

**INFORME SOBRE  
EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
AES PUERTO RICO - ÁREA DE ALMACENAMIENTO  
AGREMAX™ GUAYAMA, PUERTO RICO**

por  
Haley & Aldrich, Inc.  
Cleveland Ohio

para  
AES Puerto Rico LP  
Guayama, Puerto Rico

N.º expediente 133136-004  
Septiembre de 2019  
Modificado el 8 de noviembre de 2019  
Modificado el 6 de diciembre de 2019





# Winston R. Esteves

Environmental Consultant

## CMA REPORT CERTIFICATION STATEMENT

I, Winston R. Esteves, am a professional engineer and licensed in the commonwealth of Puerto Rico. I have reviewed this Corrective Measures Assessment (CMA) report for the AES Puerto Rico AGREMAX™ Staging Area located in Guayama, Puerto Rico. I hereby certify that this report has been prepared in general conformance with the requirements of the U. S. Environmental Protection Agency's (USEPA) rule entitled *Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities*. 80 Fed. Reg. 21302 (Apr. 17, 2015) (promulgating 40 CFR §257.61); 83 Fed. Reg. 36435 (July 30, 2018) (amending 40 CFR §257.61) (CCR Rule).

Winston R. Esteves, PE

September 13, 2019

Date

8827

License Number



P.E. Seal



## CMA REPORT CERTIFICATION STATEMENT

I, Steven F. Putrich am a professional engineer and licensed in the state of Indiana. I have reviewed the Corrective Measures Assessment (CMA) report for the AES Puerto Rico AGREMAX™ Staging Area located in Guayama, Puerto Rico dated September 13, 2019. By affixing my professional seal and signature I hereby acknowledge that this report has been prepared in conformance with the requirements of the USEPA CCR Rule<sup>1</sup>.

For the purposes of satisfying the requirements of the USEPA CCR Rule, Winston R. Esteves of WRE [WRE, PO Box 195597, San Juan, PR 00919-5597, esteves\_w@yahoo.com], a professional engineer licensed in the Commonwealth of Puerto Rico has reviewed and sealed and signed the same subject report dated September 13, 2019 for the purpose of certifying conformance with the USEPA CCR Rule, and that same certification is included in the published version of the subject report.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Putrich', written over a horizontal line.

Steven F. Putrich, PE (Indiana)



P.E. Seal – License Number: PE11200566

September 2019

[www.haleyaldrich.com](http://www.haleyaldrich.com)

---

<sup>1</sup> U.S. Environmental Protection Agency's (USEPA) rule entitled *Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities (USEPA CCR Rule)*. 80 Fed. Reg. 21302 (Apr. 17, 2015) (promulgating 40 CFR §257.61); 83 Fed. Reg. 36435 (July 30, 2018) (amending 40 CFR §257.61).

## Descripción general

El Equipo Legal contrató los servicios de Haley & Aldrich, Inc. (Haley & Aldrich) en nombre de AES Puerto Rico LP (AES-PR) para preparar esta Evaluación de Medidas Correctivas (CMA, por sus siglas en inglés) para el área de almacenamiento temporal AGREMAX™ (Área de preparación) ubicada en la instalación de generación de AES Puerto Rico en Guayama, Puerto Rico (el Sitio). El Área de almacenamiento se está evaluando según los requisitos aplicables a un vertedero de residuos de la combustión de carbón (CCR) en la norma de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) titulada *Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities*. Volumen 80 Registro Federal, 21302. (17 de abril de 2015) (que promulga el Título 40, Sección 257.61 del Código de Regulaciones Federales [Code of Federal Regulations, CFR]); Volumen 83. Registro Federal 36435 (30/7/2018) (que modifica el Título 40 del CFR Sección 257.61) (Norma de CCR). AES-PR monitoriza las aguas subterráneas en el Área de almacenamiento y ha realizado investigaciones geológicas e hidrogeológicas detalladas siguiendo los requisitos de la Norma de CCR de la USEPA.

AES-PR implementó la monitorización de las aguas subterráneas siguiendo los requisitos de la Norma de CCR a través de un enfoque gradual para permitir una respuesta gradual y una evaluación de los pasos para abordar la calidad de las aguas subterráneas. La monitorización de detección indicó aumentos estadísticamente significativos (SSI, por sus siglas en inglés) para algunos componentes del Apéndice III. La monitorización de evaluación que se completó en 2018 evaluó la presencia y concentración de componentes del Apéndice IV en las aguas subterráneas especificados en la Norma de CCR. De los 15 parámetros del Apéndice IV de la regla del CCR evaluados, solo tres (molibdeno, litio, y selenio) se detectaron a niveles estadísticamente significativos (SSL) por encima de los Estándares de Protección de Aguas Subterráneas (GWPS, por sus siglas en inglés) establecidos para el Área de almacenamiento.

Al realizar este CMA, Haley & Aldrich consideró lo siguiente: presencia y distribución de componentes derivados de los CCR en las aguas subterráneas, la configuración del Área de preparación, el entorno hidrogeológico y los resultados de una evaluación de riesgos detallada. El acuífero aluvial debajo del Área de preparación tiene aproximadamente 15 pies de espesor en transición a depósitos de pantano cerca de la porción sur del Sitio. El flujo de aguas subterráneas debajo del Área de preparación es generalmente de norte a sur, hacia el Puerto de Las Mareas.

Para proporcionar un CMA integral, la evaluación descrita en este documento incluye actividades y alternativas de descontaminación de aguas subterráneas que se combinaron para constituir soluciones integrales para aguas subterráneas diseñadas para lograr el GWPS, que incluyen:

- Alternativa 1: Evitar el contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento (“Liner”) sintético y emplear Atenuación Natural Monitorizada (MNA, por sus siglas en inglés)
- Alternativa 2: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante el bombeo de agua subterránea con tratamiento
- Alternativa 3: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante el bombeo de agua subterránea con recirculación
- Alternativa 4: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento
- Alternativa 5: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación

Estas cinco alternativas se evaluaron en función de los criterios de umbral establecidos en la norma de CCR (Sección 257.97[b]) y luego se compararon con tres de los cuatro criterios de equilibrio establecidos en la Norma de CCR (Sección 257.97[c]).

Estos criterios se presentan a continuación y se incluyen en su totalidad en la **Sección 1**:

Sección 257.97 Selección de una solución

(b) Las soluciones deben [Criterios de umbral]:

- (1) Proteger la salud humana y el medio ambiente;
- (2) Alcanzar el estándar de protección de aguas subterráneas como se especifica en conformidad con la Sección 257.95(h);
- (3) Controlar la(s) fuente(s) de emisiones para reducir o eliminar, en la mayor medida posible, nuevas emisiones de los componentes en el apéndice IV de esta parte al medio ambiente;
- (4) Retirar del medio ambiente la mayor cantidad posible de material contaminado que se haya liberado de la unidad de CCR, teniendo en cuenta factores tales como evitar perturbaciones inapropiadas a ecosistemas sensibles;
- (5) Cumplir con las normas para el manejo de desechos como se especifica en la Sección 257.98(d).

(c) En la selección de una solución que cumpla con los estándares del párrafo(b) de esta sección, el propietario u operador de la unidad de CCR deberán considerar los siguientes factores de evaluación [Criterios de equilibrio]:

- (1) La efectividad y protección, a largo y corto plazo, de las soluciones potenciales, junto con el grado de certeza de que la solución tendrá éxito.
- (2) La efectividad de la solución en controlar la fuente para reducir nuevas emisiones.
- (3) La facilidad o dificultad de implementar una solución potencial; y
- (4) El grado en el que las inquietudes de la comunidad son abordadas por una posible solución.

Todas las soluciones propuestas para lograr el GWPS deben cumplir con los cinco criterios de umbral antes mencionados, para ser consideradas para su inclusión como una alternativa correctiva. El desarrollo de estas alternativas de solución y su conformidad con los criterios de umbral se presentan en la **Sección 4**.

La **Sección 5** evalúa las cinco alternativas de solución con respecto a los criterios de equilibrio enumerados anteriormente. Téngase en cuenta, que los criterios de equilibrio (4), que consideran las preocupaciones de la comunidad, se evaluarán después de una sesión de información pública que se llevará a cabo al menos 30 días antes de la selección de la solución.

A continuación, se ofrece un resumen de las alternativas de solución para el Área de preparación, como se describen más detalladamente en este informe:

- **Alternativas de solución:** una alternativa correctiva para lograr los GWPS implica la prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético o “Liner” en el Área de almacenamiento para la gestión futura de AGREMAX™. La infiltración vertical a través de la precipitación se eliminará casi completamente, después de la instalación del sistema de revestimiento del Área de almacenamiento. Los componentes del Apéndice IV en aguas subterráneas por encima de los GWPS se abordarían por atenuación natural. Las cuatro alternativas de solución restantes no incluyen un sistema de revestimiento del Área de preparación y abordan los componentes presentes en las aguas subterráneas por encima del GWPS a través del bombeo activo de agua subterránea.
- **Evaluación del riesgo de aguas subterráneas:** la investigación de las aguas subterráneas de la Norma de CCR demuestra que los impactos del Área de almacenamiento son limitados. Para evaluar la extensión, pozos de naturaleza y extensión de monitorización de aguas subterráneas temporeros se ubicaron en el límite de la propiedad; los mismos, ubicado a menos de 200 pies, gradiente abajo de los pozos de la Norma de CCR, los cuales están ubicados directamente adyacentes al Área de almacenamiento. Los resultados analíticos demuestran que no hay concentraciones de los componentes de SSL por encima de los GWPS en estos pozos. En otras palabras, las concentraciones de litio, molibdeno y selenio no se elevan más allá del límite de propiedad del Sitio.

No hay impacto en el agua potable y no hay evidencia de impacto en la salud humana o medio ambiente. No hay usuarios gradiente abajo de las aguas subterráneas como agua potable, por lo tanto, no hay impacto en el agua potable. El Puerto de Las Mareas fue muestreado y no presenta impactos.

No hay exposición a los componentes derivados de la CCR detectados en las aguas subterráneas en el Sitio, ya sea a través del uso de aguas subterráneas o superficiales. Incluso para los muy pocos resultados que pueden estar por encima de los valores de detección para algunos de los eventos de muestreo, no existe una vía completa de exposición al agua subterránea para el agua potable. Donde no hay exposición, no hay riesgo.

Por lo tanto, debido a que actualmente no existe un riesgo adverso, las soluciones consideradas en este documento, protegen completamente la salud humana y el medio ambiente, y la implementación de cualquiera de las alternativas de solución no resultará en una reducción significativa del riesgo de exposición o riesgo relacionado con el agua subterránea.

- **Plazo de solución y enfoque:** los plazos para lograr los GWPS asociados con el revestimiento del Área de almacenamiento y la atenuación natural, y las alternativas de contención hidráulica activa son comparables, y el período de instalación para el revestimiento del Área de almacenamiento es breve. Para el resto de las alternativas, el agua subterránea se trataría mediante bombeo a largo plazo con descarga directa a un embalse de agua superficial existente o mediante la conducción del agua al sistema de tratamiento de agua en el sitio.

De acuerdo con la Sección 257.98, AES-PR implementará un programa de monitorización de aguas subterráneas para documentar la efectividad de la alternativa correctiva seleccionada. Las medidas correctivas se consideran completas cuando la monitorización refleja que las concentraciones de componentes de SSL en las aguas subterráneas del Área de almacenamiento no están presentes por encima de los GWPS del Apéndice IV durante tres años consecutivos.

La USEPA está en proceso de modificar ciertos requisitos de la Norma de CCR y, dependiendo de la naturaleza de dichos cambios, las evaluaciones realizadas en este documento podrían modificarse o complementarse para reflejar tales revisiones regulatorias futuras. Vea el *Registro Federal* (15 de marzo de 2018; volumen 83 del FR 11584).

## Tabla de contenido

	Página
<b>Descripción general</b>	<b>i</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de siglas y abreviaturas</b>	<b>vii</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN/ANTECEDENTES DE LA INSTALACIÓN	1
1.2 MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	2
1.3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS	2
1.4 REDUCCIÓN DE RIESGOS Y SOLUCIÓN	3
<b>2. Modelo conceptual del sitio de aguas subterráneas</b>	<b>5</b>
2.1 CONFIGURACIÓN DEL SITIO	5
2.2 GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	5
2.3 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PROPIEDAD ADJACENTE	6
2.4 ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	6
2.5 NATURALEZA Y ALCANCE DE LOS IMPACTOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	7
<b>3. Evaluación de riesgos y evaluación de exposición</b>	<b>9</b>
<b>4. Alternativas de medidas correctivas</b>	<b>12</b>
4.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS	12
4.2 DESTINO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y MODELACIÓN DEL TRANSPORTE	12
4.3 ALTERNATIVAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS	12
4.3.1 Alternativa 1: Evitar el contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y el empleo de Atenuación Natural Monitoreada (MNA)	13
4.3.2 Alternativa 2: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	14
4.3.3 Alternativa 3: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	14
4.3.4 Alternativa 4: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con muro de contención y tratamiento	15
4.3.5 Alternativa 5: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación	15
<b>5. Alternativas de comparación de medidas correctivas</b>	<b>16</b>
5.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN/EQUILIBRIO	16
5.2 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	16

## Tabla de contenido

Página

5.2.1	Criterio de equilibrio 1: La efectividad y protección a largo y corto plazo de la solución potencial, junto con el grado de certeza de que la solución tendrá éxito	16
5.2.2	Criterio de equilibrio 2: La eficacia de la solución en el control de la fuente para reducir nuevas emisiones	21
5.2.3	Criterio de equilibrio 3: La facilidad o dificultad de implementar una posible solución	22
<b>6.</b>	<b>Resumen</b>	<b>25</b>
	<b>Referencias</b>	<b>26</b>

### Tablas de figuras

**Apéndice A:** Informe de caracterización de las aguas subterráneas

**Apéndice B:** Evaluación de riesgos de aguas subterráneas

## Lista de tablas

<b>Tabla N.º</b>	<b>Título</b>
I	Resultados analíticos de aguas subterráneas - Componentes del Apéndice IV
II	Guía de alternativas de solución
III	Resumen de medidas correctivas

## Lista de figuras

<b>Figura N.º</b>	<b>Título</b>
1-1	Mapa de ubicación del Sitio
1-2	Características del Sitio
1-3	Mapa de ubicación del pozo de monitorización
2-1	Monitorización de ubicaciones de pozos con niveles estadísticamente significativos por encima de los estándares de protección para aguas subterráneas

## Lista de siglas y abreviaturas

<b>Abreviatura (en inglés)</b>	<b>Definición</b>
AES-PR	AES Puerto Rico LP
bgs	Debajo de la superficie del suelo (Below Ground Surface)
CCR	Residuos de la Combustión de Carbón (Coal Combustion Residuals).
CPCPRC	Chevron Phillips Chemical, Puerto Rico Core, LLC
CMA	Evaluación de Medidas Correctivas (Corrective Measures Assessment)
CSM	Modelo Conceptual del Sitio (Conceptual Site Model)
DNA	DNA-Environment, LLC
GMP	Plan de Monitorización de Aguas Subterráneas (Groundwater Monitoring Plan)
GWPS	Estándares de Protección de Aguas Subterráneas (Groundwater Protection Standards)
Haley & Aldrich	Haley & Aldrich, Inc.
HC	Contención Hidráulica (Hydraulic Containment)
MCL	Nivel Máximo de Contaminantes (Maximum Contaminant Level)
MNA	Atenuación Natural Monitorizada (Monitored Natural Attenuation)
N&E	Naturaleza y Alcance (Nature and Extent)
O&M	Operación y Mantenimiento (Operation & Maintenance)
RO	Osmosis Inversa (Reverse Osmosis)
Sitio	Planta generadora de AES Puerto Rico
SSI	Incremento Estadísticamente Significativo (Statically Significant Increase)
SSL	Nivel Estadísticamente Significativo (Statistically Significant Level)
Área de almacenamiento	Área de almacenamiento temporal AGREMAX™
SW-DAF	Dilución de Agua Superficial y Factor de Atenuación (Surface Water Dilution and Attenuation Factor)
ug/l	Microgramo por litro (Microgram per Liter)
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)

# 1. Introducción

El equipo legal contrató los servicios de Haley & Aldrich, Inc. (Haley & Aldrich) en nombre de AES Puerto Rico LP (AES-PR) para preparar esta Evaluación de Medidas Correctivas (CMA) para el Área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ (Área de almacenamiento) ubicada en la instalación de generación de AES-PR (el Sitio) en Guayama, Puerto Rico. El Área de almacenamiento se está evaluando según los requisitos aplicables a un vertedero de residuos de la combustión de carbón (CCR) en la norma de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) titulada *Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities*. Volumen 80 Registro Federal, 21302. (17 de abril de 2015) (que promulga el Título 40, Sección 257.61 del Código de Regulaciones Federales [Code of Federal Regulations, CFR]); Volumen 83. Registro Federal 36435 (30/7/2018) (que modifica el Título 40 del CFR Sección 257.61) (Norma de CCR). AES-PR monitoriza las aguas subterráneas en el Área de almacenamiento y ha realizado investigaciones geológicas e hidrogeológicas detalladas siguiendo los requisitos de la Norma de CCR de la USEPA.

Este CMA incluye un resumen de los resultados de la monitorización de las aguas subterráneas para los componentes del Apéndice III y del Apéndice IV de la Norma de CCR, una evaluación de los componentes del Apéndice III para aumentos estadísticamente significativos (SSI) en comparación con los ya registrados y una comparación de los componentes del Apéndice IV detectados en la monitorización de la evaluación con los Estándares de Protección de Aguas Subterráneas (GWPS). Estas evaluaciones identificaron Niveles Estadísticamente Significativos (SSL) por encima de los GWPS para litio, molibdeno y selenio en aguas subterráneas en dos ubicaciones de pozos de monitorización gradiente abajo del Área de almacenamiento. Este informe evalúa las posibles medidas correctivas para remediar las aguas subterráneas por los componentes presentes en el agua subterránea en SSL por encima de las GWPS.

## 1.1 DESCRIPCIÓN/ANTECEDENTES DE LA INSTALACIÓN

AES-PR opera una planta de energía a carbón de 454 megavatios en Guayama, Puerto Rico, ubicado en la costa sur de la isla (**Figura 1-1**). El Sitio está rodeado por una antigua planta farmacéutica al norte, una antigua planta química al este, un pantano y el Puerto de Las Mareas al sur, y una granja de energía solar al oeste.

AES-PR utiliza el CCR generado en la planta para producir AGREMAX™, un agregado manufacturado, que se ha utilizado de manera beneficiosa para la cubierta diaria de vertederos, la construcción de carreteras y otras aplicaciones. Antes del uso beneficioso o la disposición fuera del sitio, el inventario de AES-PR de AGREMAX™ se coloca en el Área de almacenamiento del sitio, un área de aproximadamente siete acres ubicada al sur de la estación generadora (**Figura 1-2**). AES-PR ha utilizado el Área de almacenamiento para administrar el producto AGREMAX™ desde que inició sus operaciones en el año 2002.

La planta generadora AES-PR se considera una instalación cero descarga, que utiliza agua recuperada obtenida de la planta de tratamiento de aguas residuales de Guayama operada por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico, ubicada aproximadamente a 0,5 millas al este de la planta de energía. El agua recuperada se almacena en una laguna en la parte norte del Sitio.

Las aguas pluviales del Sitio generalmente se dirigen y se recolectan en el estanque de retención de aguas pluviales de 2 millones de galones o en el estanque de escorrentía de carbón más grande que almacena agua para su uso en la torre de enfriamiento, donde se evapora gran parte del agua. Un sistema de tratamiento de agua, situado en un lugar céntrico y adyacente a la planta, trata el agua del estanque de retención de aguas pluviales de 2 millones de galones, destinado para usarse para satisfacer las necesidades de agua que no son de proceso en el Sitio. El sistema de tratamiento incluye un sistema de Ósmosis Inversa (RO) de flujo lateral en dos etapas. Según el personal de AES-PR, el sistema secundario está activo, pero el sistema primario de RO no está actualmente en uso.

## 1.2 MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La monitorización del agua subterránea conforme a los requisitos de la Norma de CCR ocurre a través de un enfoque por fases para permitir una respuesta gradual (es decir, referencia, detección y monitorización de evaluación según corresponda) y la evaluación de los pasos para abordar la calidad del agua subterránea. DNA-Environment, LLC (DNA) preparó un Plan de Monitorización de Aguas Subterráneas (GMP) según lo requiere la Norma de CCR [identificado como "*Sistema de Monitorización de Aguas Subterráneas AES Puerto Rico*" disponible en <http://aespuertorico.com/ccr/>]. El GMP presenta el diseño del sistema de monitorización de aguas subterráneas, los procedimientos de muestreo y análisis de aguas subterráneas y los métodos de análisis estadístico de aguas subterráneas.

En julio de 2017, DNA instaló cinco pozos de monitorización de aguas subterráneas, en nombre de AES-PR, que cumplen con los requisitos de la Norma de CCR, Título 40, Sección 257.91 del CFR, Sistemas de Monitorización de Aguas Subterráneas. Las ubicaciones de los pozos de monitorización se muestran en la **Figura 1-3**. Tres de estos pozos (MW-3, MW-4 y MW-5) se instalaron hidráulicamente aguas abajo del Área de almacenamiento, mientras que los pozos de monitorización MW-1 y MW-2 se colocaron en ubicaciones hidráulicamente mejoradas del Área de almacenamiento. Los pozos de monitorización varían en profundidad desde 20 a 25 pies debajo de la superficie del suelo (bgs).

Los eventos de muestreo de monitorización ocurrieron en 2017 y 2018. Luego, los resultados de los eventos de muestreo se compararon con los valores ya registrados, o valores naturales de las aguas subterráneas, utilizando métodos estadísticos para determinar si los componentes del Apéndice III de la Norma de CCR en el borde aguas abajo del Área de almacenamiento están presentes en concentraciones por encima de lo ya registrado; esta condición se conoce como un Aumento Estadísticamente Significativo (SSI). Los resultados de este análisis indicaron que los SSI necesitaban el establecimiento de un Programa de Monitorización de Evaluación y la notificación respectiva.

Durante la fase de Monitorización de Evaluación, se recolectaron muestras de pozos de monitorización de aguas subterráneas de CCR durante junio y octubre de 2018 y posteriormente se analizaron para los componentes del Apéndice IV de la Norma de CCR. Estas evaluaciones identificaron Niveles Estadísticamente Significativos (SSL) por encima de las GWPS para litio, molibdeno y selenio en aguas subterráneas en dos ubicaciones de pozos de monitorización aguas abajo del Área de almacenamiento. Los resultados analíticos del Apéndice IV para la referencia y los eventos de Monitorización de Evaluación se resumen en la **Tabla I**.

## 1.3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS

El proceso de las CMA implica la evaluación de tecnologías de descontaminación de aguas subterráneas. Estas soluciones deben cumplir con los siguientes criterios de umbral establecidos en la Norma de CCR:

Sección 257.97 Selección de soluciones [Criterios de umbral]

(b) Las soluciones deben:

- (1) Proteger la salud humana y el medio ambiente;
- (2) Alcanzar el estándar de protección de aguas subterráneas como se especifica de acuerdo con la Sección 257.95(h);
- (3) Controlar la(s) fuente(s) de emisiones para reducir o eliminar, en la mayor medida posible, nuevas emisiones de componentes en el apéndice IV de esta parte al medio ambiente;
- (4) Retirar del medio ambiente la mayor cantidad posible de material contaminado que se haya liberado de la unidad de CCR, teniendo en cuenta factores tales como evitar perturbaciones inapropiadas a ecosistemas sensibles;
- (5) Cumplir con las normas para el manejo de desechos como se especifica en la Sección 257.98(d).

Una vez que se demuestra que estas tecnologías cumplen con estos criterios de umbral, se comparan entre sí con respecto a los siguientes criterios de equilibrio como se establece en la Norma de CCR:

Sección 257.97, Selección de soluciones [Criterio de equilibrio]

(c) En la selección de una solución que cumpla con los estándares del párrafo (b) de esta sección, el propietario u operador de la unidad de CCR deberá considerar los siguientes factores de evaluación:

- (1) La efectividad y la protección a largo y corto plazo de las soluciones potenciales, junto con el grado de certeza de que la solución tendrá éxito en función de lo siguiente:
  - (i) La magnitud de reducción de riesgos existentes;
  - (ii) La magnitud de los riesgos residuales con respecto a la probabilidad de nuevas emisiones debido a los CCR que quedan después de la implementación de una solución;
  - (iii) El tipo y grado de gestión requerida a largo plazo, incluida la monitorización, la operación y el mantenimiento;
  - (iv) Los riesgos a corto plazo que podrían presentarse a la comunidad o al medio ambiente durante la implementación de tal solución, incluidas las amenazas potenciales para la salud humana y el medio ambiente asociadas con la excavación, el transporte y la eliminación de contaminantes;
  - (v) El tiempo hasta lograr la protección total;
  - (vi) El potencial de exposición de humanos y receptores ambientales a los desechos restantes, considerando la amenaza potencial para la salud humana y el medio ambiente asociados con la excavación, el transporte, la eliminación o la contención;
  - (vii) La fiabilidad a largo plazo de los controles de ingeniería e institucionales; y
  - (viii) La posible necesidad de reemplazar la solución.
- (2) La efectividad de la solución en el control de la fuente para reducir nuevas emisiones con base en la consideración de los siguientes factores:
  - (i) La medida en que las prácticas de contención reducirán las emisiones adicionales; y
  - (ii) La medida en que se puedan utilizar las tecnologías de tratamiento.
- (3) La facilidad o dificultad de implementar una solución potencial con base en la consideración de los siguientes tipos de factores:
  - (i) El grado de dificultad asociado con la construcción de la tecnología;
  - (ii) La fiabilidad operativa esperada para las tecnologías;
  - (iii) La necesidad de coordinarse y obtener las aprobaciones y permisos necesarios de otras agencias;
  - (iv) La disponibilidad de equipos y especialistas necesarios; y
  - (v) La capacidad disponible y la ubicación de los servicios necesarios de tratamiento, almacenamiento y eliminación.
- (4) El grado en el que las inquietudes de la comunidad son abordadas por una posible solución.

El cuarto criterio de equilibrio involucra aportes de la comunidad con respecto a las alternativas de solución propuestas. Este criterio se abordará presentando las alternativas en una reunión pública y solicitando comentarios. Esa reunión se llevará a cabo al menos 30 días antes de que AES seleccione la solución.

#### 1.4 REDUCCIÓN DE RIESGOS Y SOLUCIÓN

Como se presentó anteriormente, la Norma de CCR (Sección 257.97[b][1]: Selección de Solución) requiere que las soluciones deben proteger la salud humana y el medio ambiente. Además, la Sección 257.97(c) de la Norma de CCR requiere que al seleccionar una solución, el propietario u operador de la unidad CCR

debe considerar factores de evaluación específicos, incluida la reducción de riesgos que logre cada una de las medidas correctivas propuestas. Cada uno de los criterios de equilibrio enumerados aquí de la Sección 257.97 y discutidos en la **Sección 5** son aquellos que consideran el riesgo para la salud humana o el medio ambiente, incluidos:

- (c)(1)(i) La magnitud de la reducción de riesgos existentes;
- (c)(1)(ii) La magnitud de los riesgos residuales con respecto a la probabilidad de nuevas emisiones debido a los CCR que quedan después de la implementación de una solución;
- (c)(1)(iv) Los riesgos a corto plazo que podrían presentarse a la comunidad o al medio ambiente durante la implementación de tal solución, incluidas las amenazas potenciales para la salud humana y el medio ambiente asociadas con la excavación, el transporte y la eliminación de contaminantes;
- (c)(1)(vi) El potencial de exposición de humanos y receptores ambientales a los desechos restantes, considerando la amenaza potencial para la salud humana y el medio ambiente asociados con la excavación, el transporte, la eliminación o la contención;

Los siguientes son factores adicionales relacionados con el riesgo que se incluyen en el cronograma para implementar y completar actividades correctivas una vez que se selecciona una solución (Sección 257.97[d]):

- (d)(4) Riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente por exposición a la contaminación antes de completar la solución<sup>1</sup>;
- (d)(5)(i) Usos actuales y futuros del acuífero;
- (d)(5)(ii) Proximidad y tasa de retirada de usuarios; y
- (d)(5)(iv) El daño potencial a la vida silvestre, cultivos, vegetación y estructuras físicas debido a la exposición a los componentes de los CCR.

La **Sección 3** presenta un resumen de la evaluación del riesgo de las aguas subterráneas que proporciona la base para evaluar estos criterios de equilibrio basados en el riesgo en la **Sección 5**.

---

<sup>1</sup> Los factores (d)(4) y (d)(5) no son parte del proceso de evaluación de la CMA como se describe en la Sección 257.97(d)(4), Sección 257.97(d)(5)(i)(ii)(iv); más bien son factores que el propietario u operador deben considerar como parte del cronograma para la implementación de la solución.

## 2. Modelo conceptual del Sitio de aguas subterráneas

La geología e hidrogeología del Área de almacenamiento se describieron inicialmente en el *Sistema de monitorización de aguas subterráneas y el Programa de muestreo y análisis* que preparó DNA en agosto de 2017 para apoyar el desarrollo de un Modelo Conceptual Hidrogeológico del Sitio (CSM) [disponible en [http://aespuertorico.com/wp-content/uploads/2017/10/AESPuerto-Rico\\_Groundwater\\_Monitoring\\_System.pdf](http://aespuertorico.com/wp-content/uploads/2017/10/AESPuerto-Rico_Groundwater_Monitoring_System.pdf)]. El CSM se ha mejorado aún más con la monitorización continua del agua subterránea del CCR y las actividades complementarias de investigación del subsuelo realizadas por DNA. Los resultados de estas extensas investigaciones geológicas e hidrogeológicas han producido un CSM robusto que respalda las actividades de la CMA discutidas en este informe.

### 2.1 CONFIGURACIÓN DEL SITIO

El Sitio está ubicado cerca de la costa marina en el lado sur de la isla de Puerto Rico. Según los informes que preparó DNA, la geología del Sitio consiste en depósitos aluviales que hacen la transición a los depósitos de marismas y playas en el extremo sur del Sitio. El Sitio está rodeado por una antigua planta farmacéutica al norte, una antigua planta química al este, un pantano y el Puerto de Las Mareas al sur, y una granja de energía solar al oeste.

### 2.2 GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Según los informes que preparó DNA, la geología del Sitio consiste en depósitos aluviales que hacen la transición a los depósitos de marismas y playas en el extremo sur del Sitio. El Sitio está cubierto por material de relleno a una profundidad de aproximadamente 10 pies bgs y una unidad de soporte de agua superior que consiste en arcilla arenosa y arena arcillosa a una profundidad de aproximadamente 25 pies bgs. La unidad de soporte de agua superior está limitada/subyacente verticalmente por una capa rígida de arcilla. Las pruebas de respuesta a pulso de presión realizadas en la unidad de soporte de agua superior indican que la conductividad hidráulica varía de 0,035 a 0,67 pies/día ( $1,2 \times 10^{-5}$  a  $2,4 \times 10^{-4}$  centímetros/segundo).

El flujo de agua subterránea debajo del Área de almacenamiento es generalmente de norte a sur (Vea la **Figura 1-2**). El gradiente hidráulico del agua subterránea debajo del Área de almacenamiento es de aproximadamente 0,005 a 0,011 (pies/pies). Elevaciones de aguas subterráneas medidas en los tres pozos de monitorización aguas abajo (MW-3, MW-4 y MW-5), así como en nueve pozos de monitorización temporales (TW-101 a TW-109) (pozos de naturaleza y extensión [N&E]), instalados para abordar la naturaleza y el alcance de los componentes del Apéndice IV en los SSL por encima de las GWPS en aguas subterráneas sugieren que las elevaciones de las aguas subterráneas se igualan inmediatamente adyacentes al límite sur de la propiedad. La zanja ubicada al sur de los pozos N&E y el límite sur de la propiedad representan una ruta de flujo más permeable, lo que resulta en valores de carga más consistentes como se observa en los pozos N&E instalados a lo largo del límite de la propiedad. Los pozos de N&E a lo largo del límite de la propiedad no muestran componentes por encima de las GWPS y, por lo tanto, la zanja no se vería afectada por el Área de almacenamiento.

Debido a la proximidad del Sitio a la costa del océano, se esperaría que las aguas subterráneas frescas pasen a ser aguas salinas (salobres) cerca del estuario o el margen marino. Mientras que el agua subterránea recolectada de los pozos de monitorización MW-3 a MW-5 es agua dulce, los parámetros químicos en el agua subterránea (boro, cloruro) sugieren una mezcla localizada de agua salina.

## 2.3 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA PROPIEDAD ADYACENTE

La antigua Planta de Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core, LLC (CPCPRC) en la colindancia del Sitio está llevando a cabo acciones correctivas supervisadas por la USEPA. Según una revisión de los documentos disponibles, una columna de benceno y sulfolano en las aguas subterráneas está presente debajo de la antigua planta de CPCPRC y la misma se extiende hasta el sitio de AES-PR, específicamente en las cercanías del Área de almacenamiento. Los datos de los informes en archivo<sup>2</sup> indican que la huella del benceno y sulfolano, de la antigua Planta de CPCPRC en la propiedad AES-PR, generalmente se limita a la monitorización de pozos a lo largo o cerca del límite de la propiedad oriental del Sitio.

Como se describe en la “*Statement of Basis Final Remedy Decision*”<sup>3</sup> la alternativa correctiva seleccionada para abordar las aguas subterráneas en la antigua Planta de CPCPRC es la oxidación química en el sitio utilizando peróxido de hidrógeno catalizado que se inyectará en los acuíferos poco profundos y profundos debajo de las instalaciones de Chevron. Se implementará un programa de monitorización de aguas subterráneas para evaluar la eficacia general del programa de remediación en la reducción de las concentraciones del contaminante en los acuíferos profundos y poco profundos.

En este momento, los impactos y la evaluación detallada de la naturaleza y el alcance de este derrame orgánico no se han examinado en este CMA. En este momento se desconocen los detalles de implementación de la solución de oxidación química en la antigua instalación de CPCPRC y el impacto potencial del sistema de descontaminación de CPCPRC en el agua subterránea en la instalación de AES-PR. El diseño de la medida correctiva final para el Área de almacenamiento de AES-PR tendrá en cuenta las actividades correctivas de CPCPRC. Los impactos en el sistema de RO del Sitio para el tratamiento de las aguas subterráneas recolectadas como parte de cualquiera de las opciones correctivas consideradas serían parte de un elemento de trabajo de medidas correctivas futuras.

## 2.4 ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los GWPS se definen en la Norma de CCR en la Sección 257.95 Assesment Monitoring Program:

(h) El propietario u operador de la unidad CCR debe establecer un estándar de protección de agua subterránea para cada componente en el apéndice IV de esta parte, detectado en las aguas subterráneas. La norma de protección de aguas subterráneas debe ser:

- (1) Para los componentes para los cuales se ha establecido un Nivel Máximo de Contaminante (MCL, por sus siglas en inglés) según las Secciones 141.62 y 141.66 de este título, el MCL para ese componente;
- (2) Para los componentes para los cuales no se ha establecido un MCL, la concentración de trasfondo para el componente establecida por los pozos de acuerdo con la Sección 257.91; o
- (3) Para los componentes para los cuales el nivel ya registrado es más alto que el MCL identificado según el párrafo (h)(1) de esta sección, la concentración de trasfondo registrada.

La USEPA publicó Enmiendas a los Criterios Mínimos Nacionales Finalizados en 2018 (Fase Uno, Parte Uno) en el Registro Federal el 30/7/2018 (USEPA, 2018b). Esto incluyó la revisión del estándar de protección de las aguas subterráneas para componentes que no tienen un estándar establecido de agua potable (o MCL) en la Sección 257.95 Programa de monitorización de evaluación (h)(2):

- Cobalto - 6 ug/l

<sup>2</sup> Informe de estudio de medidas correctivas, Chevron Phillips Chemical, Puerto Rico Core, LLC Guayama, Puerto Rico (PEI Abril 2016).

<sup>3</sup> Statement of Basis Final Remedy Decision, Chevron Phillips Chemical (USEPA, Junio 2017).

- Plomo – 15 ug/l
- Litio – 40 ug/l
- Molibdeno – 100 ug/l

Debido a que los GWPS es la concentración más alta entre la del agua potable y la concentración de trasfondo, y las concentraciones de trasfondo son específicas de cada área de almacenamiento de cenizas, los GWPS se consideran específicos del Sitio.

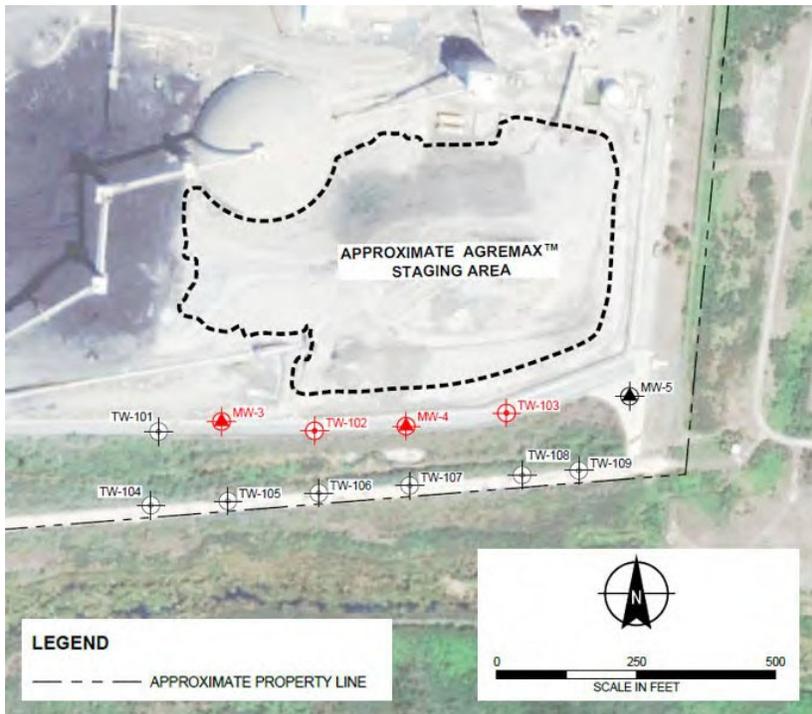
DNA completó una evaluación estadística de muestras de agua subterránea utilizando los métodos y procedimientos descritos en el *Sistema de Monitorización de Aguas Subterráneas y el Programa de Muestreo y Análisis* (DNA agosto de 2017) [disponible en <http://aespuertorico.com/wp-content/uploads/2017/10/AESPuerto-Rico-Groundwater-Monitoring-System.pdf>] para desarrollar las concentraciones de trasfondo y luego el GWPS específico del sitio para cada componente del Apéndice IV.

Los resultados del agua subterránea se compararon estadísticamente con los GWPS específicas del Sitio. Los SSL por encima de los GWPS están limitados a tres componentes en dos pozos de monitorización: litio (MW-4), molibdeno (MW-3 y MW-4) y selenio (MW-3) como se muestra en la **Figura 2-1**. En la **Tabla I** se proporciona una comparación, muestra por muestra, de los resultados analíticos del agua subterránea con las GWPS. Estos tres componentes del Apéndice IV (litio, molibdeno y selenio), sus concentraciones respectivas en comparación con los GWPS y los detalles asociados del CSM, se usan para armar la lista de alternativas correctivas, viables, consideradas en este CMA.

## 2.5 NATURALEZA Y ALCANCE DE LOS IMPACTOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

AES-PR inició una investigación de naturaleza y extensión (N&E) según lo requerido por la Norma de CCR en mayo de 2019, mediante la contratación de DNA para instalar dos (2) piezómetros temporales inmediatamente al norte y al este del Área de almacenamiento y nueve (9) pozos de monitorización temporal (Pozos N&E) con tres (TW-101, TW-102 y TW-103) en línea con los tres pozos de monitorización aguas abajo en el límite del Área de almacenamiento y seis más hacia abajo a lo largo del límite sur de la propiedad del Sitio. Los pozos de N&E se examinan directamente sobre una arcilla rígida y altamente plástica, que es la capa de confinamiento para el acuífero superior, examinada en la misma zona que los pozos de monitorización del Área de almacenamiento. Los pozos incluyen un área ranurada de 10 pies de longitud con una longitud total que varía entre, aproximadamente, 14 a 25 pies bajo la superficie del terreno (bgs, por sus siglas en inglés). Las mediciones de profundidad del agua recolectadas en los piezómetros y pozos de monitorización como parte de la investigación de N&E confirmaron la dirección general del flujo de agua subterránea del sur a través del Sitio. En el informe de investigación de N&E titulado "Informe de caracterización de aguas subterráneas" se incluye como **Apéndice A**. Las ubicaciones de los piezómetros temporales, las ubicaciones de pozos de monitorización temporales y permanentes se muestran en la **Figura 1-3**.

Además, los resultados analíticos de los pozos de N&E (**Tabla I**) indican que las concentraciones de litio, molibdeno y selenio son limitadas en su extensión. Si bien los resultados analíticos de los pozos de monitorización, directamente adyacentes al Área de almacenamiento indicaron concentraciones de litio, molibdeno y selenio por encima de los GWPS en dos de los tres pozos de N&E, las concentraciones de litio, molibdeno y selenio en pozos de N&E ubicados a menos de 200 pies gradiente abajo y a lo largo del límite sur de la propiedad están muy por debajo del GWPS y en la mayoría de los casos están incluso por debajo de los límites de los informes de laboratorio. En otras palabras, las concentraciones de litio, molibdeno y selenio no están elevadas más allá de los límites de la propiedad de AES-PR.



Representado aquí y mostrado en la **Figura 2-1**, los pozos con concentraciones superiores a los GWPS están marcados en rojo y aquellos debajo de los GWPS están marcados en blanco y negro. Se usaron los resultados analíticos de los pozos de N&E para determinar y evaluar las alternativas de medidas correctivas.

### 3. Evaluación de riesgos y evaluación de exposición

Haley & Aldrich ha preparado un informe de "*Evaluación de riesgos de aguas subterráneas*", como acompañante de este documento de CMA, y se presenta en el **Apéndice B**. Un resumen de este informe también está disponible en la página web de la Norma de CCR de AES- PR [<http://aespuertorico.com/ccr/>] - titulado *Resumen de evaluación de riesgos de aguas subterráneas de Haley & Aldrich*. El propósito del informe de evaluación de riesgos es proporcionar la información necesaria para interpretar y comprender de manera significativa los datos de monitorización de aguas subterráneas recopilados y publicados para el Área de almacenamiento según la Norma de CCR. Además, AES-PR tomó, de manera proactiva, un paso adicional de evaluación de las posibles vías de exposición y transporte de aguas subterráneas hacia aguas superficiales y de exposición en la evaluación de riesgos.

El informe de evaluación de riesgos se completó desarrollando un Modelo Conceptual del Sitio (CSM, por sus siglas en inglés) para identificar el potencial de la exposición humana o ecológica a los componentes que pueden haberse liberado al medio ambiente. El Área de almacenamiento está ubicada en la superficie del suelo y no se extiende hacia el subsuelo o el nivel freático. Los componentes presentes en el AGREMAX™ se pueden disolver en agua infiltrante (de la precipitación y la humectación para el control del polvo) y esos componentes pueden moverse a través del subsuelo y podrían estar presentes en aguas subterráneas poco profundas. Los componentes podrían moverse con el agua subterránea a medida que fluye, generalmente en una dirección gradiente abajo. La dirección general del flujo de agua subterránea en el Sitio es sur/suroeste hacia el Puerto de Las Mareas.

El agua subterránea se mueve lentamente a través de la roca y suelos bajo la superficie. Al igual que el agua superficial, también se mueve de áreas de alta elevación hacia áreas de baja elevación y puede desplazarse hacia aguas superficiales adyacentes. Cualquier posible liberación de componentes a las aguas subterráneas proveniente de sitios industriales adyacentes, o desde AES-PR, estará limitada en su extensión por la dirección del flujo de las aguas subterráneas y no afectará a áreas tierra adentro.

No hay usuarios, en el sitio, de aguas subterráneas poco profundas, adyacentes a AES-PR. Como se discutió en la **Sección 2.3** anterior, el CPCPRC está bajo acciones correctivas supervisados por la USEPA. CPCPRC llevó a cabo una investigación privada de pozos como parte de una caracterización de riesgo en toda la propiedad (CPCPRC, 2007) inmediatamente al este de las instalaciones de AES-PR. Como se documentó en el *Informe de Caracterización de Riesgos (Risk Characterization Report) de CPCPRC de 2007*, hay algunas comunidades designadas por el censo y pueblos más pequeños cerca de las instalaciones de CPCPRC y AES-PR (Guayama, Quebrada, Corazón, Jobos y Puerto Jobos y Barrancas); sin embargo, ninguna de estas comunidades se considera aguas abajo (es decir, al sur de AES-PR y CPCPRC) y, por lo tanto, no se verían afectadas por el agua subterránea de ninguna de las instalaciones. Las Mareas es la única comunidad aguas abajo de CPCPRC y potencialmente de AES-PR, y de acuerdo con el *Informe de Caracterización de Riesgos de CPCPRC de 2007*, las casas en Las Mareas obtienen agua potable de una tubería pública de agua potable y no se encontraron pozos privados en el área. El Informe de CPCPRC de 2007 tampoco encontró pozos domésticos construidos cerca de las instalaciones de CPCPRC.

