

N3172B.AR.003111  
NASD VIEQUES  
5090.3a

FINAL RECORD OF DECISION AREA OF CONCERN E (AOC E) ATLANTIC FLEET  
WEAPONS TRAINING AREA FORMER NAVAL AMMUNITION SUPPORT DETACHMENT  
(SPANISH VERSION) VIEQUES ISLAND PUERTO RICO

01/01/2015  
CH2M HILL



# Registro de Decisión

## Área de Preocupación (AOC) E

Área de Entrenamiento con Armas de la Flota del Atlántico - Vieques  
Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales

Vieques, Puerto Rico  
Enero 2015

## 7 Declaración

### 1.1 Nombre del Sitio y Ubicación

Este Registro de Decisión (ROD<sup>1</sup> por sus siglas en inglés) documenta el remedio seleccionado para el Área de Preocupación (AOC por sus siglas en inglés) E, ubicada en el antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD por sus siglas en inglés) en Vieques, Puerto Rico. El antiguo NASD es parte del Área de Entrenamiento con Armas de la Flota del Atlántico- Vieques, la cual fue incluida en la Lista de Prioridades Nacionales (NPL por sus siglas en inglés) el 11 de febrero de 2005 (Sistema de Información de Respuesta Ambiental Completa, Compensación, y Responsabilidad [CERCLIS por sus siglas en inglés], con número de identificación de la base de datos del Superfund Nacional: PRN000204694). AOC E también es conocido como Unidad Operable (OU por sus siglas en inglés) 2 en la base de datos de CERCLIS.

### 1.2 Declaración de Base y Propósito

El remedio fue seleccionado en conformidad con la Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental de 1980, con sus enmiendas (CERCLA por sus siglas en inglés), y el Plan Nacional de Contingencia para la Contaminación por Petróleo y Sustancias Peligrosas (NCP por sus siglas en inglés). El Departamento de la Marina de los EE.UU. (Marina), la División del Atlántico del Comando de Ingeniería de Instalaciones Navales (NAVFAC por sus siglas en inglés), la Región 2 de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA por sus siglas en inglés), la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (JCA), y el Departamento de Interior (DOI por sus siglas en inglés) firmaron un Acuerdo de Instalaciones Federales (FFA por sus siglas en inglés) para el antiguo NASD en 2007, como resultado de su inclusión en la NPL y en conformidad con CERCLA. El FFA establece el marco de procesos y el calendario de trabajo para implementar las medidas de respuesta bajo la ley CERCLA para Vieques. La Marina es la principal agencia y es responsable de asegurar que se desarrollen e implementen alternativas de respuesta apropiadas bajo CERCLA según resulte necesario para proteger la salud pública, el bienestar general y el medio ambiente.

La Marina y la EPA seleccionaron el remedio para AOC E con la concurrencia de la JCA. Esta decisión se basa en información contenida en el archivo del Registro Administrativo para este remedio. Se ha considerado información no resumida específicamente en este ROD o sus referencias, pero que se incluyen en el Registro Administrativo, y es relevante para la selección del remedio en AOC E. Por lo tanto, el ROD se basa en aquellas partes del archivo del Registro Administrativo para el sitio que atañen al AOC E a la hora de tomar esta decisión. Este ROD se presenta en un formato que contribuye a que el público general lea y entienda la información que sirvió de base para que se tomara la decisión

---

<sup>1</sup> La definición de estas siglas, y de todas las siglas utilizadas, puede encontrarse en orden alfabético en la tabla de Siglas ubicada al final de este documento.

relacionada con el AOC E, y proporciona al mismo tiempo enlaces para los detalles técnicos presentados en el Registro Administrativo.

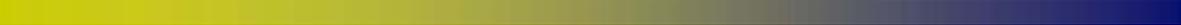
### 1.3 Alcance y Función de la Medida de Respuesta

Basado en los resultados de las investigaciones ambientales llevadas a cabo, se identificaron riesgos inaceptables para la salud humana para un residente hipotético expuesto a aguas subterráneas en AOC E. Como resultado de ello, se implementó un estudio piloto de Oxidación Química *In-Situ* (ISCO por sus siglas en inglés), usando persulfato como el aditivo para reducir las concentraciones de contaminantes de preocupación (COC por sus siglas en inglés) hasta niveles inferiores a los estándares reglamentarios. El persulfato residual del estudio piloto sigue estando presente, y aunque se espera que se disipe lentamente a lo largo del tiempo, el persulfato residual puede seguir reduciendo activamente los COCs que se dividen o dispersan del suelo al agua subterránea. En consecuencia, dado que el persulfato puede seguir degradando los COCs mientras sigue estando presente por encima de ciertos niveles, la confirmación de que las concentraciones de COC permanecerán por debajo de los estándares reglamentarios no puede tener lugar hasta que el persulfato residual se disipe. Por lo tanto, el remedio seleccionado tratará el persulfato residual y el potencial de rebote de los COCs a niveles por encima de los estándares reglamentarios una vez que el persulfato residual se disipe.

AOC E es uno de los 17 sitios dentro del antiguo NASD que han sido o están siendo actualmente evaluados en conformidad con la ley CERCLA bajo el Programa de Restauración Ambiental (ERP por sus siglas en inglés) de la Marina. El Plan de Manejo de los Sitios (SMP por sus siglas en inglés) para Vieques detalla en mayor grado el historial de investigación y el calendario de trabajo para investigaciones/actividades de remediación bajo CERCLA en el antiguo NASD, el cual se actualiza anualmente. La medida de respuesta seleccionada en este ROD pretende ser el remedio final para AOC E y no incluye ni afecta a otros sitios en el antiguo NASD bajo el proceso de CERCLA. Las determinaciones finales para los otros sitios dentro del antiguo NASD han sido documentadas en documentos de decisiones pasados o serán documentados de forma separada en documentos de decisiones futuros.

### 1.4 Descripción del Remedio Seleccionado

El remedio seleccionado para AOC E es Monitoreo de Aguas Subterráneas y Controles Institucionales (IC por sus siglas en inglés) con Planes de Contingencia para hacer frente al potencial de persulfato persistente (Plan de Contingencia 2a) y rebote de COC (Plan de Contingencia 2b). Los componentes del remedio incluyen monitoreo de aguas subterráneas para asegurar que disminuyan las concentraciones de persulfato, monitoreo anual de COC en aguas subterráneas durante 3 años después de que disminuyan los niveles de persulfato para asegurar que no se produzca un rebote de contaminantes, e implementación de ICs para restringir el uso del agua subterránea como agua potable hasta que se cumpla el objetivo de la acción de remediación (RAO por sus siglas en inglés). El Plan de Contingencia 2a incluye la inyección de una solución de peróxido de hidrógeno para acelerar el descenso del persulfato residual (por encima de 500 miligramos por litro [mg/L]) si no se demuestra un descenso general después de tres eventos sucesivos de monitoreo. El Plan de Contingencia 2b incluye la inyección de persulfato de sodio activado con peróxido de hidrógeno en pozos en los que se observe un rebote, si se observan concentraciones de COC por encima de los objetivos de remediación (RGs por sus siglas en inglés) y persisten tras tres eventos sucesivos de monitoreo anual. Dado que los RGs están asociados a agua potable, asegurarse de que se cumplan los RGs permitirá asegurar que el agua subterránea haya sido restaurada para un reúso potencial beneficioso como agua potable.



## 1.5 Determinación Reglamentaria

El remedio seleccionado para AOC E cumple con los requisitos reglamentarios de la Sección 121 de la ley CERCLA y protege la salud humana y el medio ambiente, cumple con los reglamentos federales y del Estado Libre Asociado de Puerto Rico que son aplicables o relevantes y apropiadas para la acción de remediación, y es efectivo desde el punto de vista de los costos. Dado que la acción de remediación puede tomar varios años para asegurar que se alcancen las condiciones de agua subterránea adecuada para uso potable, la Marina llevará a cabo revisiones de los reglamentos y directrices cada 5 años tras el inicio de la acción de remediación hasta que se cumpla el RAO para asegurar que el remedio continúe protegiendo la salud humana y el medio ambiente.

1.6 Navy Authorizing Signature for the Record of Decision for AOC E,  
Atlantic Fleet Weapons Training Area - Vieques

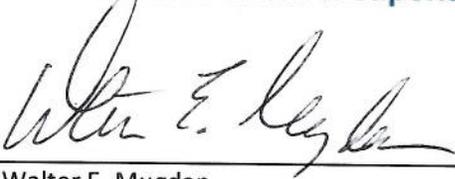
*Cheryl F. Barnett*

Cheryl F. Barnett  
Director, Environmental Programs  
Naval Facilities Engineering Command, Atlantic

*1/8/2015*

Date

**1.7 EPA Authorizing Signature for the Record of Decision for AOC E,  
Atlantic Fleet Weapons Training Area - Vieques**



Walter E. Mugdan  
Director, Emergency and Remedial Response Division  
Environmental Protection Agency, Region 2

JAN. 14, 2015

Date

### 1.8 PREQB Concurrence Signature



---

Laura M. Vélez-Vélez  
Executive Director  
Puerto Rico Environmental Quality Board

21/10/2014

---

Date

## 2 Resumen de la Decisión

### 2.1 Descripción e Historial del Sitio

La Isla de Vieques está ubicada aproximadamente 7 millas al sureste del extremo este de la isla principal de Puerto Rico (**Figura 1**). Aparte de la isla principal de Puerto Rico, Vieques es la isla más grande del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, y abarca 33,088 acres. La Marina compró extensas partes de Vieques a principios de la década de 1940 para llevar a cabo actividades relacionadas con entrenamiento militar. Las operaciones dentro del antiguo Campo de Entrenamiento Naval de Vieques (VNTR por sus siglas en inglés) (mitad oriental de Vieques) incluyeron varios aspectos de entrenamiento naval con disparos, incluyendo artillería aire-tierra y amerizajes anfibios, albergando asimismo la principal base de operaciones para estas actividades en el Campamento García. Las operaciones dentro del antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD; tercio occidental de Vieques), donde está ubicada el AOC E, consistieron principalmente en carga y almacenamiento de municiones, mantenimiento de vehículos e instalaciones, y algo de entrenamiento. La **Figura 2** muestra la ubicación del AOC E dentro del antiguo NASD.

La Marina puso fin a las operaciones a nivel de instalaciones del antiguo NASD en abril de 2001, en conformidad con la Directiva Presidencial al Secretario de Defensa, con fecha de 30 de enero de 2000, asociada a la transferencia de los terrenos de la parte oeste de Vieques propiedad de la Marina. La transferencia de terrenos se completó el 1º de mayo de 2001, y la Marina no ha tenido presencia militar en el área principal de operaciones desde entonces. Actualmente, la participación de la Marina en el antiguo NASD comprende las actividades del programa de remediación ambiental.

AOC E ocupa menos de una décima parte de un acre y está ubicada en el área operacional principal del antiguo NASD (**Figura 2**). AOC E es el sitio de un antiguo tanque de almacenamiento soterrado de 500 galones (UST por sus siglas en inglés) y un antiguo tanque de almacenamiento sobre la superficie de 500 galones (AST por sus siglas en inglés) que almacenaban aceite usado proveniente de actividades de mantenimiento de vehículos. El UST fue utilizado desde aproximadamente 1970 hasta su remoción y reemplazo en 1996 por el AST, que posteriormente fue removido en 2001. El aceite era removido de los vehículos en la plataforma de servicio de vehículos y drenado al UST a través de una tubería subterránea entre la plataforma y el UST (**Figura 3**). Los derrames del antiguo UST causaron como resultado una contaminación localizada en el suelo y en aguas subterráneas.

AOC E está ubicada en un terreno que fue transferido al Municipio de Vieques (MOV por sus siglas en inglés) como parte de la Escritura mediante la cual se transfirió la antigua propiedad del NASD al MOV y al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. El sitio está dentro de las instalaciones actuales del Departamento de Obras Públicas del MOV. Lo cual restringe el acceso al AOC E al público.

