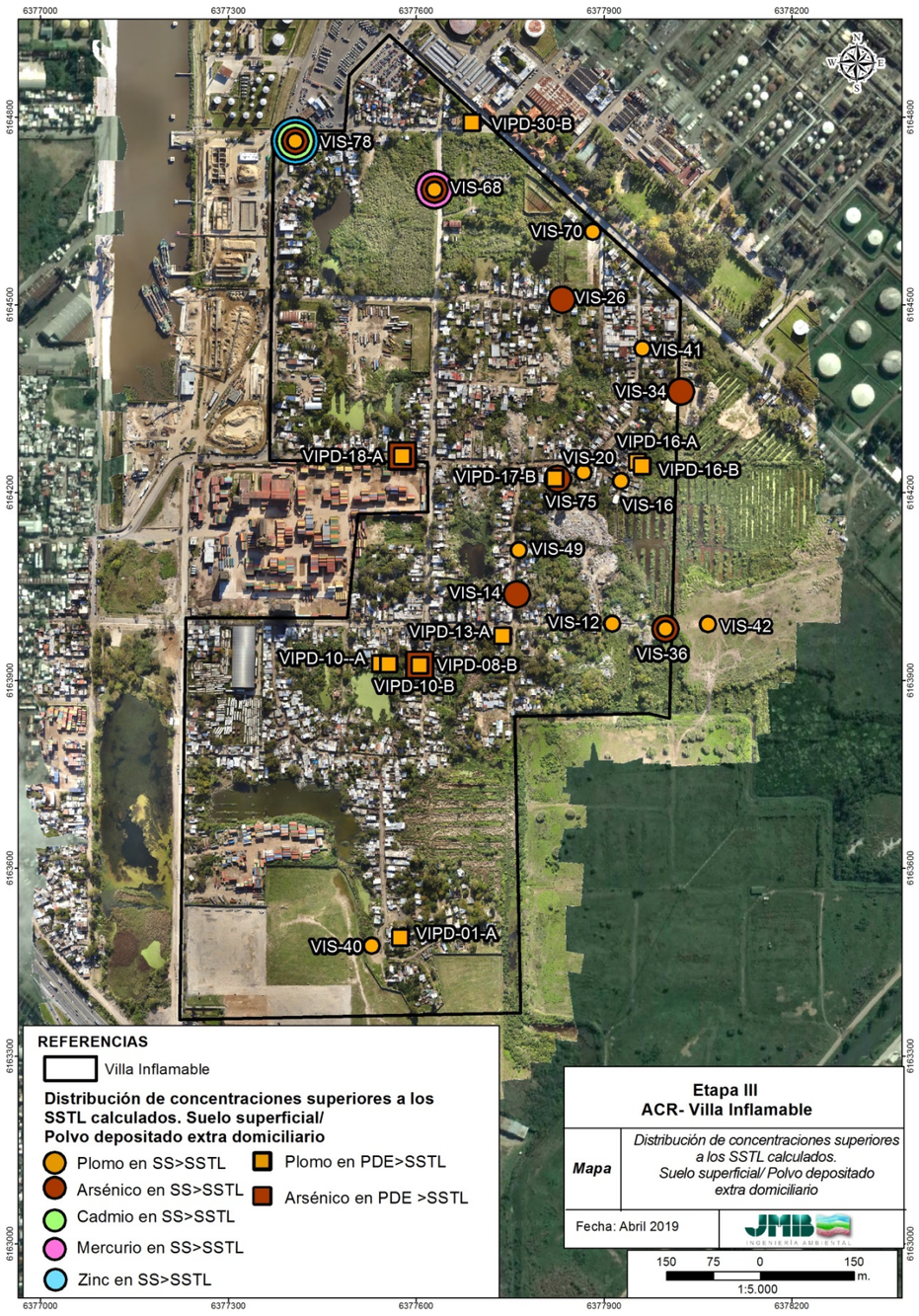
Nota: las concentraciones mostradas en los gráficos como 0 mg/L corresponden a muestras sin cuantificación