Por lo tanto, con respecto a las aguas subterráneas poco profundas, no hay usuarios de aguas subterráneas cerca de la instalación de AES-PR. La profundidad de las aguas subterráneas en esta área es de aproximadamente 10 pies, por lo tanto, es poco probable el contacto con las aguas subterráneas durante un evento de construcción/excavación a corto plazo.

Los datos analíticos de las muestras recolectadas de los pozos de monitorización de aguas subterráneas y el Puerto de Las Mareas se han incluido en la evaluación de riesgos. Las muestras han sido analizadas en busca de componentes comúnmente asociados con los CCR. Sin embargo, la USEPA reconoce que todos estos

componentes también pueden ocurrir naturalmente y pueden encontrarse en rocas, suelos, aguas y sedimentos; por lo tanto, es necesario entender cuáles son los niveles de trasfondo que se dan de forma natural para estos componentes. La Norma de CCR requiere muestreo y análisis de aguas subterráneas gradiente arriba o de trasfondo, solo por esta razón. Las muestras de agua subterránea también se analizaron en busca de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles para evaluar los impactos de las aguas subterráneas en AES-PR, desde la propiedad contigua CPCPRC hacia el este, como se discutió anteriormente.

Para responder a la pregunta, “¿Las concentraciones de componentes son lo suficientemente altas como para causar un efecto tóxico?”, se utilizaron niveles de detección basados en el riesgo para la salud para la comparación con los datos. De los datos de aguas subterráneas recopilados, la mayoría (94 %) están por debajo de las GWPS, es decir, por debajo de los estándares de agua potable. No hay exposición directa al agua subterránea por parte de receptores humanos o ecológicos.

Los resultados de las aguas subterráneas de los pozos de monitorización de la Norma de CCR también se compararon con los niveles de detección ecológica para aguas superficiales. Todos los resultados están por debajo de los niveles de detección ecológica, con la excepción de los resultados del selenio para MW-3, que se encuentra inmediatamente aguas abajo del Área de almacenamiento (véase la **Tabla 8** en el **Apéndice B**). Se pueden hacer dos observaciones importantes para la comparación de los resultados analíticos de la investigación de N&E (datos presentados al final de la **Tabla I**). Solo dos de los pozos (TW-102 y TW-103) tienen una concentración de selenio por encima del nivel de detección ecológica, y ambos pozos también están inmediatamente aguas abajo del Área de almacenamiento (véase la **Figura 2-1**). Todas las concentraciones de componentes en los pozos de N&E adicionales ubicados a menos de 200 pies aguas abajo al Área de almacenamiento, en el límite de la propiedad, están por debajo de los niveles de detección ecológica.

Hay un área pantanosa estrecha entre el Área de almacenamiento y el límite de la propiedad. Si bien las aguas subterráneas pueden tener algún componente de flujo en el área pantanosa, el nivel de detección ecológica para el selenio se basa en la reproducción de los peces, y ese tipo de exposición no es aplicable a un área pantanosa. Los resultados del pozo N&E indican que los componentes en el agua subterránea no se están moviendo fuera de la propiedad del Sitio a concentraciones superiores a las GWPS o superiores a los niveles de detección ecológica. Las aguas superficiales más cercanas aguas abajo es el Puerto de Las Mareas.

La muestra del Puerto de Las Mareas se comparó con los niveles de detección recreativa para la salud humana basados en el riesgo, con los niveles de detección ecológica y con los resultados de agua de mar disponibles en la literatura científica. No hay resultados analíticos para la muestra del Puerto de Las Mareas que estén por encima de los niveles de detección ecológica marina y, con la excepción del arsénico, no hay resultados analíticos por encima del nivel de detección en el ámbito de la salud y la recreación; sin embargo, las concentraciones de arsénico son comparables a las concentraciones de agua de mar en todo el mundo (de hecho, las concentraciones de arsénico en el agua de mar en todo el mundo están por encima del nivel de detección recreativa de salud humana). Por lo tanto, los resultados del Puerto de Las Mareas no muestran evidencia del impacto de los componentes derivados de AES-PR. Esto es importante porque la ausencia de concentraciones por encima de los niveles de detección basados en el riesgo significa que no hay una vía de exposición significativa.

Además, se obtuvo un factor de atenuación y dilución de aguas superficiales (SW-DAF, por sus siglas en inglés) para las aguas subterráneas que pueden fluir hacia el Mar Caribe en el Puerto de Las Mareas; el SW-DAF calculado de forma conservadora es 1.300 (un valor sin unidades). Cuando el SW-DAF se aplica al nivel de detección más bajo basado en el riesgo conservador para aguas superficiales marinas, los resultados indican que las concentraciones de agua subterránea en el Área de almacenamiento podrían ser de un orden o mayor de magnitud antes de que se produzca un impacto adverso en el Puerto de Las Mareas.

Más importante aún, los resultados analíticos de los pozos de monitorización de agua subterránea de N&E ubicados en el límite de la propiedad, a menos de 200 pies aguas abajo de los pozos de la Norma de CCR, los cuales están ubicados directamente adyacentes al Área de almacenamiento, demuestra que no hay concentraciones de componentes SSL por encima de las GWPS en estos pozos. En otras palabras, las concentraciones de litio, molibdeno y selenio no están elevadas más allá de los límites de la propiedad de AES-PR.

Esta evaluación demuestra que los impactos del Área de almacenamiento son limitados y no se extienden más allá de los límites de la propiedad de AES-PR. No hay impacto en el agua potable y no hay evidencia de impacto en la salud humana o medio ambiente. No hay usuarios aguas abajo de aguas subterráneas como agua potable, por lo tanto, no hay impacto en el agua potable. El Puerto de Las Mareas no muestra impactos. No hay exposición a los componentes derivados de la CCR detectados en las aguas subterráneas en la instalación de AES-PR, ya sea a través del uso de aguas subterráneas o superficiales. Incluso para los muy pocos resultados que pueden estar por encima de los valores de detección para algunos de los eventos de muestreo, no existe una vía completa de exposición al agua subterránea para el agua potable. Donde no hay exposición, no hay riesgo.

Por lo tanto, debido a que actualmente no existe un riesgo adverso, cualquiera de las soluciones consideradas en el presente CMA protege completamente la salud humana y el medio ambiente, y la implementación de cualquiera de las alternativas de solución no resultará en una reducción significativa del riesgo de exposición o riesgo relacionado con el agua subterránea.

## 4. Alternativas de medidas correctivas

### 4.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS

Como se señala en la Sección 257.96(a), dentro de los 90 días posteriores a la detección de los SSL del Apéndice IV: "El propietario u operador deben iniciar una evaluación de las medidas correctivas para evitar nuevas emisiones, remediar cualquier emisión y restaurar el área afectada a las condiciones originales". La evaluación de medidas correctivas que se discute a continuación y en las secciones posteriores proporciona un análisis de la efectividad de cinco medidas correctivas potenciales para cumplir con los requisitos y objetivos de las soluciones como se describe en la Sección 257.97 (también se muestra en la **Tabla II**). Se consideraron alternativas correctivas adicionales, pero se determinó que no eran viables para remediar el agua subterránea en el Área de almacenamiento. Al cumplir con estos requisitos, esta evaluación también cumple con los requisitos promulgados en la Sección 257.96 para los criterios de equilibrio (proporcionados con más detalle en la **Sección 1.3**) que incluye una evaluación de:

- El rendimiento, la confiabilidad, la facilidad de implementación y los posibles impactos de las soluciones potenciales apropiadas, incluidos los impactos de seguridad, los impactos cruzados y el control de la exposición a la contaminación residual.
- El tiempo requerido para completar la solución; y
- Los requisitos institucionales, tales como requisitos de permisos estatales o locales u otros requisitos ambientales o de salud pública que pueden afectar sustancialmente la implementación de la solución.

Los criterios enumerados anteriormente se incluyen en los criterios de equilibrio considerados durante la evaluación de medidas correctivas, descritas en la **Sección 5**.

### 4.2 DESTINO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y MODELACIÓN DEL TRANSPORTE

Las aguas subterráneas en el Sitio se modelaron utilizando *Groundwater Vista Versión 7* para el flujo y el transporte de solutos. El modelo se construyó y calibró, y se ejecutaron simulaciones posteriores para evaluar alternativas de solución para los componentes del Apéndice IV por encima de las GWPS. Se utilizaron parámetros específicos del Sitio (es decir, elevaciones de agua subterránea y conductividad hidráulica) para la preparación del modelo. Se utilizó *MODFLOW 2005*, un solucionador tridimensional de diferencias finitas, para la estimación del flujo de agua subterránea. Las elevaciones modeladas de aguas subterráneas se compararon con los valores observados en la red de pozos en el sitio para lograr una calibración de menos del 10 % de la media de la raíz escalada al cuadrado de los niveles de agua medidos. Una vez que se calibró el flujo de agua subterránea en el modelo, se completó el transporte de solutos utilizando *MT3DMS*, un programa de modelado de transporte de solutos tridimensional. Los parámetros que afectan el transporte, como la advección, difusión, dispersión y adsorción, se utilizan dentro del paquete *MT3DMS* para estimar el transporte de solutos dentro del dominio del modelo.

Se utilizaron los modelos de flujo calibrado para simular las diferentes alternativas de descontaminación y los efectos que tienen sobre la calidad del agua subterránea a través del tiempo. Estas simulaciones se incorporan a la discusión sobre las alternativas de descontaminación proporcionadas a continuación.

### 4.3 ALTERNATIVAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS

Las medidas correctivas se consideran completas cuando las concentraciones de componentes en el agua subterránea impactada por el Área de almacenamiento ya no estén por encima de los GWPS del Apéndice IV durante tres años consecutivos de monitorización del agua subterránea. En conformidad

con la Sección 257.97, las medidas correctivas para aguas subterráneas que se están considerando deben cumplir, como mínimo, los siguientes criterios de umbral (proporcionados con más detalle en la **Sección 1.3**):

1. Proteger la salud humana y el medio ambiente;
2. Alcanzar los GWPS según lo especificado de conformidad con la Sección 257.95(h);
3. Controlar la(s) fuente(s) de emisiones para reducir o eliminar, en la mayor medida posible, nuevas emisiones de componentes del apéndice IV de esta parte al medio ambiente;
4. Eliminar del medio ambiente la mayor cantidad posible de material contaminado que haya sido liberado por la unidad de CCR, teniendo en cuenta factores como evitar perturbaciones inapropiadas de ecosistemas sensibles; y
5. Cumplir con las normas (regulaciones) para el manejo de desechos como se especifica en la Sección 257.98(d).

Cada una de las alternativas correctivas reunidas en esta CMA cumple los requisitos de los criterios de umbral enumerados anteriormente.

Cada una de las cinco alternativas correctivas asume la operación continua del Área de almacenamiento.

#### **4.3.1 Alternativa 1: Evitar el contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento (“Liner”) sintético y emplear Atenuación Natural Monitorizada (MNA)**

Esta alternativa implica la prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento o “Liner” sintético en el Área de almacenamiento. El tratamiento pasivo de las aguas subterráneas se produciría a través de procesos geoquímicos naturales que reducirían las concentraciones de componentes derivados de la CCR en las aguas subterráneas, lo que se conoce como Atenuación Natural Monitorizada, o MNA, por sus siglas en inglés. Esta alternativa de revestimiento evitaría la posible liberación de componentes de la CCR en el futuro durante el uso continuo del Área de almacenamiento.

Como se indicó, el revestimiento del Área de almacenamiento reduciría la infiltración del agua superficial a las aguas subterráneas, aislando así el material fuente. El volumen de AGREMAX™ se reduciría para permitir la instalación del revestimiento en dos fases. Todo el contacto de AGREMAX™ con el suelo se eliminaría, ya que ningún AGREMAX™ permanecería en contacto con el suelo después de la instalación del revestimiento. La instalación del revestimiento puede completarse de manera segura, en conformidad con las regulaciones federales y estatales aplicables, y protegiendo la salud pública y el medio ambiente. El revestimiento sería un sistema sintético/compuesto que constaría (de abajo hacia arriba) de un revestimiento geosintético de arcilla (GCL, por sus siglas en inglés) superpuesta con una geomembrana, una capa de drenaje geocompuesto, una capa protectora, y por último, una capa de tinte<sup>4</sup>. Se espera que la instalación del revestimiento se complete en dos fases. La Fase 1 implicaría revestir la mitad del Área de almacenamiento y requeriría la eliminación de todo AGREMAX™ de esa mitad del área mientras que el producto permanecería en el área de la Fase 2. Durante la instalación del revestimiento de la Fase 2, el AGREMAX™ restante se movería al área de la Fase 1 completada/revestida. El revestimiento se instalaría dentro del espacio ocupado actual del Área de preparación. Después de la instalación del revestimiento, AGREMAX™ podría administrarse en cualquier lugar dentro del Área de preparación cubierta.

La MNA es una tecnología de recuperación viable reconocida por las agencias reguladoras estatales y federales que es aplicable a los compuestos inorgánicos en las aguas subterráneas. La USEPA define la MNA como “la dependencia de los procesos de atenuación natural para lograr los objetivos de solución específicos del sitio dentro de un marco de tiempo razonable en comparación con el que ofrecen otros métodos más activos”. Los “procesos de atenuación naturales” que se utilizan en este tipo de solución incluyen una variedad de procesos físicos, químicos, o biológicos que, en condiciones favorables, actúan sin

<sup>4</sup> La capa de tinte se usa para alertar a los trabajadores en el área que no debe ocurrir movimiento de material o excavación debajo de la capa de tinte para mantener la integridad del sistema de revestimiento.

intervención humana para reducir la masa, la toxicidad, la movilidad, el volumen o la concentración de contaminantes en el suelo o las aguas subterráneas. Estos procesos en el sitio pueden incluir biodegradación; dispersión; dilución; sorción; volatilización; desintegración radioactiva; y estabilización química o biológica, transformación o destrucción de contaminantes dependiendo del componente (USEPA, 2015). Cuando se combina con la prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo y la instalación de un revestimiento sintético para abordar la fuente al limitar la infiltración de precipitación en y a través de los CCR, la MNA puede reducir las concentraciones de litio, molibdeno y selenio en las aguas subterráneas en el Área de almacenamiento.

#### **4.3.2 Alternativa 2: Contención hidráulica de aguas subterráneas mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento**

Esta alternativa implica el bombeo a largo plazo aguas abajo de aguas subterráneas para controlar hidráulicamente la migración de los componentes del Apéndice IV en aguas subterráneas, con el tratamiento del efluente del sistema de bombeo en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta existente y la MNA para aguas subterráneas del Área de almacenamiento. Esta alternativa se basaría estrictamente en pozos de bombeo de aguas subterráneas para controlar la migración gradiente abajo de los componentes del Apéndice IV en las aguas subterráneas. Las aguas subterráneas bombeadas para mantener el control hidráulico se canalizarían al sistema de tratamiento de ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés) de la planta existente. Según la revisión de las especificaciones del sistema proporcionadas por AES-PR y el informe del personal de AES-PR, el sistema de RO primario actualmente no está en uso y podría proporcionar capacidad de tratamiento necesaria con algunas tuberías y modificaciones limitadas en el sistema.

La implementación de un sistema de contención hidráulica (HC, por sus siglas en inglés) requeriría un esfuerzo de diseño detallado con pruebas a escala para verificar el tratamiento de aguas subterráneas por el sistema de tratamiento existente. Se necesitarían pruebas piloto, tales como pruebas de bombeo y modelación adicional de aguas subterráneas, para verificar la zona de captura hidráulica.

Después de la instalación de la red de pozos de bombeo de aguas subterráneas, la conexión al sistema de tratamiento de RO existente, AES-PR implementaría actividades que incluyen la O&M (operación y mantenimiento) del sistema de HC, el muestreo de agua subterránea a largo plazo para monitorizar el desempeño del sistema de HC y MNA, y monitorizar el desempeño del sistema de tratamiento de agua.

#### **4.3.3 Alternativa 3: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación**

Esta alternativa implica el bombeo a largo plazo de agua subterránea para controlar hidráulicamente la migración gradiente abajo de los componentes del Apéndice IV en el agua subterránea, con descarga directa del efluente del sistema de bombeo al estanque de escorrentía de la pila de carbón y MNA para el agua subterránea del área de almacenamiento aguas abajo. El agua subterránea que se bombea para mantener el control hidráulico se transportaría al estanque de escorrentía de la pila de carbón o se usaría para la supresión de polvo de AGREMAX™ (no se ha programado ningún tratamiento adicional para esta alternativa).

La instalación de un sistema de HC requeriría un esfuerzo de diseño detallado con pruebas piloto, tales como pruebas de bombeo y modelado adicional de agua subterránea, para verificar la zona de captura hidráulica. Después de la instalación de la red de pozos de bombeo de agua subterránea y las tuberías asociadas, AES-PR iniciaría actividades que incluyen operación y mantenimiento (Operations and Maintenance, O&M) del sistema de contención hidráulica (Hydraulic Containment, HC), muestreo de agua subterránea a largo plazo para el control del rendimiento del sistema de HC y atenuación natural

monitorizada (Monitored Natural Attenuation, MNA) y control de elevación de agua subterránea a largo plazo para confirmar el rendimiento del sistema de HC.

#### **4.3.4 Alternativa 4: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento**

Esta alternativa implica la instalación de una barrera de baja permeabilidad y el bombeo a largo plazo de agua subterránea para controlar hidráulicamente la migración de los componentes del Apéndice IV en las aguas subterráneas, con tratamiento de efluentes del sistema de bombeo en el sistema existente de tratamiento de agua de la planta y MNA para agua subterránea del área de almacenamiento aguas abajo. Esta alternativa se basaría en una combinación de una barrera parcial, encajada en la capa de arcilla subyacente, y los pozos de bombeo de agua subterránea gradiente arriba de la barrera para controlar la migración aguas abajo de los componentes del Apéndice IV en el agua subterránea. El agua subterránea que se bombea para mantener el control hidráulico se canalizaría al sistema existente de tratamiento de osmosis inversa (Reverse Osmosis, RO).

La implantación de un sistema de HC requeriría un esfuerzo de diseño detallado con pruebas a escala para verificar el tratamiento de agua subterránea por la instalación de tratamiento existente. Se necesitarían pruebas piloto, tales como pruebas de bombeo y modelos adicionales de agua subterránea, para verificar la zona de captura hidráulica. También se requeriría un diseño detallado para la barrera.

Después de la instalación de la red de pozos de bombeo de agua subterránea, la conexión al sistema de tratamiento de RO existente y la instalación de la barrera, AES-PR ejecutaría actividades que incluyen la O&M del sistema de HC, el muestreo de agua subterránea a largo plazo para controlar el desempeño del sistema de HC y MNA y el control del desempeño del sistema de tratamiento de agua.

#### **4.3.5 Alternativa 5: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación**

Esta alternativa implica la instalación de una barrera de baja permeabilidad y el bombeo a largo plazo de aguas subterráneas para controlar hidráulicamente la migración de los componentes del Apéndice IV en aguas subterráneas y MNA para aguas subterráneas gradiente abajo del área de almacenamiento. Esta alternativa se basaría en una combinación de una barrera parcial, encajada en la capa de arcilla subyacente, y los pozos de bombeo de aguas subterráneas gradiente arriba de la barrera para controlar la migración aguas abajo de los componentes del Apéndice IV en agua subterránea. El agua subterránea que se bombea para mantener el control hidráulico se transportaría al estanque de escorrentía de la pila de carbón o se usaría para la supresión de polvo de AGREMAX™ (al igual que en la Alternativa 3, no se ha programado ningún tratamiento adicional).

La implantación de un sistema de HC requeriría un esfuerzo de diseño detallado con pruebas piloto, tales como pruebas de bombeo y modelado adicional de aguas subterráneas, para verificar la zona de captura hidráulica. También se requeriría un diseño detallado para la barrera. Después de la instalación de la red de pozos de bombeo de aguas subterráneas, las tuberías asociadas y la barrera, AES-PR ejecutaría actividades que incluyen la O&M del sistema de HC y el control de elevación de aguas subterráneas a largo plazo para confirmar el rendimiento del sistema de HC.

## 5. Comparación de medidas correctivas alternativas

El propósito de esta sección es evaluar, comparar y clasificar las cinco alternativas de medidas correctivas utilizando los criterios de equilibrio descritos en la Sección 257.97.

### 5.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN / EQUILIBRIO

De acuerdo con la Sección 257.97, las alternativas correctivas que satisfacen los criterios de umbral se comparan con cuatro criterios de equilibrio (evaluación). Los criterios de equilibrio permiten realizar un análisis comparativo de las medidas correctivas, para así informar la selección final. Los cuatro criterios de equilibrio incluyen lo siguiente (presentado con más detalle en la **Sección 1.3**):

1. La efectividad y protección a largo y corto plazo de las soluciones potenciales y el grado de certeza de su éxito;
2. La efectividad de la solución en el control de la fuente para reducir nuevas emisiones;
3. La facilidad o dificultad de implementar una solución potencial; y
4. El grado en que las inquietudes de la comunidad se abordan con la solución potencial.

Se considerará el grado en que las soluciones potenciales abordan las inquietudes de la comunidad después de realizar una sesión de información pública para discutir los resultados de la evaluación de medidas correctivas con las partes interesadas y afectadas, la cual se llevará a cabo al menos 30 días antes de la selección de la solución de acuerdo con la Sección 257.96 (e).

### 5.2 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Esta sección compara las alternativas entre sí en función de la evaluación de los criterios de equilibrio que se enumeraron anteriormente. Los criterios de equilibrio constan de varios subcriterios que se enumeran en la Regla de Residuos de Combustión de Carbón (Coal Combustion Residuals, CCR) (descrita con más detalle en la **Sección 1.3**), los cuales se consideran en esta evaluación. El objetivo de este análisis es evaluar las alternativas según los siguientes aspectos: si son tecnológicamente factibles, relevantes y de fácil implantación; si proporcionan protección adecuada para la salud humana y el medio ambiente y si minimizan los impactos a la comunidad en comparación con las otras alternativas. En la **Tabla III** se proporciona un resumen de las alternativas correctivas.

Se proporciona una gráfica dentro de cada subsección a continuación para aportar un recurso visual de la favorabilidad de las alternativas, en la que el verde representa "la más favorable", el amarillo representa "menos favorable" y el rojo representa "la menos favorable".

En las cinco alternativas correctivas que aquí se evalúan, se asume la operación continua del área de almacenamiento. Además, los resultados analíticos de los pozos de naturaleza y alcance (Nature and Extent, N&E) (**Tabla I**) indican que las concentraciones de litio, molibdeno y selenio tienen extensión limitada y, de hecho, no se extienden al límite sur de la propiedad.

#### 5.2.1 Criterio de equilibrio 1: la efectividad y protección a largo y corto plazo de la solución potencial, junto con el grado de certeza de que tendrá éxito.

Este criterio de equilibrio considera los siguientes subcriterios relacionados con la efectividad a largo y corto plazo de la solución y su éxito anticipado.

### 5.2.1.1 Magnitud de reducción de riesgos existentes

Tal como se resume en la **Sección 3** y confirman los resultados de la evaluación de N&E, el área de almacenamiento no representa ningún riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, las alternativas correctivas que se consideraron no son necesarias para reducir el supuesto riesgo que representan los componentes del Apéndice IV en el agua subterránea, en virtud de que no existe tal riesgo adverso. Sin embargo, se pueden plantear otros tipos de impactos y riesgos (por ejemplo, el riesgo de aplicación de las soluciones a veces denominado “riesgo de solución”) mediante la implantación de las alternativas correctivas aquí consideradas.

En las cinco alternativas correctivas que se evalúan aquí, se asume la operación continua del área de almacenamiento. Las actividades asociadas con la Alternativa 1 (prevención del contacto del suelo con el AGREMAX™, revestimiento subsiguiente del área de almacenamiento para la colocación de material en el futuro, combinado con MNA) son rutinarias y consistentes con las prácticas actuales. Por lo tanto, las alternativas se consideran equivalentes con respecto al riesgo de solución.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio i) Magnitud de la reducción de riesgos					

### 5.2.1.2 Magnitud de los riesgos residuales con respecto a la probabilidad de nuevas emisiones debido a los CCR remanentes después de la implantación de una solución.

La alternativa 1 (revestimiento con MNA) tiene el menor riesgo residual a largo plazo, ya que la prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo elimina la fuente y el revestimiento del área de almacenamiento con un sistema de revestimiento sintético que reduce la probabilidad de emisiones futuras en el agua subterránea. Por lo tanto, se considera la Alternativa 1 como la más favorable. Para las Alternativas 2 y 3 (HC con y sin tratamiento en sitio, respectivamente), los componentes del Apéndice IV en fase disuelta en el agua subterránea se abordan mediante contención hidráulica y MNA, mientras que las Alternativas 4 y 5 (HC con barrera, con y sin tratamiento en sitio, respectivamente y MNA) incorporan el uso de una barrera subsuperficial para impedir aún más la migración de agua subterránea gradiente abajo y evitar la intrusión de agua salada. Dado que las alternativas 2 a 5 no eliminan la fuente y no incluyen el uso de un revestimiento de baja permeabilidad para aislar el área de almacenamiento en el futuro, existe un riesgo residual ligeramente mayor de continuar las emisiones, por lo que estas cuatro alternativas se consideran menos favorables que la Alternativa 1.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio ii) Magnitud del riesgo residual en términos de probabilidad de emisión adicional					

**5.2.1.3 El tipo y grado de manejo requerido a largo plazo, incluyendo el seguimiento, la operación y el mantenimiento.**

La alternativa 1 (revestimiento con MNA) es la alternativa más favorable con respecto a este criterio porque requiere la menor cantidad de gestión a largo plazo y no involucra sistemas mecánicos como parte de la solución. Las alternativas 2 a 5, que incluyen contención hidráulica activa, son menos favorables ya que requieren sistemas mecánicos (bombas de pozo o sistema de tratamiento) a largo plazo hasta alcanzar los GWPS.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio iii) Tipo y grado de gestión que se requiere a largo plazo.					

**5.2.1.4 Los riesgos a corto plazo que podrían presentarse a la comunidad o al medio ambiente durante la implementación de tal solución.**

En las cinco alternativas correctivas que se evalúan aquí se asume la operación continua del área de almacenamiento. Por lo tanto, en relación con los riesgos a corto plazo para la comunidad o el medio ambiente, todas las alternativas se consideran equivalentes.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio iv) Riesgo a corto plazo para la comunidad o el medio ambiente durante la aplicación.					

**5.2.1.5 Tiempo hasta lograr la protección total**

No existe una vía completa de exposición al agua subterránea para el agua potable. Donde no hay exposición, no hay riesgo. Por lo tanto, ya se logró la protección. Las alternativas 2 a 5 incluyen contención hidráulica y se anticipa que tardarán un periodo similar hasta que la atenuación natural y el bombeo activo reduzcan los componentes del Apéndice IV para las concentraciones de los GWPS. Se consideran estas cuatro alternativas igualmente favorables debido a los plazos de tiempo similares. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) se considera menos favorable ya que se prevé que tardará un poco más que las alternativas 2 a 5 para lograr los GWPS.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio v) Tiempo hasta lograr la protección total					

**5.2.1.6** *Potencial de exposición de humanos y receptores ambientales a los desechos restantes, considerando la amenaza potencial para la salud humana y el medio ambiente asociados con la excavación, el transporte, la eliminación o la contención.*

Las alternativas 1 (revestimiento con MNA), 3 (HC sin tratamiento) y 5 (HC sin tratamiento, y con barrera) tienen un potencial mínimo y similar de exposición a humanos y receptores ambientales durante la instalación del sistema de pozos de monitoreo y la instalación de la barrera o el sistema de HC, respectivamente. No se utiliza tratamiento de agua subterránea para las alternativas 3 y 5, por lo que no se produce un flujo de residuos concentrado y media de tratamiento usada. Estas tres alternativas se consideran las más favorables en relación con la exposición potencial de humanos y receptores ambientales.

Las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 4 (HC con tratamiento y barrera) se consideran menos favorables, dado que generarán un flujo de residuos concentrados y es posible que los medios de tratamiento/filtración gastados tengan que transportarse fuera de la planta para su eliminación, lo que crea un potencial de exposición durante el periodo de operación.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio vi) Potencial de exposición de humanos y receptores ambientales a los desechos restantes					

**5.2.1.7** *Fiabilidad a largo plazo de los controles de ingeniería e institucionales.*

La alternativa 1 (revestimiento con MNA) incluye el revestimiento del área de almacenamiento y el monitoreo a largo plazo, los cuales son métodos comunes para el manejo de residuos a largo plazo. La contención hidráulica (Alternativas 2 a 5) se considera una tecnología probada y tendría alta fiabilidad a largo plazo, pero depende de sistemas mecánicos para lograr los GWPS. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) se considera la más favorable porque no necesitaría operación y mantenimiento (O&M) adicionales a las que ya están en curso, aparte del muestreo periódico de aguas subterráneas y la verificación de la disminución de concentraciones ya que el sistema de revestimiento es una tecnología confiable.

Las alternativas 4 (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento y con barrera) se consideran confiables, pero menos favorables en comparación con la Alternativa 1, dado que ambas dependen de sistemas mecánicos como bombas, tuberías, etc. Las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se consideran las menos favorables, ya que ambas dependen de sistemas mecánicos para operar y presentan incertidumbre, dado que no incluyen una barrera para mejorar la eficiencia del bombeo y evitar la intrusión de agua salada en los pozos de bombeo. La intrusión de agua salada en los pozos de bombeo no solo crearía problemas de corrosión, sino que también reduciría la fiabilidad/operabilidad del sistema de tratamiento (alternativa 2) o la capacidad de descargar directamente el efluente de bombeo (alternativa 3) al estanque de escorrentía de la pila de carbón.

Para todas las alternativas, los controles institucionales, como el registro de un convenio ambiental que restrinja el uso del agua subterránea, pueden ser implantados fácilmente porque el área de almacenamiento de AGREMAX™ está ubicada en una propiedad de AES.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterio vii) Fiabilidad a largo plazo de los controles de ingeniería e institucionales.					

### 5.2.1.8 Posible necesidad de reemplazo de la solución

Se considera permanente la prevención del contacto del AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético en el área de almacenamiento (Alternativa 1) y se espera que sea efectiva. Además, el revestimiento del área de almacenamiento aislará el AGREMAX™ del agua subterránea en el futuro, por lo que se considera la alternativa 1 como la más favorable.

Las alternativas 2 y 3 (HC con y sin tratamiento, respectivamente) se consideran las menos favorables dado que dependen del bombeo de agua subterránea para lograr los GWPS y los pozos de bombeo pueden ser susceptibles a la intrusión de agua salada. Las alternativas 4 y 5 (HC con y sin tratamiento, respectivamente, más una barrera) incluyen una tecnología de remediación secundaria para contener el agua subterránea y reducir la probabilidad de intrusión de agua salada, por lo que se consideran más favorables que las alternativas 2 y 3, pero menos favorables que la alternativa 1 (revestimiento con MNA).

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 1 - Subcriterios viii) Posible necesidad de reemplazar la solución					

### 5.2.1.9 Resumen de criterios de efectividad y protección a largo y corto plazo

La siguiente gráfica muestra un resumen de la efectividad y protección a largo y corto plazo de la solución potencial y el grado de certeza de su éxito. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) es la más favorable. Todas las alternativas tienen un periodo de tiempo similar para cumplir con los GWPS. La alternativa 1 tiene un periodo de tiempo un poco más largo que las alternativas 2 a 5, en virtud de que incluye el bombeo activo. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) no incluye tecnología de tratamiento adicional aparte de la MNA y, por lo tanto, los requisitos de manejo a largo plazo son mínimos. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) no se basa en sistemas mecánicos aparte del revestimiento de baja permeabilidad. Las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 4 (HC con tratamiento y barrera) proporcionan tratamiento de agua subterránea, pero requieren operación y mantenimiento adicionales a largo plazo y generarán un flujo secundario de desechos. Las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se consideran las menos favorables, ya que la fiabilidad a largo plazo es incierta debido a la ausencia de una barrera y tienen mayor potencial de necesitar reemplazo.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<b>CATEGORÍA 1</b> Efectividad, protección y certeza de éxito a largo y corto plazo					

## 5.2.2 Criterio de equilibrio 2: la eficacia de la solución en el control de la fuente para la reducción de nuevas emisiones

Este criterio de equilibrio considera la capacidad de la solución para controlar una emisión futura y la extensión en la que se necesitarán las tecnologías de tratamiento.

### 5.2.2.1 La medida en que las prácticas de contención reducirán las emisiones adicionales.

En el caso de la alternativa 1, la instalación del sistema de revestimiento minimizará la infiltración de la precipitación y disminuirá o evitará el flujo de componentes del Apéndice IV al agua subterránea creando una barrera física en el futuro. Se espera que el periodo de construcción para colocar el revestimiento sea a corto plazo. Se espera que las alternativas 4 y 5 (HC con tratamiento y sin tratamiento, respectivamente y barrera) controlen eficazmente la migración gradiente debajo de las aguas subterráneas a través del bombeo y la barrera de baja permeabilidad subsuperficial. Estas tres alternativas (alternativas 1, 4 y 5) se consideran las más favorables para disminuir nuevas emisiones.

Las alternativas 2 y 3 (HC con tratamiento y sin tratamiento, respectivamente) se consideran las menos favorables ya que se basan únicamente en el bombeo de aguas subterráneas. Sin una barrera, la capacidad de controlar la migración gradiente abajo de las aguas subterráneas y evitar la intrusión de agua salada es menos segura.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<i>(Categoría 2 - Subcriterio i)</i> El Alcance en que las prácticas de contención reducirán las emisiones adicionales.					

### 5.2.2.2 El alcance en que se pueden utilizar las tecnologías de tratamiento.

En el caso de la alternativa 1 (revestimiento con MNA), no se utilizarán tecnologías de tratamiento de agua subterránea, además de la atenuación natural. No se necesitaría operación ni mantenimiento continuos de una tecnología de tratamiento, aparte del seguimiento periódico del agua subterránea. La alternativa 3 (HC sin tratamiento) se basa únicamente en el bombeo de agua subterránea sin tratamiento. Por lo tanto, las alternativas 1 y 3 se consideran las más favorables, ya que los enfoques correctivos son los menos complejos.

Las alternativas 2 (HC con tratamiento), 4, (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento y barrera) utilizan tecnologías adicionales, lo que aumenta la complejidad y dependencia de los controles de ingeniería. Por lo tanto, estas tres alternativas se consideran menos favorables en comparación con las alternativas 1 y 3.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<i>(Categoría 2 - Subcriterio ii)</i> El alcance en que se pueden utilizar las tecnologías de tratamiento.					

### 5.2.2.3 Resumen de la efectividad de la solución para el control de la fuente en la reducción de nuevas emisiones

La gráfica a continuación muestra un resumen de la efectividad de las alternativas correctivas para controlar la fuente en la reducción de nuevas emisiones. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) se considera la más favorable, dado que se espera que la prevención del contacto con el suelo y el aislamiento del AGREMAX™ sea eficaz para controlar las nuevas emisiones y no se basa en la contención activa o la tecnología de tratamiento. Se espera que las alternativas 2 a 5 sean efectivas para controlar la fuente en la reducción de nuevas emisiones, pero las cuatro dependen de sistemas mecánicos y se consideran menos favorables en comparación con la alternativa 1.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<b>CATEGORÍA 2</b> Efectividad para controlar la fuente en la reducción de nuevas emisiones.					

### 5.2.3 Criterio de equilibrio 3: la facilidad o dificultad de implementar una solución potencial

Este criterio de equilibrio considera los desafíos técnicos y logísticos necesarios para implementar una solución, incluyendo consideraciones prácticas como la disponibilidad de equipos y la capacidad de las instalaciones de eliminación.

#### 5.2.3.1 Grado de dificultad asociado con la construcción de la tecnología.

La instalación del sistema de contención hidráulica que se establece en la alternativa 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se considera sencillo y de fácil construcción. La alternativa 2 (HC con tratamiento) utilizará el sistema de tratamiento existente, por lo tanto, no se anticipa ninguna dificultad adicional. Dada la facilidad de construcción, las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se consideran las más favorables.

La instalación del sistema de contención hidráulica que se establece en las Alternativas 4 (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento, con barrera) también se considera sencillo; sin embargo, estas dos alternativas también incluyen la instalación de una barrera subsuperficial de baja permeabilidad. En relación con las alternativas 2 y 3, las alternativas 4 y 5 se consideran menos favorables debido a la complejidad adicional de instalar la barrera.

Si bien la alternativa 1 se considera de fácil construcción, también se considera menos favorable que las alternativas 2 y 3.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<i>(Categoría 3 - Subcriterio 1)</i> Grado de dificultad asociado con la construcción de la tecnología.					

### 5.2.3.2 Fiabilidad operativa esperada para las tecnologías.

La alternativa 1 (revestimiento con MNA) incluye el revestimiento del área de almacenamiento y el monitoreo a largo plazo, los cuales son métodos comunes para el manejo de residuos a largo plazo. La contención hidráulica (alternativas 2 a 5) se considera una tecnología probada y tendría alta fiabilidad a largo plazo, pero depende de sistemas mecánicos para lograr los GWPS. La alternativa 1 (revestimiento con MNA) se considera la más favorable porque no necesitaría O&M en curso adicional, además del muestreo periódico de agua subterránea y la verificación de concentraciones gradiente abajo.

Las alternativas 4 (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento y con barrera) se consideran fiables, pero menos favorables en comparación con la Alternativa 1, dado que ambas dependen de sistemas mecánicos como bombas, tuberías, etc. Las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se consideran las menos favorables, ya que ambas dependen de sistemas mecánicos para operar y presentan incertidumbre, dado que no incluyen una barrera para mejorar la eficiencia del bombeo y evitar la intrusión de agua salada en los pozos de bombeo. La intrusión de agua salada en los pozos de bombeo no solo crearía problemas de corrosión, sino que también reduciría la fiabilidad/operabilidad del sistema de tratamiento (alternativa 2) o la capacidad de descargar directamente el efluente de bombeo (alternativa 3).

Para todas las alternativas, los controles institucionales, como el registro de un convenio ambiental que restringa el uso del agua subterránea, pueden ser implantados fácilmente porque el área de almacenamiento de AGREMAX™ está ubicada en una propiedad de AES.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<i>(Categoría 3 - Subcriterio ii)</i> Fiabilidad operativa esperada para las tecnologías.					

### 5.2.3.3 Necesita coordinarse y obtener las aprobaciones y permisos reglamentarios de otras agencias

Las alternativas 4 (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento y con barrera) se consideran las más favorables dado que se espera que la barrera disminuya la velocidad de bombeo de agua subterránea para mantener el control hidráulico. Si bien se requerirán permisos, incluso para la construcción de la barrera, la extracción de agua subterránea se minimizará en la medida de lo posible.

Con respecto a las alternativas 4 y 5, las alternativas 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) se consideran las menos favorables debido a la mayor velocidad de bombeo que necesitarán para mantener el control hidráulico.

La alternativa 1 (revestimiento con MNA) puede requerir permisos para la construcción del sistema de revestimiento. Por lo tanto, en relación con las alternativas 4 y 5, la alternativa 1 también se considera menos favorable.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<i>(Categoría 3 - Subcriterio iii)</i> Necesita coordinarse y obtener las aprobaciones y permisos reglamentarios de otras agencias					

### 5.2.3.4 Disponibilidad de equipos y especialistas necesarios

Para todas las alternativas, el equipo de construcción está fácilmente disponible y no se anticipa la necesidad de especialistas. Por lo tanto, todas las alternativas se consideran igualmente favorables.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 3 - Subcriterio iv) Disponibilidad de equipos y especialistas necesarios					

### 5.2.3.5 Capacidad disponible y ubicación de los servicios necesarios de tratamiento, almacenamiento y eliminación.

Las alternativas 2 a 5, que incluyen la contención hidráulica, se consideran como las más favorables, dado que el área de almacenamiento de AGREMAX™ continúa funcionando sin modificaciones ni interrupciones. El efluente del pozo de bombeo será descargado en el estanque de escorrentía de la pila de carbón (alternativas 3 y 5) o se tratará en sitio utilizando el sistema de RO existente (alternativas 2 y 4). La alternativa 1 (revestimiento con MNA) se considera la menos favorable ya que requerirá manejo adicional del AGREMAX™ durante la construcción del sistema de revestimiento por fases.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
(Categoría 3 - Subcriterio v) Capacidad disponible y ubicación de los servicios necesarios de tratamiento, almacenamiento y eliminación.					

### 5.2.3.6 Resumen de la facilidad o dificultad de implantación

La siguiente cinta de colores proporciona un resumen de la facilidad o dificultad de implementar cada alternativa. Las alternativas 4 (HC con tratamiento y barrera) y 5 (HC sin tratamiento y con barrera) son las más favorables, mientras que las alternativas 1 (revestimiento con MNA), 2 (HC con tratamiento) y 3 (HC sin tratamiento) son las menos favorables por varios grados de dificultad al implementar la solución.

	<b>Alternativa 1</b> Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de MNA.	<b>Alternativa 2</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Alternativa 3</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación	<b>Alternativa 4</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento	<b>Alternativa 5</b> Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación
<b>CATEGORÍA 3</b> Facilidad de implantación					

## 6. Resumen

Esta evaluación de medidas correctivas ha evaluado las siguientes alternativas:

- Alternativa 1: Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de atenuación natural monitoreada (MNA)
- Alternativa 2: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con tratamiento
- Alternativa 3: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con recirculación
- Alternativa 4: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento
- Alternativa 5: Contención hidráulica de agua subterránea mediante bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación

De acuerdo con la Sección 257.97, se ha confirmado que todas estas alternativas cumplen con los siguientes criterios de umbral:

- Proteger la salud humana y el medio ambiente.
- Lograr los GWPS.
- Controlar la(s) fuente(s) de las emisiones para reducir o eliminar, en la mayor medida posible, nuevas emisiones de componentes de preocupación al medio ambiente.
- Eliminar del medio ambiente la mayor cantidad posible de material contaminado que haya sido liberado por la unidad de CCR, considerando factores como evitar perturbaciones inapropiadas de ecosistemas sensibles.
- Cumplir con los estándares (regulaciones) para el manejo de residuos.

Además, de acuerdo con la Sección 257.96, se ha confirmado que todas las alternativas han sido evaluadas con respecto a los siguientes criterios de equilibrio:

- La efectividad y protección a largo y corto plazo de las soluciones potenciales y el grado de certeza de su éxito;
- La efectividad de la solución en el control de la fuente para reducir nuevas emisiones;
- La facilidad o dificultad de implementar una solución potencial; y
- El grado en que las inquietudes de la comunidad se abordan con la solución potencial.

Se utilizará esta evaluación de medidas correctivas y los aportes recibidos durante el periodo de comentarios públicos para identificar y seleccionar una medida correctiva final para su implantación en el área de almacenamiento de AES-PR.

## Referencias

1. USEPA. 2015a. Final Rule: Disposal of Coal Combustion Residuals (CCRs) for Electric Utilities. 80 FR 21301-21501. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, D.C. Disponible en: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-04-17/pdf/2015-00257.pdf>
2. USEPA. 2015b. Use of Monitored Natural Attenuation for Inorganic Contaminants in Groundwater at Superfund Sites.
3. USEPA. 2018a. Regional Screening Levels. November 2018, values for tapwater. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Disponible en: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>
4. PEI. 2016. Corrective Measures Study Report, Chevron Phillips Chemical, Puerto Rico Core, LLC Guayama, Puerto Rico.
5. USEPA. 2017. Statement of Basis Final Remedy Decision, Chevron Phillips Chemical, Puerto Rico Core, LLC Guayama, Puerto Rico. Número de identificación de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA): PRD991291972.