FIGURA 1  
Mapa de ubicación Regional

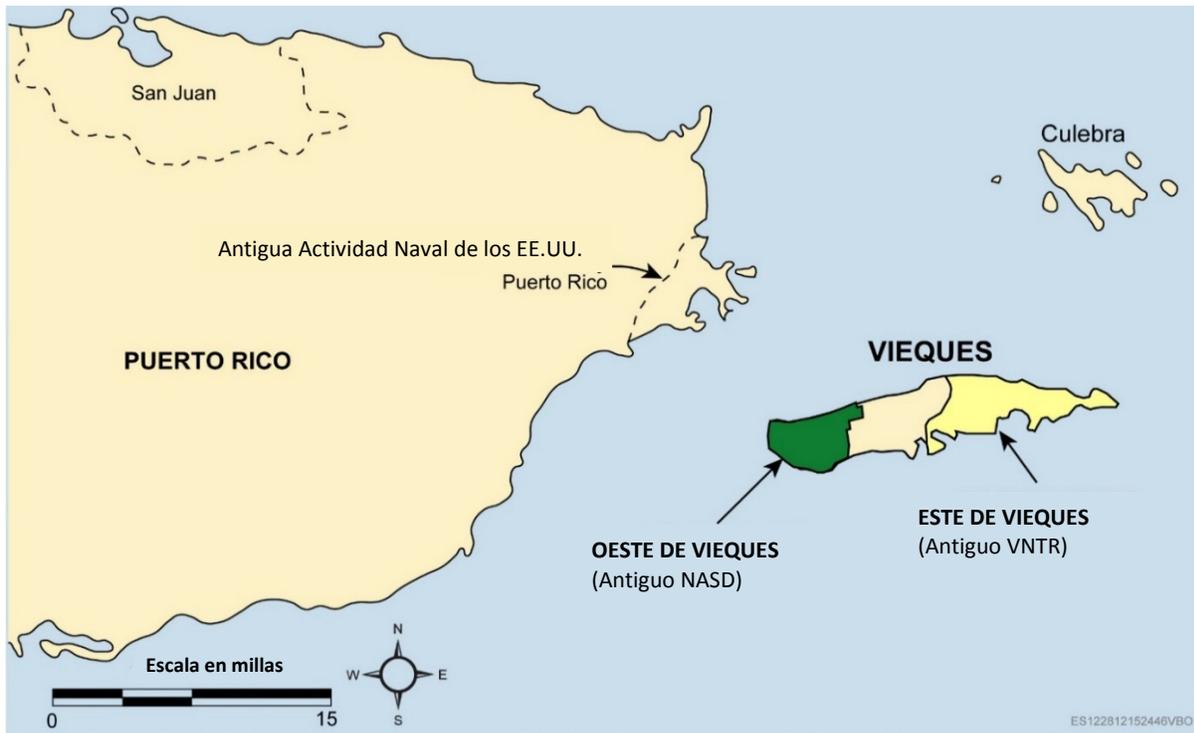
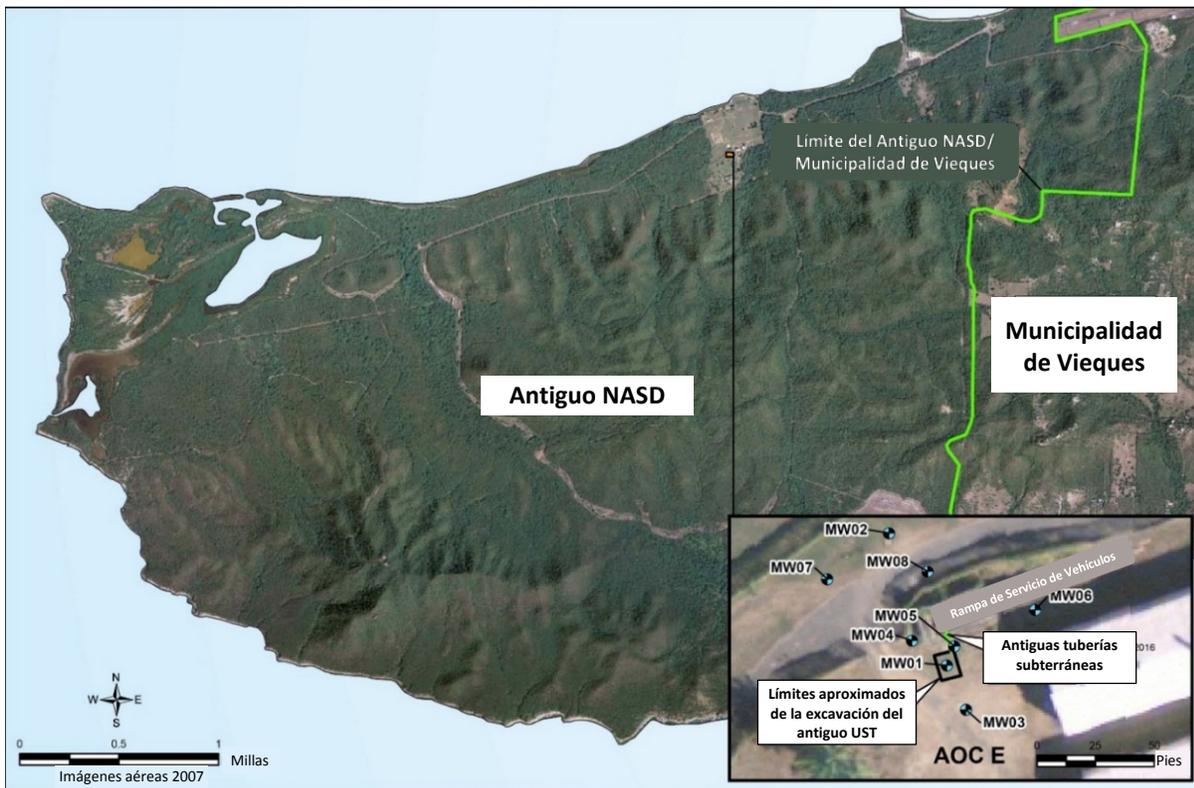


FIGURA 2  
Mapa de Ubicación del Antiguo NASD y el AOC E

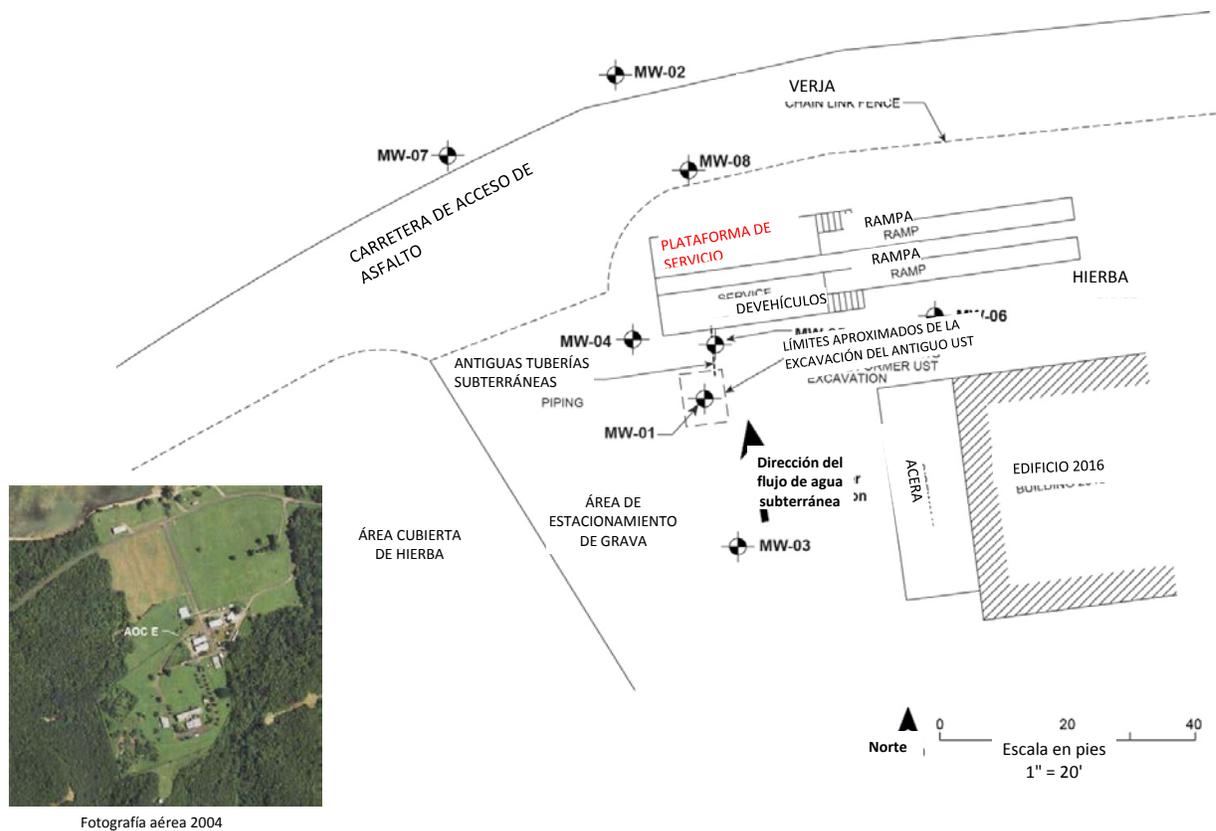


## 2.2 Características del Sitio

AOC E está aproximadamente 43 pies (ft) por encima del nivel del mar y es relativamente llana. No hay cuerpos de agua superficial en AOC ni en una zona inmediatamente adyacente a la misma. El sitio está cubierto de hierba, maleza y arbustos que se cortan periódicamente. El edificio existente en las instalaciones no está ocupado, y el sitio está cercado con una verja para evitar que la gente entre. Dado que el sitio está desarrollado y se mantiene periódicamente, no tiene ningún hábitat ecológico significativo.

El agua subterránea en AOC E está dentro de un lecho de granodiorita erosionada (saprolita), al que se superponen formaciones aluviales de tierras limosas/arcillosas. El agua subterránea se encuentra a profundidades que van desde aproximadamente 28 hasta 43 pies por debajo de la superficie (bgs por sus siglas en inglés) y fluye en general norte-noroeste (Figura 3) a aproximadamente 1 pie por año.

FIGURA 3  
Plano del Sitio



## 2.3 Investigaciones Previas

Las investigaciones ambientales en AOC E se iniciaron con una Caracterización del Sitio en 1998. Posteriormente, se implementaron una Evaluación Preliminar Expandida/Inspección del Sitio (PA/SI por sus siglas en inglés), una Investigación de Remediación (RI por sus siglas en inglés), un estudio piloto de extracción de múltiples fases, una RI Suplementaria, un estudio piloto de desnitrificación del suelo, y un estudio piloto de remediación de aguas subterráneas *in-situ* entre 2000 y 2011. En 2012 se llevó a cabo un Estudio de Viabilidad Enfocado (FFS por sus siglas en inglés) para evaluar las alternativas de remediación para aguas subterráneas. La **Tabla 1** resume todas las remociones, investigaciones y estudios pilotos previos llevados a cabo en AOC E.

