



DEPARTAMENTO DE LA  
**VIVIENDA**



# CDBG-MIT

NARRATIVA DEL PROYECTO CUBIERTO

**RECONDICIONAMIENTO SÍSMICO DE LA REPRESA DE PATILLAS**

## Tabla de Contenidos

<b>1</b>	<b>Proyecto de Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas .....</b>	<b>1</b>
	<b>Información del proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Requisitos del Proyecto Cubierto.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CUBIERTO.....</b>	<b>2</b>
	<b>Descripción y elegibilidad del proyecto .....</b>	<b>2</b>
	1.1 Alcance del proyecto.....	2
	1.2 Alcance del proyecto.....	2
	1.3 Ubicación del proyecto .....	4
	<b>Coherencia con la evaluación de necesidades de mitigación .....</b>	<b>6</b>
	<b>Cumplimiento del objetivo nacional para los Proyectos Cubiertos.....</b>	<b>9</b>
	<b>Eficacia y sostenibilidad del proyecto a largo plazo .....</b>	<b>13</b>
	<b>Demostración de los beneficios para el área más impactada y afectada.....</b>	<b>14</b>
	<b>Respuesta seguridad, desvíos y tiempo perdido .....</b>	<b>19</b>
	<b>Coherencia con otras actividades de mitigación.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>APÉNDICE A: Memorando de Respuesta a la Solicitud de Información del Proyecto Cubierto de la Represa de Patillas de la AEE .....</b>	<b>41</b>

# 1 Proyecto de Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas

## Información del proyecto

<b>Tipo de subrecipiente:</b>	Agencia Estatal de Puerto Rico
<b>Nombre del subrecipiente:</b>	AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE PR (AEE)
<b>Nombre del proyecto:</b>	Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas
<b>Número de proyecto:</b>	4339-0011
<b>Dirección/ubicación del proyecto:</b>	Lago Patillas (Municipio de Patillas) 18.019128, -66021508
<b>Actividad elegible:</b>	Sección 105(a)(2) - Instalaciones públicas y mejoras
<b>Objetivo nacional:</b>	Beneficio de área de ingreso bajo a moderado (LMA, por sus siglas en inglés) (24 C.F.R. § 570.483 (b)(1)) Objetivo nacional alternativo de HUD para los Proyectos Cubiertos, según descrito en 84 FR 45838 sección V.A.13.
<b>Punto(s) de contacto:</b>	Ing. José Bermúdez

## 2 Requisitos del Proyecto Cubierto

Los proyectos deben seguir y cumplir con los requisitos de los Proyectos Cubiertos, tal y como se detalla en la Sección de Proyectos Cubiertos del Plan de Acción CDBG-MIT.

### 3 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CUBIERTO

#### Descripción y elegibilidad del proyecto

##### 1.1 Alcance del proyecto

La represa de Patillas es una presa de contención de tierra localizada en la confluencia entre el Lago Patillas y el Río Marín en la región sureste de Puerto Rico. Fue diseñada y construida por el Servicio de Riego de Puerto Rico en el 1913, y en la actualidad es propiedad y es operada por la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (**AEE**). La represa y embalse de Patillas forman parte de la infraestructura crítica de recursos hídricos de la isla, y suministran agua para la generación eléctrica, el riego agrícola y el suministro público de agua para 100,000 personas del sector sureste de la isla.

El propósito del Proyecto de Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas (**Proyecto de la Represa de Patillas** o **Proyecto**) es reducir la probabilidad de que se produzcan deformaciones en el terraplén a causa de los sismos, y se creen roturas en la represa que den paso a un desagüe descontrolado del embalse que causen inundaciones río abajo.

El Programa de Subvención para la Mitigación de Riesgos (**HMGP**, por sus siglas en inglés) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (**FEMA**, por sus siglas en inglés) aprobó el Proyecto como un Proyecto de Fases. Los costos de la Fase 1 del proyecto se financiarán con fondos FEMA-HMGP, y los de la Fase 2 con fondos CDBG-MIT. El proyecto está siendo evaluado para su financiación por CDBG-MIT HMGP Global Match<sup>1</sup>, que proporcionará la parte no federal a través de la estrategia de pareo global.

##### 1.2 Alcance del proyecto

La represa de Patillas se construyó por el método de relleno hidráulico, que consiste en construir dos (2) diques de arranque mientras se vierte material entre ellos. Luego, el material se riega con agua creando un charco para la base de impermeabilización de

---

<sup>1</sup> Global Match es un mecanismo de costos compartidos para la porción del veinticinco por ciento (25%) No Federal de los costos compartidos, requerida para las medidas de mitigación de riesgos elegibles bajo el marco de HMGP que contribuye no más del setenta y cinco por ciento (75%) del costo total elegible para el proyecto, según la Sección 404 de la Ley Stafford. Cuando se utiliza el Global Match, no es necesario que la porción No Federal de los costos compartidos sea del veinticinco por ciento (25%) para cada proyecto individual, sino que debe ser igual al veinticinco por ciento (25%) del total de todos los proyectos presentados por los solicitantes para la cartera total.

la represa. Este método se utilizó ampliamente en 1913, pero años más tarde, se encontró que el método de construcción no es adecuado para áreas altamente sísmicas, como Puerto Rico. Específicamente porque estos terraplenes son susceptibles a sufrir licuefacción causada por cargas dinámicas sísmicas.

Debido a que las represas de relleno hidráulico pierden su estabilidad bajo las cargas dinámicas de un evento sísmico, la Oficina de Recuperación de los EE.UU. (**USBR**, por sus siglas en inglés) recomendó reforzar la represa existente para aumentar y mantener su estabilidad bajo las cargas causadas por un terremoto de gran magnitud.