\\haleyaldrich.com\share\cle\_common\Projects\133136 AES Puerto Rico Agremax Corrective Measures Assessment\CMA Report\Final\Text\2019\_9\_13 AES PR Guayama CMA Final.docx

Registro de revisiones

Fecha	N.º de página	Sección	Descripción	Texto de septiembre 2019	Texto revisado
1 nov 2019	7	2.5	Corrección	Si bien los resultados analíticos de los pozos de monitoreo directamente adyacentes al Área de almacenamiento mostraron concentraciones de litio, molibdeno y selenio superiores a los Estándares de Protección de Aguas Subterráneas (Groundwater Protection Standards, GWPS) en dos de los tres pozos de Naturaleza y Alcance (Nature and Extent, N&E), concentraciones de litio, molibdeno y selenio en pozos de N&E ubicados a solo 100 pies de una pendiente descendente y a lo largo del límite de la propiedad sur, son muy inferiores a los de los GWPS y, en la mayoría de los casos, son incluso inferiores a los límites mostrados en el informe de laboratorio.	Si bien los resultados analíticos de los pozos de monitoreo directamente adyacentes al Área de almacenamiento mostraron concentraciones de litio, molibdeno y selenio superiores a los de los GWPS en dos de los tres pozos de N&E, concentraciones de litio, molibdeno y selenio en pozos de N&E ubicados a menos de 200 pies de una pendiente descendente y a lo largo del límite de la propiedad sur, son muy inferiores a los de los GWPS y, en la mayoría de los casos, son incluso inferiores a los límites mostrados en el informe de laboratorio.
8 nov 2019	Apéndice A		Apéndice A actualizado con versión modificada	Consulte la descripción en el apéndice A modificado: Informe de caracterización de aguas subterráneas. No se requieren revisiones adicionales a la CMA.	
6 dec 2019	i-iii, 1, 10		Descripción General, 1, 1.1, 3	Descripción General, Introducción, Descripción/Antecedentes de la Instalación, Evaluación de Riesgos y Evaluación de Exposición	Se añadió texto que fue omitido debido a un error de formateo y se hizo una corrección ortográfica

## **TABLAS**

**TABLA I**  
**RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUA SUBTERRÁNEA - APÉNDICE IV COMPONENTES**  
 EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
 AES PUERTO RICO - ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE  
 AGREMAX, GUAYAMA, PUERTO RICO

IDENTIFICACIÓN DE POZO	Evento	GWPS	0,006	0,010	2	0,004	0,005	0,1	0,006	4	0,015	0,040	0,002	0,100	0,05	0,002	5
		Fecha del muestreo	Antimonio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Berilio mg/l	Cadmio mg/l	Cromo mg/l	Cobalto mg/l	Fluoruro mg/l	Plomo mg/l	Litio mg/l	Mercurio mg/l	Molibdeno mg/l	Selenio mg/l	Talio mg/l	Radio 226/228 pCi/L
MW-1	1	8/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,050</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00058 J</b>	<b>0,47</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0022 J</b>	<b>0,0073</b>	0,000085 U	0,0899 U
MW-2	1	8/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,10</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,36</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,00035 J</b>	0,000085 U	0,129 U
MW-3	1	8/8/17	0,0010 U	<b>0,0038</b>	<b>0,33</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0018 J</b>	<b>2,0</b>	0,00035 U	<b>0,0068</b>	0,000070 U	<b>0,096</b>	<b>0,052</b>	0,000085 U	0,272 U
MW-4	1	8/8/17	0,0010 U	<b>0,0036</b>	<b>0,057</b>	0,00034 U	<b>0,00036 J</b>	0,0011 U	<b>0,0018 J</b>	<b>0,63</b>	0,00035 U	<b>1,0</b>	0,000070 U	<b>0,44</b>	<b>0,011</b>	0,000085 U	<b>0,527</b>
MW-4	1	8/8/17	<b>0,0014 J</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,057</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017 J</b>	<b>0,61</b>	0,00035 U	<b>1,0</b>	0,000070 U	<b>0,45</b>	<b>0,011</b>	0,000085 U	<b>0,381</b>
MW-5	1	9/8/17	0,0010 U	<b>0,0032</b>	<b>0,041</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0034</b>	<b>0,42</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0022 J</b>	<b>0,010</b>	0,000085 U	<b>0,473</b>
MW-1	2	15/8/17	0,0010 U	<b>0,00055 J</b>	<b>0,056</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00055 J</b>	<b>0,53</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,0062</b>	0,000085 U	0,349 U
MW-2	2	15/8/17	0,0010 U	<b>0,00047 J</b>	<b>0,11</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,40</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	0,00085 U	0,00024 U	0,000085 U	<b>0,614</b>
MW-3	2	15/8/17	0,0010 U	<b>0,0034</b>	<b>0,29</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0019</b>	<b>2,1</b>	0,00035 U	<b>0,0077</b>	0,000070 U	<b>0,16</b>	<b>0,098</b>	0,000085 U	<b>0,417</b>
MW-4	2	16/8/17	0,0010 U	<b>0,0037</b>	<b>0,060</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017</b>	<b>0,63</b>	0,00035 U	<b>1,1</b>	0,000070 U	<b>0,40</b>	<b>0,0048</b>	0,000085 U	0,367 U
MW-4	2	16/8/17	0,0010 U	<b>0,0033</b>	<b>0,060</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0016</b>	<b>0,61</b>	0,00035 U	<b>1,1</b>	0,000070 U	<b>0,38</b>	<b>0,0061</b>	0,000085 U	<b>0,600</b>
MW-5	2	16/8/17	0,0010 U	<b>0,0024</b>	<b>0,043</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0035</b>	<b>0,45</b>	0,00035 U	<b>0,0047 J</b>	0,000070 U	<b>0,0086 J</b>	<b>0,013</b>	0,000085 U	<b>0,576</b>
MW-1	3	22/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,058</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00068 J</b>	<b>0,55</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0023 J</b>	<b>0,0065</b>	0,000085 U	<b>0,533</b>
MW-2	3	22/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,11</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,40</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0010 J</b>	<b>0,00061 J</b>	0,000085 U	-0,0403 U
MW-3	3	22/8/17	0,0010 U	<b>0,0021</b>	<b>0,37</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0023 J</b>	<b>2,2</b>	0,00035 U	<b>0,0075</b>	0,000070 U	<b>0,2</b>	<b>0,13</b>	0,000085 U	0,231 U
MW-4	3	23/8/17	0,0010 U	<b>0,0026</b>	<b>0,057</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017 J</b>	<b>0,65</b>	0,00035 U	<b>0,88</b>	0,000070 U	<b>0,44</b>	<b>0,0060</b>	0,000085 U	0,0815 U
MW-4	3	23/8/17	0,0010 U	<b>0,0025</b>	<b>0,058</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017 J</b>	<b>0,65</b>	0,00035 U	<b>1,1</b>	0,000070 U	<b>0,38</b>	<b>0,0065</b>	0,000085 U	<b>0,441</b>
MW-5	3	22/8/17	0,0010 U	<b>0,0018</b>	<b>0,039</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0036</b>	<b>0,46</b>	0,00035 U	<b>0,0044 J</b>	0,000070 U	<b>0,0080 J</b>	<b>0,014</b>	0,000085 U	0,391 U
MW-1	4	29/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,055</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00062 J</b>	<b>0,58</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,0057</b>	0,000085 U	<b>0,620</b>
MW-2	4	29/8/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,11</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,42</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,00044 J</b>	0,000085 U	0,181 U
MW-3	4	29/8/17	0,0010 U	<b>0,0024</b>	<b>0,25</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0022 J</b>	<b>2,30</b>	0,00035 U	<b>0,0075</b>	0,000070 U	<b>0,22</b>	<b>0,14</b>	0,000085 U	<b>0,374</b>
MW-4	4	30/8/17	0,0010 U	<b>0,0027</b>	<b>0,055</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017 J</b>	<b>0,68</b>	0,00035 U	<b>0,90</b>	0,000070 U	<b>0,40</b>	<b>0,0058</b>	0,000085 U	<b>0,457</b>
MW-4	4	30/8/17	0,0010 U	<b>0,0024</b>	<b>0,054</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0016 J</b>	<b>0,66</b>	0,00035 U	<b>0,98</b>	0,000070 U	<b>0,42</b>	<b>0,0054</b>	0,000085 U	0,146 U
MW-5	4	29/8/17	0,0010 U	<b>0,0021</b>	<b>0,036</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0033</b>	<b>0,48</b>	0,00035 U	<b>0,0039 J</b>	0,000070 U	<b>0,0057 J</b>	<b>0,0099</b>	0,000085 U	<b>0,601</b>
MW-1	5	12/9/17	0,0010 U	<b>0,00046 J</b>	<b>0,057</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00075 J</b>	<b>0,47</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0018 J</b>	<b>0,0057</b>	0,000085 U	0,333 U
MW-2	5	12/9/17	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,11</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,35</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,00094 J</b>	<b>0,00046 J</b>	0,000085 U	0,196 U
MW-3	5	12/9/17	<b>0,0012 J</b>	<b>0,0029</b>	<b>0,23</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0025</b>	<b>1,9</b>	0,00035 U	<b>0,0056</b>	0,000070 U	<b>0,28</b>	<b>0,18</b>	0,000085 U	<b>0,462</b>
MW-4	5	13/9/17	0,0010 U	<b>0,0035</b>	<b>0,056</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017</b>	<b>0,53</b>	0,00035 U	<b>0,75</b>	0,000070 U	<b>0,41</b>	<b>0,013</b>	0,000085 U	<b>0,361</b>
MW-4	5	13/9/17	0,0010 U	<b>0,0038</b>	<b>0,056</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017</b>	<b>0,63</b>	0,00035 U	<b>0,86</b>	0,000070 U	<b>0,42</b>	<b>0,014</b>	0,000085 U	<b>0,656</b>
MW-5	5	12/9/17	0,0010 U	<b>0,0041</b>	<b>0,0038</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0033</b>	<b>0,29</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0048 J</b>	<b>0,0053</b>	0,000085 U	0,227 U
MW-1	6	3/10/17	0,0010 U	<b>0,00087 J</b>	<b>0,056</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00087 J</b>	<b>0,61</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0027 J</b>	<b>0,0055</b>	0,000085 U	0,230 U
MW-2	6	3/10/17	0,0010 U	<b>0,00046 J</b>	<b>0,093</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,43</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0013 J</b>	<b>0,0012 J</b>	0,000085 U	<b>0,675</b>
MW-3	6	3/10/17	<b>0,0017 J</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,19</b>	0,00034 U	<b>0,00063 J</b>	<b>0,031</b>	<b>0,0040</b>	<b>1,8</b>	0,00035 U	<b>0,034</b>	0,000070 U	<b>0,53</b>	<b>0,57</b>	0,000085 U	<b>1,07</b>
MW-4	6	4/10/17	<b>0,0019 J</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,059</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0018 J</b>	<b>0,64</b>	0,00035 U	<b>0,77</b>	0,000070 U	<b>0,44</b>	<b>0,011</b>	0,000085 U	<b>0,699</b>
MW-4	6	4/10/17	0,0010 U	<b>0,0056</b>	<b>0,065</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0017 J</b>	<b>0,63</b>	0,00035 U	<b>0,82</b>	0,000070 U	<b>0,46</b>	<b>0,0095</b>	0,000085 U	<b>0,528</b>
MW-5	6	3/10/17	0,0010 U	<b>0,0060</b>	<b>0,034</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0030</b>	<b>0,52</b>	0,00035 U	<b>0,0061</b>	0,000070 U	<b>0,0053 J</b>	<b>0,0034</b>	0,000085 U	<b>0,445</b>

**TABLA I**  
**RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUA SUBTERRÁNEA - APÉNDICE IV COMPONENTES**  
 EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
 AES PUERTO RICO - ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE  
 AGREMAX, GUAYAMA, PUERTO RICO

IDENTIFICACIÓN DE POZO	Evento	GWPS	0,006	0,010	2	0,004	0,005	0,1	0,006	4	0,015	0,040	0,002	0,100	0,05	0,002	5
		Fecha del muestreo	Antimonio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Berilio mg/l	Cadmio mg/l	Cromo mg/l	Cobalto mg/l	Fluoruro mg/l	Plomo mg/l	Litio mg/l	Mercurio mg/l	Molibdeno mg/l	Selenio mg/l	Talio mg/l	Radio 226/228 pCi/L
MW-1	7	11/10/17	0,0010 U	<b>0,00047 J</b>	<b>0,063</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0023 J</b>	<b>0,0011 J</b>	<b>0,58</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0028 J</b>	<b>0,0044</b>	0,000085 U	0,362 U
MW-2	7	11/10/17	0,0010 U	<b>0,00094 J</b>	<b>0,10</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,41</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0013 J</b>	<b>0,0011 J</b>	0,000085 U	0,313 U
MW-3	7	11/10/17	<b>0,0017 J</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,22</b>	0,00034 U	<b>0,00054 J</b>	0,0011 U	<b>0,0032</b>	<b>1,9</b>	0,00035 U	<b>0,012</b>	0,000070 U	<b>0,40</b>	<b>0,38</b>	0,000085 U	<b>0,429</b>
MW-4	7	12/10/17	<b>0,0022 J</b>	<b>0,0033</b>	<b>0,047</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0035</b>	<b>0,0017 J</b>	<b>0,67</b>	0,00047 J	<b>0,74</b>	0,000070 U	<b>0,44</b>	<b>0,0067</b>	0,000085 U	0,251 U
MW-4	7	12/10/17	<b>0,0026</b>	<b>0,0038</b>	<b>0,052</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0033</b>	<b>0,0017 J</b>	<b>0,65</b>	0,00047 J	<b>0,73</b>	0,000070 U	<b>0,51</b>	<b>0,0073</b>	0,000085 U	0,236 U
MW-5	7	11/10/17	0,0010 U	<b>0,0065</b>	<b>0,034</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0032</b>	<b>0,49</b>	0,00035 U	<b>0,0043 J</b>	0,000070 U	<b>0,0054 J</b>	<b>0,0038</b>	0,000085 U	0,300 U
MW-1	8	17/10/17	0,0010 U	<b>0,00069 J</b>	<b>0,06</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00097 J</b>	<b>0,55</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0020 J</b>	<b>0,0074</b>	0,000085 U	0,319 U
MW-2	8	17/10/17	0,0010 U	<b>0,0014</b>	<b>0,089</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0039</b>	0,00040 U	<b>0,36</b>	0,00035 U	0,0032 U	0,000070 U	<b>0,0023 J</b>	<b>0,0034</b>	0,000085 U	0,439 U
MW-3	8	17/10/17	0,0010 U	<b>0,0032</b>	<b>0,21</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0024 J</b>	<b>0,0028</b>	<b>1,8</b>	0,00035 U	<b>0,010</b>	0,000070 U	<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	0,000085 U	<b>0,537</b>
MW-4	8	17/10/17	<b>0,0012 J</b>	<b>0,0055</b>	<b>0,04</b>	0,00034 U	0,00034 U	<b>0,0012 J</b>	<b>0,0018 J</b>	<b>0,65</b>	0,00036 J	<b>0,69</b>	0,000070 U	<b>0,53</b>	<b>0,010</b>	0,000085 U	0,231 U
MW-4	8	17/10/17	0,0010 U	<b>0,0062</b>	<b>0,04</b>	0,00034 U	<b>0,00037 J</b>	<b>0,0012 J</b>	<b>0,0018 J</b>	<b>0,64</b>	0,00035 J	<b>0,74</b>	0,000070 U	<b>0,54</b>	<b>0,0092</b>	0,000085 U	0,366 U
MW-5	8	17/10/17	<b>0,0049</b>	<b>0,0060</b>	<b>0,030</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0029</b>	<b>0,47</b>	0,00035 U	<b>0,0067</b>	0,000070 U	<b>0,0076 J</b>	<b>0,0049</b>	0,000085 U	0,282 U
MW-1	9	25/6/18	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,039</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	0,00040 U	<b>0,61</b>	0,00077 J	0,0011 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,025</b>	0,000085 U	NA
MW-2	9	25/6/18	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,15</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,00067 J</b>	<b>0,52</b>	0,00035 U	0,0011 U	0,000070 U	0,00085 U	<b>0,00040 J</b>	0,000085 U	NA
MW-3	9	25/6/18	0,0010 U	<b>0,0018</b>	<b>0,24</b>	0,00034 U	<b>0,00042 J</b>	0,0011 U	<b>0,0031</b>	<b>1,6</b>	0,00035 U	<b>0,0073</b>	0,000070 U	<b>0,22</b>	<b>0,21</b>	0,000085 U	NA
MW-4	9	25/6/18	<b>0,0023 J</b>	<b>0,0024</b>	<b>0,044</b>	0,00034 U	<b>0,00034 J</b>	0,0011 U	<b>0,0016 J</b>	<b>0,76</b>	0,00035 U	<b>0,54</b>	0,000070 U	<b>0,55</b>	<b>0,0064</b>	0,000085 U	NA
MW-4	9	25/6/18	<b>0,0019 J</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,046</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0016 J</b>	<b>0,76</b>	0,00035 U	<b>0,57</b>	0,000070 U	<b>0,58</b>	<b>0,0055</b>	0,000085 U	NA
MW-5	9	25/6/18	0,0010 U	<b>0,0071</b>	<b>0,036</b>	0,00034 U	0,00034 U	0,0011 U	<b>0,0030</b>	<b>0,49</b>	0,00035 U	<b>0,0038</b>	0,000070 U	<b>0,0042 J</b>	0,00024 U	0,000085 U	NA
MW-1	10	1/10/18	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,032</b>	NA	0,00034 U	NA	<b>0,00050 J</b>	<b>0,69</b>	NA	0,0011 U	NA	0,00085 U	<b>0,015</b>	NA	<b>0,495</b>
MW-2	10	1/10/18	0,0010 U	0,00046 U	<b>0,13</b>	NA	0,00034 U	NA	<b>0,00058 J</b>	<b>0,67</b>	NA	<b>0,0014 J</b>	NA	0,00085 U	0,00024 U	NA	0,321 U
MW-3	10	1/10/18	0,0010 U	<b>0,0024</b>	<b>0,19</b>	NA	0,00034 U	NA	<b>0,0031</b>	<b>1,6</b>	NA	<b>0,021</b>	NA	<b>0,22</b>	<b>0,23</b>	NA	<b>0,511</b>
MW-4	10	2/10/18	0,0010 U	<b>0,0031</b>	<b>0,035</b>	NA	<b>0,00057 J</b>	NA	<b>0,0016 J</b>	<b>1,00</b>	NA	<b>0,38</b>	NA	<b>0,74</b>	<b>0,0043</b>	NA	0,0708 U
MW-4	10	2/10/18	0,0010 U	<b>0,0027</b>	<b>0,036</b>	NA	<b>0,00051 J</b>	NA	<b>0,0016 J</b>	<b>1,00</b>	NA	<b>0,34</b>	NA	<b>0,76</b>	<b>0,0048</b>	NA	0,168 U
MW-5	10	2/10/18	0,0010 U	<b>0,0088</b>	<b>0,032</b>	NA	0,00034 U	NA	<b>0,0030</b>	<b>0,50</b>	NA	<b>0,0038 J</b>	NA	<b>0,0053 J</b>	<b>0,00046 J</b>	NA	<b>-0,0397</b>

**TABLA I**  
**RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUA SUBTERRÁNEA - APÉNDICE IV COMPONENTES**  
 EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
 AES PUERTO RICO - ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE  
 AGREMAX, GUAYAMA, PUERTO RICO

IDENTIFICACIÓN DE POZO	Evento	GWPS	0,006	0,010	2	0,004	0,005	0,1	0,006	4	0,015	0,040	0,002	0,100	0,05	0,002	5
		Fecha del muestreo	Antimonio mg/l	Arsénico mg/l	Bario mg/l	Berilio mg/l	Cadmio mg/l	Cromo mg/l	Cobalto mg/l	Fluoruro mg/l	Plomo mg/l	Litio mg/l	Mercurio mg/l	Molibdeno mg/l	Selenio mg/l	Talio mg/l	Radio 226/228 pCi/L
TW-101	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,96	NA	0,0048 J	NA	0,0067	0,0049 U	NA	NA
MW-3	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,6	NA	0,0035 J	NA	0,17	0,11	NA	NA
TW-102	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,74	NA	1,1	NA	1,4	0,98	NA	NA
MW-4	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,78	NA	0,38	NA	0,51	0,0049 U	NA	NA
MW-4	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,79	NA	0,37	NA	0,51	0,0049 U	NA	NA
TW-103	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,74	NA	0,60	NA	1,4	0,70	NA	NA
MW-5	11	3/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,42	NA	0,0043 J	NA	0,0035 J	0,0049 U	NA	NA
TW-104	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,78	NA	0,0027 J	NA	0,012 U	0,0049 U	NA	NA
TW-105	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,2	NA	0,0026 J	NA	0,012 U	0,0049 U	NA	NA
TW-106	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,98	NA	0,0048 J	NA	0,013 U	0,0049 U	NA	NA
TW-107	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,61	NA	0,016	NA	0,012 U	0,0049 U	NA	NA
TW-108	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,71	NA	0,0041 J	NA	0,012 U	0,0049 U	NA	NA
TW-109	11	4/6/19	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,66	NA	0,0041 J	NA	0,012 U	0,0049 U	NA	NA

## Notas:

1. mg/L: miligramos por litro.
2. pCi/L: picocurio por litro.
3. U: No se detectó el constituyente, el valor es el límite de informe.
4. J: El resultado es menor que el límite de informe, pero mayor o igual que el MDL; la concentración es un valor aproximado.
5. Los valores detectados se muestran en **negrilla**.
6. NA: no disponible.
7. GWPS: Estándares de protección de agua subterránea (Groundwater Protection Standards).

**TABLA II**  
**HOJA DE RUTA DE ALTERNATIVA REMEDIAL**  
 EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
 AES PUERTO RICO - ÁREA DE  
 ALMACENAMIENTO DE AGREMAX™  
 GUAYAMA, PUERTO RICO

Número de alternativa	Descripción de alternativa remedial	Componentes de solución para agua subterránea		
		A. Enfoque de solución de agua subterránea	B. Método de implantación de la solución de agua subterránea	C. Acciones en curso / a largo plazo
1	Prevención del contacto de AGREMAX™ con el suelo mediante la instalación de un revestimiento sintético y empleo de atenuación natural monitoreada (MNA)	<b>Atenuación natural con seguimiento</b> Mitigar la migración gradiente abajo de los componentes derivados de CCR presentes en el agua subterránea a concentraciones superiores de los Estándares de Protección del Agua Subterránea (GWPS) a través del proceso de atenuación natural.	<b>Tratamiento pasivo</b> Se utilizarán procesos geoquímicos naturales para reducir las concentraciones de componentes derivados de CCR en el agua subterránea.	<b>Atenuación natural supervisada</b> La monitorización a largo plazo del agua subterránea se utilizará para confirmar la reducción de concentraciones constituyentes derivadas de los CCR
2	Contención hidráulica mediante el bombeo de agua subterránea con tratamiento	<b>Contención hidráulica</b> Mitigar la migración gradiente abajo de los componentes derivados de los CCR presentes en el agua subterránea a concentraciones por encima de las GWPS con pozos someros de extracción, instalados en gradiente abajo/lateral del área de almacenamiento	<b>Bombeo y tratamiento</b> Tratar el agua extraída con el sistema existente de ósmosis inversa (RO) y descargar hacia el estanque de escorrentía de la pila de carbón o reutilizar para el control del polvo; operar durante la duración de la actividad del área de almacenamiento	<b>Bombeo a largo plazo</b> Continuar operando el sistema de contención hidráulica para mantener la reducción de los componentes derivados de los CCR en el agua subterránea.
3	Contención hidráulica mediante el bombeo de agua subterránea con recirculación		<b>Bombeo con recirculación</b> Bombear el agua hacia el estanque de escorrentía de la pila de carbón o reutilizarla para el control del polvo sin tratarla; operar durante la duración de la actividad del área de almacenamiento.	
4	Contención hidráulica mediante el bombeo de agua subterránea con barrera y tratamiento		<b>Bombeo y tratamiento</b> Tratar el agua extraída con el sistema de ósmosis inversa existente y descargar hacia el estanque de escorrentía de la pila de carbón o reutilizar para el control del polvo; operar el tiempo que dure la actividad en el área de almacenamiento.	
5	Contención hidráulica mediante el bombeo de agua subterránea con barrera y recirculación	<b>Bombeo con recirculación</b> Bombear el agua al estanque de escorrentía de la pila de carbón o reutilizarla para el control del polvo sin tratarla; operar durante la duración de la actividad del área de almacenamiento		
		<b>Contención hidráulica con barrera</b> Instalar una barrera de 30 pies gradiente abajo desde el área de almacenamiento, instalar pozos de extracción para reducir el flujo de agua subterránea y mitigar la migración de gradiente abajo de componentes derivados de los CCR presentes en el agua subterránea con concentraciones superiores a las GWPS.		



1. Para fines de contexto, esta es una comparación relativa de las opciones de solución para este sitio. Las condiciones, el clima y las especificaciones del sitio se toman en cuenta en esta tabla. Esta no es una comparación entre todas las opciones en todos los sitios.
2. Se ha demostrado que AGREMAX™ es un producto de uso beneficioso que protege la salud humana y el medio ambiente tanto en el transporte, como en la entrega y el uso.

## GRÁFICAS



**LEGEND**

 APPROXIMATE SITE BOUNDARY



0 600  
 ESCALA APROXIMADA EN PIES

AERIAL IMAGERY SOURCE: ESRI

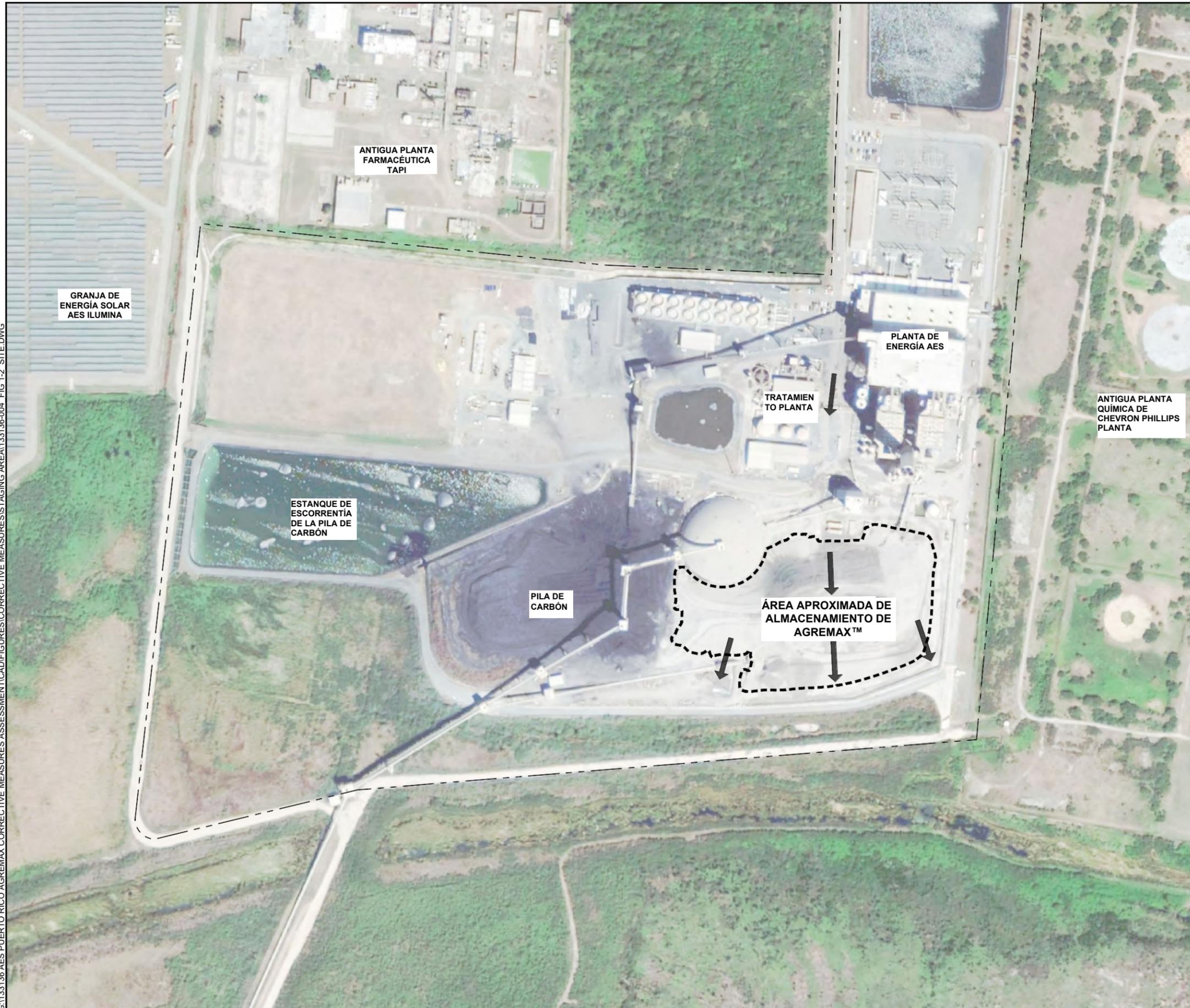


EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX AES PUERTO RICO, GUAYAMA, PUERTO RICO

**MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO**

ESCALA: SEGÚN SE MOSTRÓ EN SEPTIEMBRE DE 2019

**GRÁFICO 1-1**



### LEYENDA

- LÍNEA APROXIMADA DE LA PROPIEDAD ÁREA
- DE ALMACENAMIENTO APROXIMADA DE
- ← AGREMAX
- DIRECCIÓN DEL FLUJO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

### NOTAS

1. LA IMAGEN DE FONDO FUE TOMADA DE GOOGLE EARTH PRO, CON FECHA DEL 6 DE MARZO DE 2019.
2. SISTEMA DE COORDENADAS: NAD83, PLANO DEL ESTADO DE PUERTO RICO (METROS). REFERENCIA DE ELEVACIÓN: ORTOMÉTRICO, GEOIDE 12B.
3. LÍMITES DEL ÁREA EXISTENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX™ Y UBICACIONES DE PERFORACIONES DEL SUELO OBTENIDAS DEL INFORME DE CARASQUILLO ASSOCIATES, LTD. CON FECHA DEL 15/10/2018.
4. LÍMITES DE ESTUARINOS Y HUMEDALES MARINOS OBTENIDOS DE LA PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITORIZACIÓN DE CCR EN AGUAS SUBTERRÁNEAS POR DNA-ENVIRONMENT, LLC, CON FECHA DEL 14/12/2017.
5. TODAS LAS UBICACIONES DE LOS LÍMITES SON APROXIMADAS.



0 300 600  
ESCALA EN PIES

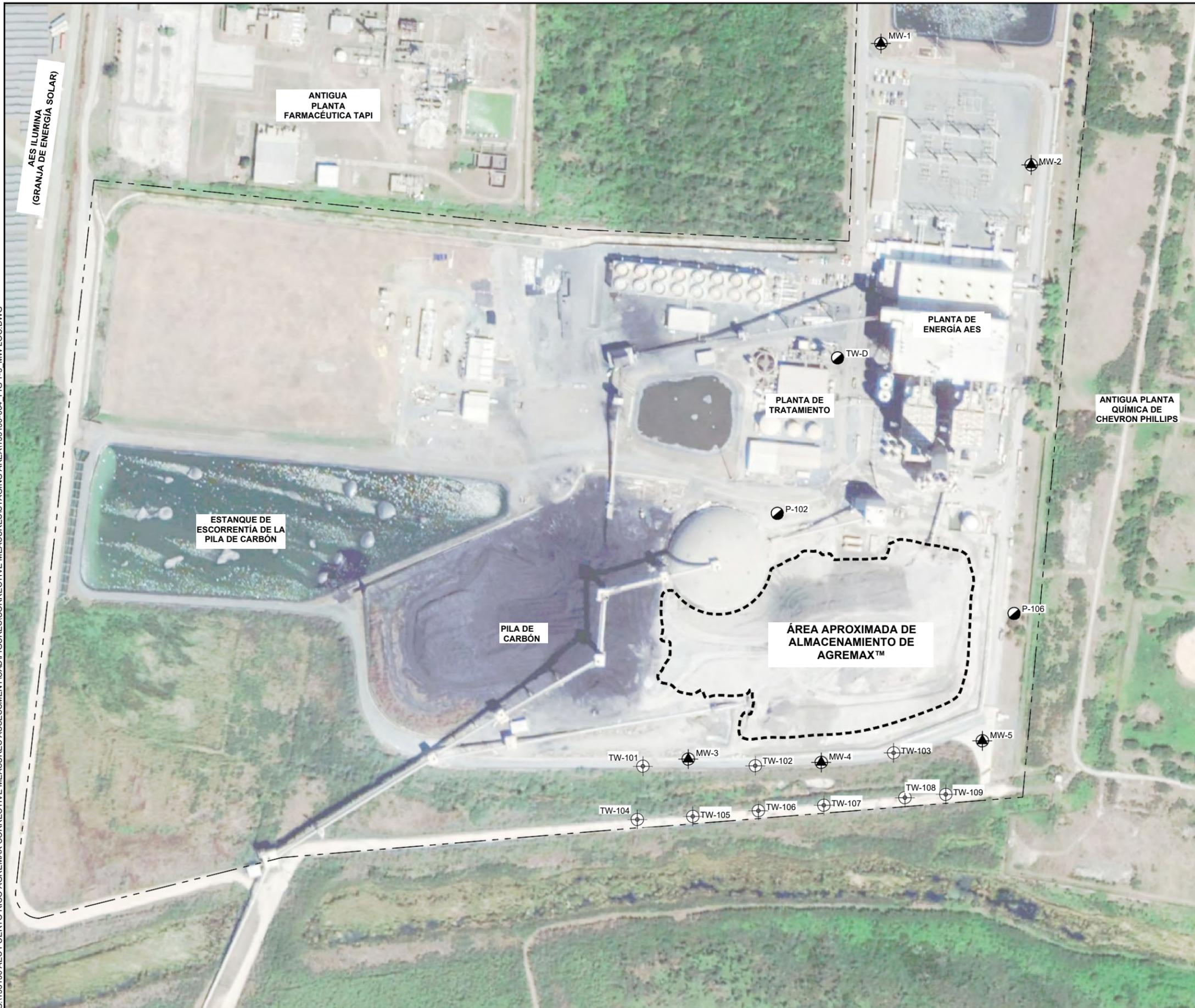


EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS  
PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE  
AGREMAX  
AES PUERTO RICO,  
GUAYAMA, PUERTO RICO

### MAPA DE CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

ESCALA: COMO SE MOSTRÓ  
EN SEPTIEMBRE DE 2019

GRÁFICO 1-2



**LEYENDA**

- LÍNEA APROXIMADA DE LA PROPIEDAD ÁREA
- APROXIMADA DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX™
- MW-1 UBICACIÓN DEL POZO DE MONITORIZACIÓN DE CCR
- TW-101 UBICACIÓN DEL POZO DE MONITORIZACIÓN DE NATURALEZA Y EXTENSIÓN
- P-102 UBICACIÓN DEL PIEZÓMETRO

**NOTAS**

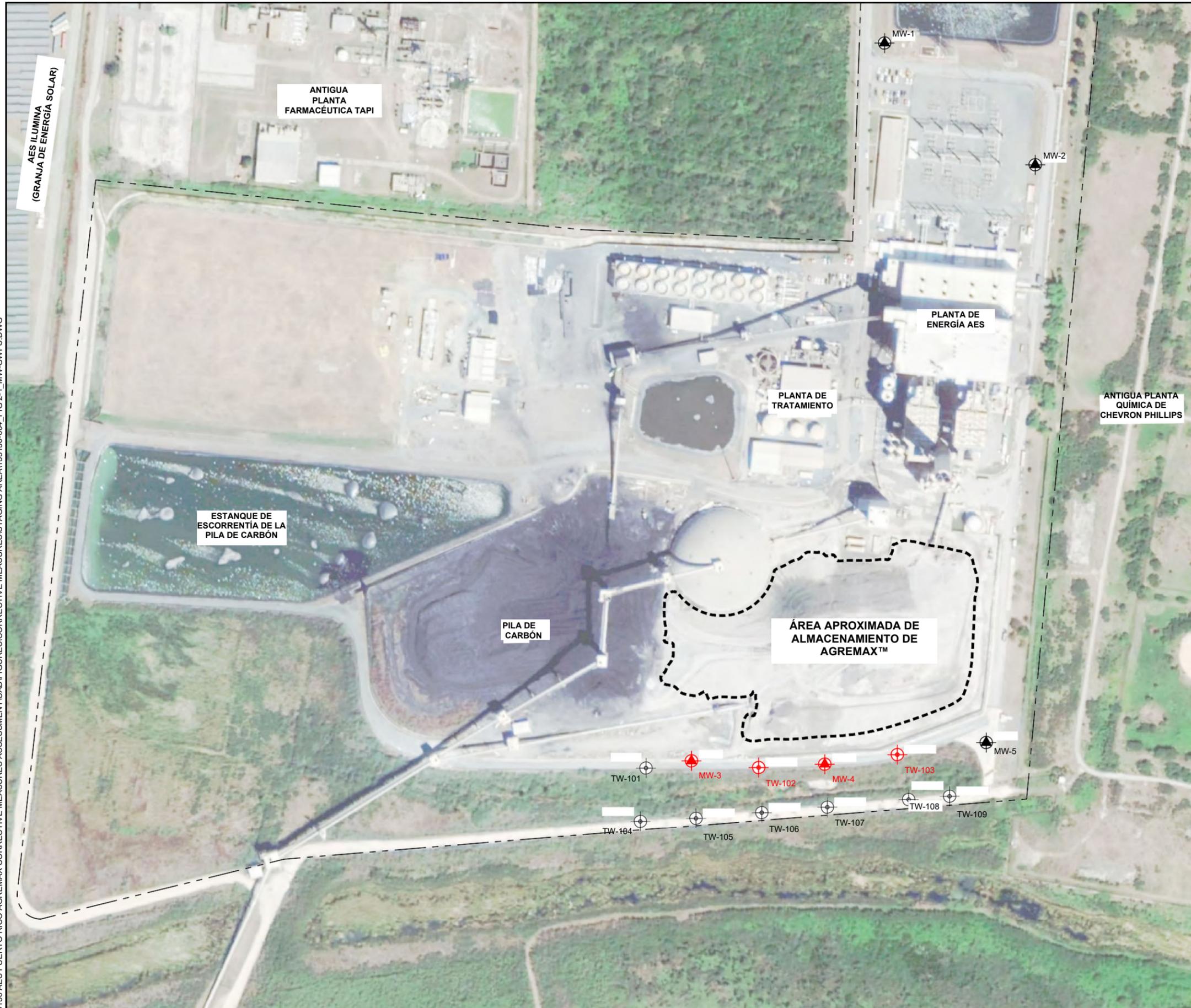
1. LA IMAGEN DE FONDO FUE TOMADA DE GOOGLE EARTH PRO, CON FECHA DEL 6 DE MARZO DE 2019.
2. SISTEMA DE COORDENADAS: NAD83, PLANO DEL ESTADO DE PUERTO RICO (METROS), REFERENCIA DE ELEVACIÓN: ORTOMÉTRICO, GEOIDE 12B.
3. LÍMITES DEL ÁREA EXISTENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX™ Y UBICACIONES DE PERFORACIÓN DEL SUELO OBTENIDAS DEL INFORME DE CARASQUILLO ASSOCIATES, LTD. CON FECHA DEL 15/10/2018.
4. TODAS LAS UBICACIONES DE LOS LÍMITES SON APROXIMADAS.
5. CCR = RESIDUOS DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN



**HALEY ALDRICH** EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX AES PUERTO RICO, GUAYAMA, PUERTO RICO

**UBICACIONES DEL POZO DE MONITORIZACIÓN**

ESCALA: COMO SE MOSTRÓ EN SEPTIEMBRE DE 2019



**LEYENDA**

- LÍNEA APROXIMADA DE LA PROPIEDAD ÁREA
- APROXIMADA DE ALMACENAMIENTO DE
- MW-1 AGREMAX™
- TW-101 POZO DE MONITORIZACIÓN DE CCR SIN COMPONENTES POR ENCIMA DE LOS GWPS
- MW-3 POZO DE MONITORIZACIÓN DE NATURALEZA Y EXTENSIÓN SIN COMPONENTES POR ENCIMA DE LOS GWPS
- TW-102 POZO DE MONITORIZACIÓN DE CCR CON CONCENTRACIÓN DE LITIO, MOLIBDENO O SELENIO POR ENCIMA DE LOS GWPS
- TW-103 POZO DE MONITORIZACIÓN DE NATURALEZA Y EXTENSIÓN CON CONCENTRACIÓN DE LITIO, MOLIBDENO O SELENIO POR ENCIMA DE LOS GWPS

**NOTAS**

1. LA IMAGEN DE FONDO FUE TOMADA DE GOOGLE EARTH PRO, CON FECHA DEL 6 DE MARZO DE 2019.
2. SISTEMA DE COORDENADAS: NAD83, PLANO DEL ESTADO DE PUERTO RICO (METROS). REFERENCIA DE ELEVACIÓN: ORTOMÉTRICO, GEOIDE 12B.
3. LÍMITES DEL ÁREA EXISTENTE DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX Y UBICACIONES DE PERFORACIÓN DEL SUELO OBTENIDAS DEL INFORME DE CARASQUILLO ASSOCIATES, LTD. CON FECHA DEL 15/10/2018.
4. TODAS LAS UBICACIONES DE LOS LÍMITES SON APROXIMADAS.
5. CCR = RESIDUOS DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN
6. GWPS = ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



**HALEY ALDRICH**

EVALUACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE AGREMAX AES PUERTO RICO, GUAYAMA, PUERTO RICO

UBICACIONES DEL POZO DE MONITORIZACIÓN CON NIVELES SUPERIORES A LOS GWPS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS

ESCALA: COMO SE MOSTRÓ EN SEPTIEMBRE DE 2019

GRÁFICO 2-1

## **APÉNDICE A**

### **Informe de caracterización de las aguas subterráneas**

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA  
REGLA DE RESIDUOS DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN DE LA USEPA  
AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PR

SEPTIEMBRE 2019  
MODIFICADO EN NOVIEMBRE 2019

Preparado para:

AES Puerto Rico, LP  
PO Box 1890  
Guayama, Puerto Rico 00785

Preparado por:

DNA-Environment, LLC  
35 Calle Juan C . Borbón, STE 67-227  
Guaynabo, Puerto Rico 00969-537



DNA-ENVIRONMENT, LLC

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA  
REGLA DE RESIDUOS DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN DE LA USEPA  
AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PR

SEPTIEMBRE 2019  
MODIFICADO EN NOVIEMBRE 2019

Preparado por: \_\_\_\_\_



Alberto Meléndez

Principal, DNA-Environment, LLC

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	Propósito y Alcance.....	1
1.2	Información de la Planta Cogeneradora .....	1
<b>2</b>	<b>UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE POZOS DE MONITOREO</b> .....	<b>2</b>
2.1	Procedimientos de instalación de Pozos de Monitoreo.....	2
2.2	Descontaminación de Equipos .....	3
2.3	Manejo y Disposición de Residuos Derivados de la Investigación .....	3
<b>3</b>	<b>MUESTREO Y MÉTODOS ANALÍTICOS</b> .....	<b>3</b>
3.1	Métodos de Muestreo .....	4
3.2	Métodos Analíticos .....	4
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>5</b>
4.1	Geología e Hidrogeología del Lugar .....	5
4.2	Resultados de Muestreo de Agua Subterránea .....	6
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>7</b>

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Métodos Analíticos y Requerimientos de Prueba de Muestras de Agua Subterránea y de Control de Calidad
- Tabla 2.** Agrimensura de Pozos de Monitoreo del 2019 y Datos de Elevación de Agua Subterránea Correspondientes al Evento de Muestreo de Junio 2019
- Tabla 3.** Resultados Analíticos y Datos de Monitoreo de las Muestras de Agua Subterránea Tomadas en Junio 2019

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de Ubicación del Lugar
- Figura 2.** Sistema de Monitoreo RCC de Agua Subterránea y Pozos Temporeros para la Caracterización de Agua Subterránea
- Figura 3.** Contornos de Elevación de Agua Subterránea
- Figura 4.** Resultados de Agua Subterránea, Regla RCC, Naturaleza y Extensión

## APÉNDICES

**Apéndice A** - Especificaciones de Sección Ranurada de Pozo de Monitoreo Preempacado

**Apéndice B** - Bitácoras de Descripción de Suelos y Diagramas de Construcción de Pozos

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Propósito y Alcance

Este informe describe los procedimientos, resultados y conclusiones correspondientes a la caracterización de la naturaleza y extensión de litio, molibdeno y selenio en el agua subterránea en AES Puerto Rico, LP (AES-PR) en Guayama, Puerto Rico (Planta Cogeneradora). Las actividades de campo fueron llevadas a cabo del 6 de mayo al 5 de junio de 2019. Éstas incluyeron la instalación de nueve pozos de monitoreo temporeros en la porción sur de la propiedad de AES-PR, y recolección y análisis de muestras de agua subterránea de todos los pozos temporeros recién instalados y de los Pozos de Monitoreo MW-3 a MW-5, preexistentes. Los Pozos de Monitoreo MW-3 a MW-5 fueron instalados en el 2017 para el monitoreo del agua subterránea de acuerdo con la Regla de Residuos de Combustión de Carbón (Regla RCC) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

La caracterización de agua subterránea se efectuó de conformidad con el 40 CFR §257.95(g)(1) dado que los eventos de monitoreo RCC de agua subterránea realizados del 2017 al 2018 dieron como resultado niveles estadísticamente significativos por encima de los estándares de protección de agua subterránea (GWPS, “*Groundwater Protection Standards*”) para litio, molibdeno y selenio. Dichos resultados fueron obtenidos en muestras de agua subterránea tomadas en algunos de los pozos de monitoreo en la propiedad de AES-PR.

## 1.2 Información de la Planta Cogeneradora

AES-PR opera una planta cogeneradora de electricidad a base de carbón ubicada en el municipio de Guayama en la costa sur de Puerto Rico (**Figura 1**). La Planta Cogeneradora utiliza carbón bituminoso para la producción de energía y genera residuos de combustión de carbón (RCC). El RCC es convertido en un agregado manufacturado conocido como Agremax, el cual es almacenado temporeramente en el Área de Inventario de Agremax ubicada cerca del límite sur de la propiedad (**Figura 2**).

Desde 2017, AES-PR ha implementado un programa de monitoreo de agua subterránea de acuerdo con la Regla RCC. La red de monitoreo de la Planta Cogeneradora consiste de cinco pozos de monitoreo ubicados hidráulicamente gradiente arriba o gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax. Esta red incluye los pozos gradiente arriba MW-1 y MW-2, y los pozos gradiente abajo MW-3, MW-4 y MW-5. Las ubicaciones de los pozos de monitoreo RCC se muestran en la **Figura 2**. Las muestras de agua subterránea tomadas en estos pozos fueron analizadas para los constituyentes listados en los Apéndices III y IV del 40 CFR Parte 257. Una evaluación estadística completada en enero de 2019, de conformidad con la Regla RCC de la USEPA, dio como resultado niveles estadísticamente significativos por encima de los GWPS para selenio y molibdeno en muestras de agua subterránea tomadas en el Pozo de Monitoreo MW-3, y para litio y molibdeno en el Pozo de Monitoreo MW-4.

## 2 UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE POZOS DE MONITOREO

Previo a las actividades de perforación, se despejaron las ubicaciones de los pozos con respecto a líneas y tuberías soterradas de los servicios públicos utilizando un radar de penetración en tierra (GPR), localizador de tuberías y cables, y detector acústico.