TABLA 1  
Investigaciones previas

Investigación Previa*	Fecha	Actividades de Investigación
Remoción de UST	1996	Se removieron el UST de 500 galones que almacenó aceite usado de actividades de mantenimiento de vehículos y 110 yardas cúbicas de suelo contaminado (Reliable Mechanical, Inc., 1997). El UST fue reemplazado por un AST de 500 galones.
Caracterización del sitio	1998	Se llevó a cabo una caracterización del sitio en 1998 que incluyó la recolección de ocho muestras de suelo y la instalación y muestreo de tres pozos de monitoreo. En dicho momento, el sitio fue designado Sitio 2016. Los <b>datos analíticos</b> <sup>1</sup> de laboratorio mostraron que se habían excedido los estándares reglamentarios para varias muestras de suelo y agua subterránea (CH2M HILL, 1999).
Evaluación Preliminar Expandida/Inspección del Sitio (PA/SI)	2000	Se llevó a cabo una Evaluación Preliminar Expandida/Inspección del Sitio (PA/SI) para evaluar los impactos en el agua subterránea causado por los derrames del antiguo UST. Incluyó la instalación y muestreo de tres pozos de monitoreo y el muestreo de dos pozos de monitoreo existentes. Los <b>resultados</b> <sup>2</sup> de la PA Expandida/SI indicaron que hubo un escape de hidrocarburos de petróleo en el agua subterránea y se recomendó una Investigación de Remediación/Estudio de Viabilidad (RI/FS) (CH2M HILL, 2000).
Remoción del AST	2001	El AST de 500 galones que reemplazó al antiguo UST de 500 galones en 1996 fue removido cuando cesaron las operaciones de la Marina en 2001. No hubo escapes documentados del AST.
Investigación de remediación inicial (RI)	2002, 2003	Se llevó a cabo una RI inicial en 2002 y 2003. El trabajo de campo de la RI incluyó la recolección de 20 muestras de suelo para ayudar a caracterizar el alcance horizontal y vertical de la contaminación del suelo. Además, se instalaron y tomaron muestras de dos pozos de monitoreo adicionales y se tomaron muestras de cuatro pozos de monitoreo existentes (CH2M HILL, 2008). Las <b>concentraciones de componentes detectados en el suelo y el agua subterránea durante la RI</b> <sup>3</sup> se muestran en la <b>Tabla 2</b> y se tratan en mayor detalle en la Sección 2.4.
Estudio piloto de extracción de múltiples fases	2002	Se llevó a cabo un <b>estudio piloto</b> <sup>4</sup> de extracción de múltiples fases (MPE por sus siglas en inglés) en 2002 para evaluar la eficacia de esta tecnología en la remoción de contaminación de la fase libre. Se recuperaron un total de aproximadamente 11,000 galones de producto de la fase libre y agua subterránea a un costo de aproximadamente \$113,000 (CH2M HILL, 2008). El estudio piloto demostró ser exitoso porque no se ha observado ningún producto apreciable de la fase libre en los pozos del sitio desde dicho momento.
Investigación de remediación suplementaria	2004, 2005	Se llevó a cabo una RI suplementaria en 2004-2005 que incluyó la recolección de muestras de agua subterránea de los ocho pozos de monitoreo y muestras de suelo adicionales (CH2M HILL, 2008). La RI suplementaria incluyó también <b>evaluaciones de riesgo ecológico y para la salud</b> <sup>5</sup> , las cuales se resumen en la Sección 2.6.
Estudio piloto de bio-remediación basada en desnitrificación del suelo	2010, 2011	Se concluyó, basado en la RI que no había un riesgo inaceptable con la exposición al suelo del AOC E; por lo tanto, no se identificaron COC (CH2M HILL, 2008). Sin embargo, se llevó a cabo un <b>estudio piloto de bio-remediación basado en desnitrificación del suelo (DBB por sus siglas en inglés)</b> <sup>6</sup> para tratar la filtración potencial de contaminación en el suelo a aguas subterráneas (CH2M HILL, 2012). El estudio piloto consistió en la inyección de nitrato de calcio en el suelo (con un costo de aproximadamente \$70,000) para asegurarse de que las concentraciones de hidrocarburos de petróleo en la zona no saturada permanecieran por debajo de los niveles que representan una preocupación de filtración del suelo hacia las aguas subterráneas ( <b>Tabla 3</b> ).
Estudio piloto de oxidación química <i>in-situ</i> de aguas subterráneas	2010, 2011	Se llevó a cabo un <b>estudio piloto de oxidación química <i>in-situ</i> de aguas subterráneas (ISCO por sus siglas en inglés)</b> <sup>7</sup> en 2010-2011 usando persulfato para evaluar si la tecnología podría reducir las concentraciones de contaminantes en el agua subterránea por debajo de los estándares reglamentarios y reducir el tiempo requerido para alcanzar tales niveles en relación con el tiempo que tomaría bajo condiciones naturales (CH2M HILL, 2012). Se desarrollaron objetivos para el estudio piloto basados en los Niveles de Contaminantes Máximos (MCL por sus siglas en inglés) de la EPA u otros estándares para componentes sin

TABLA 1  
Investigaciones previas

Investigación Previa*	Fecha	Actividades de Investigación
		MCLs. La prueba piloto de ISCO, que cubrió el área afectada completa a un costo de aproximadamente \$400,000, ha demostrado la eficacia de ISCO en la reducción de la concentración de contaminantes en el agua subterránea por debajo de los estándares reglamentarios ( <b>Tabla 4</b> ). Sin embargo, debido a la presencia de persulfato residual, deberá llevarse a cabo un monitoreo de rendimiento por un período más allá del plazo de tiempo en que persista el persulfato residual para verificar que los contaminantes sigan estando por debajo de los estándares de limpieza reglamentarios.
<b>Estudio de viabilidad enfocado</b>	2012	Debido a la presencia de niveles de persulfato residual, se llevó a cabo un Estudio de Viabilidad Enfocado (FFS por sus siglas en inglés) en 2012 para evaluar las alternativas de remediación de aguas subterráneas en AOC E. Se evaluaron dos alternativas de remediación, incluyendo la Alternativa 1 – Ninguna Acción y la Alternativa 2 – Monitoreo de Aguas Subterráneas e ICs. En la Sección 2.9 se presenta una descripción más detallada del FFS.

\* La documentación asociada a las actividades indicadas se encuentra disponible en el Registro Administrativo y proporciona información detallada utilizada para respaldar la selección del remedio para AOC E. La información referenciada relevante también se encuentra disponible a través de los hipervínculos contenidos en este documento.

## 2.4 Distribución de la Contaminación

Los datos analíticos obtenidos como parte de la RI, RI Suplementaria, y el monitoreo del estudio piloto proporcionan la base para evaluar la naturaleza y el alcance de la contaminación en el suelo y en las aguas subterráneas; las ubicaciones de muestreo se indican en la **Figura 4**. Las concentraciones de químicos fueron comparados con los valores de evaluación basados en riesgo para la salud humana y receptores ecológicos y los valores de evaluación para UST de Puerto Rico. Los componentes detectados, hasta la RI Suplementaria, por encima de los criterios de evaluación y las concentraciones ambientales de trasfondo en el suelo se resumen en la **Tabla 2**. Las concentraciones de COC en aguas subterráneas durante y después de los estudios piloto DBB e ISCO se presentan en las **Tablas 3 y 4**, respectivamente; los datos post-tratamiento representan las condiciones actuales.

Se detectaron dos compuestos orgánicos volátiles (VOC por sus siglas en inglés) y un componente inorgánico por encima de los criterios de evaluación basados en riesgo y concentraciones ambientales de trasfondo en el suelo durante la RI y la RI Suplementaria (**Tabla 2**). Se detectaron cuatro VOCs, dos SVOCs, un pesticida y varios compuestos inorgánicos por encima de los criterios de evaluación basados en riesgo y concentraciones ambientales de trasfondo en aguas subterráneas durante la RI y la RI Suplementaria (**Tabla 2**).

Los contaminantes detectados en el suelo ocurrieron principalmente justo debajo del antiguo UST, pero en concentraciones que no representan un riesgo inaceptable ecológico o para la salud humana (se discute en la Sección 2.6) y en concentraciones a las que no se espera se filtren al agua subterránea y causen que se excedan los estándares reglamentarios, tal y como demuestra el estudio piloto DBB. Como se muestra en la **Tabla 4**, las concentraciones de COC medidos (es decir, benceno y naftaleno) en aguas subterráneas descendieron hasta niveles no detectables durante el estudio piloto ISCO.

FIGURA 4  
Ubicaciones de las Muestras

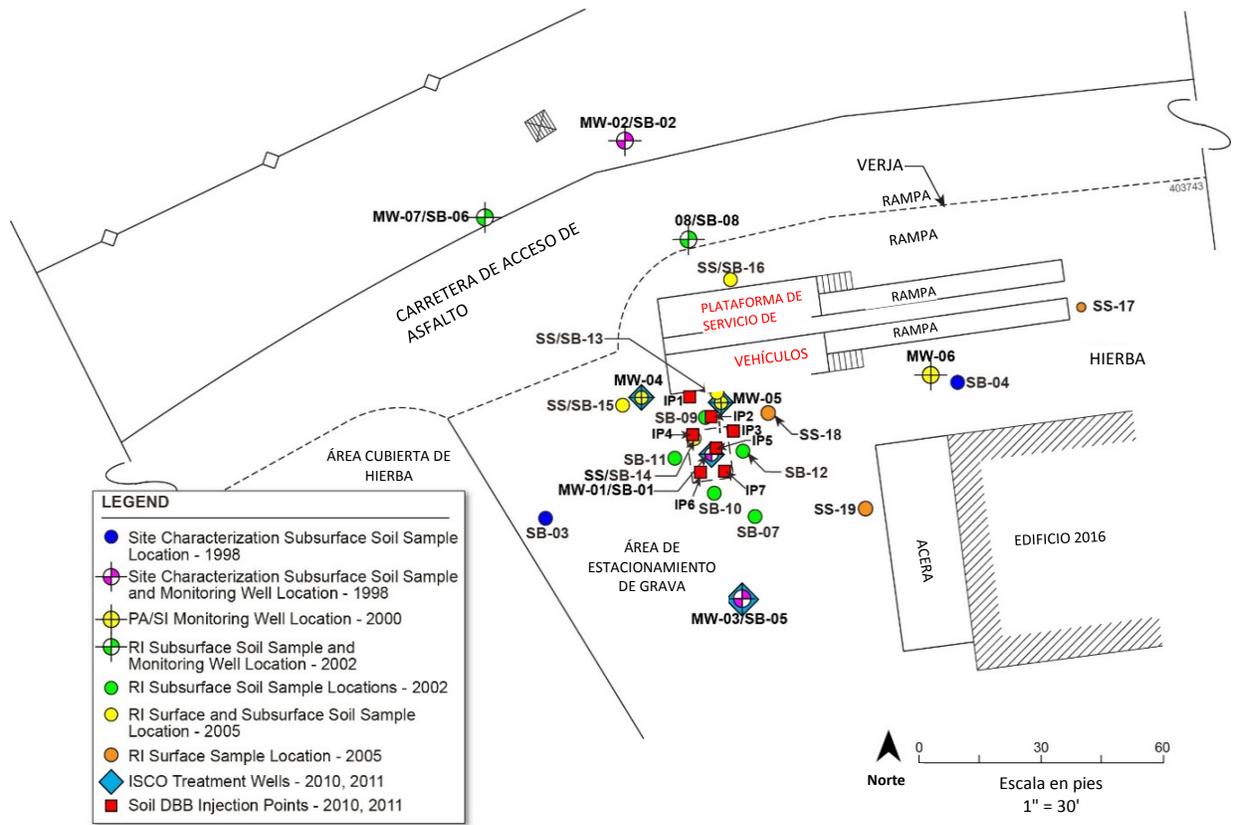


TABLA 2  
Valores en Exceso en Suelo y Agua Subterránea de la Investigación de Remediación para AOC E

Medios Ambientales	COPC	Concentración Máxima Detectada por Encima de los Criterios de Evaluación y Trasfondo	Valor Ambiental	Criterios de Evaluación <sup>2,3</sup>		
				Vieques HHRA SO	Vieques Eco SO	Criterios de Medidas Correctivas UST de JCA
Suelo	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles (µg/kg)</b>					
	Benceno	4,150 J	--	640	-- <sup>1</sup>	5,000
	Etilbenceno	14,200	--	190,000	-- <sup>1</sup>	10,000
	Xileno, total	90,600	--	27,000	-- <sup>1</sup>	10,000
	<b>Total Inorgánicos (mg/kg)</b>					
	Hierro	43,000	39,000	2,300	-- <sup>1</sup>	--
	Plomo	52.1 J	6.9	400	120	50
	<b>Total Hidrocarburos de Petróleo (mg/kg)</b>					
	Aceite y Grasa	19,300	--	--	--	100
	Rango de Diésel TPH	490 J	--	--	--	100
	Rango de Gas TPH	42,000	--	--	--	100
	Rango de Aceite TPH	2,800 J	--	--	--	100
	Total Hidrocarburos de Petróleo, C10-C28	3,780 J	--	--	--	100
	Total Hidrocarburos de Petróleo, C6-C10	2,150 J	--	--	--	100
Total TPH Recuperable	36,000	--	--	--	100	
Medios Ambientales	COPC	Concentración Máxima Detectada por Encima de los Criterios de Evaluación y Trasfondo	Valor Ambiental	Criterios de evaluación		Criterios de Medidas Correctivas UST de JCA
Agua Subterránea	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles (µg/L)</b>					
	1,2-Dicloroetano	32	--	0.12	5	--
	Benceno	17	--	0.35	5	5
	Cloroformo	1.4	--	0.17	80	--
	Éter Metilbutílico Terciario (MTBE)	1,220	--	11	--	--
	<b>Compuestos Orgánicos Semivolátiles (µg/L)</b>					
	2-Metilnaftaleno	14	--	2.4	--	--
	Naftaleno	15	--	0.62	--	--
	<b>Pesticidas/Bifenilos Policlorados (µg/L)</b>					
	Dieldrina	0.11	--	0.0042	--	--
	<b>Total Inorgánicos (µg/L)</b>					
	Aluminio	106,000	45.8 J	3,600	--	--
	Antimonio	5.6 J	--	1.5	6	--
	Arsénico	15.2	1.3 J	0.045	10	--
	Bario	826	118 J	730	2,000	--
	Cadmio	7.2	5.51	1.8	5	--
	Cromo	141	2 J	11	100	--
Cobalto	118	0.93 J	73	--	--	
Cobre	247	3.31 J	150	1,300	--	
Hierro	180,000	48.6 J	1,100	--	--	
Manganeso	6,490	33.8	88	--	--	
Níquel	87.7	18.9 J	73	--	--	
Talio	6.6 J	4.6 J	0.24	2	--	
Vanadio	489	11.7 J	3.6	--	--	

Notas:

- <sup>1</sup> Se detectó una concentración máxima en el subsuelo; los criterios de evaluación Eco SO de Vieques no son aplicables al subsuelo
- <sup>2</sup> El sombreado indica que se excedieron los criterios de evaluación. COPCs en el suelo fueron seleccionados basados en las excedencias sobre los valores HHRA SO y/o Eco SO. COPCs en agua subterránea fueron seleccionados basados en las excedencias de HHRA GW.
- <sup>3</sup> Los criterios de evaluación ecológicos y para la salud humana fueron los indicados en los Procedimientos, Protocolos y Planes Operativos Estándar Maestros (CH2M HILL, 2007).