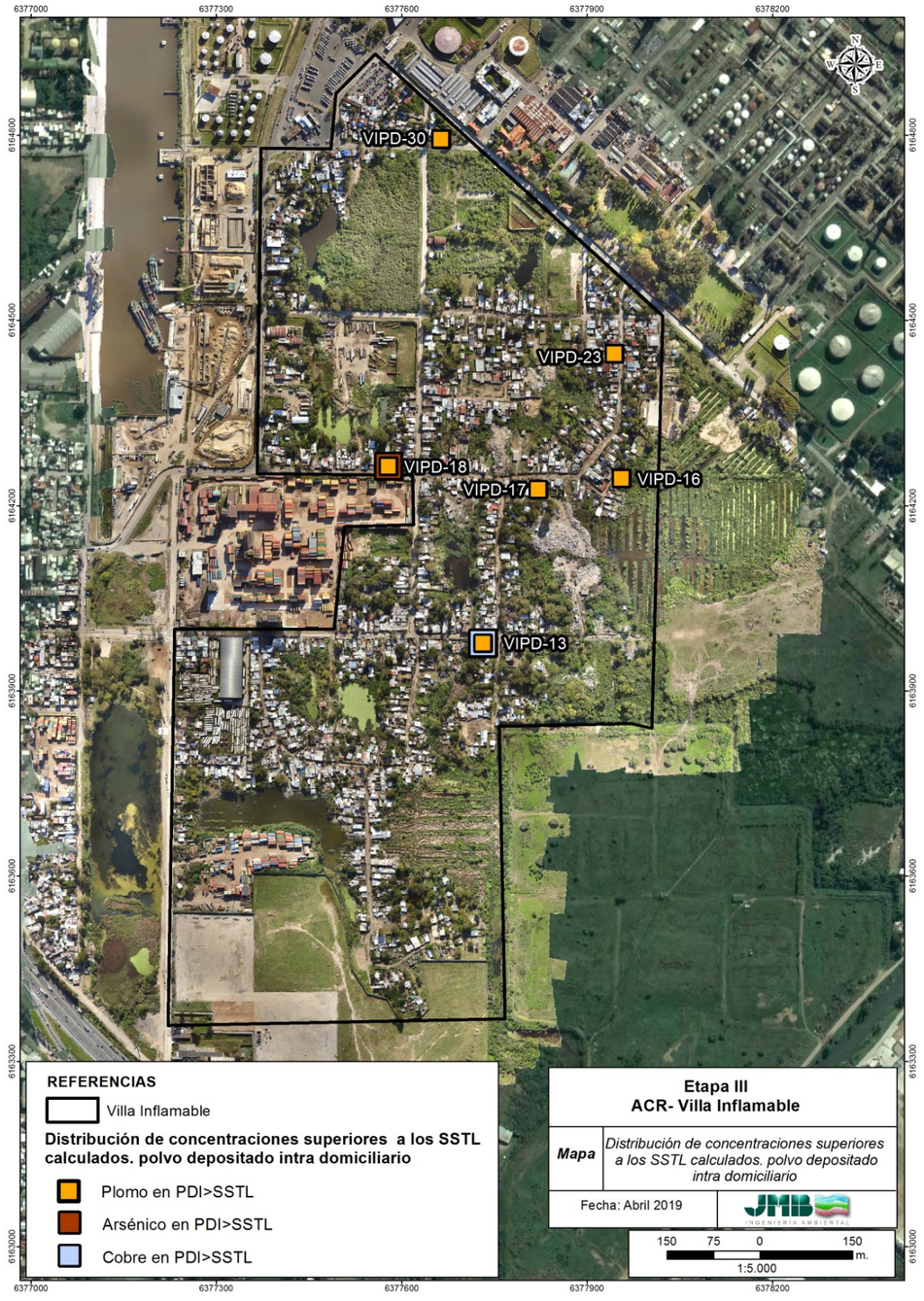
Evaluación grafica (%)



	Sb	As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	HTP	Nitrato N	m,p cresol
Muestras Ag. Subt. con concentración > SSTL	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Muestras Ag. Subt. con concentración < SSTL	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)

Imagen 7.4 **Mapas de distribución de las concentraciones superiores a los SSTL calculados en Suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario y polvo suelto depositado intra domiciliario**





EVALUACIÓN CUALITITIVA DE LA CONDICIÓN AMBIENTAL: de la Evaluación Cualitativa surgen las siguientes conclusiones generales en relación a la exposición a la afectación identificada en los medios físicos del sitio:

- Condiciones ambientales y de infraestructura registradas en puntos específicos del sitio como: rellenos informales a cielo abierto sin restricción de acceso, actividad o procedencia, actividades no controladas realizadas en superficie por los residentes como reciclado de residuos ó quema de cables, existencia de suelo desnudo en parte de la superficie del predio, inexistencia o fallas estructurales del piso de algunas de las viviendas, etc.; contribuyen a la exposición de los receptores a la afectación identificada en suelo superficial/polvo suelto depositado extra domiciliario por las vías contacto dérmico, ingestión e inhalación de partículas y a la exposición a la afectación identificada en polvo suelto depositado intra domiciliario por las vías contacto e ingestión.
- Los cuerpos de agua superficial existentes en el predio (lagunas, zanjas y canales), contaminados por: escorrentía superficial, disposición no controlada de residuos de diferente origen y composición, vuelcos directos e indirectos de las aguas servidas o cloacales generadas por los residentes y aguas subterráneas afectadas por la infiltración de pozos o cámaras sépticas a través de suelo y/o líquidos de reflujo del canal Sarandí en crecidas de nivel del Río de la Plata; constituyen fuentes que pueden afectar a la población por contacto dérmico ante crecidas de nivel o acercamientos (única exposición completa registrada en el sitio para este medio, estando descartadas vías como ingestión o inmersión).
- Están descartadas en el predio vías de exposición a los sedimentos afectados como ingestión indirecta por consumo de biota o contacto por usos recreativos.
- Actualmente en el predio no existen para los receptores residenciales, vías directas asociadas a la exposición a agua subterránea afectada, ni por ingestión directa o indirecta ni por contacto dérmico, pues la misma no es utilizada en ninguna actividad que implique la activación de estas vías (Ej. consumo, riego, actividades de recreación, llenado de piletas o tanques, etc.), no registrando en el predio aquí en evaluación pozos o perforaciones para explotaciones de agua subterránea que hagan suponer estos usos o exposiciones por parte de los residentes.

La Evaluación Cualitativa indica el requerimiento de **futuras acciones correctivas puntuales** tendientes a controlar la generación fuentes contaminantes (Ej. medios físicos afectados, actividades informales realizadas en superficie etc.) y la exposición a los medios afectados **suelo superficial, polvo suelto depositado intra y extra domiciliario y agua superficial**.

En resumen, la evaluación conjunta de las principales conclusiones del Análisis Cuantitativo de Riesgos a la Salud Humana y el Ambiente (ACR) y la Evaluación Cualitativa de Condición Ambiental, realizados en el presente informe, permiten concluir la necesidad de implementar en Villa Inflamable **acciones preventivas o correctivas puntuales** que controlen o eliminen la exposición de los receptores a la afectación registrada en los medios físicos **suelo superficial, polvo suelto depositado intra y extra domiciliario y agua superficial**. Dichas acciones serán propuestas y desarrolladas en el Informe de Etapa 4 de la presente investigación.

8 ANEXOS