Los pozos de monitoreo recién instalados fueron colocados hidráulicamente gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax (**Figura 2**). Estos consistieron de pozos temporeros colocados en el límite gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax (Pozos TW-101 a TW-103), y cerca del límite sur de la propiedad de AES-PR (Pozos TW-104 a TW-109).

Además, se instalaron los Piezómetros Temporeros P-102 y P-106 (**Figura 2**) para obtener una mayor definición de los contornos de elevación del agua subterránea en la propiedad de AES-PR.

Todos los pozos temporeros y piezómetros fueron instalados en el acuífero superior a una profundidad inmediatamente sobre la capa confinante de arcilla del acuífero superior. Durante la investigación hidrogeológica realizada en AES-PR para la implementación del monitoreo RCC del agua subterránea, la capa confinante de arcilla fue interceptada a una profundidad que oscilaba entre los 20 y 25 pies por debajo de la superficie del terreno.

### 2.1 Procedimientos de instalación de Pozos de Monitoreo

Las perforaciones para la instalación de los pozos fueron efectuadas utilizando un equipo de perforación Geoprobe®. En cada ubicación de pozo, se recolectaron cilindros continuos de suelo para la descripción litológica. Los Pozos Temporeros TW-102 a TW-109 fueron instalados usando barrenas de tallo hueco de 4.25 pulgadas de diámetro interior. Dichos pozos fueron construidos con tubería de PVC de 2 pulgadas de diámetro, “schedule-40”, y consistieron de secciones de tubería ranurada y camisilla sólida. Cada pozo consistió de una sección de tubería de 10 pies de largo con ranura de fábrica de 0.010 pulgadas, y tubería de camisilla sólida. La sección de camisilla sólida fue instalada de manera que abarcarse la longitud desde el extremo superior de la sección ranurada del pozo hasta unos tres pies por encima de la superficie del terreno. Los pozos fueron completados con un sello de bentonita y lechada de cemento.

Los intentos de perforación en la ubicación TW-101 resultaron en el rechazo de la sonda del Geoprobe® a una profundidad aproximada de nueve pies por debajo de la superficie del terreno, incluso después de reubicar tres veces el punto original de la perforación. Un análisis de fotografías aéreas históricas del lugar reveló que esta área había sido cubierta con pedrascos (gaviones) durante la construcción de la Planta Cogeneradora. Debido a que las obstrucciones debajo de la superficie impidieron el avance de las barrenas de tallo hueco de 4.25 de diámetro interno, se perforó el suelo utilizando el sistema de Geoprobe® de doble tubo de 3.25 pulgadas de diámetro externo. Luego, se instaló el Pozo Temporero TW-101 utilizando una sección ranurada de pozo de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro de material preempacado con arena sílice. Dicho pozo consistió de una sección de tubería de PVC

ranurada, de 10 pies de largo, con ranura de fábrica de 0.010 pulgadas y material de preempaque libre de metal, fabricado por ECT Manufacturing. El pozo fue completado con camisa sólida de tubería de PVC, extendiéndose hasta una altura de unos tres pies por encima de la superficie del terreno. Se agregó arena sílice adicional con el propósito de llenar cualquier espacio anular restante entre el exterior del pozo y las paredes de la perforación del subsuelo. El pozo fue completado con un sello de bentonita y lechada de cemento. El **Apéndice A** incluye las especificaciones del fabricante de la sección ranurada del pozo preempacado.

Se permitió el fraguado de los pozos recién instalados por un espacio mínimo de 24 horas. Pasado este término, los pozos fueron desarrollados mediante la purga de agua subterránea utilizando una bomba eléctrica sumergible para remover los sedimentos suspendidos y del fondo del pozo.

Los Piezómetros P-102 y P-106 fueron instalados con el sistema de Geoprobe® de doble tubo de 3.25 pulgadas de diámetro externo. Los piezómetros consistieron de una sección ranurada de tubería de PVC de 1.5 pulgadas de diámetro y sección de tubería de camisa sólida.

Un agrimensor efectuó la mensura de las coordenadas geográficas y elevación del tope de la camisa de cada pozo de monitoreo y piezómetro. Estas mediciones fueron utilizadas posteriormente para determinar los contornos de elevación del agua subterránea a partir de las mediciones de profundidad de la tabla del agua subterránea, las cuales fueron recolectadas en los pozos de monitoreo y piezómetros.

## 2.2 Descontaminación de Equipos

Las barrenas de tallo hueco fueron descontaminadas en el lugar del proyecto colocándolas dentro de un dique de contención impermeable y lavando cada barrena utilizando una máquina de presión con agua caliente. Las barrenas fueron limpiadas a fondo y el agua de contacto fue envasada como residuo derivado de la investigación.

## 2.3 Manejo y Disposición de Residuos Derivados de la Investigación

Los residuos de perforación de suelo, agua de contacto de descontaminación de equipo y purga de agua derivada del desarrollo y muestreo de los pozos fueron contenidos en drones (Certificación ONU). Los drones fueron etiquetados como residuos derivados de la investigación para ser manejados y desechados posteriormente de conformidad con los reglamentos federales y estatales.

# 3 MUESTREO Y MÉTODOS ANALÍTICOS

Los métodos analíticos y de muestreo se describen en detalle en el Plan de Muestreo y Análisis (“Sampling and Analysis Plan”) preparado para el evento de caracterización del agua subterránea (DNA, marzo de 2019). Estos procedimientos van acorde con el 40 CFR §257.93 de la Regla RCC, “Groundwater Sampling and Analysis Requirements”.

### 3.1 Métodos de Muestreo

Una muestra de agua subterránea fue tomada en cada pozo de monitoreo recién instalado y cada pozo de monitoreo RCC ubicado gradiente abajo (Pozos MW-3 a MW-5). Dichas muestras fueron recolectadas utilizando una bomba peristáltica y vertidas directamente a los envases correspondientes provistos por el laboratorio. Las muestras de agua subterránea fueron recolectadas sin filtrar, con el fin de medir la concentración total de cada constituyente presente en la fracción disuelta y fracción suspendida de la muestra.

El muestreo de agua subterránea fue realizado utilizando el procedimiento de purga y muestreo de flujo reducido de acuerdo con la Región 2 de la USEPA (USEPA, 1998; “*Low Flow Purging and Sampling Procedure*”). La purga y muestreo de flujo reducido fueron efectuados utilizando una bomba peristáltica y celda de flujo (“flow-through-cell”) conectadas a un metro multiparámetro para la medición simultánea de pH, conductividad, oxígeno disuelto, potencial de oxidación-reducción (redox), y temperatura. Las mediciones de turbidez fueron efectuadas utilizando un turbidímetro. El tubo de la bomba fue ajustado a una profundidad correspondiente a la mitad del intervalo ranurado del pozo. Se continuó con la purga de agua de pozo hasta que los parámetros de campo lograron la estabilización. Los instrumentos de medición de parámetros de campo fueron calibrados siguiendo las instrucciones del fabricante de los instrumentos. La calibración de los instrumentos fue efectuada diariamente antes de las actividades de muestreo. Calibraciones adicionales o verificaciones de calibración fueron efectuadas basado en el rendimiento del instrumento, según fuese necesario.

Las muestras de campo para el control de calidad consistieron de una muestra de duplicado de campo, y un conjunto de muestras para la evaluación de matriz (es decir, “matrix spike/matrix spike duplicate”). Además, se preparó y analizó un blanco de campo por cada día de muestreo. Blancos de equipo no fueron recolectados ya que se utilizó tubería nueva en la bomba peristáltica antes de la recolección de cada muestra de agua subterránea.

Una vez tomada, cada muestra fue colocada dentro de una bolsa plástica sellable y empacada dentro de una nevera junto a las otras muestras. Para mantener la integridad de las muestras, éstas fueron mantenidas en hielo dentro de la nevera hasta que las muestras fueron entregadas al laboratorio analítico. Las neveras con muestras fueron empacadas y enviadas a las instalaciones del laboratorio Eurofins TestAmerica en Pensacola, Florida para ser analizadas para los parámetros enumerados en la **Tabla 1**. Las neveras con muestras fueron enviadas por servicio aéreo de entrega el próximo día (FedEx), siguiendo los protocolos de cadena de custodia.

### 3.2 Métodos Analíticos

La **Tabla 1** resume los parámetros, métodos analíticos, tiempo de retención y tipos de envases para las muestras de agua subterránea y de control de calidad.

Además de caracterizar la naturaleza y extensión del litio, molibdeno y selenio en la propiedad de AES-PR, se analizaron las muestras de agua subterránea para los siguientes parámetros con el fin de obtener una mejor comprensión de la química del agua subterránea:

- Alcalinidad, boro, calcio, cloruro, fluoruro, hierro, magnesio, manganeso, potasio, sulfato de sodio y sólidos disueltos totales.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Geología e Hidrogeología del Lugar

La geología del lugar es característica de una zona de transición aluvial, donde los depósitos aluviales en el acuífero superior en la parte norte de la propiedad de AES-PR dan lugar a depósitos de pantano y playa cerca del límite sur de AES-PR.

Basado en las bitácoras de descripción de suelos (**Apéndice B**), el área ubicada inmediatamente al sur del Área de Inventario de Agremax (es decir, el transecto que se extiende de oeste a este desde los Pozos TW-101 al MW-5) consiste de material de relleno hasta una profundidad promedio de 10 pies a partir de la superficie del terreno. El material de relleno está compuesto principalmente de una mezcla de arena limosa, limo arenoso y arena fina a mediana con fragmentos de roca. Debajo del material de relleno se encuentra el acuífero superior, el cual se extiende aproximadamente de 10 a 24 pies bajo la superficie del terreno. Este acuífero está compuesto de depósitos aluviales que consisten de capas de limo arenoso, arena limosa, arcilla arenosa, arena arcillosa, y arena fina a mediana. El límite inferior de este acuífero consiste de una capa de arcilla de alta dureza y plasticidad, la cual fue interceptada a una profundidad promedio de 24 pies a partir de la superficie del terreno. Durante una caracterización hidrogeológica realizada en 2017 por DNA-Environment, LLC (DNA), se confirmó que esta capa confinante de arcilla de alta dureza se extiende al menos hasta la profundidad máxima de perforación de 30 pies (datos litológicos no fueron recopilados más allá de esta profundidad).

La secuencia estratigráfica cerca del límite sur de la propiedad es similar a la secuencia anterior (transecto de oeste a este, desde los pozos TW-101 a MW-5). Sin embargo, la elevación cerca del límite sur de la propiedad cae unos 10 pies en comparación con la elevación del terreno inmediatamente al sur del Área de Inventario de Agremax. El material de relleno cerca del límite sur de la propiedad (es decir, el transecto de oeste a este, desde los pozos TW-104 a TW-109) se extiende hasta, aproximadamente, un pie por debajo de la superficie del terreno. El acuífero superior se extiende desde, aproximadamente, 1 a 14 pies por debajo de la superficie del terreno en la mayoría de las ubicaciones de perforación (y hasta 17 pies por debajo de la superficie del terreno en la ubicación TW-107). La capa de arcilla de alta dureza fue encontrada a una profundidad promedio de 14 pies (y de 17 pies en la ubicación TW-107). Se confirmó que dicha capa se extiende al menos hasta la profundidad máxima de perforación de 20 pies (datos litológicos no fueron recopilados más allá de esta profundidad).

En julio de 2019, un agrimensor realizó una mensura de coordenadas geográficas y elevaciones del tope de camisilla de los pozos y superficie del terreno, en cada pozo recién instalado y preexistente. La **Tabla 2** resume estos datos, junto con las elevaciones del nivel de agua estático determinadas a partir de las mediciones de profundidad a la tabla de agua tomadas en cada pozo. Dichas mediciones fueron tomadas durante el evento de muestreo de caracterización de agua subterránea del 3 al 4 de junio de 2019. Basado en estos datos, la dirección general del flujo de agua subterránea es hacia el sur (**Figura 3**).

## 4.2 Resultados de Muestreo de Agua Subterránea

Los resultados analíticos del agua subterránea se resumen en la **Tabla 3**. Las concentraciones de litio, molibdeno y selenio en las muestras de agua subterránea se incluyen junto a las respectivas ubicaciones de los pozos de monitoreo en la **Figura 4**.

Los resultados del muestreo revelaron lo siguiente:

- Concentraciones de litio, molibdeno y selenio en el agua subterránea fueron detectadas en la zona ubicada inmediatamente gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax a lo largo del eje este-oeste, pero no fueron detectadas por encima del límite de reporte del laboratorio (límite de cuantificación) en las muestras tomadas en los pozos al oeste (Pozo TW-101) y este (Pozo MW-5).
- Las concentraciones más altas de litio, molibdeno y selenio en agua subterránea fueron detectadas en muestras tomadas en los Pozos Temporeros TW-102 y TW-103, respectivamente. Estos pozos de monitoreo ubican inmediatamente gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax.
- Molibdeno y selenio no fueron detectados por encima del límite de reporte del laboratorio en los Pozos Temporeros TW-104 a TW-109, los cuales se encuentran cerca del límite sur de la propiedad. Del mismo modo, litio no fue detectado en estos pozos, excepto en el Pozo TW-107 donde la concentración de litio fue de 0.016 miligramos por litro (mg/L). Esta concentración está justo por encima del límite de reporte de litio de 0.010 mg/L, y es menos de la mitad del GWPS de litio de 0.040 mg/L.

## 5 CONCLUSIONES

Basado en los resultados analíticos del evento de muestreo de agua subterránea de junio de 2019, los impactos al agua subterránea por litio, molibdeno y selenio en el acuífero superior se encuentran confinados dentro de los límites de la propiedad de AES-PR. Las concentraciones de estos metales se encontraron por debajo o cerca de sus límites correspondientes de reporte de laboratorio en todas las muestras tomadas en los pozos ubicados cerca del límite sur de la propiedad. Además, todas las concentraciones resultaron muy por debajo del GWPS en el límite sur de propiedad. La dirección general hacia el sur del flujo de agua subterránea, según determinada a partir de las mediciones de la profundidad de la tabla de agua en cada pozo, confirmó que los pozos muestreados se encuentran hidráulicamente gradiente abajo del Área de Inventario de Agremax.

## 6 REFERENCIAS

DNA (DNA-Environment, LLC) marzo de 2019. *“Sampling and Analysis Plan, Characterization of Lithium, Molybdenum and Selenium in Groundwater, USEPA Coal Combustion Rule, AES Puerto Rico LP, Guayama, PR.”*

USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). 1998. *“Ground Water Sampling Procedure. Low Stress (Low Flow) Purging and Sampling.”*

USEPA, 2015. 40 CFR, partes 257 y 261, *“Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities; Final Rule. 17 April.”*

<b>Registro de Revisiones</b>		
Fecha	Tabla	Descripción
8 de noviembre de 2019	Tabla 3	Se corrigió el valor de Manganeso. Dicho valor fue corregido de 8.2 mg/L a 11 mg/L para la Muestra Núm. AES-MW5-060319, tomada en el Pozo de Monitoreo MW-5 el 3 de junio de 2019.

## TABLAS

**Tabla 1.** Métodos Analíticos y Requerimientos de Prueba para Muestras de Agua Subterránea y de Control de Calidad

Parámetro	Método Analítico	Tiempo de Retención Antes de Extracción	Tipo de Envase	Preservativo
<i>Caracterización de Naturaleza y Extensión</i>				
Litio, Molibdeno y Selenio	EPA 6020	180 días	Plástico 250 mL	HNO <sub>3</sub> a pH < 2 <sup>1</sup> Enfriar ≤ 6 °C <sup>2</sup>
<i>Geoquímica de Agua Subterránea</i>				
Boro y Calcio	EPA 6020	180 días	Plástico 250 mL <sup>4</sup>	HNO <sub>3</sub> a pH < 2 Enfriar ≤ 6 °C
Cloruro, Total	SM <sup>3</sup> 4500-Cl-E	28 días	Plástico 1 L <sup>5</sup>	Enfriar ≤ 6 °C
Fluoruro, Total	SM 4500-F-C	28 días	Plástico 1 L	Enfriar ≤ 6 °C
Sulfato, Total	SM 4500-SO4-E	28 días	Plástico 1 L	Enfriar ≤ 6 °C
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540C	7 días	Plástico 1 L	Enfriar ≤ 6 °C
Hierro, Magnesio, Manganeso, Potasio y Sodio	EPA 6020	180 días	Plástico 250 mL	HNO <sub>3</sub> a pH < 2 Enfriar ≤ 6 °C
Alcalinidad (Total, Bicarbonatos y Carbonatos)	SM 2320B	14 días	Plástico 1 L	Enfriar ≤ 6 °C

Notes:

<sup>1</sup> HNO<sub>3</sub> a pH < 2 = Se añade Acido Nítrico para bajar el pH de la muestra a un valor menor a dos unidades.

<sup>2</sup> Enfriar ≤ 6 °C = Enfriar la muestra a seis grados Celsius o menor.

<sup>3</sup> SM = "Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters."

<sup>4</sup> mL = mililitro

<sup>5</sup> L = Litro

Tabla 2. Mensura de Pozos de Monitoreo del 2019 y Datos de Elevación de Agua Subterránea Correspondientes al Evento de Muestreo de Junio 2019

Identificación de Pozo	"Northing (Y)"	"Easting (X)"	Latitud	Longitud	Elevación Terreno (metros) *	Elevación Terreno (pies)	Elevación TOC (metros)	Elevación TOC (pies)	Profundidad al Agua (pies)	Elevación Agua Subterránea (pies)
MW-1	212731.3196	230013.699	17.9481512	-66.1500155	6.148	20.171	6.948	22.795	12.22	10.58
MW-2	212639.2969	230127.7269	17.9473182	-66.1489405	6.193	20.318	6.998	22.959	12.57	10.39
MW-3	212188.6158	229867.5265	17.9432499	-66.1514032	4.022	13.196	4.842	15.886	13.75	2.14
MW-4	212186.082	229968.4781	17.9432256	-66.1504504	4.507	14.787	5.372	17.625	13.10	4.52
MW-5	212202.488	230090.6473	17.9433722	-66.1492969	4.141	13.586	4.953	16.250	13.65	2.60
TW-D	212492.9126	229980.8134	17.9459977	-66.1503294	5.407	17.740	6.026	19.770	10.12	9.65
TW-101	212183.1763	229833.1169	17.9432013	-66.1517281	3.962	12.999	4.869	15.974	14.13	1.84
TW-102	212183.5493	229918.3735	17.9432035	-66.1509233	4.256	13.963	5.183	17.005	15.20	1.80
TW-103	212193.3289	230023.3263	17.9432904	-66.1499325	4.563	14.970	5.479	17.976	15.18	2.80
TW-104	212142.7859	229828.8634	17.9428364	-66.1517689	4.594	15.072	1.759	5.771	4.11	1.66
TW-105	212145.2408	229870.9677	17.9428580	-66.1513714	0.972	3.189	1.931	6.335	4.65	1.69
TW-106	212149.4473	229920.7523	17.9428953	-66.1509014	1.257	4.124	2.189	7.182	5.54	1.64
TW-107	212153.5554	229970.3777	17.9429317	-66.1504329	1.349	4.426	2.254	7.395	5.69	1.71
TW-108	212159.3198	230031.9076	17.9429830	-66.1498520	1.280	4.199	2.155	7.070	5.45	1.62
TW-109	212162.1096	230060.4476	17.9430078	-66.1495826	1.255	4.117	2.179	7.149	5.45	1.70
P-102	212375.0089	229935.0988	17.9449331	-66.1507627	4.834	15.860	5.542	18.182	9.19	8.99
P-106	212299.0367	230114.7307	17.9442441	-66.1490682	4.609	15.121	4.949	16.237	10.49	5.75

MENSURA

MENSURA

MENSURA\*

MENSURA

DATOS (CAMPO)

CALCULADO

Notas:

Sistema de Coordenadas: NAD 83, "Puerto Rico State Plane" (metros)

Referencia de Elevación: Ortométrica, Geoid12B

Las coordenadas horizontales y verticales fueron medidas en metros.

\* Las elevaciones de la superficie del terreno en los Pozos MW-1 al MW-5 fueron determinadas restando el grosor, sobre tierra, de la losa de concreto del pozo (0.08 m) de la elevación superficial de la losa de concreto.

Factor de conversión de metros a pies = 3.28084 pies por metros.

TOC - "Top of Well Casing" (Tope de la camisa del pozo).

Las Elevaciones de Agua Subterránea fueron calculadas restando la Profundidad al Agua (pies) de la Elevación TOC (pies).

Tabla 3. Resultados Analíticos y Datos de Monitoreo de las Muestras de Agua Subterránea Tomadas en Junio de 2019  
AES Puerto Rico, LP en Guayama, Puerto Rico

	Núm. Pozo	TW-101	MW-3	TW-102	MW-4	MW-4	TW-103	MW-5
	Tipo de Pozo y Ubicación	N&E Gradiente Abajo <sup>1</sup>	RCC Gradiente Abajo <sup>1</sup>	N&E Gradiente Abajo	RCC Gradiente Abajo	Duplicado de Campo	N&E Gradiente Abajo	RCC Gradiente Abajo
	Núm. Muestra	AES-TW101-060319	AES-MW3-060319	AES-TW102-060319	AES-MW4-060319	AES-MW4-Dup-060319	AES-TW103-060319	AES-MW5-060319
	Fecha de Muestreo	6/3/2019	6/3/2019	6/3/2019	6/3/2019	6/3/2019	6/3/2019	6/3/2019
Elevación del Agua (pies SNM)		1.84	2.14	1.80	4.52	NA	2.80	2.60
Parámetros de Campo	Unidades							
pH	SU	6.81	7.00	6.93	7.16	NA	7.09	6.56
Conductividad	mS/cm	13.94	13.95	35.52	18.72	NA	30.86	12.67
Potencial Redox	mV	-89.9	-76.9	-73.3	-117.8	NA	-94.6	-67.6
Oxígeno Disuelto	mg/L	1.02	0.76	1.02	0.51	NA	0.51	0.76
Turbidez	NTU	7.07	2.30	4.18	15.60	NA	2.70	20.99
Temperatura	°C	30.30	30.83	31.90	33.14	NA	30.90	29.26
Resultados Analíticos								
Litio	mg/L	0.0048 J	0.0035 J	1.1	0.38	0.37	0.60	0.0043 J
Molibdeno	mg/L	0.0067	0.17	1.4	0.51	0.51	1.4	0.0035 J
Selenio	mg/L	0.0049 U	0.11	0.98	0.0049 U	0.0049 U	0.70	0.0049 U
Boro	mg/L	0.77	1.1	2.8	1.6	1.6	2.0	0.43
Calcio	mg/L	950	310	590	280	270	590	680
Cloruro	mg/L	4700	4100	9000	4400	4500	5200	3800
Fluoruro	mg/L	0.96	1.6	0.74	0.78	0.79	0.74	0.42
pH, Medición de Campo	SU	6.81	7.00	6.93	7.16	NA	7.09	6.56
Sulfato	mg/L	620	1900	11000	4500	4300	10000	2300
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	16000	8700	41000	16000	13000	32000	9900
Alcalinidad, Total	mg/L	650	550	350	800	810	320	500
Hierro	mg/L	45	0.83	0.23 U	13	10	1.3	10
Magnesio	mg/L	840	480	290	68	66	180	380
Manganeso	mg/L	7.6	1.2	4.0	2.2	2.1	6.9	11
Potasio	mg/L	10	23	1100	900	860	1000	7.4
Sodio	mg/L	1800	2700	11000	5900	5700	11000	2600

Notas:

mg/L - miligramos por Litro

SU - "Standard Units" (Unidades Estándar)

pies SNM - Pies sobre el Nivel del Mar

mS/cm - milisiemens por centimetro

mV - milivoltios

NTU - "Nephelometric Turbidity Units"

(Unidades Nefelométricas de Turbidez)

°C - grados Celsius

Las elevaciones del nivel de agua estático están basadas en mediciones recolectadas en todos los pozos el 4 de junio de 2019.

<sup>1</sup>Pozos instalados inmediatamente al sur (hidraulicamente gradiente abajo) del Área de Inventario de Agremax.

N&E = Pozo para la "Caracterización de la Naturaleza y Extensión" de Agua Subterránea;

RCC = Pozo para el Monitoreo de Agua Subterránea con respecto a los Residuos de Combustión de Carbón.

Los resultados analíticos de metales están basados en la fracción total ("Total Recoverable").

El formato de la fecha de la muestreo es: mmddaa (mes-día-año).

El formato de la identificación de la muestra es: "Nombre de Proyecto + Identificación de Pozo + Fecha de Muestreo".

La muestra "AES-MW4-DUP-060319" es el duplicado de campo de la muestra AES-MW4-060319.

U - No detectado al Limite de Detección del Método indicado (MDL: Method Detection Limit).

J - El resultado es menor que el Limite de Reporte ("Reporting Limit"), pero mayor o igual que el Limite de Detección del Método (MDL) y la concentración es un valor aproximado.

NA - No Aplica a la muestra de duplicado de campo.

Tabla 3 (Cont.). Resultados Analíticos y Datos de Monitoreo de las Muestras de Agua Subterránea Tomadas en Junio de 2019  
AES Puerto Rico, LP en Guayama, Puerto Rico

	Núm. Pozo	TW-104	TW-105	TW-106	TW-107	TW-108	TW-109
	Tipo de Pozo y Ubicación	N&E Límite de Propiedad <sup>2</sup>	N&E Límite de Propiedad				
	Núm. Muestra	AES-TW104-060419	AES-TW105-060419	AES-TW106-060419	AES-TW107-060419	AES-TW108-060419	AES-TW109-060419
	Fecha de Muestreo	6/4/2019	6/4/2019	6/4/2019	6/4/2019	6/4/2019	6/4/2019
Elevación del Agua (pies SNM)		1.66	1.69	1.64	1.71	1.62	1.70
Parámetros de Campo	Units						
pH	SU	7.00	7.14	6.93	7.18	6.91	6.76
Conductividad	mS/cm	14.28	13.28	21.45	26.35	20.81	12.86
Potencial Redox	mV	-92.7	-131.1	-98.4	-85.6	-68.4	-69.9
Oxígeno Disuelto	mg/L	0.86	0.85	1.16	0.69	0.81	1.02
Turbidez	NTU	14.63	11.01	7.59	3.50	21.14	16.45
Temperatura	°C	28.09	29.02	28.86	29.36	28.60	27.54
Resultados Analíticos							
Litio	mg/L	0.0027 J	0.0026 J	0.0048 J	0.016	0.0041 J	0.0041 J
Molibdeno	mg/L	0.012 U	0.012 U	0.013 J	0.012 U	0.012 U	0.012 U
Selenio	mg/L	0.0049 U	0.0049 U	0.0049 U	0.0049 U	0.0049 U	0.0049 U
Boro	mg/L	0.78	0.79	1.1	1.1	0.66	0.43
Calcio	mg/L	630	420	810	570	700	970
Cloruro	mg/L	4800	3600	6300	7000	6300	4000
Fluoruro	mg/L	0.78	1.2	0.98	0.61	0.71	0.66
pH, Medición de Campo	SU	7.00	7.14	6.93	7.18	6.91	6.76
Sulfato	mg/L	1800	3000	4400	7800	4200	2300
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	13000	12000	50000	39000	26000	13000
Alcalinidad, Total	mg/L	600	820	830	510	530	500
Hierro	mg/L	1.5	1.5	6.7	4.9	5.7	13
Magnesio	mg/L	650	460	810	580	640	570
Manganeso	mg/L	12	8.2	16	16	18	14
Potasio	mg/L	21	30	89	170	10	4.7
Sodio	mg/L	2600	2900	5600	8900	5200	2100 V

Notas:

mg/L - miligramos por Litro

SU - "Standard Units" (Unidades Estándar)

pies SNM - Pies sobre el Nivel del Mar

mS/cm - milisiemens por centímetro

mV - milivoltios

NTU - "Nephelometric Turbidity Units"  
(Unidades Nefelométricas de Turbidez)

°C - grados Celsius

Las elevaciones del nivel de agua estático están basadas en mediciones recolectadas en todos los pozos el 4 de junio de 2019.

<sup>2</sup>Pozos instalados cerca de el límite sur de la propiedad de AES-PR.

N&E = Pozo para la "Caracterización de la Naturaleza y Extensión" de Agua Subterránea.

Los resultados analíticos de metales están basados en la fracción total ("Total Recoverable").

El formato de la fecha de la muestreo es: mmddaa (mes-día-año).

El formato de la identificación de la muestra es: "Nombre de Proyecto + Identificación de Pozo + Fecha de Muestreo".

La muestra "AES-MW4-DUP-060319" es el duplicado de campo de la muestra AES-MW4-060319.

U - No detectado al Límite de Detección del Método indicado (MDL: Method Detection Limit).

J - El resultado es menor que el Límite de Reporte ("Reporting Limit"), pero mayor o igual

que el Límite de Detección del Método (MDL) y la concentración es un valor aproximado.

V - La Dilución en Serie excede los límites de control.

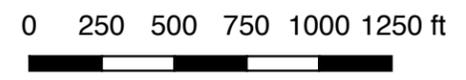
## FIGURAS



**Figura 1**  
**Mapa de Ubicación del Lugar**  
**AES Puerto Rico, LP**  
**Guayama, Puerto Rico**

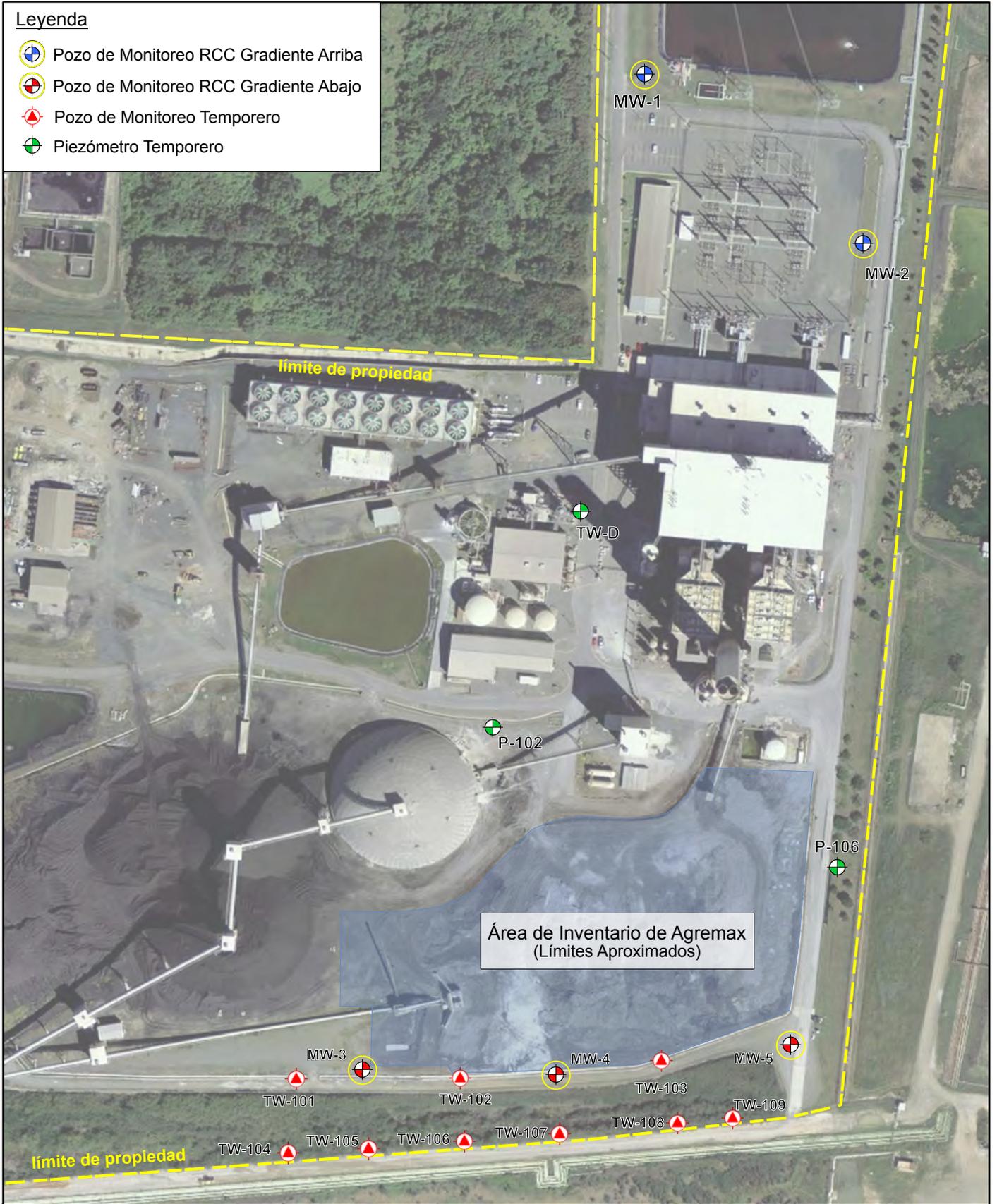


**Legenda**



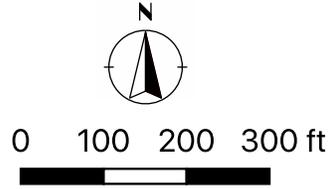
**Leyenda**

-  Pozo de Monitoreo RCC Gradiente Arriba
-  Pozo de Monitoreo RCC Gradiente Abajo
-  Pozo de Monitoreo Temporero
-  Piezómetro Temporero



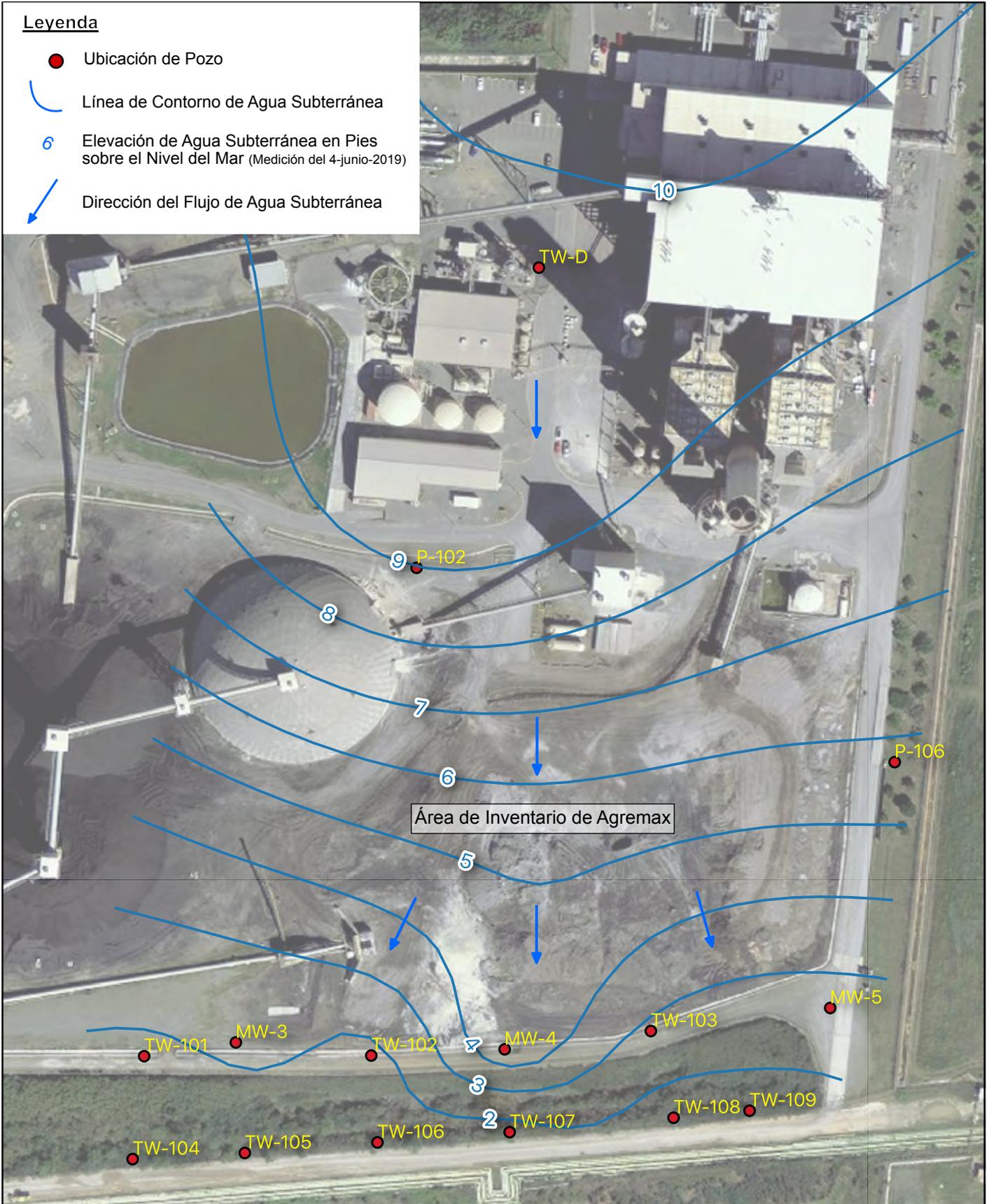
**Figura 2**

**Sistema de Monitoreo RCC de Agua Subterránea y Pozos Temporeros para Caracterización de Agua Subterránea AES Puerto Rico, LP en Guayama, PR**



**Legenda**

- Ubicación de Pozo
- Línea de Contorno de Agua Subterránea
- 6 Elevación de Agua Subterránea en Pies sobre el Nivel del Mar (Medición del 4-junio-2019)
- ↘ Dirección del Flujo de Agua Subterránea



**Figura 3**

**Contornos de Elevación de Agua Subterránea  
AES Puerto Rico, LP  
Guayama, Puerto Rico**



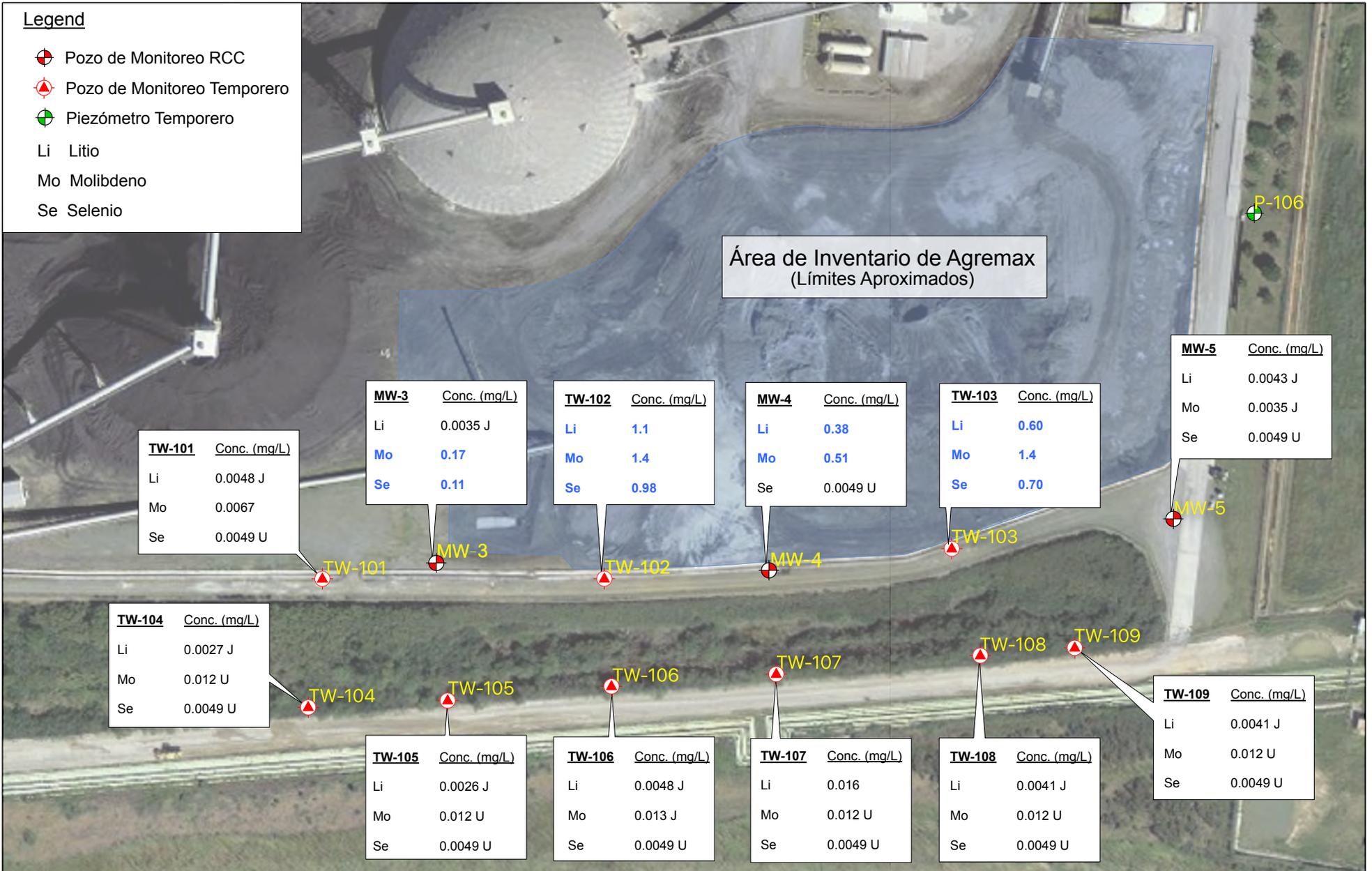
0 100 200 300 ft



DNA-ENVIRONMENT, LLC

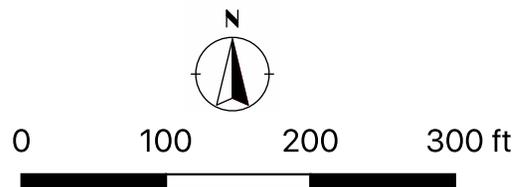
**Legend**

-  Pozo de Monitoreo RCC
-  Pozo de Monitoreo Temporero
-  Piezómetro Temporero
- Li Litio
- Mo Molibdeno
- Se Selenio



**Figura 4**

**Resultados Analíticos de Agua Subterránea  
Regla RCC, Naturaleza y Extensión  
AES Puerto Rico, LP en Guayama, PR**



## **APÉNDICE A**

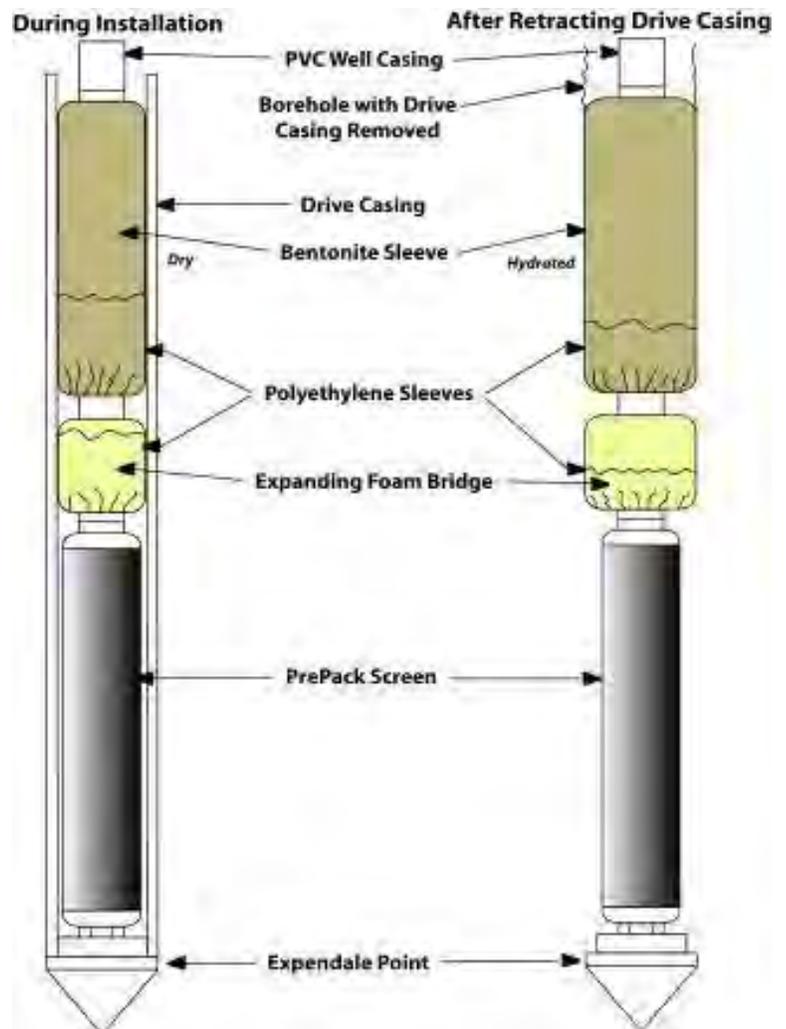
*ESPECIFICACIONES DE SECCIÓN RANURADA DE POZO DE MONITOREO PREEMPACADO*

# Pre-Pack Screen Monitoring Wells

## 1.5" Metals Testing Prepack (2.4" OD) x 5' length

**Description:** Outer layer is food grade nylon mesh, sand packed with 20×40 silica sand over 0.010" slotted Sch40 PVC Screen. No metal components are used.