COPC = Químico de preocupación potencial  
 HHRA = Evaluación de riesgo para la salud humana  
 Eco = Ecológico  
 SO = Suelo

GW = Agua subterránea  
 MCL = Nivel de contaminantes máximo  
 JCA = Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico  
 UST = Tanque de almacenamiento soterrado

TABLA 3  
Concentraciones de COC en el Estudio Piloto de Bio-remediación Basado en Desnitrificación (DBB) para AOC E

Medios Ambientales	COC	Monitoreo Pre-inyección (Base)	Monitoreo post-inyección	PAL <sup>2</sup> del Suelo
		Concentración Máxima Detectada Julio de 2008 <sup>1</sup>	Concentración Máxima Detectada Noviembre de 2011 <sup>1</sup>	
Suelo	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles (µg/kg)</b>			
	1,2-Dicloroetano	ND	ND	--
	Benceno	390	2,200	--
	Éter metilbutílico terciario (MTBE)	1.3 J	370	--
	Xileno, total	72,000	150,000	--
	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles SPLP (µg/L)</b>			
	1,2-Dicloroetano, SPLP	ND	ND	10.5
	Benceno, SPLP	ND	ND	10.5
	Éter Metilbutílico Terciario (MTBE), SPLP	ND	ND	252
	Xileno, total, SPLP	180	580	21,000
	<b>Compuestos Orgánicos Semivolátiles (µg/kg)</b>			
	2-Metilnaftaleno	14,000	14,000	--
	Naftaleno	7,600	7,900	--
	<b>Compuestos Orgánicos Semivolátiles SPLP (µg/L)</b>			
2-Metilnaftaleno, SPLP	52	71 J	315	
Naftaleno, SPLP	80	89	210	

**Notas:**

ND – No detectado

SPLP – Procedimiento de Filtración de Precipitación Sintética

<sup>1</sup> Se proporcionan datos analíticos y límites de reporte en el Apéndice A del FFS (CH2M HILL, 2012)

<sup>2</sup> Se establecieron Niveles de Acción para el Suelo del Proyecto (PAL por sus siglas en inglés) para los COCs para la prevención de filtración (de contaminantes) de suelo a aguas subterráneas durante el estudio piloto de Bio-remediación *In-Situ* Mejorada (EISB por sus siglas en inglés), que fueron los objetivos piloto para aguas subterráneas ajustados por un factor de dilución de 2.1, que es un factor de dilución conservador que se obtiene dividiendo la concentración de naftaleno en el suelo previa al estudio piloto por la concentración de naftaleno en aguas subterráneas previa al estudio piloto.

TABLA 4  
Concentraciones de COC en Aguas Subterráneas del Estudio Piloto de Oxidación Química *In-situ* (ISCO por sus siglas en inglés) para AOC E

Medios Ambientales	COC	Monitoreo Pre-inyección (Base)	Monitoreo post-inyección		Objetivo del Estudio Piloto
		Concentración Máxima Detectada Marzo de 2010 <sup>1</sup>	Concentración Máxima Detectada Enero de 2011	Concentración Máxima Detectada Mayo de 2011	
Agua Subterránea	<b>Compuestos Orgánicos Volátiles (µg/L)</b>				
	1,2-Dicloroetano	ND	NA <sup>2</sup>	NA <sup>2</sup>	3.8
	Benceno	6.4	40	ND	5
	Éter Metilbutílico Terciario (MTBE)	520	NA <sup>2</sup>	NA <sup>2</sup>	120
	Xileno, total	ND	NA <sup>2</sup>	NA <sup>2</sup>	10,000
	<b>Compuestos Orgánicos Semivolátiles (µg/L)</b>				
	2-Metilnaftaleno	8	NA <sup>2</sup>	NA <sup>2</sup>	27
Naftaleno	13	590	ND	6.1	

**Notas:**

NA – No analizado, ND – No detectado

<sup>1</sup> Se proporcionan datos analíticos y límites de reporte en el Apéndice B del FFS (CH2M HILL, 2012)

<sup>2</sup> No se analizaron muestras para 1,2-Dicloroetano, MTBE, xileno total, o 2-Metilnaftaleno porque las concentraciones de persulfato residual siguieron siendo altas tras las inyecciones. Se analizaron muestras por parte del fabricante de persulfato (FMC Corporation) para benceno y naftaleno únicamente utilizando cromatografía de gases (GC por sus siglas en inglés)/espectrometría de masas (MS por sus siglas en inglés)

## 2.5 Usos Actuales y Potenciales Futuros de los Terrenos y Recursos

El antiguo NASD ocupaba aproximadamente 8,000 acres, la mayoría de los cuales están sin desarrollar. Las operaciones militares cesaron en el antiguo NASD en abril de 2001, y los terrenos donde se encuentra el AOC E fueron transferidos al MOV. El sitio está actualmente cercado con una verja y vacante, a excepción del mantenimiento periódico de la vegetación del sitio. Además, no hay una ocupación humana continua o diaria de los edificios ubicados en el AOC E (es decir, los edificios 2015 y 2016). Como se ha indicado previamente, dado que está desarrollado y se mantiene periódicamente, el sitio no tiene ningún hábitat ecológico significativo. Las aguas subterráneas que están debajo del AOC E están clasificadas por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico como: (a) fuente potencial de suministro de agua potable, (b) uso agrícola potencial, y/o (c) aguas subterráneas que fluyen hasta aguas que apoyan comunidades ecológicas de excepcional valor ecológico. Sin embargo, el agua subterránea en el AOC E no se utiliza actualmente como fuente de agua potable. Una vez que se cumpla el RAO, el uso futuro del agua subterránea en AOC E es esperanzador, lo cual podría incluir uso de aguas subterráneas futuras como una fuente de agua potable. No hay recursos arqueológicos o culturales ubicados dentro del AOC E.

## 2.6 Resumen de Riesgos del Sitio

Se presenta un modelo conceptual de sitio (CSM por sus siglas en inglés) de AOC E como **Figura 5**. Se evaluaron cuantitativamente los riesgos potenciales ecológicos y para la salud humana basados en los escenarios de receptores y los medios potencialmente impactados identificados en el CSM. En las siguientes subsecciones y en la **Tabla 5** se incluyen resúmenes de la Evaluación de Riesgos para la Salud Humana (HHRA por sus siglas en inglés) y la Evaluación de Riesgos Ecológicos (ERA por sus siglas en inglés) llevadas a cabo para AOC E durante la RI Suplementaria. La HHRA y la ERA, las cuales se incluyen en la RI Suplementaria, proporcionan un análisis y evaluación más detallados.

TABLA 5  
Resultados de la Evaluación de Riesgos de AOC E

Medios	Riesgo para la Salud Humana				
	Trabajadores de Mantenimiento	Usuarios para Fines Recreativos <sup>1</sup>	Trabajadores de Construcción	Trabajadores Industriales <sup>1</sup>	Residentes <sup>1</sup>
Suelo Superficie (0-2 pies)	Sin COPCs	ELCR = $3 \times 10^{-7}$ y HI = 0.2	Sin COPCs	Sin COPCs	ELCR = $1 \times 10^{-6}$ y HI = 0.7
Total Suelo (0-6 ft)	No hay vía de exposición	No hay vía de exposición	Sin COPCs	Sin COPCs	ELCR = $1 \times 10^{-6}$ y HI = 0.7
Agua Subterránea	No hay vía de exposición	No hay vía de exposición	No hay vía de exposición	ELCR = $6 \times 10^{-5}$ y HI = 1	ELCR = $3 \times 10^{-4}$ y HI = 7
Medios	Riesgo Ecológico				
	Todos los receptores				
Suelo	Aceptable				

COPC – químico de preocupación potencial

ELCR – riesgo en exceso de cáncer durante la vida; inaceptable ELCR >  $1 \times 10^{-4}$

HI – índice de peligro; inaceptable HI > 1

<sup>1</sup> – Valores de ELCR y HI basados en datos del estudio piloto previos a ISCO; todas las concentraciones de COC se redujeron por debajo de los estándares reglamentarios durante el estudio piloto de ISCO posterior.

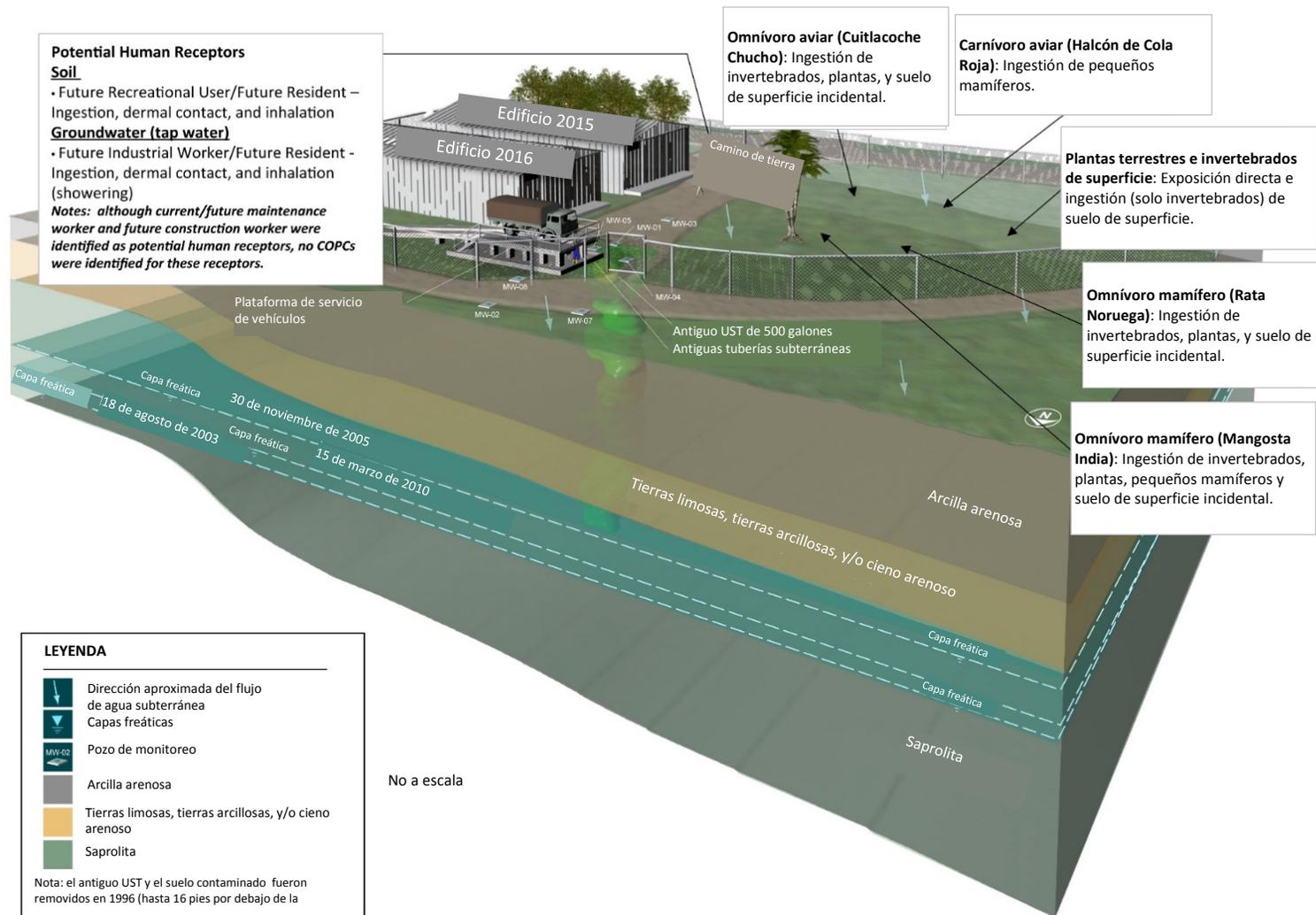
### 2.6.1 Evaluación de Riesgo para la Salud Humana

Basado en el CSM, se evaluaron cuantitativamente los riesgos para la salud humana para **receptores humanos potenciales**<sup>8</sup> expuestos al suelo de superficie, subsuelo, y aguas subterráneas utilizando concentraciones de exposición máxima razonable (RME por sus siglas en inglés). La RME asume el nivel más alto de exposición humana que podría esperarse razonablemente que ocurriera. Los riesgos no cancerígenos potenciales, expresados como el índice de riesgos (HI por sus siglas en inglés), y las



estimaciones de riesgo de cáncer se calcularon utilizando suposiciones de exposición RME. Para efectos no cancerígenos, un cociente de riesgo (HQ por sus siglas en inglés) representa la relación entre la dosis de referencia y la dosis de RME para una persona en contacto con contaminantes de preocupación potencial (COPCs) del sitio, y HI representa la suma de los HQs. Un HI superior a 1 indica que pueden producirse efectos adversos para la salud. Para carcinógenos conocidos o sospechados, los niveles de exposición aceptable son generalmente niveles de concentración que representan un riesgo de cáncer máximo para una persona de entre  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  (una probabilidad de 1 entre 10,000 a 1 entre 1,000,000 de desarrollar cáncer debido a exposiciones al sitio) usando información basada en la relación entre dosis y respuesta.

FIGURA 5  
Modelo de sitio conceptual



Las muestras de suelo de superficie, subsuelo y aguas subterráneas recogidas durante la RI Inicial (2002, 2003) y la RI Suplementaria (2004, 2005) fueron utilizadas para evaluar cuantitativamente los riesgos potenciales para la salud humana debido a la exposición potencial a los medios del sitio. Los escenarios de exposición evaluados para los medios del sitio abarcan a trabajadores de mantenimiento, trabajadores industriales, trabajadores de construcción, usuarios para fines recreativos y residentes, basados en el uso actual y futuro potencial de los terrenos. Las vías de exposición conservadora fueron ingestión, contacto con la piel y/o inhalación de químicos en el suelo y las aguas subterráneas.

El único **riesgo inaceptable para la salud humana**<sup>9</sup> identificado basado en los escenarios de exposición en AOC E fue para un residente hipotético expuesto al agua subterránea. Basado en los resultados de la HHRA, se identificaron cinco COCs en el agua subterránea: 1,2-dicloroetano (DCA), 2-metilnaftaleno, éter metilbutílico terciario (MTBE), naftaleno, y xilenos. Posteriormente se agregó el benceno como COC debido a su concentración en el agua subterránea por encima de los MCL federales. Sin embargo, el estudio piloto ISCO llevado a cabo después de la RI redujo las concentraciones de los COCs por debajo de los estándares reglamentarios (es decir, hasta niveles aceptables).

## 2.6.2 Evaluación del Riesgo Ecológico

Se llevó a cabo una ERA para AOC E, consistente en los Pasos 1 a 3A del proceso de la ERA, de acuerdo con la política ERA de la Marina, y las directrices de la ERA de la Marina y la EPA. En el Paso 1 (formulación de problema preliminar) se establecieron los objetivos, alcance y enfoque de la ERA, y el marco ambiental (es decir, hábitats, vegetación, vida silvestre, especies protegidas), y se describieron los tipos y concentraciones de químicos en el suelo en superficie, así como vías de exposición completa potencial. Esta información se utilizó para desarrollar el **CSM<sup>10</sup> ecológico y evaluación ecológica y extremos de medida**<sup>11</sup>. Se identificaron vías potencialmente completas para receptores de niveles tróficos inferiores (plantas e invertebrados de superficie) y receptores de niveles tróficos superiores (pájaros y mamíferos) expuestos al suelo de la superficie. No hay cuerpos de agua superficiales presentes en AOC E ni en el área circundante inmediata; por lo tanto, no hay vías de exposición acuática presentes.

En el paso 2, se calcularon los HQ para caracterizar el potencial de que los componentes constituyan un riesgo ecológico inaceptable utilizando suposiciones de exposición conservadoras. Los HQs representan una relación entre el nivel de exposición con el nivel de efecto ecológico, y son una estimación de riesgo potencial. Se utilizaron concentraciones máximas de componentes en el suelo en el Paso 2 para estimar las exposiciones potenciales para receptores ecológicos de nivel trófico superior e inferior seleccionados para representar los extremos de la evaluación en AOC E. Los efectos del nivel trófico superior fueron determinados utilizando un modelo de cadena alimenticia que estimaba la concentración de cada **químico bio-acumulante**<sup>12</sup> en cada componente dietético relevante, y posteriormente se comparó la ingesta dietética total de los químicos con los **valores de referencia de toxicidad**<sup>13</sup> (TRVs por sus siglas en inglés) de la vida silvestre. Los TRVs se basaron en Ningún Nivel de Efectos Adversos Observados (NOAELs por sus siglas en inglés) crónicos y Niveles de Efectos Adversos Observados Más Bajos (LOAELS por sus siglas en inglés) obtenidos de bibliografía científica. Únicamente los componentes con potencial de bio-acumulación fueron evaluados para exposiciones de cadena trófica. Para los receptores de niveles tróficos inferiores, se evaluaron las concentraciones de exposición para el suelo contra los **niveles ecológicos para la evaluación del suelo**<sup>14</sup> (eco-SSLs por sus siglas en inglés) desarrollados por la EPA, o valores de evaluación alternativos aprobados a nivel regulatorio, tal y como se establece en el **Protocolo Maestro de Evaluación del Riesgo Ecológico para Vieques**<sup>15</sup> si no hay eco-SSLs disponibles. Los químicos con HQs mayor de 1 fueron identificados como **COPCs ecológicos**<sup>16</sup> para evaluación adicional en el Paso 3A de la ERA. Los

COPCs identificados en el Paso 2 comprendieron SVOCs, y componentes inorgánicos en el suelo superficial.

En el **Paso 3A**<sup>17</sup>, se perfeccionaron las suposiciones de exposición conservadora empleadas para el Paso 2 y se calcularon estimaciones de riesgos utilizando suposiciones más realistas, incluyendo el uso de valores medios para concentraciones en suelo, factores de bioacumulación y parámetros de exposición. Otros factores considerados en el Paso 3A fueron la comparación con concentraciones ambientales de trasfondo, otros valores de evaluación ecológica aceptados en la bibliografía científica, frecuencia de detección, frecuencia y magnitud del exceso en valores de evaluación, y distribución espacial de los COPCs.

El perfeccionamiento del Paso 3A dio como resultado que no se identificara ningún COCs para receptores de niveles tróficos superiores o inferiores. Los químicos detectados por encima de los criterios de evaluación ecológica fueron atribuibles a químicos que hay en el ambiente (trasfondo).. Por lo tanto, los riesgos para los receptores ecológicos son aceptables en AOC E.

### 2.6.3 Base para la Medida de Respuesta

En cooperación con la EPA y la JCA, y en conformidad con las directrices aplicables, la Marina llevó a cabo investigaciones en AOC E para evaluar la naturaleza y alcance de la contaminación asociada a derrames ocurridos en el pasado, evaluar los riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente causados por dicha contaminación, y evaluar la capacidad de las tecnologías de reducir las concentraciones de contaminantes hasta niveles aceptables. Aun cuando los datos recientes de aguas subterráneas muestran que el estudio piloto ISCO dio como resultado concentraciones de COC por debajo de los estándares reglamentarios, todavía hay residuos del persulfato que fue inyectado y éste puede reducir todavía activamente los contaminantes que se separan o dispersan del suelo al agua subterránea. Por lo tanto, la Marina desarrolló la medida de respuesta para asegurar que los niveles de COC se mantengan por debajo de los estándares reglamentarios una vez que disminuyan los niveles de persulfato residual y que el agua subterránea dentro de los límites del terreno no sea utilizada como una fuente potable durante dicho tiempo.

## 2.7 Desperdicios que Constituyen una Amenaza Principal

Los desperdicios que constituyen una amenaza principal se consideran por lo general materiales peligrosos o altamente tóxicos que resultan en una contaminación continuada a los medios circundantes, en general no se pueden contener de forma confiable, o presentan un riesgo considerable para la salud humana o el medio ambiente si se produjera una exposición. Aun cuando se justifica una acción de remediación en AOC E, basado en la evaluación de las condiciones del sitio y los resultados de las evaluaciones de riesgos ecológicos y para la salud humana, no hay desperdicios que constituyan una amenaza principal en AOC E.

## 2.8 Objetivo de la Acción de Remediación

Un RAO es establecido teniendo en cuenta que se logre cumplimiento con los requisitos, estándares y directrices de carácter reglamentario; los medios contaminados; químicos de preocupación; receptores potenciales y escenarios de exposición; y riesgos ecológicos y para la salud humana, según resulte aplicable. El siguiente RAO fue desarrollado para la contaminación de aguas subterráneas y rutas y receptores de exposición potencial en AOC E:

- Evitar la exposición a COCs en aguas subterráneas en concentraciones por encima a los RGs.

El NCP presenta la manera en que la Ley “Superfund” debería implementar los requisitos y objetivos de CERCLA relacionados con niveles de limpieza, y establece que los RGs protegerán la salud humana y el medio ambiente y serán desarrollados considerando los efectos tanto cancerígenos como no

cancerígenos. El NCP establece también que “La selección final del nivel de riesgo apropiado se efectúa cuando se selecciona el remedio basándose en el equilibrio de los criterios..”

La EPA utiliza el rango de riesgo general de  $10^{-4}$  a  $10^{-6}$  como un “rango objetivo” dentro del cual la EPA busca manejar los riesgos como parte de la limpieza de un sitio “Superfund”. Una vez que se ha tomado una decisión para emprender una medida, la EPA ha expresado una preferencia por limpiezas que logran el extremo de mayor protección del rango (es decir,  $10^{-6}$ ), aunque el gerente de riesgos de la EPA puede considerar aceptables aquellas estrategias de manejo de desperdicios que logran reducciones en los riesgos de los sitios a niveles que estén dentro del rango de riesgos. Tanto la ley (CERCLA) como la regulación (NCP) exigen alternativas de remediación eficaces desde el punto de vista de los costos. Los RGs deben cumplir los “criterios de umbral” de (1) protección de la salud humana y el medio ambiente y (2) cumplimiento con ARARs. Sin embargo, el NCP permite la modificación de los RGs durante la selección del remedio final basado en los “criterios de equilibrio” y “criterios de modificación” y factores relacionados con incertidumbre, exposición y viabilidad técnica.

Para el AOC E, los RGs (**Tabla 6**) se basan en ARARS específicos de químicos (MCLs federales para benceno y xilenos; PRWQS para 1,2-dicloroetano), donde están disponibles. En el caso de aquellos COCs en aguas subterráneas sin ARARs, se desarrollaron RGs basados en riesgos (basado en un HI de 1 para 2-metilnaftaleno y naftaleno, y basado en un riesgo objetivo de  $10^{-5}$  para MTBE). Se seleccionó un nivel de riesgo objetivo por encima del punto de partida ( $10^{-6}$ ) debido a la incertidumbres en el uso futuro del agua subterránea del sitio como una fuente de agua potable, el uso futuro del sitio para uso como terreno residencial, incertidumbres en los valores de toxicidad usados para calcular las concentraciones basadas en riesgos, y una precedencia ya establecida en otros sitios en la Región 2 de la EPA.

TABLA 6  
Resumen de Objetivos de Remediación para Contaminantes de Preocupación en Aguas Subterráneas

COCs	Objetivo de Remediación (µg/L)	Base del Objetivo de Remediación
Benceno	5	MCL
1,2-Dicloroetano	3.8	PRWQS
2-Metilnaftaleno	27	RSL <sup>1</sup>
MTBE	120	RSL <sup>2</sup>
Naftaleno	6.1	RSL <sup>3</sup>
Total Xilenos	10,000	MCL

Notas:

MCL – Nivel Máximo Federal de Contaminantes (EPA, 2009)

PRWQS – Estándares de Calidad del Agua de Puerto Rico (marzo de 2010; para aguas subterráneas – clase SG)

RSL – **Nivel de Evaluación Regional** de la EPA (EPA, 2013) para agua de la pluma; los más bajos de los niveles basados en cáncer y basados en no cáncer (sobre la base de ELCR de  $1 \times 10^{-6}$  y HI de 1).

<sup>1</sup> HI de 1; no es un cancerígeno potencial (EPA, 2013)

<sup>2</sup> ELCR de  $1 \times 10^{-5}$  y HI de 0.02 (EPA, 2013)

<sup>3</sup> ELCR de  $4 \times 10^{-5}$  y HI de 1 (EPA, 2013)

## 2.9 Descripción y Análisis Comparativo de Alternativas de Remediación

Las alternativas de remediación fueron desarrolladas basado en consideraciones específicas del sitio relacionadas con la naturaleza de los COCs y sus concentraciones actuales (posteriores al estudio piloto), condiciones hidrogeológicas del sitio, y la implementación exitosa del estudio piloto de ISCO, según se detalla en el Informe de FFS (CH2M HILL, 2012).

## 2.9.1 Descripción de las Alternativas de Remediación

Se desarrollaron dos alternativas de remediación para evaluación detallada; se resumen en la **Tabla 7** y se discuten en detalle en la Sección 5 del FFS (CH2M HILL, 2012). De forma consistente con el NCP, se evaluó una alternativa de no acción como base para el análisis comparativo. Se evaluó una segunda alternativa (con contingencias) para cumplir el RAO.