- ◆ Assures accurate placement of filter media across desired interval.
- ◆ Quick Seal and Bentonite sleeves protects the sampling environment.
- ◆ Installed through cased borehole, provides high integrity well construction and sample quality.
- ◆ Meets ASTM standard D6725 for Direct Push Monitoring Well Installation.
- ◆ Meets basic EPA and RCRA construction requirements.
- ◆ DOD and EPA Studies reveal no statistically significant difference between water quality samples collected from paired Pre-Packs and conventional drilled wells.



# ECT Pre-Pack Specifications

## Pre-Pack Screen

Pipe Size	Length (feet)	Original Diameter (inch) ID/OD	Fits Casing (inches OD)
0.50-inch	2.5, 5	0.625 / 1.4	2, 2-1/4
0.75-inch	2.5, 5	0.81 / 1.4	2, 2-1/4
1-inch	2.5, 5	1.03 / 1.7	3-1/4, 3-1/2
1-inch	2.5, 5	1.03 / 2.4	3-1/4, 3-1/2
1.25-inch	2.5, 5	1.34 / 2.4	3-1/4, 3-1/2
1.50-inch	2.5, 5	1.59 / 2.4	3-1/4, 3-1/2
2-inch	2.5, 5	2.05 / 2.8	3-1/2, 3-3/4
2-inch	2.5, 5	2.05 / 3.5	4-1/2
3-inch	2.5, 5	3.04 / 5.5	4-1/4 HSA
4-inch	2.5, 5	3.99 / 5.5	4-1/4 HSA

## Expanding Foam Bridge

Pipe Size	Length (feet)	Original Diameter (inch)	Fill Hole Approx. Diameter (inches)
0.75-inch	2.5	1.4	>2.5
1-inch	2.5	2.4	>3.5
1.25-inch	2.5	2.4	>3.5
1.50-inch	2.5	2.4	>3.5
2-inch	2.5	2.8	>4

## Bentonite Sleeve

Expansion times (example) - 3/4-inch model seals 2-inch hole in approx. 6-12 hours.

Pipe Size	Length (feet)	Original Diameter (inch)	Fill Hole Approx. Diameter (inches)
0.75-inch	2.5	1.4	>2.5
1-inch	2.5	2.4	>3.5
1.25-inch	2.5	2.4	>3.5
1.50-inch	2.5	2.4	>3.5
2-inch	2.5	2.8	>4

## Quick Seal Sleeve

Expansion times (example) - 3/4-inch model seals 2-inch hole in approx. 15-30 minutes.

Pipe Size	Length (feet)	Original Diameter (inch) ID/OD	Fill Hole Approx. Diameter (inches)
0.75-inch	0.5	0.81 / 1.4	>2.5
1-inch	0.5	1.03 / 1.7	>3.5
1.25-inch	0.5	1.34 / 2.4	>3.5
1.50-inch	0.5	1.59 / 2.4	>3.5
2-inch	0.5	2.05 / 2.8	>4

## Direct Push Drive Casing and Expendable Points

2-1/4 inch OD Casing	2-1/4-inch Expendable Point Steel 2-1/4-inch Expendable Pt. Aluminum
3-1/4 inch OD Casing	3-1/4-inch Expendable Point Steel 3-1/4-inch Expendable Pt. Aluminum
3-1/2 inch OD Casing	3-1/2-inch Expendable Point Steel
3-3/4 inch OD Casing	3-3/4-inch Expendable Point Steel
4-1/2 inch OD Casing	4-1/2-inch Expendable Point Steel



11 Black Forest Rd.  
Hamilton, NJ 08691  
Phone: 609-631-8939  
Fax: 609-631-0993  
E-Mail: [ectmfg@aol.com](mailto:ectmfg@aol.com)  
Web Address: [ectmfg.com](http://ectmfg.com)

**Call Today**  
**888-240-4328**

## **APÉNDICE B**

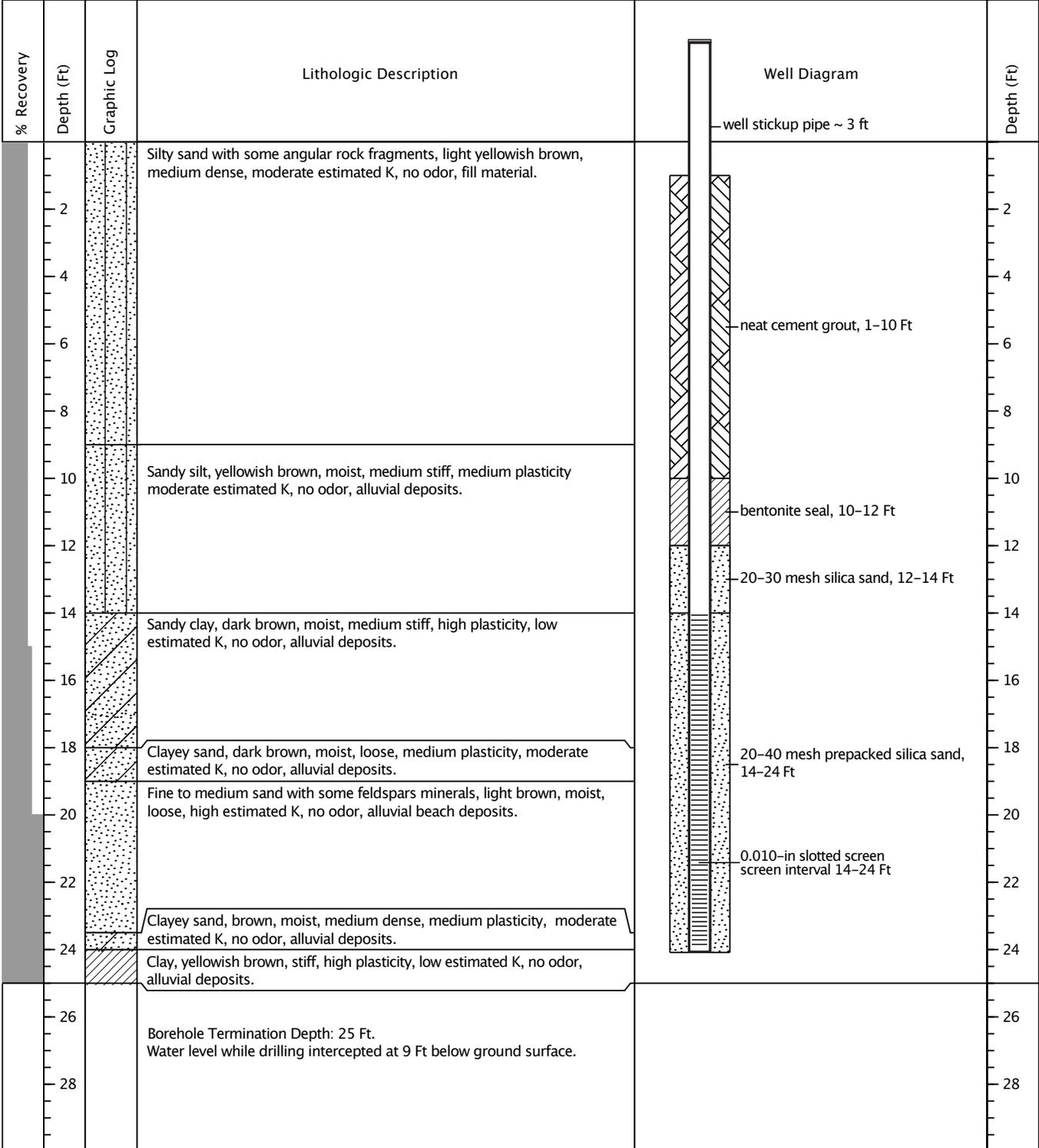
*BITÁCORA DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS Y DIAGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN DE POZOS*

# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-101

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 30, 2019	COORDINATES: Y=212183.1763, X =229833.1169
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 24 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 1.5-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid 12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 3.962 m (12.999 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 4.869 m (15.974 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 3.25-in ID Dual Tubes. Well was installed using metal-free prepacked well materials from ECT Manufacturing (i.e., 1.5" ID Metals Testing PrePacked PVC Well Screen").	LOGGED BY: Alberto Melendez CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG
---	---

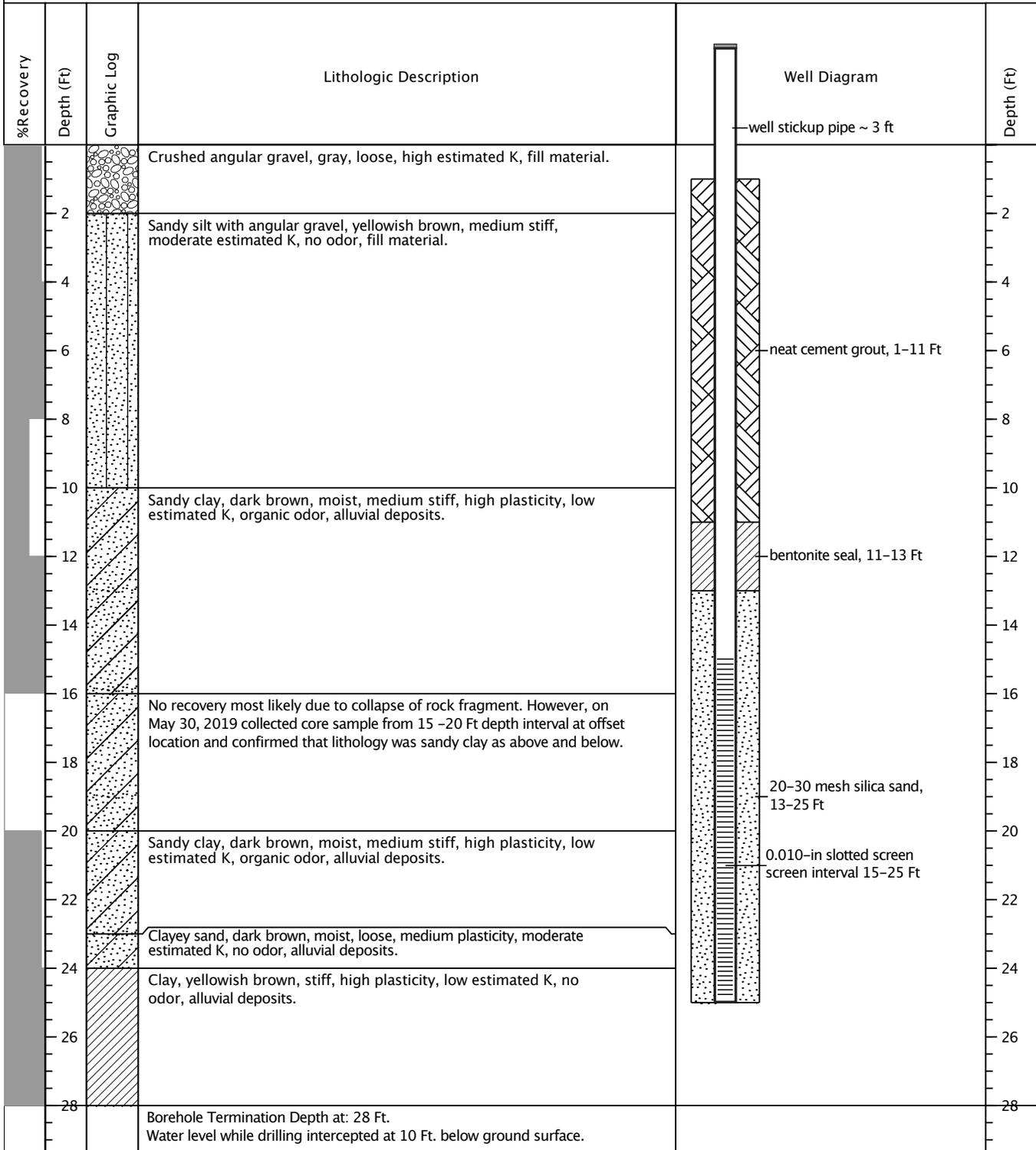


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-102

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 6, 2019	COORDINATES: Y=212183.5493, X=229918.3735
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 25 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 4.256 m (13.963 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 5.183 m (17.005 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Juan D. Negron, PG
---	-------------------------------

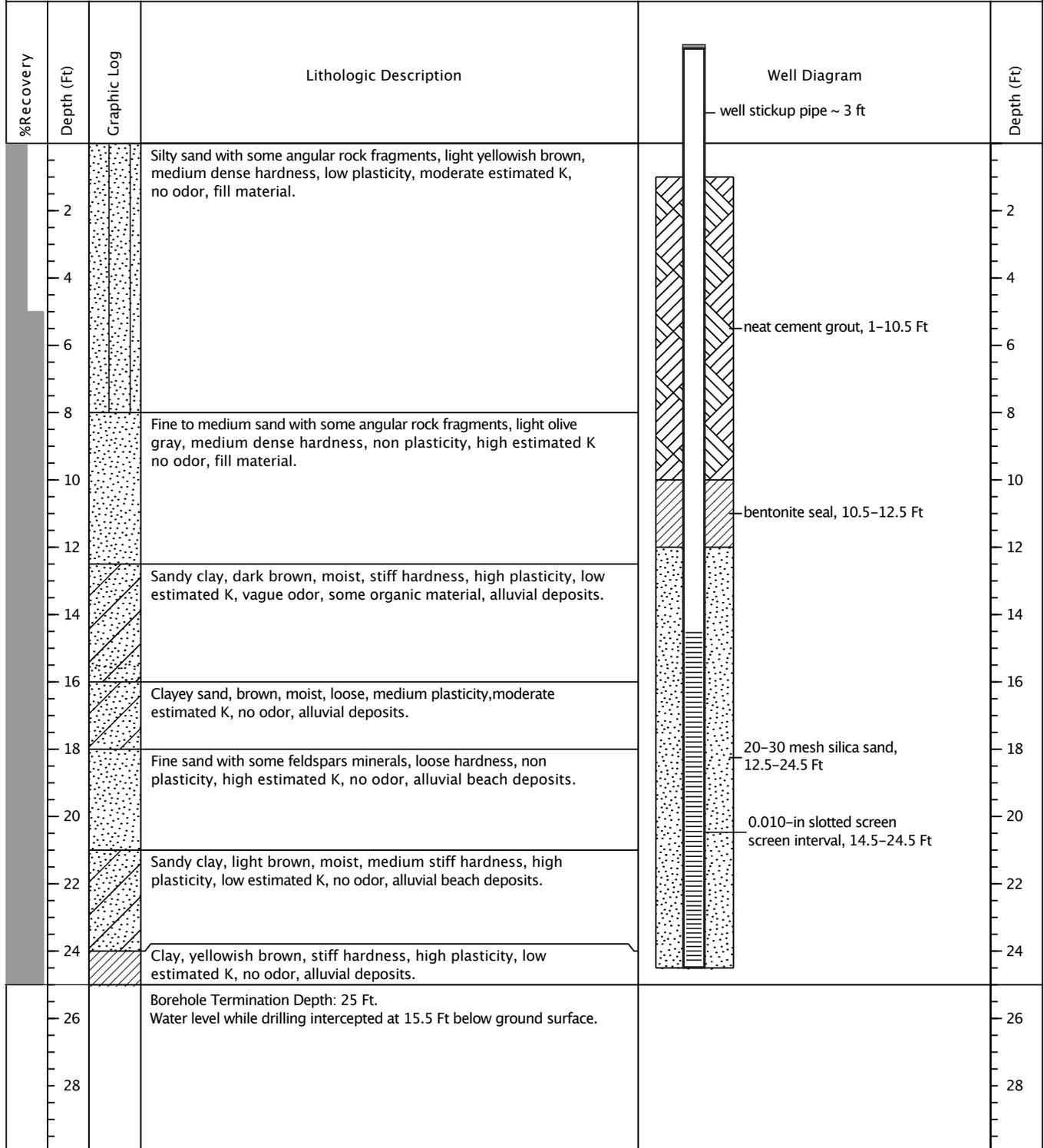


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-103

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 7, 2019	COORDINATES: Y=212193.3289, X=230023.3263
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 24.5 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 4.563 m (14.970 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 5.479 m (17.976 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG



# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-104

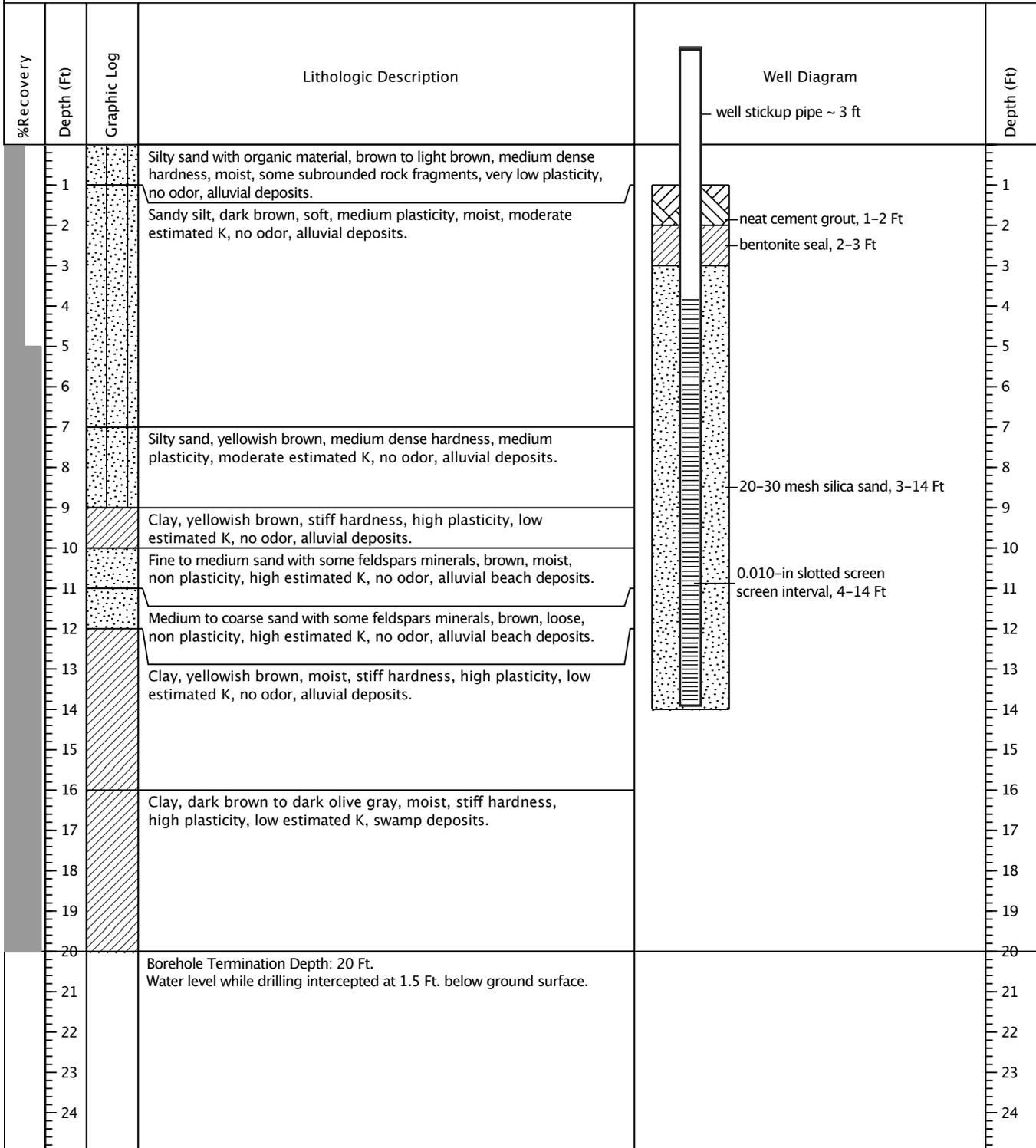
DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 8, 2019	COORDINATES: Y=212142.7859, X=229828.8634
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	TOTAL DEPTH: 14 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 4.594 m (15.072 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 1.759 m (5.771 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers

LOGGED BY: Hardy Rodriguez

CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG

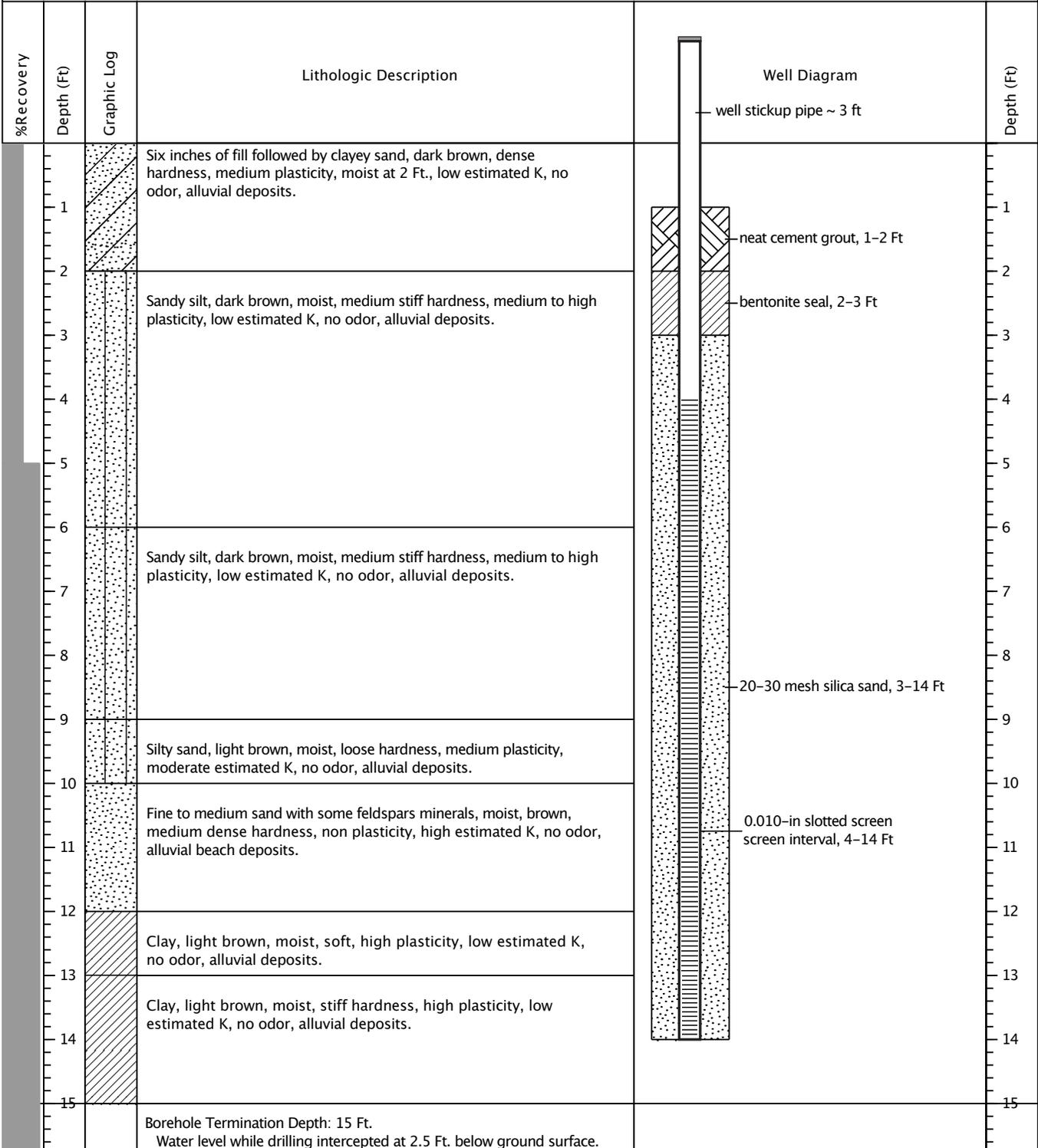


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-105

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 7, 2019	COORDINATES: Y=212145.2408, X=229870.9677
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	TOTAL DEPTH: 14 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 0.972 m (3.189 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 1.931 m (6.335 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG

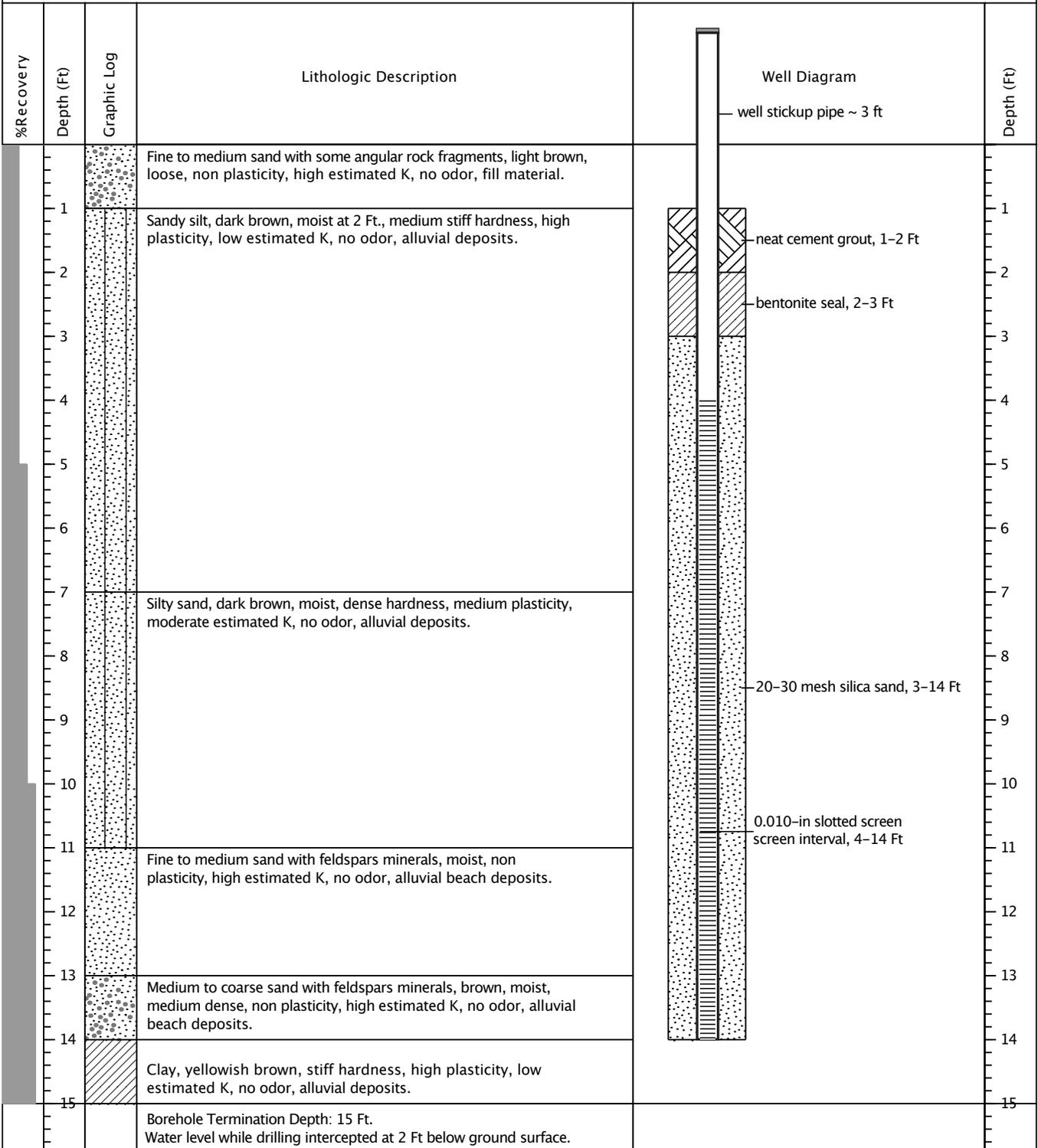


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-106

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 8, 2019	COORDINATES: Y =212149.4473, X=229920.7523
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	TOTAL DEPTH: 14 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR STATE PLANE (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 1.257 m (4.124 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 2.189 m (7.182 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG

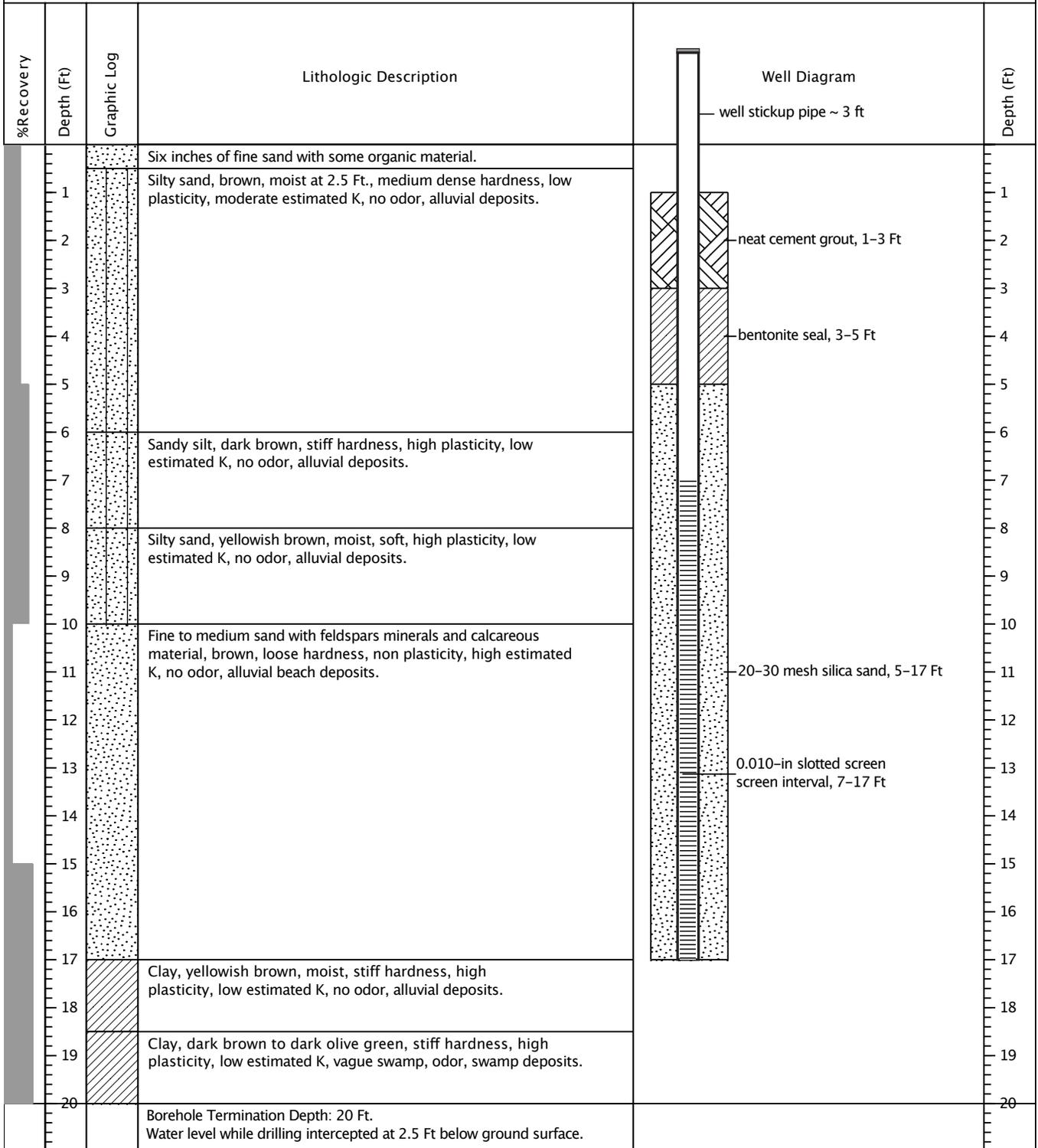


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-107

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 8, 2019	COORDINATES: Y=212153.5554, X=229970.3777
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 17 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 1.349 m (4.426 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 2.254 m (7.395 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negron, PG

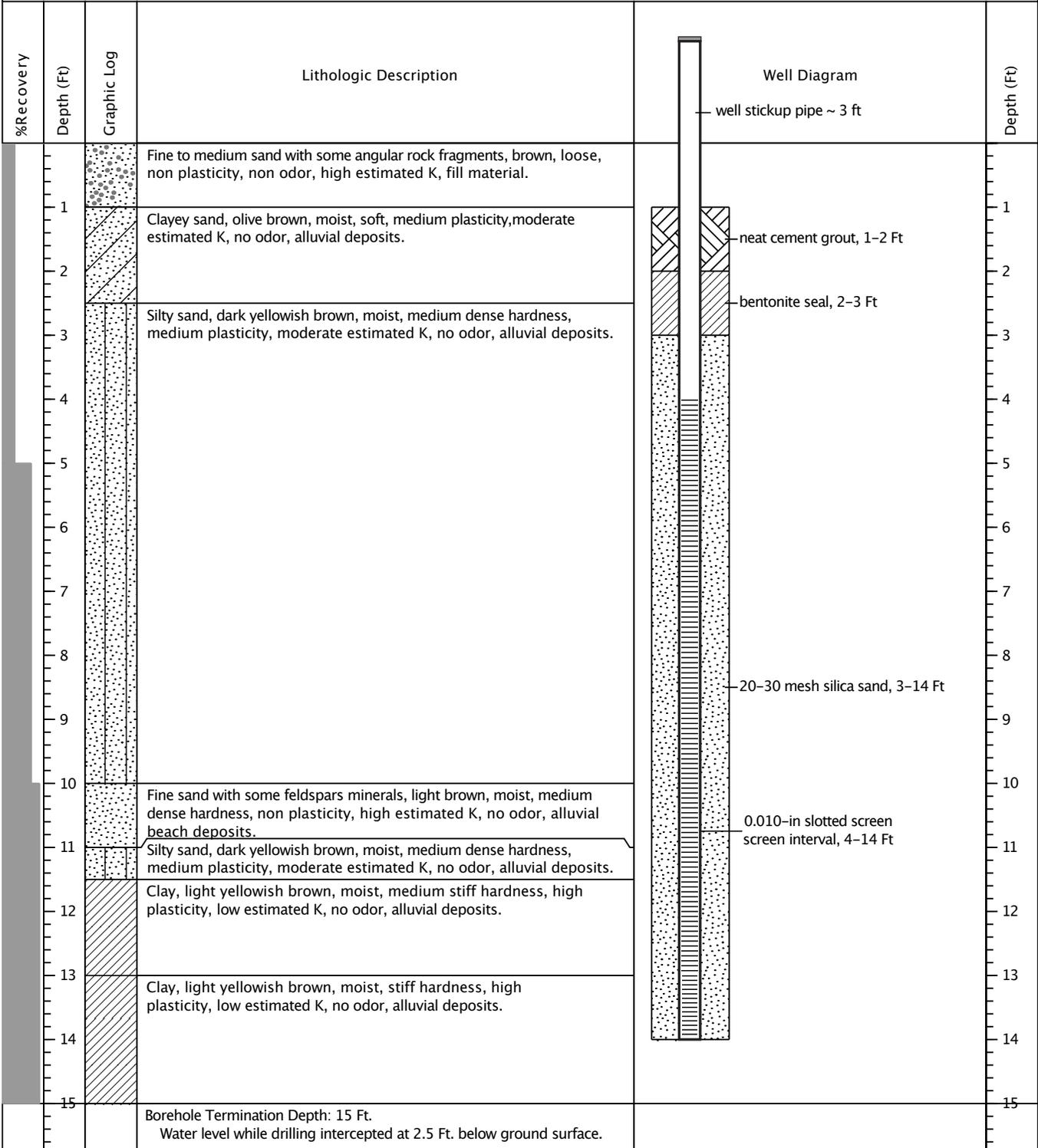


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-108

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 7, 2019	COORDINATES: Y=212159.3198, X=230031.9076
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 14 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 1.280 m (4.199 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 2.155 m (7.070 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG

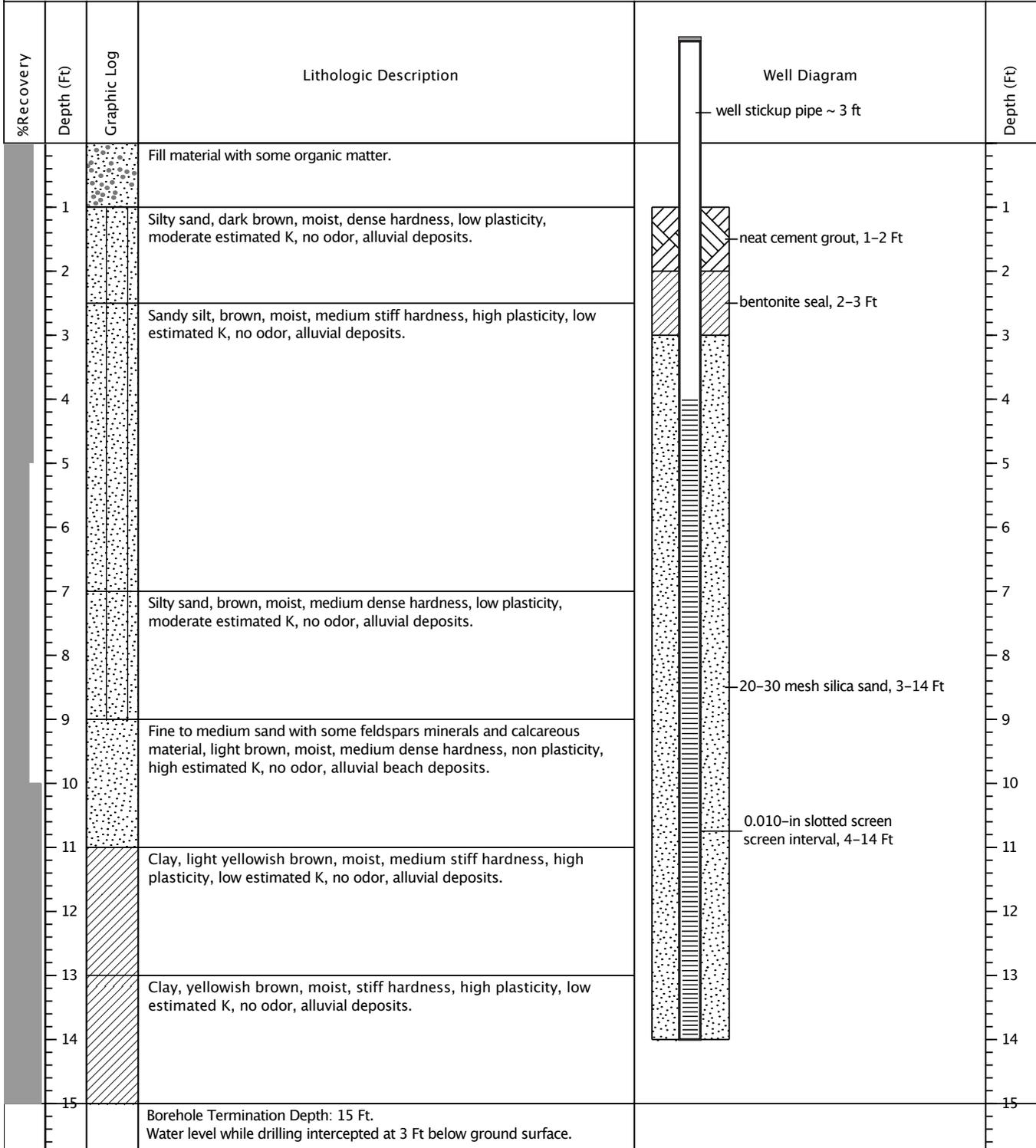


# GROUNDWATER LOG Temporary Well TW-109

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 8, 2019	COORDINATES: Y=212162.1096, X=230060.4476
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 14 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 2-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 1.255 m (4.117 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 2.179 m (7.149 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 4.25-in ID Hollow Stem Augers	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negron, PG

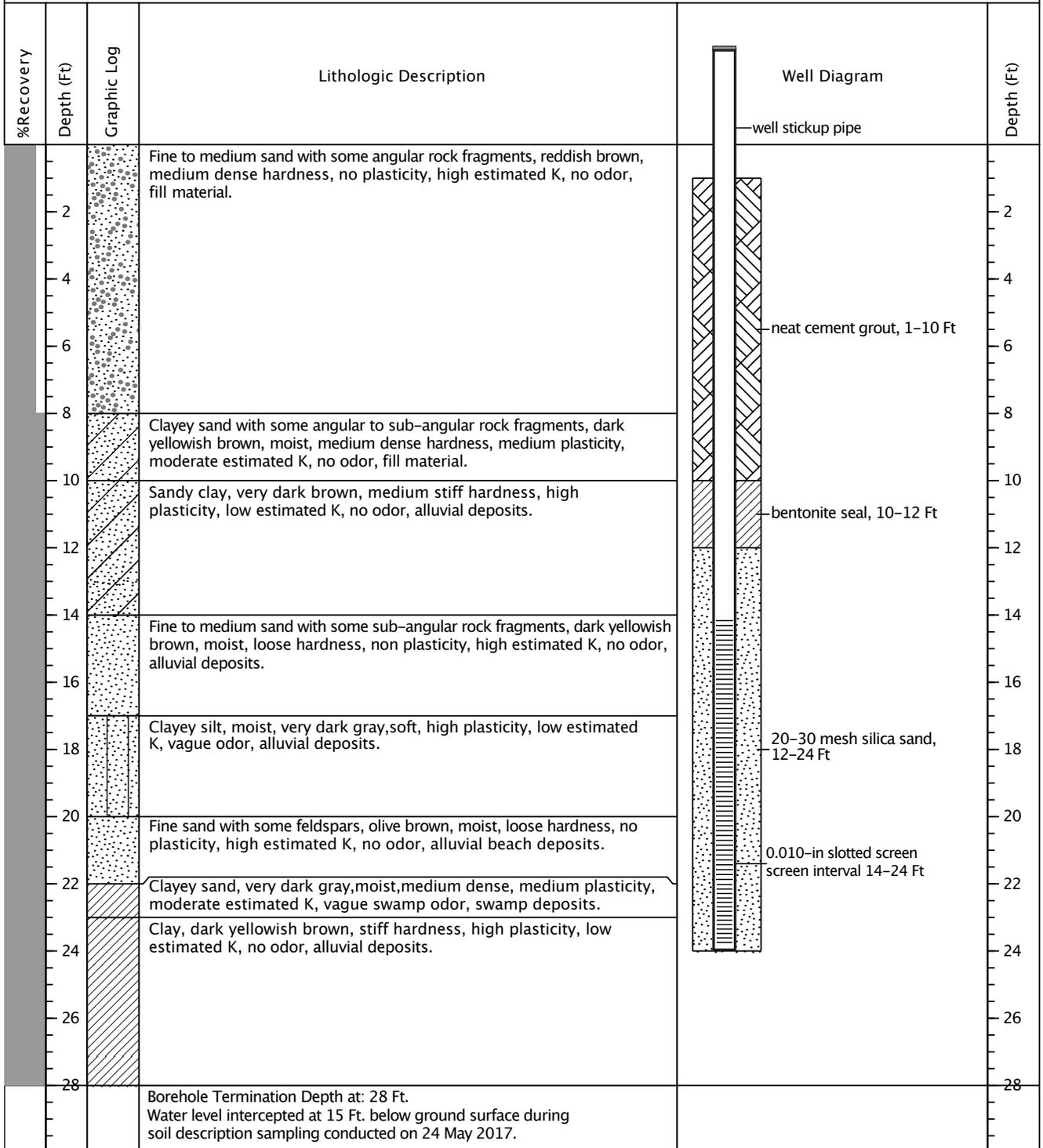


# GROUNDWATER LOG Temporary Piezometer P-102

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 10, 2019	COORDINATES: Y=212375.0089, X=229935.0988
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 24 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 1.5-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 4.834 m (15.860 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 5.542 m (18.182 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 3.25-in ID Dual Tubes	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negron, PG