TABLA 7  
Resumen de Alternativas de Remediación

Alternativa <sup>1</sup>	Componentes	Detalles	Costo*
<b>1. No acción</b> Ninguna acción y ninguna restricción en las actividades.	- N/D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se llevaría a cabo ningún muestreo de aguas subterráneas para monitorear las concentraciones de COCs o persulfato residual</li> <li>- No se implementaría ningún IC</li> <li>- Se requerirían revisiones cada cinco años (durante un período estimado de 30 años).</li> </ul>	<b>Costo total valor presente: \$0**</b>
<b>2. Monitoreo de aguas subterráneas e ICs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo anual de aguas subterráneas</li> <li>- ICs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo de aguas subterráneas para asegurar que disminuyan las concentraciones de persulfato</li> <li>- Monitoreo anual de aguas subterráneas para COCs durante 3 años después de que disminuyan los niveles de persulfato para asegurar que no se produzca un rebote de los contaminantes</li> <li>- Implementación de ICs para restringir el uso potable de aguas subterráneas hasta que se cumpla el RAO</li> </ul>	Costo de capital: \$66,000 Valor presente para costos de operaciones y mantenimiento (O&M) anuales futuros: \$194,000 <b>Costo total valor presente: \$260,000</b> Tasa de descuento: 4% Plazo asumido: 6 años
<b>2a. Plan de Contingencia 1 (CP-1)</b>	- Inyección de ISCO utilizando propagaciones de peróxido de hidrógeno catalizado (CHP por sus siglas en inglés) para tratar el persulfato persistente	<b>Elemento desencadenante</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el persulfato residual (por encima de 500 mg/L) no muestra una disminución general tras tres eventos anuales sucesivos de monitoreo, se inyectaría una solución de peróxido de hidrógeno para acelerar la disminución de persulfato.</li> <li>- Si se observa un rebote de COC por encima de niveles aceptables y es persistente tras tres eventos anuales sucesivos de monitoreo, proceder al plan de contingencia CP-2.</li> </ul>	Costo de capital: \$66,000+\$126,000=\$192,000 Valor presente de los costos anuales futuros de O&M: \$194,000+\$87,000=\$281,000 <b>Costo total valor presente: \$473,000</b> Tasa de descuento: 4% Plazo asumido: 9 años
<b>2b. Plan de Contingencia 2 (CP-2)</b>	- Inyección de ISCO usando persulfato	<b>Elemento desencadenante</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si se observa un rebote de COC por encima de niveles aceptables y es persistente tras tres eventos anuales sucesivos de monitoreo, se inyectaría persulfato de sodio activado por peróxido de hidrógeno en los pozos en los que se observe un rebote.</li> </ul>	Costo de capital: \$66,000+\$117,000=\$183,000 Valor presente de los costos anuales futuros de O&M: \$194,000+\$77,000=\$271,000 <b>Costo total valor presente: \$454,000</b> Tasa de descuento: 4% Plazo asumido: 9 años

<sup>1</sup> Se pueden encontrar detalles de cada alternativa evaluada en la Sección 5 del FFS (CH2M HILL, 2012).

\* Los estudios piloto de MPE, DBB, e ISCO tuvieron un costo combinado de aproximadamente \$583,000.

\*\* El costo de revisiones cada cinco años se incluyó en el costo de la alternativa presentado en el FFS (CH2M HILL, 2012).

## 2.9.2 Análisis Comparativo de Alternativas de Remediación

Se completó, y se resume a continuación, un **análisis completo de cada alternativa de remediación**<sup>18</sup> con respecto a los **nueve criterios de evaluación**<sup>19</sup>. La **Tabla 8** representa una comparación de las alternativas con los criterios para respaldar la clasificación de las alternativas y la Sección 6 del FFS (CH2M HILL, 2012) proporciona una comparación detallada de las alternativas.

### Criterios de Umbral

**Protección general de la salud humana y el medio ambiente.** Actualmente se dispone de datos insuficientes para concluir que la Alternativa 1 (no acción) alcanzaría el RAO. La Alternativa 2, incluyendo los planes de contingencia, protegería porque el plazo estimado para cumplir los rangos de RAO es de 6 a 9 años, y el uso potable potencial de las aguas subterráneas se evitaría por las restricciones de uso a las aguas subterráneas hasta que se cumpliera el RAO. **Cumplimiento con Requisitos Aplicables o Relevantes y Apropriados.** Únicamente la Alternativa 2 cumple con los **Requisitos Aplicables o Relevantes y Apropriados (ARARs)**<sup>20</sup> (Anexo A, Tablas A-1 hasta A-6).

TABLA 8  
Análisis Comparativo de Alternativas de Remediación

Criterio <sup>1</sup>	Alternativa 1	Alternativa 2
	No acción	Monitoreo de aguas subterráneas e ICs con planes de contingencia 1 (persistencia de persulfato) y 2 (rebote de contaminantes)
<b>Criterio de umbral</b>		
<b>Protección general de la salud humana y el medio ambiente</b>	○	●
<b>Cumplimiento con ARARs</b>	○	●
Cumplimiento con ARARs específicos de químicos	○	●
Cumplimiento con ARARs específicos de acciones	●	●
Cumplimiento con ARARs específicos de ubicación	○	●
<b>Criterio de equilibrio</b>		
<b>Eficacia y permanencia a largo plazo</b>	○	●
Magnitud del riesgo residual	○	●
Cuan adecuados y confiables son los controles	○	●
<b>Reducción de toxicidad, movilidad o volumen por medio de tratamiento</b>	○	◐
Proceso de tratamiento utilizado y materiales tratados	○	●
Cantidad de materiales peligrosos destruidos o tratados	No aplicable	◐
Grado de reducciones esperadas en toxicidad, movilidad y volumen	No aplicable	◐
Grado en que el tratamiento es irreversible	No aplicable	●
Tipo y cantidad de residuos que quedan tras el tratamiento	No aplicable	◐
<b>Eficacia a corto plazo</b>	◐	◐
Protección de la comunidad durante las medidas de remediación	●	●
Protección de los trabajadores durante las medidas de remediación	●	◐
Impactos ambientales	●	◐

TABLA 8  
Análisis Comparativo de Alternativas de Remediación

Criterio <sup>1</sup>	Alternativa 1	Alternativa 2
	No acción	Monitoreo de aguas subterráneas e ICs con planes de contingencia 1 (persistencia de persulfato) y 2 (rebote de contaminantes)
Tiempo hasta que se logran los objetivos de las medidas de remediación	○	●
<b>Implementabilidad</b>	◐	◐
Viabilidad técnica	●	◐
Viabilidad administrativa	○	●
Disponibilidad de servicios, equipos y materiales	●	●
<b>Costo (Valor Presente Total)</b>	\$0*	\$260,000 (con plan de contingencia 1: \$473,000); (con plan de contingencia 2: \$454,000)

Resultados de criterio individual: ○ no cumplido ◐ deficiente ◑ satisfactorio ◒ bueno ● excelente

<sup>1</sup> Se pueden encontrar detalles del análisis comparativo en la Sección 6 del FFS (CH2M HILL, 2012).

\* El costo de revisiones cada cinco años se incluyó en el costo de la alternativa presentado en el FFS (CH2M HILL, 2012).

### Criterios Principales de Equilibrio

**Eficacia y permanencia a largo plazo.** La eficacia a largo plazo no sería conocida para la Alternativa 1 porque no se llevaría a cabo un monitoreo de las aguas subterráneas. La Alternativa 2 proporciona una protección adecuada y confiable a largo plazo porque utiliza monitoreo de aguas subterráneas para asegurar que no se produzca ningún rebote que resulte en niveles que estén por encima de los estándares de agua potable o presenten un riesgo inaceptable. Además, la Alternativa 2 incluye una contingencia para inyecciones ISCO adicionales en caso de que los niveles de COC reboten, así como inyecciones de contingencia para reducir los niveles de persulfato residual si es necesario.

**Reducción en toxicidad, movilidad o volumen por medio de tratamiento.** El estudio piloto logró una reducción de toxicidad, movilidad y volumen; sin embargo, la Alternativa 1 no verificaría si ocurriera un rebote potencial y si es necesario lograr una reducción adicional debido a la falta de monitoreo de aguas subterráneas o tratamiento adicional. Para la Alternativa 2, el monitoreo a largo plazo y, si es necesario, la implementación de planes de contingencia asegurarían que se mantenga la reducción de toxicidad, movilidad y volumen de concentraciones de COC.

**Eficacia a corto plazo.** La Alternativa 1 no tiene impactos de construcción a corto plazo y tiene el impacto ambiental más bajo dado que no habría actividades de construcción de remediación. Los impactos a corto plazo de la Alternativa 2 serían insignificantes y estarían asociados principalmente al transporte de equipos y personal al sitio durante las actividades de muestreo de aguas subterráneas, inspecciones del sitio, y actividades de inyección si fuese necesaria la implementación de un plan de contingencia. El plazo estimado para cumplir con el RAO para la Alternativa 2 oscila entre 6 y 9 años, dependiendo de si son necesarios planes de contingencia. Las contingencias también mejorarían la eficacia a corto plazo proporcionando un medio para tratar concentraciones elevadas persistentes de persulfato o rebotes de COC por encima de niveles aceptables.

Como parte de la evaluación de eficacia a corto plazo, se llevó a cabo un análisis de sostenibilidad para las dos alternativas de remediación. La sostenibilidad se centró en conservación de energía, reducción de gases de efecto invernadero, minimización de desperdicios, y reutilización y reciclaje de materiales. Mientras que, tal y como se menciona más arriba, la Alternativa 1 no tiene impactos de

construcción a corto plazo, el impacto ambiental de la Alternativa 2 tampoco es significativo debido al relativamente insignificante uso de energía y perturbación del terreno.

**Implementabilidad.** La Alternativa 1 no requiere ninguna implementación. La Alternativa 2 es técnica y administrativamente viable dado que el monitoreo de aguas subterráneas e inyecciones ISCO previos han demostrado ser exitosos en el sitio.

**Costo.** La Alternativa 1 no tendría ningún costo, pero no puede determinarse de forma concluyente que se logren los RAOs. La Alternativa 2 tiene un **costo de valor presente**<sup>21</sup> de \$260,000 si no son necesarios tratamientos de contingencia, con un incremento en costo hasta \$473,000 o \$454,000 si se requieren las contingencias 2a o 2b, respectivamente. El costo podría ser acumulativo si en última instancia se requieren ambas contingencias.

### Criterios de Modificación

**Aceptación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.** La participación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico ha sido continua a lo largo del proceso de CERCLA para AOC E, y la JCA está de acuerdo con el remedio seleccionado.

**Aceptación de la comunidad.** El Plan Propuesto fue presentado para revisión del público entre el 4 de noviembre y el 19 de diciembre de 2013 y fue presentado en una reunión pública el 14 de noviembre de 2013. No se recibieron comentarios acerca del Plan Propuesto.

## 2.10 Remedio Seleccionado

El remedio seleccionado para el agua subterránea de AOC E es la Alternativa 2, Monitoreo de Aguas Subterráneas e ICs con Planes de Contingencia 2a y 2b. Este remedio seleccionado es la alternativa preferida que se presentó en el Plan Propuesto.

### 2.10.1 Lógica del Remedio Seleccionado

Basado en la evaluación de los datos, la información actualmente disponible, y el análisis comparativo, la Marina y la EPA, con la concurrencia de la JCA, determinan que el remedio seleccionado cumple con los requisitos normativos de la ley CERCLA para la protección de la salud humana y el medio ambiente bajo el uso sin restricciones del terreno en la actualidad y el que se prevé para el futuro.

### 2.10.2 Descripción del Remedio Seleccionado

La Alternativa 2, Monitoreo de Aguas Subterráneas e ICs con Planes de Contingencia 2a y 2b, involucra la implementación de monitoreo periódico (al menos anualmente) de las aguas subterráneas para asegurar que disminuyan las concentraciones de persulfato y monitoreo anual de aguas subterráneas para COCs por un período de 3 años después de que disminuyan los niveles de persulfato para asegurarse de que no se produzca un rebote de contaminantes. La Sección 5.2 del FFS (CH2M HILL, 2012) proporciona los detalles de la Alternativa 2. El remedio seleccionado incluirá también ICs para restringir el uso de aguas subterráneas como aguas potables hasta que se cumpla el RAO. Se llevarán a cabo revisiones de cinco años para evaluar la eficacia del remedio seleccionado hasta que se cumpla el RAO. Si los niveles de persulfato residual no muestran una disminución general después de tres eventos anuales sucesivos de monitoreo, se efectuará una inyección de ISCO usando una solución de peróxido de hidrógeno para acelerar la disminución del persulfato (**Tabla 7**, Plan de Contingencia 1, CP-1). Si los COCs rebotan por encima de niveles aceptables y sigue habiendo concentraciones inaceptables después de tres eventos anuales sucesivos de monitoreo, se efectuaría una inyección de ISCO utilizando persulfato para los pozos en los que observe un rebote (**Tabla 7**, Plan de Contingencia 2, CP-2). La implementación de cualquiera de los planes de contingencia daría lugar a un monitoreo adicional para asegurar que se cumpla el RAO. En el **Anexo B** se proporciona una representación gráfica del remedio seleccionado.