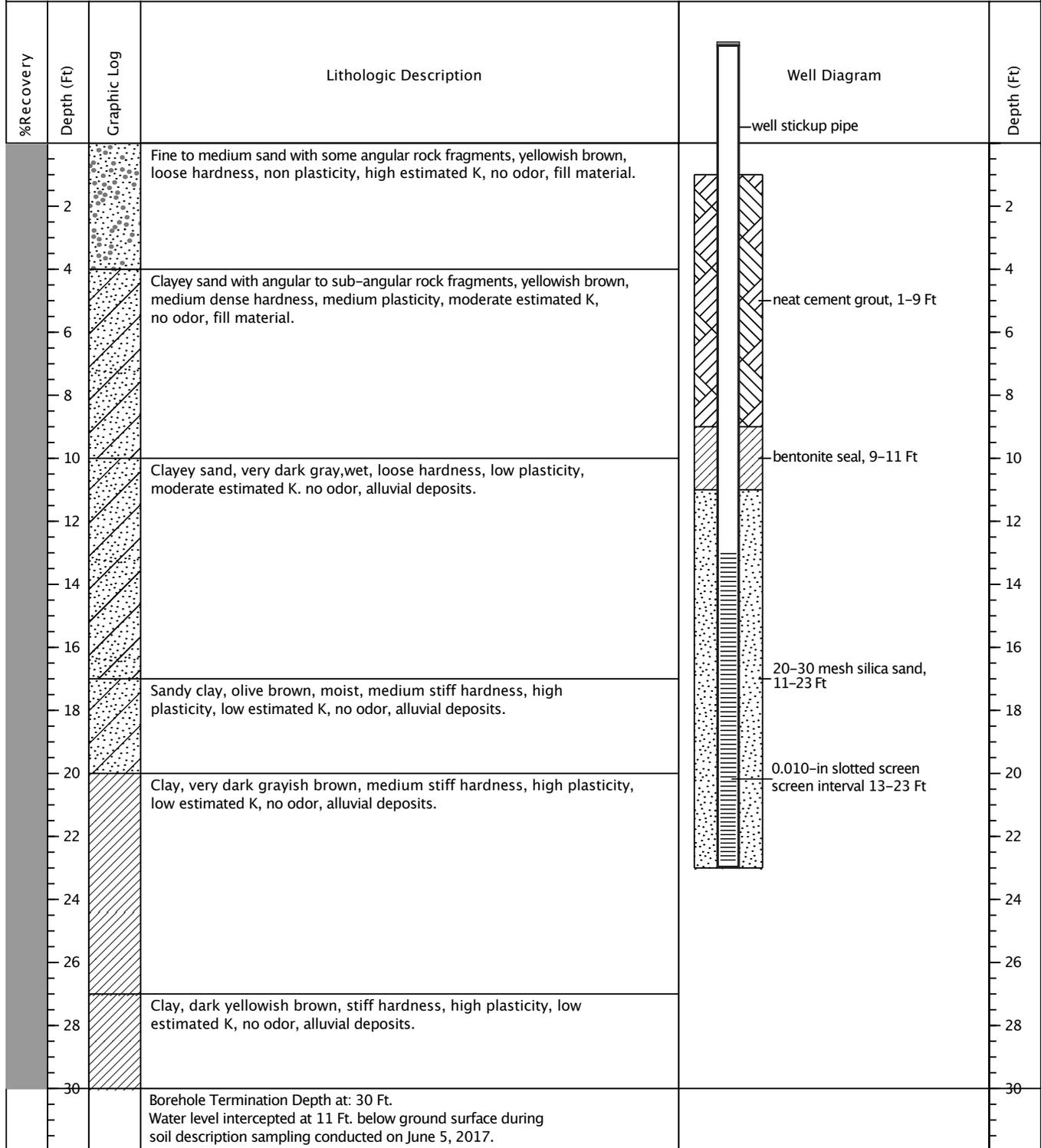


# GROUNDWATER LOG Temporary Piezometer P-106

DNA-Environment, LLC

PROJECT NUMBER: DNA-190167	DRILLING DATE: May 10, 2019	COORDINATES: Y=212299.0367, X=230114.7307
PROJECT NAME: CCR Groundwater Monitoring	WELL DEPTH: 23 Ft	COORD SYS: NAD 83, PR State Plane (m)
CLIENT: AES Puerto Rico, LP	DIAMETER: 1.5-in	ELEVATION REF: Orthometric, Geoid12B
ADDRESS: Guayama, Puerto Rico	CASING: PVC	GROUND ELEVATION: 4.609 m(15.121 Ft)
DRILLERS: GeoEnviroTech, Inc. (Guaynabo, PR)	SCREEN: PVC Factory Slotted (0.010-in)	WELL ELEVATION AT TOC: 4.949 m(16.237 Ft)

DRILLING METHOD: Geoprobe 3.25-in ID Dual Tubes	LOGGED BY: Hardy Rodriguez
	CHECKED BY: Juan D. Negrón, PG



## **APÉNDICE B**

### **Evaluación del riesgo de aguas subterráneas**

**INFORME SOBRE  
EVALUACIÓN DE RIESGOS DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS AES PUERTO RICO LP  
GUAYAMA, PUERTO RICO**

por  
Haley & Aldrich, Inc.  
Chicago, Illinois

para  
Aes Puerto Rico, LP  
Guayama, Puerto Rico

Expediente No.  
133478-002



## Tabla de contenido

	Página
<b>Lista de tablas</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de gráficos</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de acrónimos</b>	<b>v</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>1</b>
<b>3. Enfoque</b>	<b>1</b>
<b>4. Modelo de sitio conceptual</b>	<b>2</b>
<b>5. Muestras utilizadas para la evaluación</b>	<b>5</b>
5.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS	5
5.2 PUERTO LAS MAREAS	6
5.3 ANÁLISIS DE MUESTRAS	6
5.4 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS	7
<b>6. Niveles máximos permisibles basados en el riesgo</b>	<b>7</b>
6.1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EL AGUA POTABLE	7
6.2 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES RECREATIVOS	8
6.3 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES ECOLÓGICOS	8
<b>7. Evaluación basada en el riesgo</b>	<b>8</b>
7.1 EVALUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS BASADA EN EL RIESGO	9
7.2 EVALUACIÓN DE LA MUESTRA DEL PUERTO BASADA EN EL RIESGO	9
7.3 DESARROLLO Y APLICACIÓN DEL FACTOR DE ATENUACIÓN DE DILUCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS A AGUAS SUPERFICIALES	10
7.4 FACTOR DE ATENUACIÓN DE DILUCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL	11
7.5 APLICACIÓN DEL SW-DAF	11
<b>8. Conclusión</b>	<b>11</b>
<b>9. Referencias</b>	<b>12</b>

**Tablas**

**Gráficos**

**Apéndice A:** Factor de atenuación de dilución del agua superficial

## Lista de tablas

Tabla N.º	Título
1	RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA, EL POZO TEMPORAL Y LA MUESTRA DEL PUERTO
2	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL AGUA POTABLE PARA LA SALUD HUMANA
3	CRITERIOS DE CALIDAD ECOLÓGICOS Y PARA LA SALUD HUMANA DEL AGUA MARINA
4	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES SELECCIONADOS EN EL AGUA POTABLE PARA LA SALUD HUMANA - TOTAL (SIN FILTRAR)
5	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL AGUA POTABLE PARA LA SALUD HUMANA - DISUELTO (FILTRADOS)
6	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES RECREATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES SELECCIONADOS PARA LA SALUD HUMANA - TOTAL (SIN FILTRAR)
7	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES RECREATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA SALUD HUMANA - DISUELTO (FILTRADOS)
8	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES ECOLÓGICOS MÁXIMOS PERMISIBLES - RESULTADOS TOTALES (SIN FILTRAR)
9	COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS DEL POZO TEMPORAL CON LOS NIVELES ECOLÓGICOS MÁXIMOS PERMISIBLES - DISUELTO (FILTRADOS)
10	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA DEL PUERTO CON LOS NIVELES RECREATIVOS Y ECOLÓGICOS MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA SALUD HUMANA
11	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MUESTRA DEL PUERTO CON LA COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA DE MAR
12	DERIVACIÓN DE LOS NIVELES DE PROTECCIÓN MÁXIMOS PERMISIBLES DEL AGUA DEL PUERTO BASADOS EN EL RIESGO PARA EL AGUA SUBTERRÁNEA
13	RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LAS MUESTRAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y DEL PUERTO

## Lista de gráficos

<b>Gráfico N.º</b>	<b>Título</b>
1	MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO
2	ACUÍFERO ALUVIAL DE LA COSTA SUR
3	LÍMITES DE CUENCAS
4	ILUSTRACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO (en el texto)
5	MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO
6	PLANO DEL SITIO Y MAPA APROXIMADO DE UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS

## Lista de acrónimos (siglas en inglés)

AES-PR	AES Puerto Rico LP.
AWQC	Criterios de calidad del agua ambiental (Ambient Water Quality Criteria).
BTEX	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno
CCC	Concentración continua crónica (Continuous Concentration Chronic).
CCR	Residuos de la combustión de carbón (Coal Combustion Residual).
CPCPRC	Chevron Phillips Chemical, Puerto Rico Core, LLC
CSM	Modelo conceptual del sitio (Conceptual Site Model).
MCL	Nivel máximo de contaminantes (Maximum Contaminant Level).
PRASA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico
PREPA	Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico
RSL	Nivel máximo permisible a escala regional (Regional Screening Level).
SMCL	Nivel máximo secundario de contaminantes (Secondary Maximum Contaminant Level)
SW-DAF	Factor de atenuación de dilución del agua superficial (Surface Water Dilution Attenuation Factor).
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey)
VOC	Compuesto orgánico volátil.

## 1. Introducción

Haley & Aldrich, Inc. (Haley & Aldrich) preparó esta evaluación del riesgo de aguas subterráneas para la instalación de AES Puerto Rico LP (AES-PR) ubicada en el municipio de Guayama, Puerto Rico (sitio).

AES-PR opera una planta de energía a carbón de 454 megavatios que produce electricidad que se suministra a la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA, por sus siglas en inglés). El material residual de combustión de carbón (CCR, por sus siglas en inglés) que se genera a partir de la producción de energía en el sitio se procesa para producir AGREMAX™, que se coloca en un área de almacenamiento temporal, ubicada cerca del límite sudeste de la propiedad. El sitio se considera una instalación de cero descarga, que utiliza agua recuperada de la planta de tratamiento de aguas residuales de Guayama, operada por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (PRASA, por sus siglas en inglés), ubicada aproximadamente a 0,5 millas al este de la planta de energía. El agua recuperada se almacena en una laguna en la parte norte del sitio. El sitio está delimitado por la antigua Planta Química Chevron Phillips, que se encuentra inactiva y se ubica al este, terreno abierto y la antigua planta farmacéutica TAPI, que se encuentra inactiva y se ubica al norte, terreno abierto y la granja de energía solar de AES Ilumina, LLC al oeste, y terreno abierto al sur. La ubicación del sitio se muestra en el **Gráfico 1**.

El área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ no es una unidad de manejo de CCR sujeta a la Norma de CCR de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) (USEPA, 2015). Sin embargo, AES-PR monitorea voluntariamente el agua subterránea en el área de almacenamiento temporal de AGREMAX™, siguiendo los requisitos de la Norma CCPA USEPA.

## 2. Objetivo

En el presente informe, Haley & Aldrich examina los datos de monitorización del agua subterránea, recopilados en la red de pozos, asociada al área de almacenamiento temporal de AGREMAX™, en la instalación de AES-PR y recopilada mediante los métodos y procedimientos descritos en la Norma CCPA USEPA. DNA-Environment, LLC, de Guaynabo, Puerto Rico, realizó la instalación del pozo y el muestreo de aguas subterráneas y marinas.

La evaluación de riesgos sigue la guía actual de la USEPA para la evaluación de riesgos (USEPA, 1989) e incluye la consideración de los reglamentos correspondientes de calidad del agua de Puerto Rico.

## 3. Enfoque

El análisis que se presenta en este informe se realizó mediante la evaluación del entorno ambiental de la instalación de AES-PR, incluyendo su ubicación y donde se ha producido el manejo de CCR en la instalación. La información sobre dónde se encuentra el agua subterránea en la instalación, la magnitud de flujo de agua subterránea, la orientación del flujo de agua subterránea y dónde los cuerpos de agua pueden interceptar el flujo de agua subterránea se revisan y resumen aquí.

Se desarrolló un modelo conceptual basado en la información de este entorno físico, y el modelo sirvió para identificar qué poblaciones humanas podrían tener contacto con las aguas subterráneas o superficiales en el área de la instalación. Igualmente, esta información se utilizó para identificar dónde las poblaciones ecológicas podrían entrar en contacto con las aguas superficiales. Los datos de las aguas subterráneas se evalúan en función del riesgo para la salud humana y del riesgo ecológico.

La evaluación de riesgos para la salud humana es un proceso que se utiliza para estimar la posibilidad de que el contacto con los componentes del medio ambiente ocasione daños a las personas. Generalmente, hay cuatro componentes en el proceso (USEPA, 1989):

- (1) Identificación de riesgos o evaluación de datos.
- (2) Evaluación de toxicidad.
- (3) Evaluación de exposición.
- (4) Caracterización del riesgo.

La USEPA desarrolla “niveles máximos permisibles” de las concentraciones de componentes en el agua subterránea (y otros medios), que se consideran protectores de exposiciones humanas específicas. Estos niveles máximos permisibles se denominan “Niveles Máximos Permisibles a Escala Regional” o RSL, por sus siglas en inglés, y la USEPA los publica y actualiza dos veces al año<sup>1</sup>. Al desarrollar los niveles máximos permisibles, la USEPA utiliza un nivel específico de riesgo objetivo (componente 4), combinado con un supuesto escenario de exposición (componente 3) e información de toxicidad de la USEPA (componente 2) para derivar una estimación de la concentración de un componente en un medio ambiental, por ejemplo, agua subterránea (componente 1) que protege a las personas en ese escenario de exposición (por ejemplo, agua potable). Del mismo modo, los niveles máximos permisibles ecológicos para las aguas superficiales son desarrollados por las agencias federales y de Puerto Rico para proteger la amplia gama de posibles recursos ecológicos acuáticos o receptores.

Los niveles máximos permisibles basados en el riesgo están diseñados para proporcionar una estimación conservadora de la concentración a la que un receptor (humano o ecológico) puede exponerse sin experimentar efectos adversos para la salud. Debido a los métodos conservadores que se utilizan para derivar los niveles máximos permisibles basados en el riesgo, se puede suponer con certeza razonable que las concentraciones por debajo de los niveles máximos permisibles no producirán efectos adversos para la salud, y que no es necesaria evaluación adicional. Las concentraciones por encima de los niveles máximos permisibles conservadores con base en el riesgo no indican necesariamente que exista un riesgo potencial, pero indican que puede justificarse evaluación adicional. Como se describe más adelante, a través de esta evaluación que implica la evaluación del flujo de agua subterránea, datos analíticos del agua subterránea y datos analíticos del agua superficial, se confirmó que no hay impacto en el agua potable y no hay evidencia de impacto en la salud humana o el medio ambiente.

Los datos en este informe se evaluaron con niveles máximos permisibles basados en el riesgo ecológico y de la salud humana, tomados de fuentes federales y de Puerto Rico. Los niveles máximos permisibles se utilizan para determinar si los niveles de concentración de los componentes podrían representar un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. La evaluación también considera si los componentes que pudieran estar presentes en las aguas subterráneas y superficiales por encima de los niveles máximos permisibles podrían deberse a las operaciones de manejo de CCR.

#### **4. Modelo conceptual del sitio**

Se utiliza un modelo conceptual del sitio (Conceptual Site Model, CSM) para evaluar el potencial de exposición humana o ecológica a los componentes que pudieron liberarse hacia el medio ambiente. Algunas de las preguntas planteadas durante la evaluación CSM son las siguientes:

---

<sup>1</sup> Niveles máximos permisibles a escala regional de la USEPA (noviembre de 2018).  
[http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration\\_table/Generic\\_Tables/index.htm](http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration_table/Generic_Tables/index.htm)

¿Cuál es la fuente? ¿Cómo se pueden liberar los componentes de la fuente? ¿Qué medios ambientales pueden verse afectados por la liberación de componentes? ¿Cómo y dónde viajan los componentes dentro de un medio? ¿Hay algún punto en el que un receptor (humano o ecológico) entre en contacto con los componentes en el medio? ¿Las concentraciones de los componentes son lo suficientemente altas como para ejercer un efecto tóxico?

AES-PR se encuentra en el municipio de Guayama, Puerto Rico. El sitio está a 1870 pies al norte del mar Caribe en el puerto de Las Mareas (aproximadamente 1/3 de milla). Ver la **Gráfica 1**.

AES-PR se encuentra en una zona industrial de Guayama. La instalación adyacente, Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core, LLC (CPCPRC), que está inactiva y se ubica al este del sitio AES-PR, es una fuente de compuestos orgánicos, y posiblemente, otros componentes en el agua subterránea en AES-PR. Las columnas de sulfolano y benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX, por sus siglas en inglés) en los acuíferos superiores e inferiores en CPCPRC<sup>2</sup> han migrado a la parte sureste de la propiedad de AES-PR. La antigua planta farmacéutica TAPI<sup>3</sup> que está inactiva y se ubica al norte, y gradiente arriba de AES-PR también han liberado sustancias orgánicas hacia el agua subterránea. AES-PR no es la fuente de las columnas, ni las emisiones de componentes de los sitios vecinos. Además, un sitio de Superfondo de la USEPA (Pozos de abastecimiento público de Fibers)<sup>4</sup> se encuentra aproximadamente a una milla al noreste.

Para la evaluación de las operaciones de manejo de AGREMAX™ en AES-PR, el área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ en la parte sureste del sitio es la fuente potencial. El área de almacenamiento se encuentra a en contacto directo con el suelo, pero no se extiende hacia el subsuelo ni hacia la capa freática. Los componentes presentes en el AGREMAX™ se disuelven en el agua infiltrante (a partir de la precipitación y la humectación para el control del polvo) y esos componentes pueden desplazarse a través del subsuelo y podrían estar presentes en aguas subterráneas poco profundas. Los componentes podrían desplazarse con el agua subterránea a medida que fluye, generalmente gradiente abajo o cuesta abajo. La orientación general del flujo de agua subterránea en el sitio es sur/suroeste, hacia el puerto de Las Mareas.

AES-PR se encuentra en lo que define el Servicio Geológico de los Estados Unidos (US Geological Survey, USGS) como el acuífero aluvial de la costa sur (**Gráfica 2**) (USGS). El USGS ha delineado las unidades hidrológicas en el área del acuífero aluvial de la costa sur, de acuerdo con la topografía de la superficie y los datos hidrológicos. Cada unidad hidrológica se asocia a un código; AES-PR se encuentra en la unidad hidrológica: 210100040416 (**Gráfica 3**). Dentro de estas unidades hidrológicas, el agua superficial fluye desde áreas de alta elevación hacia áreas de baja elevación. Se espera que el agua superficial en esta unidad hidrológica se mueva generalmente hacia el sur y se descargue al mar.

El agua subterránea se mueve lentamente a través de la roca y suelos bajo la superficie. Al igual que el agua superficial, también se mueve de áreas de alta elevación hacia áreas de baja elevación y puede desplazarse hacia aguas superficiales adyacentes. La dirección general del agua subterránea dentro de la unidad hidrológica es de norte a sur hacia el mar (en el borde este de la cuenca, el agua subterránea puede fluir en dirección sureste) y en el borde occidental de la cuenca, el agua subterránea puede fluir en dirección suroeste. Por lo tanto, cualquier posible liberación de componentes al agua subterránea desde el sitio de Chevron, el sitio de TAPI o AES-PR estará limitada en su extensión por la dirección del flujo del agua subterránea y no afectará áreas más al interior.

En AES-PR, el agua subterránea fluye generalmente hacia el puerto de Las Mareas. Esto significa que si hay una liberación de componentes al agua subterránea desde la instalación de AES-PR, se limitará al área de

<sup>2</sup> <https://www.epa.gov/hwcorrectiveactionsites/hazardous-waste-cleanup-chevron-phillips-chemical-puerto-rico-core-guayama>

<sup>3</sup> <https://www.epa.gov/hwcorrectiveactionsites/hazardous-waste-cleanup-tapi-puerto-rico-incorporated-guayama-puerto-rico>

<sup>4</sup> <https://cumulis.epa.gov/superpad/cursites/csitinfo.cfm?id=0202559>

aguas subterráneas en la planta y en dirección a la corriente. No se espera que el agua subterránea impactada gradiente abajo del sitio migre tierra adentro. Puesto que la planta está muy cerca del océano (1870 pies), el área de agua subterránea que podría verse afectada por las operaciones de la instalación también es muy pequeña y limitada. A lo largo de las costas hay intrusión de agua salada en el agua subterránea; el alcance de esta intrusión varía a lo largo de las costas, ver la **Gráfica 4**.

#### HYDROLOGIC CYCLE

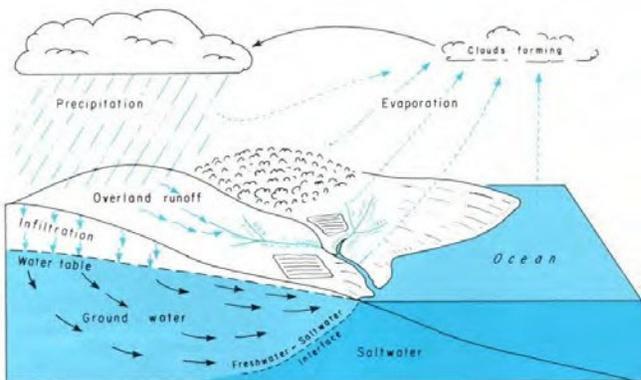


Gráfico 4: Ilustración del ciclo hidrológico

Los componentes derivados de CCR presentes en las aguas subterráneas pueden moverse a las aguas superficiales adyacentes; en este caso, ese podría ser el Mar Caribe en el puerto de Las Mareas. Por lo tanto, los medios ambientales de interés para esta evaluación son:

- Las aguas subterráneas en la instalación; y
- Las aguas superficiales del Puerto Las Mareas.

El puerto Las Mareas se utiliza para la carga y descarga de barcos, pero hay áreas de acceso público y pequeñas playas presentes y, por lo tanto, también podría usarse para la recreación. El área que rodea el puerto de Las Mareas se puede utilizar para la recreación humana: vadeo, natación, navegación, pesca y como hábitat para especies acuáticas marinas y de aves receptoras.

La instalación inactiva vecina Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core, LLC (CPCPRC) al este del sitio AES-PR es otra fuente potencial de componentes para las aguas subterráneas. CPCPRC procesó nafta en productos de hidrocarburos refinados desde 1966 hasta 2008. Las columnas de sulfolano y benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) en los acuíferos superior e inferior en CPCPRC han migrado a la parte sureste de la propiedad de AES-PR. En 2017, la USEPA emitió una solicitud de comentarios públicos sobre la decisión de la solución propuesta para CPCPRC, que incluye la descontaminación de las aguas subterráneas para BTEX e impactos de sulfolano (USEPA, 2017).

No hay usuarios en el sitio de aguas subterráneas poco profundas adyacentes a AES-PR. CPCPRC realizó una investigación privada de pozos como parte de una caracterización del riesgo en todo el sitio (CPCPRC, 2007). Como se documentó en el Informe de Caracterización de Riesgos de CPCPRC de 2007, hay algunas comunidades designadas por el censo y pueblos más pequeños cerca de las instalaciones de CPCPRC y AES-PR (Guayama, Quebrada, Corazón, Jobs y Puerto Jobs y Barrancas), sin embargo, ninguna de estas comunidades se considera que queda aguas abajo (es decir, al sur de AES-PR y CPCPRC) y, por lo tanto, no se verían afectadas por el agua subterránea proveniente de ninguna de las instalaciones. Las Mareas es la única comunidad localizada gradiente abajo de la comunidad de CPCPRC y AES-PR, y según el Informe de Caracterización de Riesgos de CPCPRC 2007, las casas en Las Mareas obtienen agua de una tubería de agua potable de PRASA y no

se encontraron pozos privados existentes en el área. El Informe de CPCPRC de 2007 tampoco encontró pozos domésticos construidos cerca de las instalaciones de CPCPRC.

Por lo tanto, con respecto a las aguas subterráneas poco profundas, no hay usuarios de aguas subterráneas cerca de la instalación de AES-PR. La profundidad de las aguas subterráneas en esta área es de aproximadamente 10 pies, por lo tanto, el contacto con las aguas subterráneas durante un evento de construcción/excavación a corto plazo es poco probable.

En la **Gráfica 5** se muestra una representación del modelo conceptual del sitio. Las vías de exposición potencialmente completas identificadas en la gráfica son las evaluadas aquí.

**La Gráfica 6** muestra las ubicaciones de las muestras de agua subterránea y la ubicación en el puerto Las Mareas donde se recolectó una muestra de agua de mar. Con base en este modelo conceptual del sitio y la estructura de la instalación, en la evaluación se incluyeron muestras recolectadas de los pozos de monitorización de las aguas subterráneas y del puerto Las Mareas. Las muestras han sido analizadas en busca de componentes comúnmente asociados con la CCR, como se describe a continuación. Sin embargo, la USEPA reconoce que todos estos componentes también pueden presentarse naturalmente y pueden encontrarse en rocas, suelos, agua y sedimentos; por lo tanto, es necesario entender cuáles son los niveles de trasfondo que se dan de forma natural para estos componentes. La Norma de CCR requiere muestreo y análisis de aguas subterráneas gradiente arriba y/o de trasfondo solo por esta razón. El muestreo se detalla en la siguiente sección. Las muestras de agua subterránea también se analizaron en busca de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles para evaluar los impactos del agua subterránea en AES-PR desde la propiedad contigua al este, como se discutió anteriormente.

Para responder a la pregunta “¿Las concentraciones de los componentes son lo suficientemente altas como para ejercer un efecto tóxico?” se utilizan los niveles máximos permisibles basados en el riesgo para la salud tomados de fuentes federales y de Puerto Rico para comparar los datos. El agua subterránea se evalúa utilizando un enfoque escalonado. Como primer paso conservador, todos los datos de agua subterránea se comparan con los niveles máximos permisibles para el agua potable basados en el riesgo, a pesar de que no hay usuarios en el sitio de las aguas subterráneas adyacentes a AES-PR. Los resultados del agua subterránea también se comparan con los niveles máximos permisibles para la recreación humana y los niveles de evaluación ecológica como una evaluación conservadora, a pesar de que no hay exposición directa al agua subterránea por parte de receptores humanos o ecológicos. La muestra del puerto Las Mareas se compara con los niveles máximos permisibles para la recreación humana basados en el riesgo y con los niveles máximos permisibles ecológicos.

Para el segundo paso, se derivó un factor de atenuación y dilución de aguas superficiales (SW-DAF) para las aguas subterráneas que pueden fluir hacia el Mar Caribe en el puerto Las Mareas. Si las concentraciones en el agua subterránea están por debajo de los niveles máximos permisibles basados en el riesgo aplicados por SW-DAF para receptores ecológicos y receptores recreativos para la salud humana, no es necesaria una evaluación adicional. Si una concentración de agua subterránea está por encima de un nivel máximo permisible basado en el riesgo aplicado por SW-DAF, eso no significa necesariamente que el agua subterránea impactará negativamente en el agua superficial, solo que puede justificarse una evaluación adicional, como se discute más adelante.

## **5. Muestras utilizadas para evaluación**

### **5.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Se instalaron cinco (5) pozos de monitorización (Monitoring Wells, MW) de aguas subterráneas y cuatro (4) pozos temporales (Temporary Wells, TW) para evaluar el agua subterránea en el acuífero superior de AES-PR bajo la norma de CCR. A continuación, se presenta un resumen de los pozos de monitorización y se muestran en la **Gráfica 6**.

- MW-1 y MW-2 – Gradiente arriba. Estos pozos se instalaron para representar el agua subterránea de trasfondo en el acuífero superior. MW-2 se instaló fuera de las áreas de operación del sitio para evaluar las aguas subterráneas potencialmente impactadas por la instalación de CPCPRC al este.
- MW-3 a MW-5: Gradiente abajo. Estos pozos se instalaron en la parte gradiente abajo del área de almacenamiento temporal AGREMAX™ para evaluar los posibles impactos al agua subterránea en el acuífero superior.
- TW-A, TW-B, TW-C y TW-D. Estos cuatro pozos temporales de monitoreo se instalaron dentro de los límites de la propiedad a lo largo del eje norte-sur de AES-PR y las propiedades de la granja de energía solar AES Ilumina, LLC para evaluar los posibles efectos de la intrusión de agua salada en la calidad del agua de los pozos de monitoreo de gradiente abajo.

## 5.2 PUERTO LAS MAREAS

En julio de 2018 se tomó una muestra de agua de mar (no requerida por la Norma CCR para cumplimiento) del Puerto Las Mareas. La ubicación de la toma de la muestra del puerto de Las Mareas se muestra en la **Gráfica 6**.

## 5.3 ANÁLISIS DE LA MUESTRA

La norma CCR identifica los componentes que se incluyen para los muestreos de las aguas subterráneas, que son:

Boro	Antimonio	Plomo
Calcio	Arsénico	Litio
Cloruro	Bario	Mercurio
pH	Berilio	Molibdeno
Sulfato	Cadmio	Selenio
Sólidos	Cromo	Talio
Fluoruro	Cobalto	Radio 226/228

Se analizaron siete rondas de muestras monitorizadas de agua subterránea recolectadas desde agosto de 2017 hasta junio de 2018 y dos rondas de muestras de pozos temporales recolectadas en diciembre de 2017 y julio de 2018 para los componentes anteriores. Los pozos de monitoreo se volvieron a muestrear en octubre de 2018 y se analizaron en busca de un subconjunto de componentes, de acuerdo con la Norma CCR.

Para crear un conjunto de datos apropiado para la comparación, la muestra del puerto Las Mareas recolectada en julio de 2018 se analizó para todos los parámetros anteriores, excepto para radio 226/228, que no se detectó en el agua subterránea por encima del estándar para agua potable. Se realizaron dos conjuntos de análisis en la muestra del puerto Las Mareas. La muestra se analizó para la lista anterior (a la que se hace referencia como los resultados “totales [sin filtrar]”), luego se filtró una alícuota de cada muestra para eliminar sedimentos/partículas y luego se analizó (a la que se hace referencia como los resultados “disueltos [filtrados]”). Este es un paso importante para el análisis de muestras de aguas superficiales por dos razones:

- Las aguas superficiales pueden transportar una gran carga de sedimento: el total (resultados sin filtrar) incluye concentraciones de componentes que están asociadas con el sedimento y no con el agua; y
- Algunos de los niveles máximos permisibles ecológicos utilizados para evaluar los resultados se

aplican solo a los datos disueltos (filtrados).

#### 5.4 RESULTADOS DE LA MUESTRA

La **Tabla 1** proporciona los resultados del muestreo de aguas subterráneas y marinas.

### 6. Niveles máximos permisibles basados en el riesgo

Se ha compilado un conjunto integral de los niveles máximos permisibles basados en el riesgo para esta evaluación según los tipos de exposiciones potenciales identificadas en la discusión anterior del modelo conceptual del sitio:

- Salud humana y consumo de agua potable;
- Salud humana y uso recreativo de aguas superficiales marinas; y
- Receptores ecológicos acuáticos para aguas superficiales marinas.

La **Tabla 2** proporciona los niveles de agua potable para la salud humana tomados de fuentes de Puerto Rico y de fuentes federales. La **Tabla 3** proporciona los niveles máximos permisibles ecológicos y para la recreación de la salud humana del agua marina tomados de fuentes de Puerto Rico y de fuentes federales.

#### 6.1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EL AGUA POTABLE

Los niveles máximos permisibles para la salud humana en el agua potable se obtienen de fuentes de la USEPA y de Puerto Rico y abordan la vía de exposición al agua potable. Estas fuentes son:

- Reglamento de Normas para la Calidad del Agua de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental. Norma 1303.1 para los estándares de calidad del agua. Aguas subterráneas clase SG (PR EQB, 2016).
- USEPA 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories (USEPA, 2018b).
- USEPA Regional Screening Levels (RSLs), November 2018, Values for Tap Water (USEPA, 2018a).

Es importante tener en cuenta que la Norma CCR limita la evaluación de los datos de monitoreo de las aguas subterráneas de las áreas de manejo de CCR a los niveles máximos federales de contaminantes de la USEPA (Maximum Contaminant Levels, MCL), a niveles máximos permisibles basados en el riesgo para cobalto, plomo, litio y molibdeno (USEPA, 2018c), o para una comparación con niveles de trasfondo específicos del sitio. Además de los MCL, que son obligatorios para los suministros municipales de agua potable, existen MCL secundarios federales, o SMCL por sus siglas en inglés, que generalmente se basan en la estética (sabor, color) y no se basan en el riesgo. La USEPA también proporciona RSL para el agua del grifo (agua potable) que se utilizan para complementar esta evaluación. Los RSL del agua del grifo se basan en un nivel de riesgo objetivo de uno en un millón ( $10^{-6}$ ) y un índice de riesgo objetivo no canceroso de 1.

La **Tabla 2** muestra la jerarquía de los niveles máximos permisibles basados en el agua potable utilizados en esta evaluación. Para los niveles máximos permisibles federales seleccionados, la jerarquía es: MCL de la USEPA; donde un MCL no esté disponible, se selecciona el RSL para el agua del grifo de la USEPA y donde un RSL no esté disponible, se selecciona el SMCL de la USEPA. Para los niveles máximos permisibles seleccionados de Puerto Rico, la jerarquía es: Normas de calidad para las aguas subterráneas de Puerto Rico, MCL de la USEPA; RSL para el agua del grifo de la USEPA, SMCL de la USEPA. Los niveles máximos permisibles seleccionados de Puerto Rico se utilizan en esta evaluación; los niveles federales se proporcionan para comparación.

El uso de un conjunto más completo de niveles máximos permisibles en esta evaluación frente a los MCL complementados por los RSL y SMCL de la USEPA (2018a, b) proporciona una evaluación más amplia basada en el riesgo para los datos de las aguas subterráneas que la que proporcionarían los requisitos de

la Norma CCR.

## 6.2 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES RECREATIVOS

Los niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana para las aguas superficiales marinas se obtienen de fuentes de la USEPA y de Puerto Rico y abordan la vía de consumo de pescado/mariscos (donde tales valores están disponibles). Estas fuentes son:

- Reglamento de Normas para la Calidad del Agua de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental. Norma 1303.1 para los estándares de calidad del agua. Aguas costeras y estuarinas de Clase SB y SC. Valores basados en la protección del cuerpo de agua o de la vida acuática por razones de salud humana. (PR EQB, 2016).
- USEPA Ambient Water Quality Criteria (AWQC) Human Health Consumption of Organism Only (USEPA, 2019a). Los valores del consumo único de organismos para la salud humana solo se aplican al agua dulce y al agua estuarina y utilizan una tasa de ingestión de pescado basada en el consumo de peces y mariscos estuarinos y de agua dulce.

La **Tabla 3** presenta los niveles máximos permisibles para la salud humana para la exposición recreativa e identifica los niveles máximos permisibles basados en el riesgo para la salud humana, a nivel federal y de Puerto Rico seleccionados para una evaluación adicional. Los niveles máximos permisibles seleccionados basados en Puerto Rico se utilizan en esta evaluación; los niveles máximos permisibles seleccionados basados en el gobierno federal se proporcionan para hacer la comparación. Téngase en cuenta que esta evaluación de los usos humanos del agua superficial está más allá de los requisitos de la Norma CCR.

## 6.3 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES ECOLÓGICOS

Los niveles máximos permisibles basados en el riesgo ecológico para las aguas superficiales marinas también se proporcionan en la **Tabla 3**. Algunos niveles máximos permisibles se aplican solo a las concentraciones totales de agua superficial, mientras que otros se aplican solo a concentraciones de agua superficial disuelta. Se proporcionan valores para ambos escenarios. La tabla también identifica los niveles máximos permisibles seleccionados basados en el riesgo ecológico para una evaluación adicional. Téngase en cuenta que esta evaluación ecológica del agua superficial está más allá de los requisitos de la Norma de CCR.

Los niveles máximos permisibles ecológicos se obtuvieron de fuentes de Puerto Rico y de la USEPA:

- Reglamento de Normas para la Calidad del Agua de Puerto Rico. Junta de Calidad Ambiental. Norma 1303.1 para los estándares de calidad del agua. Aguas costeras y estuarinas de Clase SB y SC. Valores basados en la protección del cuerpo de agua para la propagación y preservación de especies acuáticas o especies dependientes del cuerpo de agua. (PR EQB, 2016).
- USEPA chronic saltwater AWQC (USEPA, 2019b). El criterio de concentración continua de la AWQC (AWQC CCC) es la recomendación de criterios para la calidad del agua nacional de la USEPA para la concentración más alta de un tóxico o un efluente al que los organismos pueden exponerse indefinidamente sin causar un efecto inaceptable.

## 7. Evaluación basada en el riesgo

Esta sección describe el enfoque basado en el riesgo para la evaluación de los datos de aguas subterráneas y superficiales de AES-PR. El nivel de análisis y comparación con los niveles máximos permisibles basados en el riesgo presentados a continuación está más allá de los requisitos de la Norma de CCR. Este informe sirve para complementar esos requisitos al proporcionar un análisis basado en el riesgo de las aguas subterráneas y superficiales, para que los resultados de las aguas subterráneas se

puedan entender en su contexto ambiental más amplio.

## 7.1 EVALUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS BASADA EN EL RIESGO

Los datos de ocho rondas de monitoreo de aguas subterráneas y dos rondas de monitoreo de aguas subterráneas de pozos temporales se compararon con los niveles máximos permisibles para el agua potable basados en el riesgo para la salud humana de Puerto Rico. La **Gráfica 6** muestra la ubicación de los pozos de monitoreo y de los pozos temporales que están ubicados en el límite de las instalaciones de AES-PR y la granja de energía solar AES Ilumina, LLC.

Las **tablas 4 y 5** comparan los resultados de todas las rondas de muestreo con los niveles máximos permisibles en el agua potable para la salud humana según Puerto Rico, para las concentraciones de agua subterránea total y disuelta, respectivamente. La mayoría de los resultados indican niveles de concentración por debajo de los niveles máximos permisibles en el agua potable basados en el riesgo para la salud humana.

Un número limitado de parámetros está por encima de los valores máximos permisibles para algunos, pero no para todos, los eventos de muestreo. De todos los análisis de laboratorio realizados para estos pozos, el litio y el molibdeno están por encima de los niveles máximos permisibles para el agua potable en el MW-4, y el molibdeno y el selenio están por encima de los niveles máximos permisibles para el agua potable en el MW-3. Para los componentes con la mayoría de los resultados por encima de los niveles máximos permisibles (cloruro, sulfato y TDS (sólidos disueltos totales)), los resultados también están por encima de los niveles máximos permisibles en los pozos de trasfondo MW-1 y MW-2, aunque a concentraciones más bajas.

Los datos de las aguas subterráneas también se comparan con los niveles máximos permisibles ecológicos y para la recreación en la salud humana según Puerto Rico y se presentan en las **Tablas 6 a 9**. Tenga en cuenta que el agua subterránea no se utiliza para la “recreación” y los receptores ecológicos no están directamente expuestos al agua subterránea, por lo que esta comparación sirve como un enfoque conservador.

- **Tablas 6 y 7:** comparación con los niveles máximos permisibles para la recreación para la salud humana. Solo las concentraciones totales y disueltas de arsénico están por encima de sus niveles máximos permisibles.
- **Tablas 8 y 9:** comparación con los niveles máximos permisibles ecológicos. Solo las concentraciones totales y disueltas de selenio en el MW-3 están por encima de sus niveles máximos permisibles. Dos resultados de muestra para pH en el MW-5 y el TW-D están por debajo del rango de los niveles máximos permisibles de pH.

Como se describe más adelante en este informe, las concentraciones superiores a los niveles máximos permisibles por sí solas no indican una base de riesgo para la salud humana o una base de riesgo ecológico. Por el contrario, como se analiza a continuación, este informe concluye que estas concentraciones de componentes en el agua subterránea en AES-PR no representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

## 7.2 EVALUACIÓN BASADA EN EL RIESGO DE LA MUESTRA DEL PUERTO

Como se señaló en la Sección 4, el agua subterránea en el acuífero aluvial de la costa sur tiene una extensión limitada en las cercanías del sitio AES-PR (ver **Gráficas 3 y 4**). El agua subterránea se mueve desde las áreas de alta elevación a las áreas de baja elevación y puede moverse hacia aguas superficiales adyacentes. En las cercanías del sitio AES-PR, la dirección predominante del flujo de agua subterránea es hacia el sur hacia el puerto de Las Mareas. Por lo tanto, se utilizó una muestra de agua de mar recolectada en el puerto Las Mareas para esta evaluación. La **tabla 10** presenta la comparación con los niveles máximos permisibles basados en el riesgo de los resultados analíticos para la muestra de agua del puerto Las Mareas.

- **Tabla 10:** solo las concentraciones totales y disueltas de arsénico están por encima del nivel máximo

permisible para la recreación basado en la salud humana. Sin embargo, estas concentraciones son comparables a las concentraciones de agua de mar en todo el mundo. Todos los resultados están por debajo de los niveles máximos permisibles ecológicos basados en el riesgo.

No hay resultados analíticos para la muestra del puerto Las Mareas que estén por encima de los niveles máximos permisibles ecológicos marinos y, excepto por el arsénico, no hay resultados analíticos por encima de los niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana. Por lo tanto, los resultados del Puerto Las Mareas no muestran evidencia del impacto de los componentes derivados de AES-PR. Esto es importante porque la ausencia de concentraciones por encima de los niveles máximos permisibles basados en el riesgo significa que no hay una vía significativa de exposición.

**La Tabla 11** proporciona datos de literatura para el agua de mar de dos fuentes (USGS, 1985; Antoni, 2006), y los datos de la muestra del puerto de Las Mareas. Los resultados de la muestra del puerto Las Mareas son consistentes con los niveles naturales de estos componentes en el agua de mar. Esto indica que no hay un efecto medible del agua subterránea en las instalaciones de AES-PR sobre las aguas superficiales en el puerto. Téngase en cuenta que la concentración de trasfondo de arsénico en el agua del mar en todo el mundo (0,0026-0,003 mg/l) también está por encima del nivel máximo permisible recreativo para la salud humana de 0,00014 mg/l.

### **7.3 DESARROLLO Y APLICACIÓN DEL FACTOR DE ATENUACIÓN DE DILUCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL**

Si una concentración de agua subterránea está por encima de un nivel máximo permisible para aguas superficiales, eso no significa que las aguas subterráneas impactarán negativamente en las aguas superficiales. Los mecanismos de dilución y atenuación pueden ocurrir cuando las aguas subterráneas se mueven hacia las aguas superficiales. Esta sección describe el enfoque para evaluar la magnitud de los efectos de dilución resultantes de la mezcla de agua subterránea que puede fluir desde debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ al cuerpo de agua superficial cercano: el puerto Las Mareas (**Gráfica 1**), a través del desarrollo de un factor de atenuación de dilución del agua de la superficie (SW-DAF, por sus siglas en inglés). Este factor es luego aplicado a las concentraciones de agua marina basadas en el riesgo objetivo para identificar las concentraciones objetivo en aguas subterráneas que protegen el agua superficial. Estas concentraciones objetivo de las aguas subterráneas basadas en el riesgo (protectoras del puerto de Las Mareas) se usan para evaluar los datos actuales de las aguas subterráneas y se pueden usar para evaluar los datos futuros de las aguas subterráneas.

La principal fuerza impulsora responsable de la migración de los componentes del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ es la infiltración de la precipitación desde la superficie del suelo hasta el agua subterránea. La dirección del flujo de agua subterránea es generalmente hacia el puerto de Las Mareas.

Para hacer una estimación conservadora de los posibles impactos del agua subterránea en el puerto Las Mareas, se ha calculado un SW-DAF. El SW-DAF describe el efecto del mezclado en las concentraciones de componentes esperadas para el cuerpo de agua superficial que potencialmente recibe el agua subterránea. Se utilizó la información actualmente disponible sobre el agua subterránea en el sitio, los datos de elevación del agua subterránea y otros datos hidrogeológicos, y los datos del puerto Las Mareas para esta evaluación.

Los detalles del desarrollo y los resultados de SW-DAF se proporcionan en el **Apéndice A**. La evaluación tomó en cuenta el potencial de infiltración en el área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ y el subsuelo, el flujo de agua subterránea al puerto Las Mareas y la velocidad del flujo de agua de mar en el puerto Las Mareas. Los datos de mareas de la estación de la Administración Nacional Oceánica y

Atmosférica en Las Mareas, Puerto Rico (ID de la estación: 9755679) se utilizaron para calcular una estimación conservadora del volumen de descarga de agua de mar cada día para el puerto Las Mareas.

## 7.4 FACTOR DE ATENUACIÓN DE DILUCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL

El SW-DAF se calculó para cuantificar la dilución del agua subterránea que puede fluir debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ hacia el puerto Las Mareas. Se utilizaron las asunciones más conservadoras siempre que fue posible. Para las aguas subterráneas que pueden fluir al puerto de Las Mareas, el SW-DAF calculado de forma conservadora es de **1.300** (un valor sin unidades).

## 7.5 APLICACIÓN DEL SW-DAF

La **Tabla 12** presenta los niveles máximos permisibles seleccionados ecológicos y para la salud humana a nivel federal y de Puerto Rico seleccionados (de la **Tabla 2**) e identifica el nivel mínimo permisible para aguas superficiales para los escenarios de exposición potencial. La **Tabla 12** también muestra la aplicación del SW-DAF para calcular los niveles máximos permisibles basados en el riesgo para cada uno de los componentes del agua subterránea del Apéndice III y el Apéndice IV. Para cada componente, se presentan los niveles máximos permisibles ecológicos y recreativos para la salud humana. El más bajo de los niveles permisibles se identifica entonces para el agua superficial. Luego, el SW-DAF se aplica al nivel permisible más bajo para que el agua superficial produzca las concentraciones objetivo de agua subterránea desarrolladas con base en el SW-DAF para el Puerto de Las Mareas de 1.300.

La **Tabla 12** identifica la concentración máxima de agua subterránea de cada componente detectado en los pozos de monitoreo AES-PR. La comparación entre los niveles objetivo y las concentraciones máximas indica que existe un amplio margen de seguridad entre los dos valores. Este margen se muestra en la última columna de las tablas. Para ilustrar, los niveles de concentración de arsénico y plomo tendrían que ser más de 20 y 400 veces más altos, respectivamente, que los niveles medidos actualmente antes de que pudiera ocurrir un impacto adverso en el Puerto Las Mareas. Como se señaló anteriormente, incluso la concentración natural de arsénico en el agua del mar está por encima del nivel máximo permisible para la recreación en la salud humana.

Esto significa que no solo las concentraciones actuales de componentes en el agua subterránea en AES-PR no representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, sino que incluso concentraciones mucho más altas no serían perjudiciales. Esta evaluación integral demuestra que no hay impactos adversos en la salud humana por el uso de las aguas subterráneas o del puerto de Las Mareas resultantes de las prácticas de manejo de AGREMAX™ en AES-PR.

## 8. Conclusión

La **Tabla 13** proporciona un resumen de los resultados de las aguas subterráneas y de Las Mareas que están por encima de los niveles máximos permisibles seleccionados para el agua potable para la salud humana y para la salud recreativa y ecológica, según Puerto Rico. El estudio y los resultados de la muestra de agua de mar de Las Mareas indican que las prácticas de manejo de AGREMAX™ en AES-PR no tienen ningún impacto en las aguas superficiales. El aspecto sorprendente del análisis que se muestra en la **Tabla 13** es que pocos resultados están por encima de un nivel máximo permisible conservador para el agua potable basado en el riesgo para la salud humana, dado que los pozos están ubicados en la base del área de almacenamiento de AGREMAX™.

Esta investigación demuestra que los impactos del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ son limitados. No hay impacto en el agua potable y no hay evidencia de impacto en la salud humana ni en el medio ambiente. No hay usuarios de agua potable gradiente abajo de la dirección en la que fluyen las aguas subterráneas, por lo tanto, no hay impacto en el agua potable. El Puerto de Las Mareas no muestra impactos. No hay exposición a los componentes derivados de CCR detectados en las aguas subterráneas en las instalaciones de AES-PR, ya sea a través del uso de aguas subterráneas o superficiales. Incluso para los pocos resultados que pueden estar por encima de los valores máximos permisibles para algunos de los

eventos de muestreo no existe una vía completa de exposición del agua potable al agua subterránea. Donde no hay exposición, no hay riesgo.

AES-PR continúa llevando a cabo más evaluaciones y acciones en las instalaciones, de acuerdo con los requisitos de la Norma de CCR.

## 9. Referencias

1. Antoni, JF. 2006. The chemical composition of seawater. Available at: <http://www.seafriends.org.nz/oceano/seawater.htm#gases>
2. CPCPRC. 2007. Final Risk Characterization Report. Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core. Available at: [https://www.epa.gov/sites/production/files/201706/documents/risk\\_characterization\\_report\\_aug\\_2007.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/201706/documents/risk_characterization_report_aug_2007.pdf)
3. Heath, Ralph C. 1983. Basic ground-water hydrology: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2220, 86 p.
4. PR EQB. 2016. Puerto Rico Water Quality Standards Regulation. Commonwealth of Puerto Rico Office of the Governor Environmental Quality Board. Available at: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/prwqs.pdf>
5. USEPA. 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1. Human Health Evaluation Manual (Part A), interim final. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C. EPA/540/1-89/002.
6. USEPA. 1991. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I – Human Health Evaluation Manual: (Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals). Interim, OSWER Directive 9285.6-03. December, 1991. Available at: <http://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part-b>
7. USEPA. 2015. Final Rule: Disposal of Coal Combustion Residuals (CCRs) for Electric Utilities. 80 FR 21301-21501. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Available at: <https://www.epa.gov/coalash/coal-ash-rule>
8. USEPA. 2017. Public Notice. U.S. Environmental Protection Agency Region 2. Request for Comments on Statement of Basis & Proposed Remedy Decision. Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core, L.L.C. Guayama, Puerto Rico. EPA ID PRD991291972. Available at: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/final-public\\_notice\\_cms-chevron\\_v.3.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-04/documents/final-public_notice_cms-chevron_v.3.pdf)
9. USEPA. 2018a. Risk-Based Screening Levels. November 2018. Available at: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>

10. USEPA. 2018b. 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. Office of Water. USEPA. 2018c. Hazardous and Solid Waste Management System: Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities; Amendments to the National Minimum Criteria (Phase One, Part One). Federal Register, Vol. 83, No. 146, Monday, July 30, 2018, 36435-36456.
11. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA 822-F-18-001. Available at: <https://www.epa.gov/dwstandardsregulations/2018-drinking-water-standards-and-advisory-tables>
12. USEPA. 2019a. National Recommended Water Quality Criteria - Human Health Criteria Table. Available at: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table>
13. USEPA. 2019b. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table. Available at: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>
14. USGS. 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. U.S. Geological Survey. Available at: <https://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/pdf/intro.pdf>
15. USGS. 2016. Hydrologic Conditions in the South Coast Aquifer, Puerto Rico, 2010–15. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey. Available at: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20151215>

## TABLAS

TABLA 1
RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA NORMA DE CCR DE MONITORIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, POZO
TEMPORAL Y MUESTRA DEL PUERTO PARA AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO

Table with columns for ID de ubicación, Componente, Fecha del evento de, and various chemical analytes (Boro, Calcio, Cloruro, pH, Sulfato, Sólido, Fluoruro, etc.) across different sampling events and dates.

Notas:
CCR: residuos de combustión de carbón (Coal Combustion Residuals), mg/L: miligramo por litro.
MS/MSD: matriz pico/duplicado de matriz pico.
NA: no disponible/constituyente no analizado.
pCi/L: picocurie por litro.
S.U.: unidades estándar (Standard Units).
TDS: sólidos disueltos totales.

(a) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).
(b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).
(c) - Se muestran los compuestos orgánicos volátiles (COV) detectados en una o más muestras.
Los COV no están asociados a los CCR, pero se sabe que están presentes en aguas subterráneas debido a las actividades en las instalaciones vecinas.
(d) - Frecuencia de detección de aguas subterráneas (concentraciones totales) = Número de concentraciones detectadas: número total de muestras.

**TABLA 2**  
**NIVELES DE DETECCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA SALUD**  
**HUMANA DE AES PUERTO RICO, LP GUAYAMA, PUERTO RICO**

Constituyente (n)	Número del registro de servicios de extractos químicos (Chemical abstract services registry number, CASRN)	Unidades	Niveles máximos de contaminantes (Maximum Contaminant Levels, MCLs) de la USEPA. (a)	Niveles máximos secundarios de contaminantes (Secondary Maximum Contaminant Levels, SMCLs) (a) de la USEPA.	Niveles regionales de detección de la USEPA (noviembre 2018) (Regional Screening Levels, RSLs) de agua de grifo (b)	Estándares de Calidad de las Aguas Subterráneas de Puerto Rico (c)	Nivel federal seleccionado para la Detección de agua potable (d)	Nivel seleccionado para la detección de agua potable en Puerto Rico (e, m)
<b>Inorgánicos</b>								
Antimonio	7440-36-0	mg/L	0,006	NA	0,0078 (j)	0,0056	0,006	0,0056
Arsénico	7440-38-2	mg/L	0,01	NA	0,000052	0,01	0,01	0,01
Bario Berilio	7440-39-3	mg/L	2	NA	3,8	NA	2	2
Boro	7440-41-7	mg/L	0,004	NA	0,025	NA	0,004	0,004
Cadmio	7440-42-8	mg/L	NA	NA	4	NA	4	4
Cloruro de calcio	7440-43-9	mg/L	0,005	NA	0,0092	0,005	0,005	0,005
Cromo	7440-70-2	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cromo	7647-14-5	mg/L	NA	250	NA	NA	250	250
Fluoruro de cobalto	7440-47-3	mg/L	0,1 (f)	NA	22 (l)	0,1 (f)	0,1	0,1
Cobalto	7440-48-4	mg/L	NA	NA	0,006	NA	0,006	0,006
Plomo Litio	16984-48-8	mg/L	4	2	0,8	4	4	4
Mercurio	7439-92-1	mg/L	0,015 (g)	NA	0,015 (g)	0,015	0,015	0,015
Molibdeno	7439-93-2	mg/L	NA	NA	0,04	NA	0,04	0,04
Radio 226/228	7439-97-6	mg/L	0,002 (h)	NA	0,0057 (i)	0,00005	0,002	0,00005
Sulfato de selenio	7439-98-7	mg/L	NA	NA	0,1	NA	0,1	0,1
Talio	RADIO 226228	pCi/L	5	NA	NA	NA	5	5
Talio	7782-49-2	mg/L	0,05	NA	0,1	0,05	0,05	0,05
pH de sólidos disueltos totales	7757-82-6	mg/L	NA	250	NA	NA	250	250
TDS	7440-28-0	mg/L	0,002 (k)	NA	0,0002 (k)	0,00024	0,002	0,00024
<b>Compuestos orgánicos volátiles (Volatile Organic Compounds, VOCs) y sulfolano (o)</b>	PHFLD	S.U.	NA	6,5 - 8,5	NA	NA	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Clorobenceno	108-90-7	mg/L	0,1	NA	0,078	0,1	0,1	0,1
Isopropilbenceno	98-82-8	mg/L	NA	NA	0,45	NA	0,45	0,45
Metil terc-butil éter	1634-04-4	mg/L	NA	NA	0,014	NA	0,014	0,014
Sulfolano	126-33-0	mg/L	NA	NA	0,02	NA	0,02	0,02

Notas:

- CASRN: número de registro de servicios de extractos químicos.
- MCL: nivel máximo de contaminantes.
- mg/L: miligramo por litro.
- NA: No está disponible.
- pCi/L: picocurio por litro.
- RSL: nivel regional de detección (USEPA).
- SMCL: niveles máximos secundarios de contaminantes.
- S.U.: unidades estándar
- USEPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
- VOC: compuesto orgánico volátil.

- (a) - Edición USEPA 2018 de los Estándares de Agua Potable y Avisos de Salud. Primavera de 2018. <http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm>
- (b) - Niveles regionales de detección de la USEPA (noviembre de 2018). Valores para el agua de grifo. [http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration\\_table/Generic\\_Tables/index.htm](http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration_table/Generic_Tables/index.htm)
- (c) - Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico, modificado en abril de 2016. Estado Libre Asociado de Puerto Rico Oficina del Gobernador Junta de Calidad Ambiental. Regla 1303.1 Estándares de calidad del agua. Clase SG: aguas subterráneas. Los números representan un valor total recuperable. Aguas subterráneas destinadas a ser utilizadas como fuente de abastecimiento de agua potable y para usos agrícolas, incluido el riego. También se incluyen en esta clase las aguas subterráneas que desembocan en aguas costeras, superficiales, estuarinas y humedales. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/prwqs.pdf>
- (d) - La jerarquía para seleccionar el nivel federal de detección de agua potable apto para la salud humana es la siguiente: MCL para agua potable de la USEPA; RSL para agua de grifo de la USEPA; SMCL para agua potable de la USEPA.
- (e) - La jerarquía para seleccionar el nivel de detección de agua potable apto para la salud humana en Puerto Rico es la siguiente: Estándares de calidad de agua subterránea de Puerto Rico; MCL para agua potable (a) de la USEPA; RSL para agua de grifo de la USEPA; SMCL para agua potable de la USEPA.
- (f) - Valor para el cromo total.
- (g) - El nivel de acción de la tecnología de tratamiento de plomo es de 0,015 mg/L.
- (h) - Valor para el mercurio inorgánico.
- (i) - RSL para cloruro de mercurio utilizado para el mercurio.
- (j) - RSL para antimonio (metálico) utilizado para antimonio.
- (k) - RSL para talio (sales solubles) utilizado para talio.
- (l) - RSL para cromo (III), sales insolubles utilizadas para cromo.
- (m) - Las únicas diferencias entre los niveles de detección de Puerto Rico y los federales son los valores de mercurio y talio.
- (n) - La regla CCR no incluye valores de boro, cloruro, sulfato, pH o TDS, pero estos han sido incluidos aquí para esta evaluación.
- (o) - Los COV no están asociados a la CCR, pero se sabe que están presentes en aguas subterráneas debido a las actividades en las instalaciones vecinas.

**TABLA 3**  
**CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA DE MAR PARA LA SALUD HUMANA**  
**Y ECOLÓGICA DE AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Constituyente	Número del registro de servicios de extractos químicos (Chemical abstract services registry number, CASRN)	Unidades	Salud humana recreacional		Ecológica			Salud humana recreacional		Ecológica		
			Criterios de calidad del agua ambiental para la salud humana (Human Health Ambient Water Quality Criteria, AWQC) de la USEPA Únicamente para consumo de organismos (a)	Estándares de Calidad de Agua Costera y Estuarina de Puerto Rico - Salud Humana (b)	Criterios de calidad del agua ambiental para agua salada (crónica) (c) de la USEPA.	Criterios de calidad del agua ambiental para agua salada (crónica) (c) de la USEPA.	Estándares de Calidad de Agua Costera y Estuarina de Puerto Rico - Acuático (d)	Nivel seleccionado para la detección de aguas recreativas para la salud humana a nivel de federal y de Puerto Rico (e)	Nivel seleccionado para la detección de aguas recreativas para la salud humana a nivel federal y de Puerto Rico (f)	Nivel seleccionado de detección ecológica federal (g)	Nivel seleccionado para la detección ecológica de Puerto Rico (h)	Nivel seleccionado de detección ecológica de federal y de Puerto Rico (g, i)
<b>Inorgánicos</b>												
Antimonio	7440-36-0	mg/L	0,64	0,64	NA	NA	NA	0,64	0,64	NA	NA	NA
Arsénico	7440-38-2	mg/L	0,00014	NA	0,036 (j)	0,036 (j)	0,036	0,00014	0,00014	0,036	0,036	0,036
Bario	7440-39-3	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Berilio	7440-41-7	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Boro	7440-42-8	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cadmio	7440-43-9	mg/L	NA	NA	0,0079	0,0079	0,00885	NA	NA	0,0079	0,00885	0,0079
Calcio	7440-70-2	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cloruro	7647-14-5	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cromo	7440-47-3	mg/L	NA	NA	0,050 (k)	0,050 (k)	0,050 (k)	NA	NA	0,05	0,05	0,050
Cobalto	7440-48-4	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fluoruro	16984-48-8	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Plomo	7439-92-1	mg/L	NA	NA	0,0081	0,0077	0,00852	NA	NA	0,0081	0,00852	0,0077
Litio	7439-93-2	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mercurio	7439-97-6	mg/L	NA	0,000051	0,00094	0,00080	NA	NA	0,000051	0,00094	0,00094	0,00080
Molibdeno	7439-98-7	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Radio 226/228	RADIO 226228	pCi/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Selenio	7782-49-2	mg/L	4,2	NA	0,071	0,071	0,07114	4,2	4,2	0,071	0,07114	0,071
Sulfato	7757-82-6	mg/L	NA	2800 (l)	NA	NA	2800	NA	2800	NA	2800	NA
Talio	7440-28-0	mg/L	0,00047	0,00047	NA	NA	NA	0,00047	0,00047	NA	NA	NA
Sólidos disueltos totales	TDS	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
pH	PHFLD	S.U.	NA	7,3-8,5 (l)	6,5 - 8,5	NA	7,3-8,5 (l)	NA	7,3-8,5	6,5 - 8,5	7,3-8,5	NA
<b>COV y sulfolano (m)</b>												
Clorobenceno	108-90-7	mg/L	0,8	1,6	NA	NA	NA	0,8	1,6	NA	NA	NA
Isopropilbenceno	98-82-8	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metil terc-butil éter	1634-04-4	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sulfolano	126-33-0	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

**TABLA 3**  
**CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA DE MAR PARA LA SALUD HUMANA Y**  
**ECOLÓGICA DE AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Notas:

AWQC: criterios de calidad del agua ambiental.

CASRN: número de registro de servicios abstractos  
 químicos. mg/L: miligramo por litro.

NA: no disponible.

pCi/L: picocurio por litro.

S.U.: unidades estándar (Standard Units).

USEPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados

Unidos (United States Environmental Protection Agency).

VOC: compuesto orgánico volátil.

- (a) - Criterios nacionales recomendados de calidad del agua de la USEPA. Oficina del Agua y Oficina de Ciencia y Tecnología de la USEPA. <http://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table>  
 Criterios de calidad del agua ambiental para la salud humana de USEPA únicamente para el consumo de organismos, se aplica a las concentraciones totales.
- (b) - Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico, modificado en abril de 2016.  
 Estado Libre Asociado de Puerto Rico Oficina del Gobernador Junta de Calidad Ambiental.  
 Regla 1303.1 Estándares de calidad del agua. Clase SB y SC Aguas costeras y estuarinas. Los números representan un valor total recuperable. Valores basados en la protección del cuerpo de agua o de la vida acuática por razones de salud humana.  
 Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/prwqs.pdf>
- (c) - Criterios de calidad del agua ambiental para el agua salada (crónica) de la USEPA.  
<https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>
- (d) - Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico, modificado en abril de 2016.  
 Estado Libre Asociado de Puerto Rico Oficina del Gobernador Junta de Calidad Ambiental.  
 Regla 1303.1 Estándares de calidad del agua. Clase SB y SC Aguas costeras y estuarinas. Los números representan un valor total recuperable.  
 Valores basados en la protección del cuerpo de agua para la propagación y preservación de especies acuáticas o especies dependientes del cuerpo de agua.  
 Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/prwqs.pdf>
- (e) - El nivel federal de detección de agua potable para la salud humana es el siguiente: Criterios de calidad del agua ambiental para la salud humana de USEPA únicamente para el consumo de organismos.
- (f) - La jerarquía para seleccionar el nivel de detección de Puerto Rico para el agua recreativa, apto para la salud humana es: Estándares de Calidad de Agua Costera y Estuarina de Puerto Rico: Salud humana; Criterios de calidad del agua ambiental para la salud humana de USEPA únicamente para el consumo de organismos.
- (g) - El nivel federal de detección ecológica es: Criterios de calidad del agua ambiental para agua salada (crónica) de la USEPA
- (h) - La jerarquía para seleccionar el nivel de detección ecológica de Puerto Rico es: Estándares de Calidad de Agua Costera y Estuarina de Puerto Rico: Acuático; Criterios de calidad del agua ambiental para agua salada (crónica) de la USEPA.
- (i) - Estándares de Calidad del Agua Costera y Estuarina de Puerto Rico: los acuáticos se aplican a las concentraciones totales, por lo tanto se usan los Criterios de Calidad del Agua Ambiental de la USEPA para los niveles de detección de agua salada (crónica) disuelta.
- (j) - Valor para el arsénico total.
- (k) - Valor para el cromo (VI).
- (l) - Estándares para Aguas Costeras y Estuarinas Clase SB.
- (m) - Los COV no están asociados a la CCR, pero se sabe que están presentes en aguas subterráneas debido a las actividades en las instalaciones vecinas.

**TABLA 4**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE SUPERVISIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES SELECCIONADOS DE**  
**DETECCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA SALUD HUMANA - TOTAL (SIN FILTRAR) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación del pozo	Constituyente	Apéndice III (b)						Apéndice IV (c)														Sulfolano y COV (d)				
		Boro	Calcio	Cloruro	pH	Sulfato	TDS	Fluoruro	Antimonio	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio	Radio 226/222	Clorobenceno	Isopropilbenceno	Metil terc-butil éter	Sulfolano
		4	NA	250	6,5-8,5	250	500	4	0,0056	0,01	2	0,004	0,005	0,1	0,006	0,015	0,04	0,00005	0,1	0,05	0,00024	5	0,1	0,45	0,014	0,02
	HH DW SL de Puerto Rico (a)																									
	Fecha del	mg/L	mg/L	mg/L	S.U.	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	pCi/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AES MW-1 - Valores de Trasfondo	8/8/2017	0,26	140	240	6,87	340	1100	0,47	<0,001	<0,00046	0,05	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00058 J	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,0022 J	0,0073	<0,000085	<0,0899	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0,26	150	260	6,52	410	1400	0,53	<0,001	<0,00055 J	0,056	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00055 J	<0,00035	<0,0032	<0,00007	<0,00085	0,0062	<0,000085	0,205	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0,25	150	220	6,74	400	1400	0,55	<0,001	<0,00046	0,058	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00068 J	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,0023 J	0,0065	<0,000085	0,270	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0,25 B	160	240	6,92	390	1400	0,58 B	<0,001	<0,00046	0,055	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00062 J	<0,00035	<0,0032	<0,00007	<0,00085	0,0057	<0,000085	0,576	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0,26	160	220	6,9	410	1400	0,47	<0,001	<0,00046 J	0,057	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00075 J	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,018 J	0,0057	<0,000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	0,25	130	260 F1	7,13	510 F1	1500	0,61	<0,0010	<0,00046	0,039	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,00040	0,00077 J	<0,00035	<0,00007	<0,00085	0,025	<0,000085	NA	<0,00050	<0,00053	<0,00074	<0,00058
	1/10/2018	0,24	120	200	7,33	400	1300	0,69	<0,0010	<0,00046	0,032	NA	<0,00034	NA	0,00050 J	NA	<0,0011	NA	<0,00085	0,015	NA	0,495	NA	NA	NA	NA
AES MW-2 - Valores	8/8/2017	0,16	88	37	6,53	7,7	460	0,36	<0,001	<0,00046	0,1	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	<0,0032	<0,00007	<0,00085	0,0035 J	<0,000085	<0,129	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0,17	88	37	6,83	7,1	470	0,4	<0,001	0,00047 J	0,11	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	<0,0032	<0,00007	<0,00085	<0,00024	<0,000085	0,545	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0,16	89	37	6,54	10	450	0,4	<0,001	<0,00046	0,11	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,010 J	0,0061 J	<0,000085	<0,0379	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0,17 B	100	37	6,68	16	470	0,42 B	<0,001	<0,00046	0,11	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	<0,0032	<0,00007	<0,00085	0,0044 J	<0,000085	0,113	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0,17	94	36	6,65	9,8	480	0,35	<0,001	<0,00046	0,11	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,0094 J	0,0046 J	<0,000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	0,16	110	140	6,84	43	740	0,52	<0,0010	<0,00046	0,15	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00067 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,0040 J	<0,000085	NA	<0,00050	<0,00053	<0,00074	0,0069 J
	1/10/2018	0,16	110	85	7,04	15	690	0,67	<0,0010	<0,00046	0,13	NA	<0,00034	NA	0,00058 J	NA	0,0014 J	NA	<0,00085	<0,00024	NA	<0,321	NA	NA	NA	NA
AES MW-3	8/8/2017	0,78	290	2900	6,74	630	6000	2	<0,001	0,0038	0,33	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0018 J	<0,00035	0,0068	<0,00007	0,096	0,052	<0,000085	0,099	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0,85	320	3400	7,1	1300	7600	2,1	<0,001	0,0034	0,29	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0019 J	<0,00035	0,0077	<0,00007	0,16	0,098	<0,000085	0,142	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0,83	340	3600	6,78	1500	8600	2,2	<0,001	0,0021	0,37	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0023 J	<0,00035	0,0075	<0,00007	0,2	0,13	<0,000085	0,212	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0,90 B	390	3700	7,01	1700	8300	2,3 B	<0,001	0,0024	0,25	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0022 J	<0,00035	0,0075	<0,00007	0,22	0,14	<0,000085	0,088	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0,9	370	3900	7,03	2300	9900	1,9	0,0012 J	0,0029	0,23	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0025	<0,00035	0,0056	<0,00007	0,26	0,18	<0,000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	1,2	330	4400	7,23	2800	11000	1,6	<0,0010	0,0018	0,24	<0,00034	0,00042 J	<0,0011	0,0031	<0,00035	0,0073	<0,000070	0,22	0,21	<0,000085	NA	0,0027	0,00053 J	<0,00074	0,004 J
	1/10/2018	1,0	330	4700	7,43	3300	13000	1,6	<0,0010	0,0024	0,19	NA	<0,00034	NA	0,0031	NA	0,021	NA	0,22	0,23	NA	0,511	NA	NA	NA	NA
AES MW-4	8/8/2017	3,4	590	9800	6,91	15000	41000	0,63	<0,001	0,0036	0,057	<0,00034	0,00036 J	<0,0011	0,0018 J	<0,00035	1	<0,00007	0,44	0,011	<0,000085	0,527	NA	NA	NA	NA
	8/8/2017 Dup	3,4	620	9900	6,91	15000	41000	0,61	0,0014 J	0,0031	0,057	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	1	<0,00007	0,45	0,011	<0,000085	0,137	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	3,7	620	11000	7,08	16000	43000	0,63	<0,001	0,0037	0,06	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	1,1	<0,00007	0,4	0,0048	<0,000085	0,112	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017 Dup	4,1	630	10000	7,08	16000	43000	0,61	<0,001	0,0033	0,06	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	1,1	<0,00007	0,38	0,0061	<0,000085	0,507	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017	3,8	620	9800	7,09	15000	42000	0,65	<0,001	0,0026	0,057	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,88	<0,00007	0,44	0,006	<0,000085	<0,0545	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017 Dup	3,7	590	9900	7,09	15000	42000	0,65	<0,001	0,0025	0,058	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	1,1	<0,00007	0,38	0,0065	<0,000085	0,0942	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017	3,6 B	670	11000	7,14	16000	42000	0,68	<0,001	0,0027	0,055	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,9	<0,00007	0,4	0,0058	<0,000085	0,403	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017 Dup	3,6 B	670	11000	7,14	16000	41000	0,68	<0,001	0,0024	0,054	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	0,98	<0,00007	0,42	0,0054	<0,000085	<0,146	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	3,2	600	10000	7,12	17000	42000	0,53	<0,001	0,0035	0,056	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,75	<0,00007	0,41	0,013	<0,000085	NA	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017 Dup	3,4	610	10000	7,12	17000	43000	0,63	<0,001	0,0038	0,056	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,86	<0,00007	0,42	0,014	<0,000085	NA	NA	NA	NA	NA
	26/6/2018	3,2	460	9100	7,27	12000	16000	0,76	0,0023 J	0,0024	0,044	<0,00034	0,00034 J	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	0,54	<0,000070	0,55	0,0064	<0,000085	NA	<0,00050	<0,00053	<0,00074	0,0053 J
	26/6/2018 Dup	3,2	440	8900	7,27	12000	17000	0,76	0,0019 J	0,0021	0,046	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	0,57	<0,000070	0,58	0,0055	<0,000085	NA	<0,00050	<0,00053	<0,00074	0,0046 J
	2/10/2018	2,6	280	5600	7,41	6000	21000	1,0	<0,0010	0,0031	0,035	NA	0,00057 J	NA	0,0016 J	NA	0,38	NA	0,74	0,0043	NA	<0,0708	NA	NA	NA	NA
	2/10/2018 Dup	2,6	250	5300	7,41	6200	22000	1,0	<0,0010	0,0027	0,036	NA	0,00057 J	NA	0,0016 J	NA	0,34	NA	0,75	0,0048	NA	<0,168	NA	NA	NA	NA
AES MW-5	8/8/2017	0,57	850	3800	6,52	2500	8200	0,42	<0,001	0,0032	0,041	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0034	<0,00035	<0,0032	<0,00007	0,0022 J	0,01	<0,000085	0,473	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	0,46	890	3800	6,61	2700	7900	0,45	<0,001	0,0024	0,043															

**TABLA 5**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITOREO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES DE DETECCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA SALUD HUMANA - DISUELTO (FILTRADO) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación del pozo	Constituye	Apéndice III (b)					Apéndices III y IV (h, c)	Apéndice IV (c)													
		Boro	Calcio	Cloruro	Sulfato	TDS		Fluoruro	Antimonio	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio (d)	Molibdeno	Selenio	Talio (d)
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
HH DW SL de Puerto Rico (a)	4	NA	250	250	500	4	0,0056	0,01	2	0,004	0,005	0,1	0,006	0,015	0,04	0,00005	0,1	0,05	0,00024		
	Fecha del evento de muestreo	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
AES MW-1 - Pozo	25/6/2018	0,28	130	260 F1	490 F1	1600	0,61	< 0,0010	< 0,00046	0,04	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	< 0,00040	< 0,00035	< 0,0011	< 0,000070	< 0,00085	0,025	< 0,000085	
AES MW-2 - Pozo	25/6/2018	0,17	110	130	44	730	0,5	< 0,0010	< 0,00046	0,15	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,00067 J	< 0,00035	< 0,0011	< 0,000070	< 0,00085	0,00030 J	< 0,000085	
AES MW-3	25/6/2018	1,1	320	4300	2500	10000	1,7	< 0,0010	0,0016	0,26	< 0,00034	0,00034 J	< 0,0011	0,0034 J	< 0,00035	0,0064	< 0,000070	0,2	0,2	< 0,000085	
AES MW-4	26/6/2018	3,4	450	9100	11000	13000	0,76	< 0,0010	0,0024	0,045	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,0017 J	< 0,00035	0,56	< 0,000070	0,56	0,005	< 0,000085	
	26/6/2018 Dup	3,5	450	8700	11000	14000	0,74	< 0,0010	0,0022	0,046	< 0,00034	0,00035 J	< 0,0011	0,0016 J	< 0,00035	0,59	< 0,000070	0,6	0,0054	< 0,000085	
AES MW-5	26/6/2018	0,44	670	3400	2100	8800	0,48	< 0,0010	0,0059	0,036	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,003	< 0,00035	0,0047 J	< 0,000070	0,0034 J	< 0,00024	< 0,000085	
TW-A	10/7/2018	0,13	110	55	78	610	0,28	< 0,0010	< 0,00046	0,18	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,00044 J	< 0,00035	< 0,0011	< 0,000070	< 0,00085	0,0014	< 0,000085	
TW-B	10/7/2018	0,51	140	240	670	2000	1,3	< 0,0010	0,00071 J	0,03	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,00082 J	< 0,00035	0,0031 J	< 0,000070	0,0041 J	0,00033 J	< 0,000085	
TW-C	10/7/2018	2,3	310	6600	3000	18000	1,7	< 0,0010	0,0029	0,04	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	< 0,00040	< 0,00035	0,014	< 0,000070	0,0076 J	0,00026 J	< 0,000085	
TW-D	11/7/2018	0,22	82	100	110	590	0,45	< 0,0010	0,00084 J	0,063	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,00092 J	< 0,00035	< 0,0011	< 0,000070	< 0,00085	< 0,00024	< 0,000085	
	11/7/18 DUP	0,21	79	99	110	610	0,47	< 0,0010	0,00086 J	0,061	< 0,00034	< 0,00034	< 0,0011	0,00093 J	< 0,00035	< 0,0011	< 0,000070	< 0,00085	< 0,00024	< 0,000085	

Notas:  
 DW: agua potable.  
 CCR: residuos de combustión de carbón (Coal Combustion Residuals).  
 HH: salud humana (Human Health).  
 MCL: nivel máximo de contaminantes (Maximum Contaminant Level).  
 mg/L: miligramo por litro.  
 MS/MSD: matriz pico (Matrix Spike)/duplicado de matriz pico (Matrix Spike Duplicate).  
 NA: no disponible.  
 RSL: nivel de detección basado en el riesgo (Risk-Based Screening Level).  
 SL: nivel de detección (Screening Level).  
 SMCL: niveles máximos secundarios de contaminantes (Secondary Maximum Contaminant Level).  
 TDS: sólidos disueltos totales.  
 USEPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency).  
 Calificadores:  
 <: No detectado, el valor es el límite de informes.  
 B: analito encontrado en muestra y espacio asociado.  
 F1: la recuperación de MS/MSD estaba fuera de los límites aceptables.  
 J: el valor es estimado.

(a) - Niveles seleccionados de detección de agua potable seleccionados para la salud humana en Puerto Rico en la Tabla 2 mediante el empleo de la siguiente jerarquía: Estándares de Calidad de las Aguas Subterráneas de Puerto Rico  
 Federal USEPA MCL para agua potable. RSL federal para agua de grifo de la USEPA, noviembre de 2018.  
 Federal USEPA SMCL para agua potable.

(b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para la supervisión de detección (Apéndice III).  
 (c) - La Norma de CCR enumera estos elementos como Constituyentes para la supervisión de evaluación (Apéndice IV).  
 (d) - El Nivel de Detección de Agua Potable de Salud Humana seleccionado de mercurio y talio es de 0,002 mg/L, como se muestra en la Tabla 2. Todos los resultados para mercurio y talio también están por debajo del nivel federal seleccionado de detección de agua potable para la salud humana.

mayor que el nivel seleccionado de detección de agua potable para la salud humana en Puerto Rico.

**TABLA 6**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITOREO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES DE DETECCIÓN DE AGUA**  
**RECREATIVA SELECCIONADOS PARA LA SALUD HUMANA - TOTAL (SIN FILTRAR) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación del pozo	Constituyente Federal y de Puerto Rico HH Rec SL (a)	Apéndice III (b)					Apéndices III y IV (b, c)		Apéndice IV (c)										Sulfonilo y COV (d)							
		Boro	Calcio	Cloruro	pH	Sulfato	TDS	Fluoruro	Antimonio	Arsénico	Bario Berililo	Cadmio Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio	Radio 226/222	Clorobenceno	Isopropilbenceno	Metil ter- butil éter	Sulfonilo		
		NA	NA	NA	7.3 - 8.5	2800	NA	NA	0.64	0.00014	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.000051	NA	4.2	0.00047	NA	1.6	NA	NA	NA	
Fecha del evento de	mg/L	mg/L	mg/L	S.U.	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	pCi/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
AES MW-1 - Pozo	8/8/2017	0.26	140	240	6.87	340	1100	0.47	<0.001	<0.00046	0.05	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00058 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0022 J	0.0073	<0.000085	<0.0899	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.26	150	260	7.07	410	1400	0.53	<0.001	0.00055 J	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00055 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.0062	<0.000085	0.205	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.25	150	220	6.74	400	1400	0.55	<0.001	0.00046	0.058	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00068 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0023 J	0.0065	<0.000085	0.270	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.25 B	160	240	6.92	390	1400	0.58 B	<0.001	<0.00046	0.055	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00062 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.0057	<0.000085	0.576	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0.26	160	220	6.9	410	1400	0.47	<0.001	0.00046 J	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00075 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0018 J	0.0057	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	0.25	130	260 F1	7.13	510 F1	1500	0.61	<0.0010	<0.00046	0.039	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.00040	0.00077 J	<0.0011	<0.00070	<0.00085	0.025	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	<0.00058
1/10/2018	0.24	120	200	7.33	400	1300	0.69	<0.0010	<0.00046	0.032	NA	<0.00034	NA	0.00050 J	NA	<0.0011	NA	<0.00085	0.015	NA	0.495	NA	NA	NA	NA	
AES MW-2 - Pozo	8/8/2017	0.16	88	37	6.53	7.7	460	0.36	<0.001	<0.00046	0.1	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.0035 J	<0.000085	<0.129	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.17	88	37	6.83	7.1	470	0.4	<0.001	0.00047 J	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	<0.00024	<0.000085	0.545	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.16	89	37	6.54	10	450	0.4	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0010 J	0.00061 J	<0.000085	<0.0379	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.17 B	100	37	6.68	16	470	0.42 B	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.00044 J	<0.000085	0.113	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0.17	94	36	6.65	9.8	480	0.35	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.00094 J	0.00046 J	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	0.16	110	140	6.84	43	740	0.52	<0.0010	<0.00046	0.15	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00067 J	<0.00035	<0.0011	<0.00070	<0.00085	0.00040 J	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0069 J
1/10/2018	0.16	110	85	7.04	15	690	0.67	<0.0010	<0.00046	0.13	NA	<0.00034	NA	0.00058 J	NA	0.0014 J	NA	<0.0011	<0.00085	<0.00024	NA	<0.321	NA	NA	NA	NA
AES MW-3	8/8/2017	0.78	290	2900	6.74	630	6000	2	<0.001	0.0038	0.33	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0018 J	<0.00035	0.0068	<0.00007	0.096	0.052	<0.000085	0.099	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.85	320	3400	7.1	1300	7600	2.1	<0.001	0.0034	0.29	<0.00034	0.00034	<0.0011	0.0019 J	<0.00035	0.0077	<0.00007	0.16	0.098	<0.000085	0.142	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.83	340	3600	6.78	1500	8600	2.2	<0.001	0.0021	0.37	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0023 J	<0.00035	0.0075	<0.00007	0.2	0.13	<0.000085	0.212	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.90 B	390	3700	7.01	1700	8300	2.3 B	<0.001	0.0024	0.25	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0022 J	<0.00035	0.0075	<0.00007	0.22	0.14	<0.000085	0.0988	NA	NA	NA	NA
	12/9/2017	0.9	370	3900	7.03	2300	9900	1.9	0.0012 J	0.0029	0.23	0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0025	<0.00035	0.0056	<0.00007	0.26	0.18	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/6/2018	1.2	330	4400	7.23	2800	11000	1.6	<0.0010	0.0018	0.24	<0.00034	0.00042 J	<0.0011	0.0031	<0.00035	0.0073	<0.00070	0.22	0.21	<0.000085	NA	0.0027	0.00053 J	<0.00074	0.004 J
1/10/2018	1.0	330	4700	7.43	3300	13000	1.6	<0.0010	0.0024	0.19	NA	<0.00034	NA	0.0031	NA	0.021	NA	0.22	0.23	NA	0.511	NA	NA	NA	NA	
AES MW-4	8/8/2017	3.4	590	9800	6.91	15000	41000	0.63	<0.001	0.0036	0.057	<0.00034	0.00036 J	<0.0011	0.0018 J	<0.00035	<0.00007	0.44	0.011	<0.000085	0.527	NA	NA	NA	NA	NA
	8/8/2017 Dup	3.4	620	9900	6.91	15000	41000	0.61	0.0014 J	0.0031	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1	<0.00007	0.45	0.011	<0.000085	0.137	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	3.7	620	11000	7.08	16000	43000	0.63	<0.001	0.0037	0.06	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.4	0.0048	<0.000085	0.112	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017 Dup	4.1	630	10000	7.08	16000	43000	0.61	<0.001	0.0033	0.06	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.38	0.0061	<0.000085	0.507	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017	3.8	620	9800	7.09	15000	42000	0.65	<0.001	0.0026	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.88	<0.00007	0.44	0.006	<0.000085	<0.0545	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017 Dup	3.7	590	9900	7.09	15000	42000	0.65	<0.001	0.0025	0.058	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.38	0.0065	<0.000085	0.0942	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017	3.6 B	670	11000	7.14	16000	42000	0.68	<0.001	0.0027	0.055	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.9	<0.00007	0.4	0.0058	<0.000085	0.403	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017 Dup	3.6 B	670	11000	7.14	16000	41000	0.68	<0.001	0.0024	0.054	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.98	<0.00007	0.42	0.0054	<0.000085	<0.146	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017	3.2	600	10000	7.12	17000	42000	0.53	<0.001	0.0035	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.75	<0.00007	0.41	0.013	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017 Dup	3.4	610	10000	7.12	17000	43000	0.63	<0.001	0.0038	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.86	<0.00007	0.42	0.014	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
26/8/2018	3.2	460	9100	7.27	12000	16000	0.76	0.0023 J	0.0024	0.044	<0.00034	0.00034 J	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.57	<0.00070	0.58	0.0064	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0053 J	
26/8/2018 Dup	3.2	440	8900	7.27	12000	17000	0.76	0.0019 J	0.0021	0.046	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.57	<0.00070	0.58	0.0055	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0046 J	
2/8/2018	2.6	280	5600	7.41	6000	21000	1.0	<0.0010	0.0031	0.035	NA	0.00057 J	NA	0.0016 J	NA	0.38	NA	0.74	0.0043	NA	<0.0708	NA	NA	NA	NA	
2/8/2018 Dup	2.6	250	5300	7.41	6000	22000	1.0	<0.0010	0.0027	0.036	NA	0.00051 J	NA	0.0016 J	NA	0.34	NA	0.76	0.0048	NA	<0.168	NA	NA	NA	NA	
AES MW-5	8/8/2017	0.37	850	3800	6.52	2500	8200	0.42	<0.001	0.0032	0.041	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0034	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0022 J	0.01	<0.000085	0.473	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	0.46	890	3800	6.61	2700	7900	0.45	<0.001	0.0024	0.043	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0035	<0.00035	0.0047	<0.00007	0.0068 J	0.013	<0.000085	0.576	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.39	800	3700	6.49	2500	11000	0.46	<0.001	0.0018	0.039	<0.00034														

**TABLA 7**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITOREO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES**  
**RECREATIVOS DE SALUD HUMANA - DISUELTO (FILTRADO) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación de pozo	Constituye HH federal y de Puerto Rico Rec SL (a) Fecha del evento de	Apéndice III (b)					Apéndices III y IV (b, c) Fluoruro	Apéndice IV (c)												
		Boro	Calcio	Cloruro	Sulfato	TDS		Antimonio	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio
		NA	NA	NA	2800	NA		NA	0,64	0,00014	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,000051	NA	4,2	0,00047
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
AES MW-1 - Pozo	25/8/2018	0,28	130	260 F1	490 F1	1600	0,61	<0,0010	<0,00046	0,04	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,00040	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,025	<0,000085
AES MW-2 - Pozo	25/8/2018	0,17	110	130	44	730	0,5	<0,0010	<0,00046	0,15	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00067 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,00030 J	<0,000085
AES MW-3	25/8/2018	1,1	320	4300	2500	10000	1,7	<0,0010	<b>0,0016</b>	0,26	<0,00034	0,00034 J	<0,0011	0,0034 J	<0,00035	0,0064	<0,000070	0,2	0,2	<0,000085
AES MW-4	26/8/2018	3,4	450	9100	<b>11000</b>	13000	0,76	<0,0010	<b>0,0024</b>	0,045	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,56	<0,000070	0,58	0,005	<0,000085
	26/8/2018 Dup	3,5	450	8700	<b>11000</b>	14000	0,74	<0,0010	<b>0,0022</b>	0,046	<0,00034	0,00035 J	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	0,59	<0,000070	0,6	0,0054	<0,000085
AES MW-5	26/8/2018	0,44	670	3400	2100	8800	0,48	<0,0010	<b>0,0059</b>	0,036	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,003	<0,00035	0,0047 J	<0,000070	0,0034 J	<0,00024	<0,000085
TW-A	10/7/2018	0,13	110	55	78	610	0,28	<0,0010	<0,00046	0,18	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00044 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,0014	<0,000085
TW-B	10/7/2018	0,51	140	240	670	2000	1,3	<0,0010	<b>0,00071 J</b>	0,03	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00082 J	<0,00035	0,0031 J	<0,000070	0,0041 J	0,00033 J	<0,000085
TW-C	10/7/2018	2,3	310	6600	<b>3000</b>	18000	1,7	<0,0010	<b>0,0029</b>	0,04	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,00040	<0,00035	0,014	<0,000070	0,0076 J	0,00026 J	<0,000085
TW-D	11/7/2018	0,22	82	100	110	590	0,45	<0,0010	<b>0,00084 J</b>	0,063	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00092 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	<0,00024	<0,000085
	11/7/2018 DUP	0,21	79	99	110	610	0,47	<0,0010	<b>0,00086 J</b>	0,061	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00093 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	<0,00024	<0,000085

Notas:  
 Residuos de Combustión de Carbón (CCR). Rec: recreativo. Calificadores:  
 Salud humana (HH). Nivel Máximo Permisible Basado en Riesgo (Risk-Based Screening Level, RSL). <- No detectado, el valor es el límite de lo presentado.  
 mg/l: miligramo por litro. Nivel Máximo Permisible (SL). B: analito encontrado en muestra y espacio asociado.  
 Matriz pico/duplicado de matriz pico (MS/MSD). Sólidos disueltos totales (TDS). F1: la recuperación de MS/MSD estaba fuera de los límites de aceptación.  
 No disponible (NA). Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). J: el valor es estimado.

- (a) - Niveles máximos permisibles recreativos de salud humana de Puerto Rico seleccionados en la tabla 3 como: Normas de calidad del agua costera y estuarina de Puerto Rico - Salud humana. Criterios nacionales recomendados de calidad del agua de la USEPA - Salud humana para el consumo del organismo únicamente. Aplica a concentraciones totales.
- (b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).
- (c) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

mayor que el Nivel Máximo Permitido Recreativo de Salud Humana federal y de Puerto Rico seleccionado.