### 2.10.3 Resultados Esperados del Remedio Seleccionado

El resultado esperado del Remedio Seleccionado es que disminuyan los niveles de persulfato residual y que los COCs en el agua subterránea se mantengan en los niveles reglamentarios aceptables o por debajo de ellos. El uso de agua subterránea potable en AOC E estará restringido hasta que se cumpla el RAO.

Dentro del plazo de 90 días tras la firma del ROD, la Marina preparará, en conformidad con las directrices de la EPA, y enviará a la EPA y a la JCA, para su revisión y concurrencia, un Plan de Trabajo de Medidas de Remediación que incluya el Plan de Control de Uso de Terrenos (LUC por sus siglas en inglés) y un Plan de Análisis y Muestreo del Monitoreo a Largo Plazo de Aguas Subterráneas para las Medidas de Remediación (LTM SAP por sus siglas en inglés). La Marina es responsable de implementar, mantener, inspeccionar, informar y hacer cumplir los ICs de acuerdo al ROD.

### 2.10.4 Determinaciones Reglamentarias

De acuerdo con el NCP, el remedio seleccionado cumple con las siguientes determinaciones reglamentarias.

- **Protección de la salud humana y del ambiente** – El remedio seleccionado es apropiado para evitar el uso de aguas subterráneas que pudiera representar potencialmente un riesgo inaceptable para los receptores expuestos. Se implementarán y mantendrán ICs para evitar el uso de agua subterránea como agua potable, y se llevará a cabo un monitoreo de los controles.
- **Cumplimiento con ARARs** – El remedio seleccionado cumplirá con los ARARs federales y del Estado Libre Asociado que se presentan en este documento (**Anexo A, Tablas A-1 a A-6**).
- **Eficacia de costos** – El remedio seleccionado proporciona el mejor valor en relación con el costo.
- **Utilización de soluciones permanentes y tecnologías de tratamiento alternativas o tecnologías de recuperación de recursos en la máxima medida posible** – El remedio seleccionado representa la máxima medida en que se pueden usar soluciones permanentes y tecnologías de tratamiento alternativas de forma práctica en el AOC E. Se espera que el monitoreo del rendimiento de aguas subterráneas y los ICs logren el RAO.
- **Preferencia por el tratamiento como elemento principal** – El remedio seleccionado monitorea los resultados del tratamiento de aguas subterráneas implementado como un estudio piloto. Asimismo, si las concentraciones de persulfato residual no disminuyen o las concentraciones de COC rebotan hasta niveles inaceptables, se implementará el tratamiento de contingencia.
- **Requisitos de revisión de cinco años** – Hasta que se cumpla el RAO, la Marina mantendrá ICs y llevará a cabo una revisión de los reglamentos y directrices aplicables al remedio cada 5 años después del inicio de la acción de remediación para asegurarse de que el remedio siga proporcionando una protección adecuada para la salud humana y el medio ambiente. Si se determina que el remedio no protege la salud humana y el ambiente porque, por ejemplo, los ICs han fracasado, la Marina, la EPA y la JCA evaluarán ICs y/o medidas de remediación adicionales para una implementación potencial.

## 2.11 Participación Comunitaria

La Marina, consultando con la EPA, la JCA, y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS), estableció un programa de relaciones comunitarias para el programa de restauración ambiental de Vieques en 2001. El programa promueve la comunicación en relación con las investigaciones y actividades de remediación del sitio entre las agencias involucradas (Marina, EPA, JCA, y el USFWS) y el público. El programa de relaciones comunitarias creó una Junta Asesora de



Restauración (RAB por sus siglas en inglés) en 2004 para fomentar la participación comunitaria. Las reuniones de la RAB se celebran aproximadamente cada 3 meses y están abiertas al público para participación. En la siguiente sección se tratan las iniciativas de participación comunitaria llevadas a cabo por las agencias involucradas para esta acción.

## 3 Resumen de Respuestas

El Resumen de Respuestas es un resumen conciso de comentarios sustanciales recibidos del público durante el período de comentarios y las respuestas asociadas. El Resumen de Respuestas fue preparado de acuerdo con las directrices contenidas en el *Community Relations in Superfund: A Handbook* (EPA, 1992) después del período de comentarios del público finalizado el 19 de diciembre de 2013.

### 3.1 Resumen

El Plan Propuesto presentado al público identificó que se justifica una acción de remediación, consistente en monitoreo de aguas subterráneas e ICs, con planes de contingencia, en AOC E para proteger la salud humana y el ambiente.

### 3.2 Proceso de Participación Comunitaria

En conformidad con la Sección 117(a) de la CERCLA, la Marina proporcionó un período de comentarios para el público entre el 4 de noviembre de 2013 y el 19 de diciembre de 2013, para el Plan Propuesto de AOC E. Se celebró una **reunión pública**<sup>22</sup> el 14 de noviembre del 2013 en la Casa de Hielo (*Ice House*), ubicada en Carr. 200, Km 3, hm 2, Vieques, Puerto Rico para presentar información relacionada con la determinación de la acción de remediación propuesta y para aceptar comentarios y preguntas en relación con esta determinación. No se presentaron comentarios o preguntas formales a la Marina, la EPA, o la JCA durante la reunión pública.

El Plan Propuesto y los informes de investigaciones previas para AOC E estuvieron disponibles durante el período de comentarios del público y están actualmente disponibles en el Registro Administrativo del antiguo NASD. El Registro Administrativo está a disposición del público en:

<http://www.navfac.navy.mil/vieques>

### 3.3 Resumen del Período de Comentarios del Público

Ningún miembro de la comunidad expresó oposición a la determinación de acción de remediación propuesta para AOC E. Ni la Marina, ni la EPA, ni la JCA recibieron comentarios o preguntas durante el período de comentarios.



## 4 Siglas

AOC	área de preocupación
ARAR	Requisitos Aplicables o Relevantes y Apropriados
AST	tanque de almacenamiento sobre la superficie
bgs	por debajo de la superficie del suelo
CERCLA	Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental de 1980
CERCLIS	Sistema de Información de Respuesta Ambiental Completa, Compensación, y Responsabilidad
COC	químico de preocupación
COPC	químico de preocupación potencial
CSM	modelo conceptual del sitio
DBB	bio-remediación basada en desnitrificación
DOI	Departamento de Interior
eco-SSL	nivel de evaluación ecológica del suelo
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ERA	Evaluación del Riesgo Ecológico
ERP	Programa de Restauración Ambiental
FFA	Acuerdo de Instalaciones Federales
FFS	Estudio de Viabilidad Enfocado
FS	Estudio de Viabilidad
ft	pies
HHRA	Evaluación de Riesgo para la Salud Humana
HI	índice de riesgos
HQ	cociente de riesgos
IC	Controles Institucionales
ISCO	oxidación química <i>in-situ</i>
JCA	Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico
LOAEL	nivel más bajo de efectos adversos observados
µg/L	microgramos por litro
mg/L	miligramos por litro

MCL	nivel máximo de contaminante
MOV	Municipio de Vieques
MPE	extracción de múltiples fases
MTBE	éter metilbutílico terciario
NASD	Destacamento de Apoyo de Municiones Navales
NAVFAC	Comando de Ingeniería de Instalaciones Navales
Marina	Departamento de la Marina de los Estados Unidos.
NCP	Plan Nacional de Contingencia para Contaminación por Petróleo y Sustancias Peligrosas
NOAEL	ningún nivel de efectos adversos observados
NPL	Lista de Prioridades Nacionales
O&M	Operación y Mantenimiento
OU	unidad operable
PA	Evaluación Preliminar
PA/SI	Evaluación Preliminar/Inspección del Sitio
PCB	bifenilo policlorado
PRAP	Plan Propuesto de Acción de Remediación
RAB	Junta Asesora de Restauración
RAO	objetivos de acción de remediación
RI	Investigación de Remediación
RI/FS	Investigación de Remediación/Estudio de Viabilidad
RME	exposición máxima razonable
ROD	Registro de Decisión
SARA	Ley de Enmiendas y Reautorización de <i>Superfund</i> de 1986
SMP	Plan de Manejo de Sitios
SSL	nivel de evaluación del suelo
SVOC	compuesto orgánico semivolátil
TRV	valor de referencia de toxicidad
USFWS	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos
UST	tanque de almacenamiento soterrado
VOC	compuesto orgánico volátil
VNTR	Campo de Entrenamiento Naval de Vieques

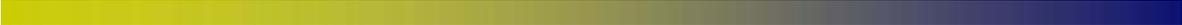


## 5 Referencias

Artículo	Frase de Referencia en ROD	Ubicación en ROD	Identificación de Documento de Referencia Disponible en el Registro Administrativo
Ref. 1	datos analíticos	Sección 2.3	CH2M HILL, 1999. <i>Informe de Caracterización de Sitios para el Sitio No. 2016, Preparado para la Marina de los Estados Unidos, Estación Naval de Roosevelt Roads, Ceiba, Puerto Rico</i> . Abril. Apéndice H.
Ref. 2	resultados	Sección 2.3	CH2M HILL, 2000. <i>Evaluación Preliminar Expandida/Investigación del Sitio, Destacamento de Almacenamiento de Municiones Navales de los EE.UU., Isla Vieques, Puerto Rico</i> . Octubre. Tabla 11-1.
Ref. 3	Concentraciones de componentes detectados en suelo y aguas subterráneas durante la RI	Sección 2.3	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Julio. Tablas 4-1 a 4-3.
Ref. 4	Estudio piloto de Extracción de Múltiples Fases (MPE)	Sección 2.3	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Julio. Apéndice H.
Ref. 5	evaluaciones de riesgos ecológicos y para la salud humana	Sección 2.3	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Julio. Apéndices N y O.
Ref. 6	estudio piloto de bio-remediación basado en desnitrificación (DBB)	Sección 2.3	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Noviembre. Sección 3.1, Apéndice A.
Ref. 7	estudio piloto de oxidación química <i>in-situ</i> (ISCO)	Sección 2.3	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Noviembre. Sección 3.2, Apéndice B.
Ref. 8	receptores humanos potenciales	Sección 2.6.1	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Julio. Figura 6-1.
Ref. 9	riesgo inaceptable para la salud humana	Sección 2.6.1	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico</i> . Julio. Secciones 6.3 y 6.4.

Artículo	Frase de Referencia en ROD	Ubicación en ROD	Identificación de Documento de Referencia Disponible en el Registro Administrativo
Ref. 10	CSM ecológico	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Figura 7-1.
Ref. 11	evaluación ecológica y extremos de medida	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Apéndice O, Tabla O-18.
Ref. 12	químico bio-acumulante	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Apéndice O, Tabla O-3.
Ref. 13	valores de referencia de toxicidad	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Apéndice O, Tablas O-7 y O-8.
Ref. 14	niveles de evaluación ecológica del suelo	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Apéndice O, Tabla O-5.
Ref. 15	Protocolo Maestro de Evaluación del Riesgo Ecológico para Vieques	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2010. <i>Procedimientos, Protocolos y Planes Operativos Estándar Maestros. Programa de Restauración Ambiental. Vieques, Puerto Rico. Final. Abril.</i> Tabla 18.
Ref. 16	COPCs ecológicos	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Apéndice O, Tabla O-9.
Ref. 17	Paso 3A	Sección 2.6.2	CH2M HILL, 2008. <i>Informe de Investigación de Remediación Final, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Julio.</i> Sección 3.2 y Tabla O-18.
Ref. 18	análisis completo de cada alternativa de remediación	Sección 2.9.2	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Noviembre.</i> Sección 6.2 y 6.3, Tabla 6-1.
Ref. 19	nueve criterios de evaluación	Sección 2.9.2	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Noviembre.</i> Sección 6.1.
Ref. 20	Requisitos Aplicables o Relevantes y Apropiados (ARARs)	Sección 2.9.2	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Noviembre.</i> Tablas 4-1a a 4-1f.
Ref. 21	costo de valor presente	Sección 2.9.2	CH2M HILL, 2012. <i>Informe de Estudio de Viabilidad Enfocado, Área de Preocupación (AOC) E, Antigo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. Noviembre.</i> Tabla 6-2.