**TABLA 8**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITOREO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES ECOLÓGICOS - TOTAL (SIN FILTRAR) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación de pozo	Fecha del evento de	Apéndice III (b)							Apéndice III y IV (b, c)	Apéndice IV (c)													Sulfolano y COV (d)			
		Constituyente Eco SL (a)		Boro	Calcio	Cloruro	pH	Sulfato		TDS	Fluoruro	Antimonio	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio	Radio 226/228	Clorobenceno
		NA	NA	NA	7.3 - 8.5	NA	NA	NA	0.036	NA	NA	0.00885	0.05	NA	0.00852	NA	0.00094	NA	0.00085	0.07114	NA	NA	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		mg/l	mg/l	mg/l	SU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	pCi/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
AES MW-1 - Pozo	8/8/2017	0.26	140	240	6.87	340	1100	0.47	NA	0.00046	0.05	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00058 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0022 J	0.0073	<0.000085	<0.0899	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.26	150	260	7.07	410	1400	0.53	<0.001	0.00055 J	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00055 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.0062	<0.000085	0.205	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.25	150	220	6.74	400	1400	0.55	<0.001	<0.00046	0.058	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00068 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0023 J	0.0065	<0.000085	0.270	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.25 B	160	240	6.92	390	1400	0.58 B	<0.001	<0.00046	0.055	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00062 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.0057	<0.000085	0.576	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017	0.26	160	220	6.9	410	1400	0.47	<0.001	0.00046 J	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00075 J	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0018 J	0.0057	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/8/2018	0.25	130	260 F1	7.13	510 F1	1500	0.61	<0.0010	<0.00046	0.039	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.00040	0.00077 J	<0.0011	<0.000070	<0.00085	0.025	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	<0.00058
	1/8/2018	0.24	120	200	7.33	400	1300	0.69	<0.0010	<0.00046	0.032	NA	<0.00034	NA	0.00050 J	NA	<0.0011	NA	<0.00085	0.015	NA	0.495	NA	NA	NA	NA
AES MW-2 - Pozo	8/8/2017	0.16	88	37	6.53	7.7	460	0.36	<0.001	<0.00046	0.1	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.00035 J	<0.000085	<0.129	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.17	88	37	6.83	7.1	470	0.4	<0.001	0.00047 J	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	<0.00024	<0.000085	0.545	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.16	89	37	6.54	10	450	0.4	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0010 J	0.00061 J	<0.000085	<0.0379	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.17 B	100	37	6.68	16	470	0.42 B	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	<0.00085	0.00044 J	<0.000085	0.113	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017	0.17	94	36	6.65	9.8	480	0.35	<0.001	<0.00046	0.11	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.00094 J	0.00046 J	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/8/2018	0.16	110	140	6.84	43	740	0.52	<0.0010	<0.00046	0.15	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.00067 J	<0.00035	<0.0032	<0.000070	<0.00085	0.0040 J	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0069 J
	1/8/2018	0.16	110	85	7.04	15	690	0.67	<0.0010	<0.00046	0.13	NA	<0.00034	NA	0.00058 J	NA	0.0014 J	NA	<0.00085	<0.00024	NA	<0.321	NA	NA	NA	NA
AES MW-3	8/8/2017	0.78	290	2900	6.74	630	6000	2	<0.001	0.0038	0.33	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0018 J	<0.00035	0.0068	<0.00007	0.096	0.052	<0.000085	0.099	NA	NA	NA	NA
	15/8/2017	0.85	320	3400	7.1	1300	7600	2.1	<0.001	0.0034	0.29	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0019 J	<0.00035	0.0077	<0.00007	0.16	0.098	<0.000085	0.142	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.83	340	3600	6.78	1500	8600	2.2	<0.001	0.0021	0.37	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0023 J	<0.00035	0.0075	<0.00007	0.2	0.13	<0.000085	0.212	NA	NA	NA	NA
	29/8/2017	0.90 B	390	3700	7.01	1700	8300	2.3 B	<0.001	0.0024	0.25	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0022 J	<0.00035	0.0075	<0.00007	0.22	0.14	<0.000085	0.0888	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017	0.9	370	3900	7.03	2300	9900	1.9	0.0012 J	0.0029	0.23	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0025	<0.00035	0.0056	<0.00007	0.28	0.18	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	25/8/2018	1.2	330	4400	7.23	2800	11000	1.6	<0.0010	0.0018	0.24	<0.00034	0.00042 J	<0.0011	0.0031	<0.00035	0.0073	<0.000070	0.22	0.21	<0.000085	NA	0.0027	0.00053 J	<0.00074	0.004 J
	1/8/2018	1.0	330	4700	7.43	3300	13000	1.6	<0.0010	0.0024	0.19	NA	<0.00034	NA	0.0031	NA	0.021	NA	0.22	0.23	NA	0.511	NA	NA	NA	NA
AES MW-4	8/8/2017	3.4	590	9800	6.91	15000	41000	0.63	<0.001	0.0036	0.057	<0.00034	0.00036 J	<0.0011	0.0018 J	<0.00035	1	<0.00007	0.44	0.011	<0.000085	0.527	NA	NA	NA	NA
	8/8/2017 Dup	3.4	620	9900	6.91	15000	41000	0.61	0.0014 J	0.0031	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1	<0.00007	0.45	0.011	<0.000085	0.137	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	3.7	620	11000	7.08	16000	43000	0.63	<0.001	0.0037	0.06	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.4	0.048	<0.000085	0.112	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017 Dup	4.1	630	10000	7.08	16000	43000	0.61	<0.001	0.0033	0.06	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.38	0.061	<0.000085	0.507	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017	3.8	620	9800	7.09	15000	42000	0.65	<0.001	0.0026	0.057	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.88	<0.00007	0.44	0.006	<0.000085	<0.0545	NA	NA	NA	NA
	23/8/2017 Dup	3.7	590	9900	7.09	15000	42000	0.65	<0.001	0.0025	0.058	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	1.1	<0.00007	0.38	0.0065	<0.000085	0.0942	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017	3.6 B	670	11000	7.14	16000	42000	0.68	<0.001	0.0027	0.055	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.9	<0.00007	0.4	0.0058	<0.000085	0.403	NA	NA	NA	NA
	30/8/2017 Dup	3.6 B	670	11000	7.14	16000	41000	0.68	<0.001	0.0024	0.054	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.98	<0.00007	0.42	0.0054	<0.000085	<0.146	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017	3.2	600	10000	7.12	17000	42000	0.53	<0.001	0.0035	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.75	<0.00007	0.41	0.013	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	12/8/2017 Dup	3.4	610	10000	7.12	17000	43000	0.63	<0.001	0.0038	0.056	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0017 J	<0.00035	0.86	<0.00007	0.42	0.014	<0.000085	NA	NA	NA	NA	NA
	26/8/2018	3.2	460	9100	7.27	12000	16000	0.76	0.0023 J	0.0024	0.044	<0.00034	0.00034 J	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.54	<0.000070	0.55	0.0064	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0053 J
	26/8/2018 Dup	3.2	440	8900	7.27	12000	17000	0.76	0.0019 J	0.0021	0.046	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0016 J	<0.00035	0.57	<0.000070	0.58	0.0055	<0.000085	NA	<0.00050	<0.00053	<0.00074	0.0046 J
	2/8/2018	2.6	280	5600	7.41	6000	21000	1.0	<0.0010	0.0031	0.035	NA	0.00057 J	NA	0.0016 J	NA	0.38	NA	0.74	0.0043	NA	<0.0708	NA	NA	NA	NA
	2/8/2018 Dup	2.6	250	5300	7.41	6200	22000	1.0	<0.0010	0.0027	0.036	NA	0.00051 J	NA	0.0016 J	NA	0.34	NA	0.76	0.0048	NA	<0.168	NA	NA	NA	NA
AES MW-5	9/8/2017	0.37	850	3800	6.52	2500	8200	0.42	<0.001	0.0032	0.041	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0034	<0.00035	<0.0032	<0.00007	0.0022 J	0.01	<0.000085	0.473	NA	NA	NA	NA
	16/8/2017	0.46	890	3800	6.61	2700	7900	0.45	<0.001	0.0024	0.043	<0.00034	<0.00034	<0.0011	0.0035	<0.00035	0.0047	<0.00007	0.0086 J	0.013	<0.000085	0.576	NA	NA	NA	NA
	22/8/2017	0.39	800	3700	6.49	2500	11000	0.46	<0.001	0.0018	0.															

**TABLA 9**  
**COMPARACIÓN DE LA NORMA DE CCR DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS RESULTADOS TEMPORALES DE POZO CON LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES ECOLÓGICOS - DISUELTO (FILTRADO) AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación de pozo	Fecha del evento de muestreo	Apéndice III (b)					Apéndices III y IV (b, c) Fluoruro	Apéndice IV (c)													
		Constituyente	Boro	Calcio	Cloruro	Sulfato		TDS	Antimonio	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio
		Eco SL (a)	NA	NA	NA	NA		NA	NA	0,036	NA	NA	0,0079	0,05	NA	0,0077	NA	0,0008	NA	0,071	NA
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
AES MW-1 - Pozo	25/8/2018		0,28	130	260 F1	490 F1	1600	0,61	<0,0010	<0,00046	0,04	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,00040	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,025	<0,000085
AES MW-2 - Pozo	25/8/2018		0,17	110	130	44	730	0,5	<0,0010	<0,00046	0,15	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00067 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,00030 J	<0,000085
AES MW-3	25/8/2018		1,1	320	4300	2500	10000	1,7	<0,0010	0,0016	0,26	<0,00034	0,00034 J	<0,0011	0,0034 J	<0,00035	0,0064	<0,000070	0,2	0,2	<0,000085
AES MW-4	26/8/2018		3,4	450	9100	11000	13000	0,76	<0,0010	0,0024	0,045	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,0017 J	<0,00035	0,56	<0,000070	0,58	0,005	<0,000085
	26/8/2018 Dup		3,5	450	8700	11000	14000	0,74	<0,0010	0,0022	0,046	<0,00034	0,00035 J	<0,0011	0,0016 J	<0,00035	0,59	<0,000070	0,6	0,0054	<0,000085
AES MW-5	26/8/2018		0,44	670	3400	2100	8800	0,48	<0,0010	0,0059	0,036	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,003	<0,00035	0,0047 J	<0,000070	0,0034 J	<0,00024	<0,000085
TW-A	10/7/2018		0,13	110	55	78	610	0,28	<0,0010	<0,00046	0,18	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00044 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	0,0014	<0,000085
TW-B	10/7/2018		0,51	140	240	670	2000	1,3	<0,0010	0,00071 J	0,03	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00082 J	<0,00035	0,0031 J	<0,000070	0,0041 J	0,00033 J	<0,000085
TW-C	10/7/2018		2,3	310	6600	3000	18000	1,7	<0,0010	0,0029	0,04	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,00040	<0,00035	0,014	<0,000070	0,0076 J	0,00026 J	<0,000085
TW-D	11/7/2018		0,22	82	100	110	590	0,45	<0,0010	0,00084 J	0,063	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00092 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	<0,00024	<0,000085
	11/7/2018 DUP		0,21	79	99	110	610	0,47	<0,0010	0,00086 J	0,061	<0,00034	<0,00034	<0,0011	0,00093 J	<0,00035	<0,0011	<0,000070	<0,00085	<0,00024	<0,000085

Notas:  
 Residuos de Combustión de Carbón (CCR).  
 mg/l: miligramo por litro.  
 Matriz pico/duplicado de matriz pico (MS/MSD).  
 No disponible (NA).  
 Nivel Máximo Permisible (SL).  
 Sólidos disueltos totales (TDS).  
 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Calificadores:  
 <: No detectado, el valor es el límite de lo presentado.  
 B: analito encontrado en muestra y espacio asociado.  
 F1: la recuperación de MS/MSD estaba fuera de los límites de aceptación.  
 J: el valor es estimado.

- (a) - Niveles máximos permisibles ecológicos de Puerto Rico seleccionados en la tabla 3 como: Normas de calidad del agua costera y estuarina de Puerto Rico - Acuático. Criterios nacionales recomendados de calidad del agua ambiental de la USEPA - Agua salada de vida acuática (crónica).
- (b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).
- (c) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

mayor que el Nivel Máximo Permitido ecológico seleccionado.

**TABLA 10**  
**COMPARACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA DEL PUERTO CON EL NIVEL MÁXIMO PERMITIDO RECREATIVO Y ECOLÓGICO DE SALUD HUMANA. AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación de la muestra de agua del puerto	Fracción	Constituye	Apéndice III (c)						Apéndices III y IV (c, d)	Apéndice IV (d)												
			Boro	Calcio	Cloruro	pH	Sulfato	TDS	Fluoruro	Antimoni	Arsénico	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalto	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio
AES-SEA	Total	Federal y de Puerto Rico HH Rec SL (a)	NA	NA	NA	7.3 - 8.5	2800	NA	NA	0.64	0.00014	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.000051	NA	4.2	0.00047	
	Disuelto	Federal y de Puerto Rico HH Rec SL (a)	NA	NA	NA	NA	2800	NA	NA	0.64	0.00014	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.000051	NA	4.2	0.00047	
	Total	Eco SL (b)	NA	NA	NA	7.3 - 8.5	NA	NA	NA	NA	0.036	NA	NA	0.00885	0.050	NA	0.00852	NA	0.00094	NA	0.07114	NA
	Disuelto	Eco SL (b)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.036	NA	NA	0.0079	0.050	NA	0.0077	NA	0.00080	NA	0.071	NA
AES-SEA	Total	10/7/2018	mg/l	mg/l	mg/l	SU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
AES-SEA	Disuelto	10/7/2018	4.4	390	20000	8.4	2400	40000	0.88	<0.001	0.0024	0.0084	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	0.19	<0.00007	0.009 J	0.00079 J	<0.000085
AES-SEA	Disuelto	10/7/2018	4.2	370	20000	NA	2400	39000	0.88	<0.001	0.0032	0.0081	<0.00034	<0.00034	<0.0011	<0.0004	<0.00035	0.18	<0.00007	0.0096 J	0.00066 J	<0.000085

Notas:

Residuos de Combustión de Carbón (CCR).  
 Salud humana (HH).  
 mg/l: miligramo por litro.  
 No disponible (NA).  
 Rec: recreativo. Nivel Máximo Permisible (SL).  
 Unidades Estándar (Standard Units, SU).  
 Sólidos disueltos totales (TDS).  
 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Calificadores:

<- No detectado, el valor es el límite de lo presentado.  
 J: el valor es estimado.

- (a) - Niveles máximos permisibles recreativos de salud humana de Puerto Rico seleccionados en la tabla 3 como: Normas de calidad del agua costera y estuarina de Puerto Rico - Salud humana. Criterios nacionales recomendados de calidad del agua de la USEPA - Salud humana para el consumo del organismo únicamente. Aplica a concentraciones totales.
- (b) - Niveles máximos permisibles ecológicos seleccionados en la tabla 3 como: Normas de calidad del agua costera y estuarina de Puerto Rico - Acuático. Criterios nacionales recomendados de calidad del agua ambiental de la USEPA - Agua salada de vida acuática (crónica).
- (c) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).
- (d) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

mayor que el Nivel Máximo Permitido Recreativo de Salud Humana federal y de Puerto Rico seleccionado.

**TABLA 11  
COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS DE LA MUESTRA DEL PUERTO CON LA  
COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA DE MAR. AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA, PUERTO RICO**

Identificación de la muestra de agua del puerto	Constituyente		Apéndice III (d)						Apéndices III y IV (d, e)	Apéndice IV (e)												
	Muestreo	Fración	Boro	Calcio	Cloruro	pH	Sulfato	TDS	Fluoruro	Antimonio	Arsénic	Bario	Berilio	Cadmio	Cromo	Cobalt	Plomo	Litio	Mercurio	Molibdeno	Selenio	Talio
AES-SEA	10/7/2018	Disuelto	4,45	411	19345	7,3 - 9,5 (c)	2701	NA	1	0,00033	0,0026	0,021	0,0000006	0,00011	0,0002	0,00039	0,00003	0,17	0,00015	0,01	0,0009	NA
			4,5	410	19000	NA	2700	NA	1,3	0,0003	0,003	0,02	0,0000006	0,00011	0,00005	0,0004	0,00003	0,17	0,0002	0,01	0,00009	NA
AES-SEA	10/7/2018	Total	4,2	370	20000	NA	2400	39000	0,88	<0,001	0,0032	0,0081	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	0,18	<0,00007	0,0096 J	0,00066 J	<0,000085
AES-SEA	10/7/2018	Total	4,4	390	20000	8,4	2400	40000	0,88	<0,001	0,0024	0,0084	<0,00034	<0,00034	<0,0011	<0,0004	<0,00035	0,19	<0,00007	0,009 J	0,00079 J	<0,000085

**Notas:**

Las celdas en blanco indican un constituyente no analizado. J: el valor es estimado.

mg/l: miligramo por litro.

Unidades Estándar (Standard Units, SU).

<- No detectado, el valor es el límite de lo presentado.

(a) - Valores de la composición química del agua de mar. 2006. Dr. J. Floor Anthoni.

Composición detallada del agua de mar (Fuente citada como: Karl K. Turekian; Océanos. 1968. Prentice-Hall). <http://www.seafriends.org.nz/oceano/seawater.htm#gases>

(b) - Valores de USGS. 1985. Estudio e interpretación de las características químicas del agua natural. Estudio geológico de los EE. UU. Tabla 2. Composición del agua de mar (Fuente citada como: Goldberg y otros (1971)).

<https://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/pdf/intro.pdf>

(c) - El pH del océano varía de aproximadamente 7,90 a 8,20, pero a lo largo de la costa se pueden encontrar variaciones mucho mayores desde 7,3 dentro de los estuarios profundos hasta 8,6 en florecimientos productivos de plancton costero y de 9,5 en piscinas de marea.

(d) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).

(e) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

**TABLA 12**  
**DERIVACIÓN DE LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES BASADOS EN RIESGO DE AGUAS**  
**SUBTERRÁNEAS PROTECTORES DEL AGUA DEL PUERTO AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA,**  
**PUERTO RICO**

Constituyentes	Factor estimado de atenuación de la dilución - Puerto Las				1.300	Concentración máxima de aguas subterráneas (mg/l)		Relación entre el Nivel Máximo Permitido basado en el riesgo de aguas subterráneas y la concentración máxima de aguas subterráneas de RIEC
	HH REC SL seleccionados a nivel federal y de Puerto Rico (b) (mg/l)	Eco SL de Puerto Rico seleccionado - Total (c) (mg/l)	Eco SL seleccionados a nivel federal y de Puerto Rico - Disuelto (c) (mg/l)	El más bajo de los niveles máximos permisibles ecológicos y de salud humana (mg/l)	Riesgo de aguas subterráneas según el Nivel Máximo Permitido b (c) (mg/l)			
<b>Inorgánicos</b>								
Antimonio	0,64	NA	NA	0,64	832	0,0023	AES MW-4	>360.000
Arsénico	0,00014	0,036	0,036	0,00014	0,182	0,0088	AES MW-5	>20
Bario	NA	NA	NA	NA	NA	0,37	AES MW-3	NA
Berilio	NA	NA	NA	NA	NA	ND		ND
Boro	NA	NA	NA	NA	NA	4,1	AES MW-4	NA
Cadmio	NA	0,00885	0,0079	0,0079	10,2	0,00057	AES MW-4	>17.000
Calcio	NA	NA	NA	NA	NA	930	AES MW-5	NA
Cloruro	NA	NA	NA	NA	NA	13000	TW-C	NA
Cromo	NA	0,05	0,050	0,050	64,5	0,0015	TW-C	>43.000
Cobalto	NA	NA	NA	NA	NA	0,0036	AES MW-5	NA
Fluoruro	NA	NA	NA	NA	NA	2,3	AES MW-3	NA
Plomo	NA	0,00852	0,0077	0,0077	10,0	0,00077	AES MW-1 (e)	>13.000
Litio	NA	NA	NA	NA	NA	1,1	AES MW-4	NA
Mercurio	0,000051	0,00094	0,00080	0,00005	0,0663	ND		ND
Molibdeno	NA	NA	NA	NA	NA	0,76	AES MW-4	NA
Radio 226/228	NA	NA	NA	NA	NA	0,601	AES MW-5	NA
Selenio	4,2	0,07114	0,071	0,071	92,1	0,23	AES MW-3	>400
Sulfato	2800	2800	NA	2800	3640000	17000	AES MW-4	>200
Talio	0,00047	NA	NA	0,00047	0,611	ND		ND
Sólidos disueltos totales	NA	NA	NA	NA	NA	43000	AES MW-4	NA
pH	7,3-8,5	7,3-8,5	NA	NA	NA	7,54	TW-C	NA
<b>COV y sulfolano</b>								
Clorobenceno	1,6	NA	NA	1,6	2080	0,0027	AES MW-3	>770.370
Isopropilbenceno	NA	NA	NA	NA	NA	0,00053	AES MW-3	NA
Metil terc-butil éter	NA	NA	NA	NA	NA	0,046	AES MW-5	NA
Sulfolano	NA	NA	NA	NA	NA	0,75	AES MW-5	NA

Notas:

Nivel Máximo Permisible Ecológico (Ecological Screening Level, ECO SL)

Nivel Máximo Permisible de uso Recreativo de Salud Humana

(Human Health Recreational Use Screening Level, HH REC SL).

mg/: miligramo por litro.

No disponible (NA).

(a) - La jerarquía para seleccionar el nivel máximo permisible recreativo de salud humana de Puerto Rico es: Normas de calidad del agua costera y estuarina de Puerto Rico

- Salud humana; Salud humana para el consumo de organismos solamente de AWQC de la USEPA

(b) - La jerarquía para seleccionar el nivel máximo permisible ecológico de Puerto Rico es: Normas de calidad del agua costera y estuarina de

Puerto Rico - Acuático; Criterios de calidad del agua ambiental para agua salada (crónica) de la USEPA.

(c) - Donde el nivel máximo permisible basado en el riesgo de aguas subterráneas = nivel máximo permisible x Factor de dilución.

(d) - Valor estimado, consulte el texto para conocer la derivación.

(d) - MW-1 es un pozo origen.

**TABLA 13a**  
**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA DETECCIÓN DE MUESTRAS DE**  
**AGUAS SUBTERRÁNEAS Y DEL PUERTO AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA,**  
**PUERTO RICO**

Constituyente		Resultados del Nivel Máximo Permitido											
		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles de agua potable para la salud humana		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles ecológicos		Puerto - Niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana		Puerto - Niveles máximos permisibles ecológicos			
		Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total		
Apéndice III (a)	Boro		1 : 51 2 %										
	Calcio												
	Cloruro	6 : 11 55 %	34 : 51 67 %										
	pH		2 : 50 4 %		45 : 50 90 %		45 : 50 90 %						
	Sulfato	7 : 11 64 %	40 : 51 78 %	3 : 11 27 %	16 : 51 31 %								
TDS	11 : 11 100 %	46 : 51 90 %											
Apéndices III y IV (a, b)		Fluoruro											
Apéndice IV (b)	Antimonio												
	Arsénico			8 : 11 73 %	36 : 51 71 %			1 : 1 100 %	1 : 1 100				
	Bario												
	Berilio												
	Cadmio												
	Cromo												
	Cobalto												
	Plomo												
	Litio	2 : 11 18 %	15 : 51 29 %										
	Mercurio												
	Molibdeno	3 : 11 27 %	20 : 51 39 %										
	Selenio	1 : 11 9 %	7 : 51 14 %			1 : 11 9 %	6 : 51 12 %						
	Talio												
	Radio 226/228								NA	NA	NA	NA	NA
Sulfolano y COV (c)	Clorobenceno							NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Isopropilbenceno							NA	NA	NA	NA	NA	NA
	éter		1 : 6 17 %					NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Sulfolano		1 : 11 9 %					NA	NA	NA	NA	NA	NA

**Notas:**

Número de superaciones: número total de muestras.

Celdas en blanco: no hay resultados por encima de los niveles máximos permisibles para el constituyente/medio especificado. Residuos de Combustión de Carbón (CCR).

NA: constituyente/medio no analizado.

Sólidos disueltos totales (TDS).

Compuesto orgánico volátil (COV).

(a) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).

(b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

(c) - Los COV no están asociados con la CCR, pero se sabe que están presentes en aguas subterráneas debido a las actividades en las instalaciones vecinas.

**TABLA 13b**  
**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA DETECCIÓN DE MUESTRAS DE**  
**AGUAS SUBTERRÁNEAS Y DEL PUERTO AES PUERTO RICO LP, GUAYAMA,**  
**PUERTO RICO**

Constituyente		Resultados del Nivel Máximo Permitido											
		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles de agua potable para la salud humana		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana		Aguas subterráneas - Niveles máximos permisibles ecológicos		Puerto - Niveles máximos permisibles recreativos para la salud humana		Puerto - Niveles máximos permisibles ecológicos			
		Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total	Disuelto	Total		
Apéndice III (a)	Boro		1 : 51										
	Calcio												
	Cloruro	6 : 11	34 : 51										
	pH		2 : 50		45 : 50		45 : 50						
	Sulfato	7 : 11	40 : 51	3 : 11	16 : 51								
	TDS	11 : 11	46 : 51										
Apéndices III y IV (a, b)	Fluoruro												
Apéndice IV (b)	Antimonio												
	Arsénico			8 : 11	36 : 51			1 : 1	1 : 1				
	Bario												
	Berilio												
	Cadmio												
	Cromo												
	Cobalto												
	Plomo												
	Litio	2 : 11	15 : 51										
	Mercurio												
	Molibdeno	3 : 11	20 : 51										
	Selenio	1 : 11	7 : 51			1 : 11	6 : 51						
	Talio												
	Radio 226/228								NA	NA	NA	NA	NA
Sulfolano y COV (c)	Clorobenceno							NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Isopropilbenceno							NA	NA	NA	NA	NA	NA
	éter		1 : 6					NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Sulfolano		1 : 11					NA	NA	NA	NA	NA	NA

**Notas:**

Número de superaciones: número total de muestras.

Celdas en blanco: no hay resultados por encima de los niveles máximos permisibles para el constituyente/medio especificado. Residuos de Combustión de Carbón (CCR).

NA: constituyente/medio no analizado.

Sólidos disueltos totales (TDS).

Compuesto orgánico volátil (COV).

(a) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de detección (Apéndice III).

(b) - La Norma de CCR enumera estos constituyentes como Constituyentes para el monitoreo de evaluación (Apéndice IV).

(c) - Los COV no están asociados con la CCR, pero se sabe que están presentes en aguas subterráneas debido a las actividades en las instalaciones vecinas.

## **FIGURAS**



**Figura 1**  
**Mapa de ubicación del sitio**  
**AES Puerto Rico, LP**  
**Guayama, Puerto Rico**

**Leyenda**

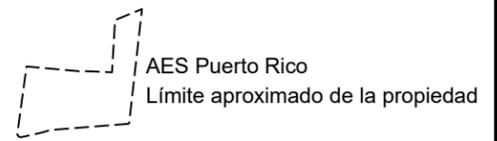
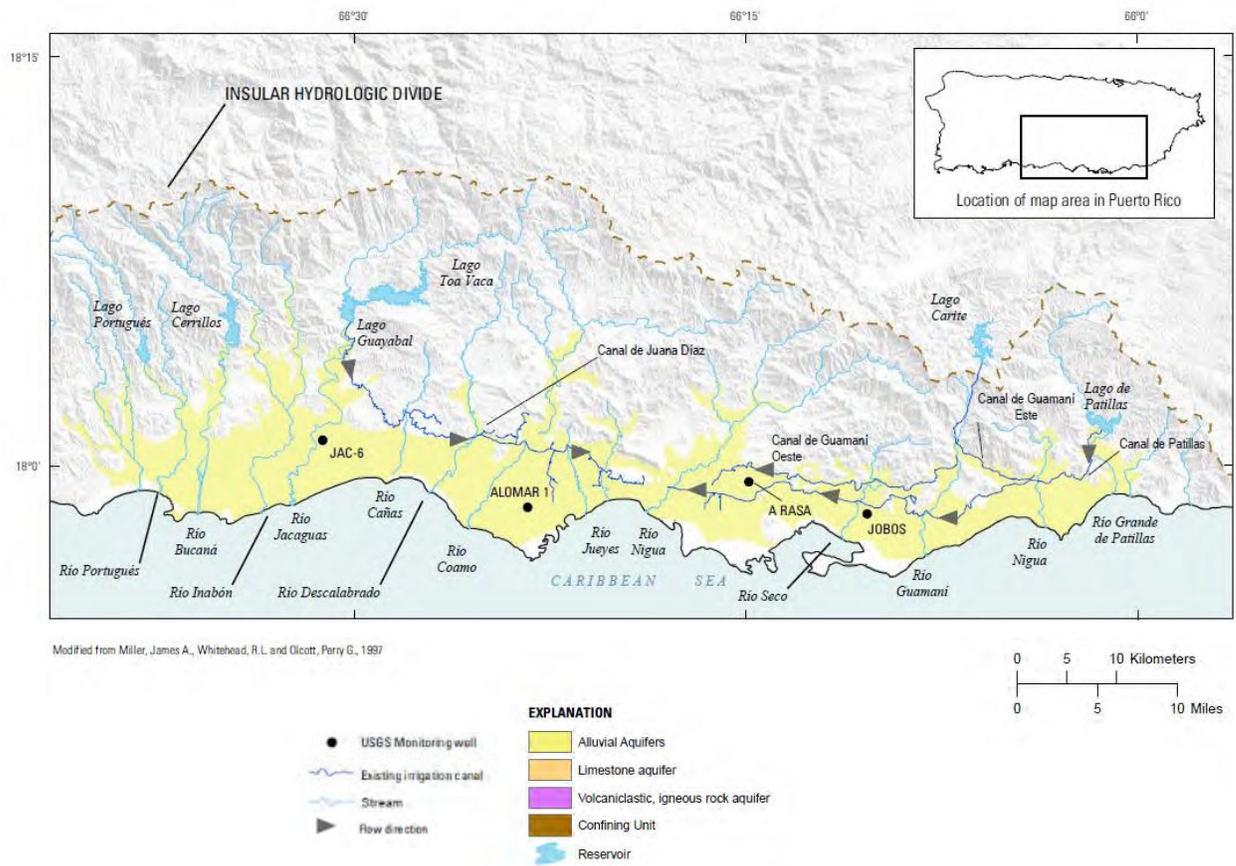


FIGURA 2  
 ACUÍFERO ALUVIAL DE LA COSTA SUR  
 AES PUERTO RICO LP GUAYAMA, PUERTO RICO



Fuente: USGS. 2016. Condiciones hidrológicas en el acuífero de la Costa Sur, Puerto Rico, 2010–15. Departamento del Interior de los EE. UU. Estudio geológico de los EE. UU. Disponible en: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20151215>.

haley\Play\EGF\AS\ldr\Tch\oich.ms\har\CPe\Fr\ojects\GMA\AS\78\laps\34178\_02\_002T\_SEI\_MAM--P\_Uxd\SAj\EoRs: p--Pel\_3MA938S: S12.0T\A97\3\ED:



**LEYENDA**

-  FLUJO PREDOMINANTE APROXIMADO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
-  LÍMITE DE LA CUENCA SUBMARINA
-  LÍMITE DE LA CUENCA
-  LÍMITE DEL SITIO

**NOTAS**

1. FUENTE DE LÍMITE DE CUENCA: USGS
2. FUENTE DE MAPA BASE: ESRI



**HALEY  
ALDRICH**

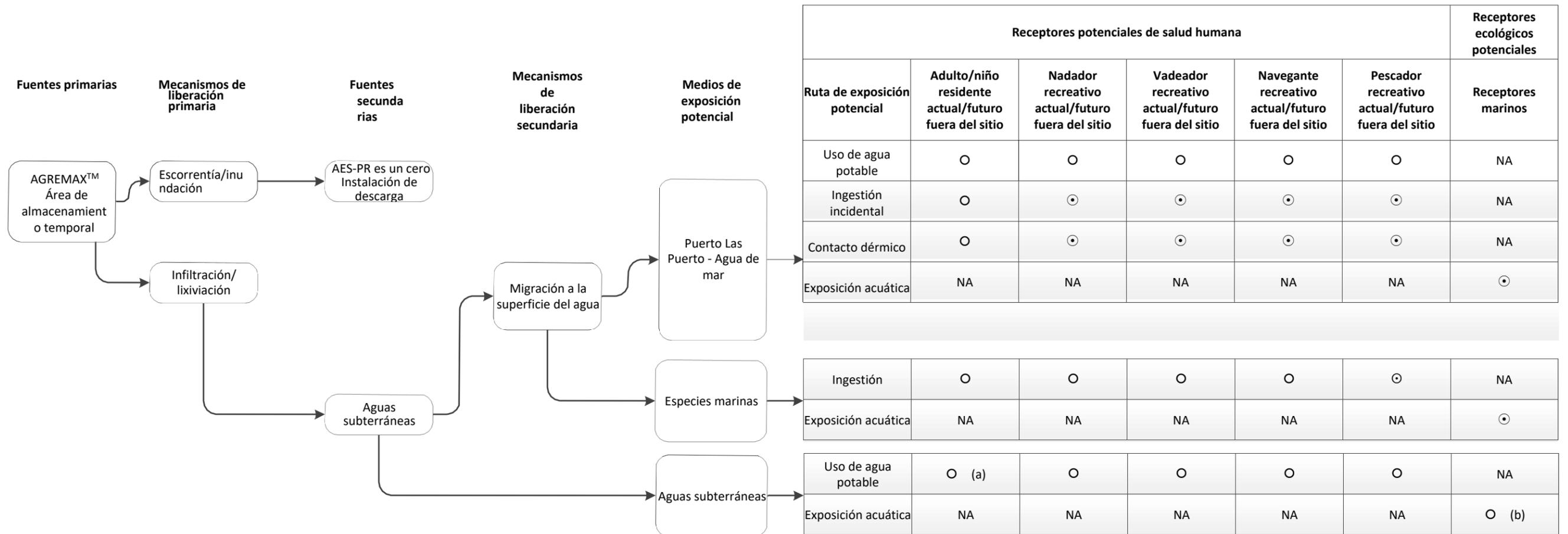
USEPA PUERTO RICO  
GUAYAMA, PUERTO RICO

**LÍMITES DE LA CUENCA**

MARZO DE 2019

**FIGURA 3**

**FIGURA 5**  
**MODELO CONCEPTUAL DEL SITIO**  
**AES PUERTO RICO LP GUAYAMA, PUERTO RICO**



**Notas:**

⊙ Vía potencialmente completa: vía evaluada en esta evaluación de riesgos; los resultados indican que no hay riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

○ Vía evaluada y encontrada incompleta; los resultados indican que no hay riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

(a) El agua subterránea en las cercanías de AES-PR no se utiliza con propósito de agua potable.

(b) Los receptores ecológicos no están expuestos a

aguas subterráneas. NA: No Aplicable.



**LEYENDA**

-  UBICACIÓN DE MUESTREO DE AGUA DE MAR
- A** POZO DE MONITOREO
-  LÍMITE APROXIMADO DEL SITIO

**NOTAS**

1. TODAS LAS UBICACIONES Y DIMENSIONES SON APROXIMADAS.
2. FUENTE DE IMÁGENES AÉREAS: ESRI



**HALEY  
ALDRICH**

AES PUERTO RICO, LP  
GUAYAMA, PUERTO RICO

DISEÑO DEL SITIO Y MAPA  
DE UBICACIÓN APROXIMADA DE  
MUESTRAS

## **APÉNDICE A**

### **Factor de atenuación de la dilución del agua superficial**

## APÉNDICE A

### FACTOR DE ATENUACIÓN DE LA DILUCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL

En este apéndice se describe la evaluación de la magnitud de los efectos de la dilución que resulta de la mezcla de aguas subterráneas que pueden fluir desde debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ al cuerpo de agua superficial cercano, el puerto Las Mareas (**figura A-1**) y documenta el desarrollo de un factor de atenuación de la dilución del agua superficial (SW – DAF) entre el agua subterránea y el agua superficial. La dirección del flujo del agua subterránea que se muestra en la figura A-1 se basa en la configuración de las líneas de contorno de concentración para sulfolano, que es un contaminante de aguas subterráneas que se origina en un sitio industrial adyacente (PEI, 2016).

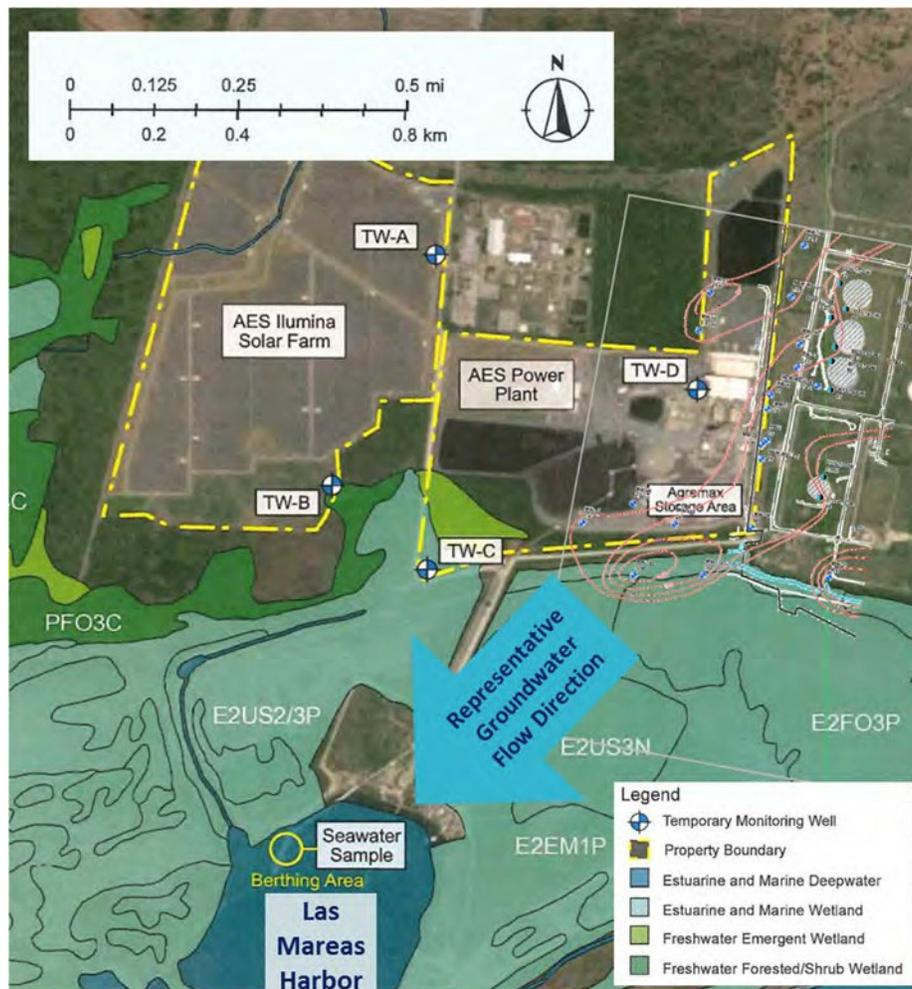


Figura A-1: Configuraciones del sitio. Las líneas de contorno rojas muestran los contornos de concentración de sulfolano que se originan en el sitio adyacente. Se muestra la ubicación aproximada del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™.

La magnitud del efecto de la dilución se estima utilizando el siguiente enfoque:

- Estime la tasa de flujo del agua subterránea poco profunda debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ a lo largo del límite de la propiedad (calidad del agua subterránea [Quality of Ground Water, Qgw]).
- Estime la tasa de flujo del agua de mar que fluye en el puerto Las Mareas (Qsea).
- Calcule el SW – DAF usando la ecuación:  $SW - DAF = Q_{sea} \div Q_{gw}$ .

### Evaluación de la tasa de flujo de aguas subterráneas poco profundas debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™

La tasa de flujo de aguas subterráneas poco profundas debajo del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ se estimó de acuerdo con las siguientes asunciones y enfoques:

- El flujo de aguas subterráneas sigue la ley de Darcy:  $Q_{gw} = K \cdot i \cdot A_c$ , donde  $Q_{gw}$  es la tasa de flujo de aguas subterráneas,  $K$  es la conductividad hidráulica horizontal,  $i$  es el gradiente hidráulico horizontal y  $A_c$  es el área de la sección transversal vertical a través de la cual el agua subterránea potencialmente impactada por el lixiviado del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™ puede fluir.
- Se asumió un valor  $K$  conservador de 1 pie por día para el cálculo de la  $Q_{gw}$ . Este valor  $K$  es más alto que el rango de los valores  $K$  (0,035 - 0,67 pies por día) encontrados mediante las pruebas de respuesta a pulso de presión específicas del sitio (DNA-Environment, 2017);
- Se asumió un valor  $i$  conservador de 0,02 pie por día para el cálculo de la  $Q_{gw}$ . Este gradiente es más alto que el gradiente estimado de 0,0105 (DNA-Environment, 2017);
- El área de la sección transversal,  $A_c$ , se estimó utilizando un ancho de 1.400 pies y un espesor saturado de 20 pies (figura A-2). Ambos son asunciones conservadoras basados en los resultados de caracterización de aguas subterráneas (DNA-Environment, 2017); el  $A_c$  resultante es 280.000 pies cuadrados; y
- Con base en los valores asumidos anteriores, la  $Q_{gw}$  se estimó en 560 pies cúbicos por día.

### Evaluación de la tasa de descarga del agua de mar en el puerto Las Mareas

La dirección del flujo de aguas subterráneas es hacia el puerto Las Mareas (figura A-1). El mecanismo y los procesos físicos involucrados en la descarga de aguas subterráneas submarinas se muestran en la figura A-3 (Urish y McKenna, 2004, Robinson *et al.*, 2007). Con base en la dinámica del flujo cerca de la costa, las aguas subterráneas poco profundas normalmente se descargan al mar cerca de la base del área de marea baja en la zona intermareal (figura A-3); por lo tanto, puede ocurrir con facilidad la mezcla entre el agua subterránea poco profunda descargada y la descarga de agua de mar en el puerto debido a la fluctuación de las mareas. Según los datos de mareas obtenidos del sitio web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica para la estación en Las Mareas, Puerto Rico (identificación de la estación: 9755679), el rango medio de fluctuación de las mareas es de 0,64 pies. Para estimar de manera conservadora la tasa diaria de descarga de agua de mar, se supuso que el rango de fluctuación de las mareas era de 0,3 pies, lo que representa las condiciones de marea muerta. El área del puerto se estimó en 0,09 millas cuadradas (figura A-4). Con base en esta información, una estimación conservadora del volumen de descarga de agua de mar para el puerto ( $Q_{sea}$ ) es de 753.000 pies cúbicos por día (= 0,09 millas cuadradas x 0,3 pies por día).

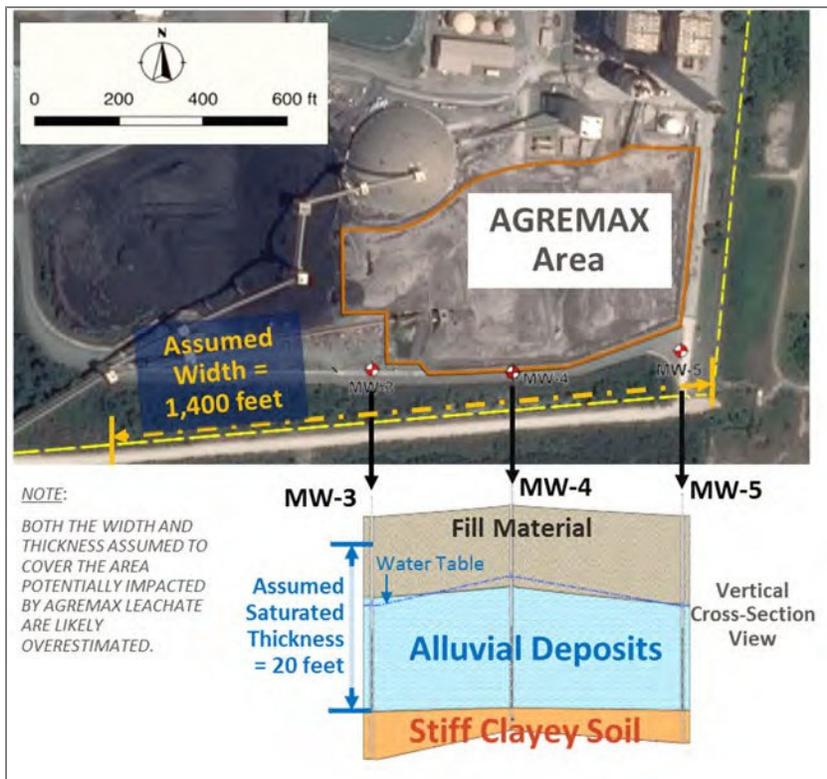


Figura A-2: Suposiciones conservadoras para el área de la sección transversal por la que puede fluir el agua subterránea impactada por AGREMAX™. Se muestra la ubicación aproximada del área de almacenamiento temporal de AGREMAX™.

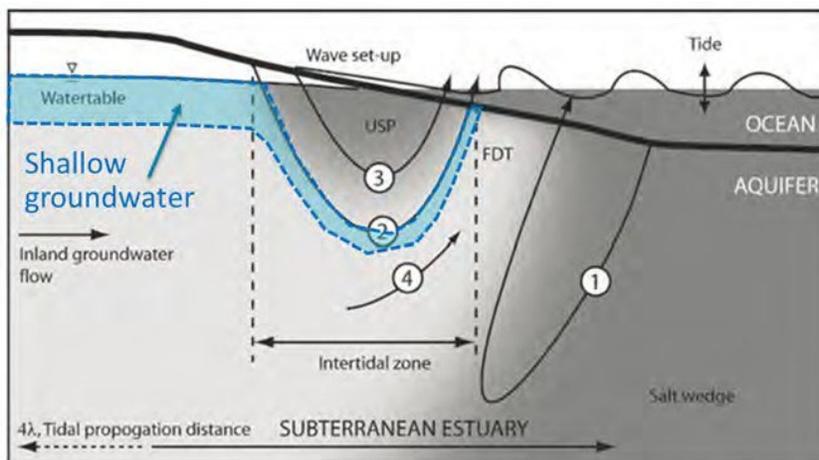


Figura A-3: Diagrama conceptual del estuario subterráneo, incluidos los principales procesos de flujo cercano a la costa: (1) circulación impulsada por la densidad; (2) circulación inducida por la marea; (3) circulación impulsada por la configuración de olas; y (4) descarga de agua subterránea dulce a través del “tubo” de descarga de agua dulce (freshwater discharge tube, FDT). El área sombreada en azul muestra que el agua subterránea poco profunda normalmente se descarga cerca de la base del área de marea baja en la zona intermareal.



Figura A-4: Área de superficie del puerto Las Mareas.

#### Efectos de la dilución y atenuación

Según los valores conservadores de  $Q_{gw}$  y  $Q_{sea}$  estimados anteriormente, se calcula el Factor de atenuación de la dilución del agua superficial (SW – DAF):

$$SW - DAF = \frac{Q_{sea}}{Q_{GW}} = \frac{753.000 \text{ pies cúbicos por día}}{560 \text{ pies cúbicos por día}} = 1300$$

Este valor representa una estimación conservadora de la magnitud de la dilución para las aguas subterráneas potencialmente impactadas que se descargan directamente al puerto Las Mareas.

## REFERENCIAS

1. DNA-Environment. 2017. Groundwater Monitoring System & Sampling and Analysis Program, AES Puerto Rico LP, AES Puerto Rico LP, Guayama, Puerto Rico. Agosto.
2. PEI. 2016. Corrective Measures Study Report, Chevron Phillips Chemical Puerto Rico Core,, Puerto Rico Core, LLC Guayama, Puerto Rico. Abril.
3. Robinson, C., Li, L. and Prommer, H. 2007. Tide-induced recirculation across the aquifer-ocean interface. *Water Resources Research*, 43 (7).
4. Urish, D. W. y McKenna, T. E. 2004. Tidal effects on ground water discharge through a sandy marine beach. *Ground Water*, 42(7), pp. 971-982.