Artículo	Frase de Referencia en ROD	Ubicación en ROD	Identificación de Documento de Referencia Disponible en el Registro Administrativo
Ref. 22	reunión pública	Sección 3.2	Transcripción de la vista pública para la Reunión de Planes Propuestos para AOC E, Antiguo Sitio del Tanque de Almacenamiento Soterrado y AOC I, Antiguo Sitio de la Planta de Asfalto, <i>Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales, Vieques, Puerto Rico. 14 de noviembre de 2013.</i>



**Anexo A**  
**Requisitos Aplicables o Relevantes y Apropriados**

---



Tabla A-1

**ARARs Federales Específicos de Químicos**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Medios	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>RSLs de USEPA</b>						
Agua subterránea	Concentraciones de químicos correspondientes a niveles objetivo de riesgo de cáncer y de no cáncer para la salud humana.	Los RSLs son criterios conservadores basados en riesgos para la evaluación de sitios bajo la ley CERCLA. La EPA ha desarrollado estas concentraciones basadas en riesgos para muchos componentes asociados a los sitios contaminados.	Tabla de RSL de USEPA (Mayo de 2012) para agua de la pluma residencial únicamente en la medida en que son aplicables a 2-metilnaftaleno, MTBE, naftaleno	2, CP-1, CP-2	TBC	Se ha efectuado una evaluación base de riesgos para la salud humana para estimar los riesgos específicos del sitio; dicha evaluación fue utilizada en el desarrollo de los siguientes RGs: 2-Metilnaftaleno: 27 µg/L MTBE: 120 µg/L Naftaleno: 6.1 µg/L
<b>Ley sobre Seguridad del Agua Potable</b>						
Agua subterránea	Los estándares de SDWA sirven para proteger los sistemas públicos de agua. Los principales estándares para agua potable están compuestos de MCL federalmente que se pueden hacer cumplir. Los MCLs son el nivel más alto de un contaminante que se permite en el agua potable.	La contaminación del agua subterránea excede los MCLs. Se está considerando limpieza que cumpla con los MCLs para los contaminantes que presentan riesgos por encima de los niveles aceptables de la EPA para cumplir con las expectativas del Estado para uso beneficioso.	40 CFR 141.61 (a)(2) y (18)	2, CP-1, CP-2	Relevantes y Apropriados	Relevantes y apropiados porque no se prevé actualmente, ni se prevé razonablemente en el futuro, que se use el acuífero como suministro de agua potable. Se utilizaron los MCLs para establecer los siguientes RGs: Benceno: 5 µg/L Total xilenos: 10,000 µg/L

Tabla A-2

**ARARs Específicos de Químicos de Puerto Rico**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Medios	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>Estándares de Calidad del Agua de Puerto Rico</b>						
Agua subterránea	Establece los estándares de calidad del agua dentro del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.	Todas las aguas subterráneas en Puerto Rico deben cumplir los requisitos de un agua clase SG.	Los Estándares de Calidad del Agua de Puerto Rico aplican a todos los químicos con estándares clase SG	2, CP-1, CP-2	Aplicables	Los RGs establecidos utilizando los PRWQS son: 1,2-Dicloroetano: 3.8 µg/L

Tabla A-3

**ARARs Federales Específicos a la Localización**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Ubicación	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>Zona costera</b>						
<b>Ruta migratoria</b>						
Área de aves migratorias	Protege casi todas las especies de aves nativas en los Estados Unidos frente a capturas no reguladas.	Presencia de aves migratorias.	Ley sobre el Tratado de Aves Migratorias, 16 USC 703	2, CP-1, CP-2	Aplicables	El sitio está ubicado en la ruta migratoria de las Américas - Atlántico. Si se identifican aves migratorias, o sus nidos o huevos, en el sitio, las operaciones no destruirán las aves, nidos o huevos.

Tabla A-4

**ARARs de Puerto Rico Específicos a la Localización**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Ubicación	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
No hay ARARs de Puerto Rico específicos a la localización que apliquen.						

Tabla A-5

**ARARs federales específicos de Acción**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Acción	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>Control de inyección subterránea</b>						
Inyección subterránea de químicos para tratamiento	Regula el emplazamiento de líquidos bajo la superficie a través del programa de Control de Inyección Subterránea, que rige el diseño y operación de cinco clases de pozos de inyección para evitar la contaminación de fuentes subterráneas de agua potable. El programa de Control de Inyección Subterránea regula la construcción de pozos, operación de pozos y monitoreo.	Cualquier agujero o pozo excavado que sea más profundo que la dimensión mayor de su superficie, donde la función principal del agujero es la colocación de fluidos bajo la superficie. de.	40 CFR 144.12(a), 144.24(a), 144.82(a)(1) y (b), 144.83(a)(1)(i), 146.8(a)-(e), 146.10(c)	CP-1, CP-2	Aplicables	Aplicable a la instalación de pozos Clase V. No hay permisos aplicables a pozos de inyección CERCLA en el sitio; sin embargo, estas medidas de remediación cumplirán con los requisitos sustanciales de los reglamentos.

Tabla A-6

**ARARs de Puerto Rico Específicos de Acción**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

Acción	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>Polución acústica</b>						
Realización de actividades de construcción que produzcan ruido	No puede llevarse a cabo ninguna actividad de construcción por la noche o de manera tal que se generen vibraciones que puedan sentirse más allá de los límites de la propiedad. Si los equipos utilizados en la construcción no han sido fabricados conforme a los estándares de USEPA para equipos de reciente fabricación, entonces no pueden producir un ruido superior a 70 dBA.	Actividad de construcción, incluyendo trabajos de preparación del terreno	Reglamento de Puerto Rico 3418.3.1.5(A),(C);3.1.10 ; 3.1.13; y 4.1	2, CP-1, CP-2	Aplicables	Se considera que el sitio está en la Zona II (Comercial) a efectos de producción de ruido. Se evitará la contaminación acústica durante las actividades en el sitio.
<b>Inyección subterránea</b>						
Inyección subterránea	Establece los estándares de construcción y operación para pozos de inyección subterránea.	Construcción de cualquier agujero o pozo excavado que sea más profundo que la mayor dimensión de su superficie, donde la función principal del agujero esté en la colocación subsuperficie de fluidos. Fluidos incluye tanto líquidos como gases.	Reglamentos aplicables a Inyección Subterránea de Puerto Rico 304.A.2.a, b, d, e; 304.A.4, 304.B.1, C.2.a, b; C.3.c	CP-1, CP-2	Aplicables	Aplicables a inyecciones ISCO. No se requeriría un permiso; sin embargo, se cumplirían los requisitos sustanciales de la norma. Las inyecciones se lograrían con pozos Clase V tipo B7. El Estado Libre Asociado de Puerto Rico no tiene autoridad para permisos Clase V; sin embargo, mantienen sus propios reglamentos separadas en relación con la operación y mantenimiento de sistemas de inyección subterránea.

Tabla A-6

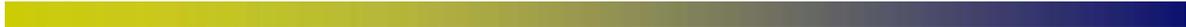
**ARARs de Puerto Rico Específicos de Acción**

*Registro de Decisión de AOC E*

*Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales (NASD)*

*Vieques, Puerto Rico*

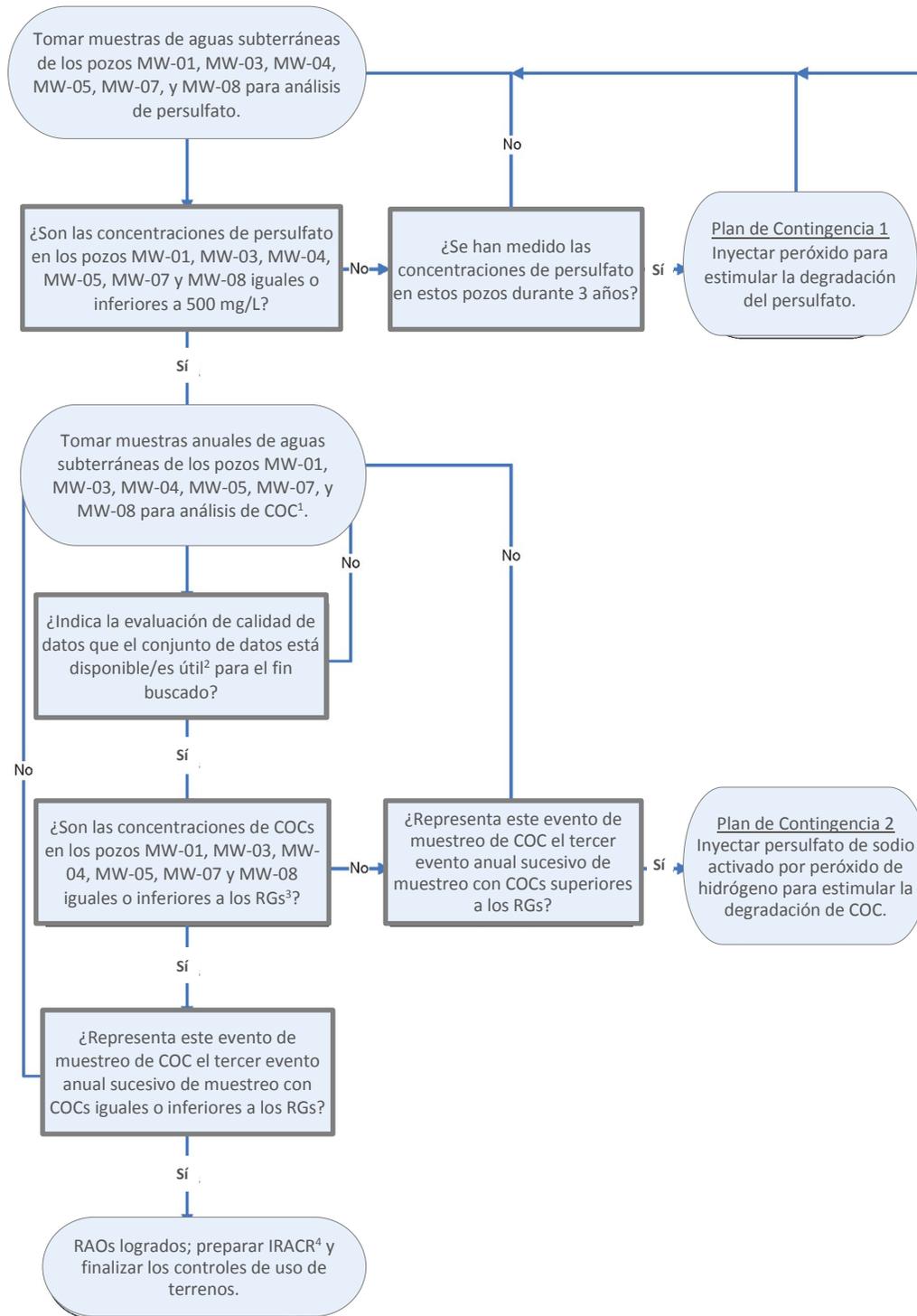
Acción	Requisito	Pre-requisito	Cita	Alternativa	Determinación de ARAR	Comentario
<b>Manejo de desperdicios</b>						
Manejo de desperdicios sólidos no peligrosos en el sitio en contenedores y pilas.	Los desperdicios sólidos no peligrosos manipulados en el sitio no deben crear un riesgo o molestia para el público.	Generación de desperdicios sólidos no peligrosos que se maneja en el sitio en contenedores o en pilas.	Reglamento aplicable a Desperdicios Sólidos no Peligrosos de Puerto Rico 531.H	2, CP-1, CP-2	Aplicables	Se prevé que se generarán desperdicios sólidos no peligrosos durante la implementación de las alternativas. Se tomarán muestras de los desperdicios para confirmar la caracterización antes de ser desechados.



**Anexo B**  
**Árbol de Decisiones de Monitoreo a Largo Plazo**

---





**Notas:**

Los responsables de tomar decisiones relacionados con este árbol de decisiones son la Marina, la EPA, y la JCA.

<sup>1</sup> Contaminantes de Preocupación (COCs): 1,2-dicloroetano (1,2-DCA); benceno; éter metilbutílico terciario (MTBE); 2-metilnaftaleno; naftaleno; total xilenos)

<sup>2</sup> Los datos "Disponibles" y "Útiles" se describen en la Hoja de Trabajo #37

<sup>3</sup> Objetivos de Remediación (RGs): 1,2-DCA (3.8 µg/L); benceno (5 µg/L); MTBE (?20 µg/L); 2-metilnaftaleno (27 µg/L); naftaleno (6.1 µg/L); total xilenos (10,000 µg/L)

<sup>4</sup> IRACR = Informe Provisorio de Finalización de la Acción de Remediación

**Árbol de decisiones de monitoreo a largo plazo**  
 Acción de Remediación de AOC E  
 Área de Entrenamiento con Armas de la Flota del Atlántico – Antiguo Destacamento de Apoyo de Municiones Navales de Vieques