El método de refuerzo propuesto creará una superposición sobre la huella de la represa existente con un filtro de arena lo suficientemente estable como para sostenerse por sí solo en caso de que la represa original se deforme.<sup>2</sup> Esto evitará una pérdida catastrófica del terraplén, reduciendo el riesgo de inundación en todo el municipio de Patillas en caso de una falla en la represa. El concepto desarrollado se construirá sobre la represa existente en el lado seco del terraplén en el predio de la AEE. El proyecto no modifica la capacidad original del embalse, y no cambia el nivel operacional para iniciar la activación de las compuertas de su aliviadero, que es de 222 pies sobre el nivel del mar.

También incluirá el refuerzo y la ampliación de un túnel existente en la represa junto con la construcción de un nuevo sistema de canalización para suministrar agua al Canal de Riego de Patillas. El Proyecto de la Represa de Patillas fortificará la represa existente para reducir la deformación del terraplén durante un evento sísmico, permitiendo tiempo suficiente para alertas y evacuaciones. También evitará los daños de inundación causados por la falla de la represa.

Para mitigar los riesgos, se hará una berma de confinamiento sobre el terraplén existente. La berma se compondrá de tres (3) secciones:

- Material para la base en la cresta de la represa;
- Un filtro de arena con un sistema de tuberías para recoger cualquier filtración; y
- Una sección de drenaje de gravilla y empedrado con un relleno estructural variado en la sección exterior con un acabado enrocado.

La parte superior del terraplén se excavará hasta el lecho de roca sólida y se construirá una dovela central para aumentar la estabilidad de la estructura.

---

<sup>2</sup> Según lo establecido por la AEE en el Memorando de Respuesta a la Solicitud de Información del Proyecto Cubierto de la Represa de Patillas, incluido como referencia en el Apéndice A.

### 1.3 Ubicación del proyecto

El lugar sugerido para el Proyecto de la Represa de Patillas está localizado en el área sureste de Puerto Rico. Es principalmente accesible por la carretera 799 de Puerto Rico (PR-799).



**Figura 1: Vista aérea de la ubicación del Proyecto**

#### I. Actividad elegible por el HUD

La construcción del proyecto es una actividad elegible bajo la Sección 105(a)(2) - *Instalaciones y mejoras públicas* del Título I de la Ley de Vivienda y Desarrollo Comunitario de 1974 (**HCDA**, por sus siglas en inglés). El Proyecto de la Represa de Patillas es una instalación pública perteneciente a la AEE, una agencia estatal del Gobierno de Puerto Rico.

## II. Costo del proyecto y tiempo estimado

El proyecto incluye la construcción de un terraplén sobre la huella original de la represa. Actualmente, el tamaño aproximado del terraplén sería de 1,024 pies de largo, 30 pies por encima de la parte superior del terraplén existente, y se extendería a más de 350 pies desde el pie del terraplén, incluyendo la demolición de las estructuras existentes y las dependencias circundantes. Los costos del proyecto se estiman a partir de un desglose del trabajo dividido en seis partes e incluye lo siguiente:

- Realizar investigaciones geotécnicas adicionales.
- Preparar un estudio detallado del área.
- Revisar el análisis de riesgos y cómo las alternativas reducen estos riesgos, y si su reducción es aceptable.
- Preparar planes y especificaciones detallados sobre cómo implementar un diseño alterno.
- Proceso de licitación.
- Construcción del proyecto.

Basado en el presupuesto inicial sometido, el costo total máximo del proyecto, tanto para la Fase I como para la Fase II del proyecto HMGP Global Match, no supera los \$558,000,000. Se dispondrá de financiación por un importe que no superará el costo total de la Fase I de \$2,635,000 dólares, que será financiado por FEMA. El resto de la financiación del Proyecto, \$555,365,000 se reserva para la Fase II, sujeto a aprobación por FEMA. Las actividades de la Fase II se financiarán con fondos CDBG-MIT a través del HMGP. En la **Tabla 1** se encuentra un desglose de la clasificación de costos.

Como parte de las actividades de planificación realizadas por la AEE para el desarrollo del proyecto propuesto, se preparó un calendario preliminar que incluye los tiempos estimados para la finalización de las fases de desarrollo y construcción. Este calendario preliminar contempla un plazo de casi cuatro (4) años para la implementación del proyecto. Se prevé que el calendario preliminar para el proyecto se modifique a medida que avance su desarrollo, y se completen las actividades de diseño y de revisión ambiental.

**Tabla 1: Costos preliminares del proyecto y el desglose de su duración**

Nombre de la tarea	Costo total	Duración estimada (semanas)
FASE 1 - Diseño conceptual y análisis	\$1,160,000.00	41
FASE 2 - Ingeniería y diseño	\$1,475,000.00	38
FASE 3 - Adquisición	\$55,000.00	20
FASE 4 - Construcción	\$555,310,000.00	87
<b>Costo total previsto y duración</b>	<b>\$558,000,000.00</b>	<b>186</b>

### III. Área afectada

La represa de Patillas suministra agua a dos (2) instalaciones críticas principales: (1) la planta de energía de AES, que provee más de 400 megavatios de generación base y (2) la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (**AAA**), que provee agua potable a más de 100,000 ciudadanos que residen en los municipios de Patillas, Guayama, Arroyo y Salinas. Además, es la única fuente de agua de riego del sureste. Por lo tanto, el funcionamiento continuo de la planta es una medida crítica de salud y seguridad, teniendo en cuenta que la disponibilidad de agua no puede suplirse por otros medios. La USBR desarrolló una estrategia de mitigación utilizando las mejores prácticas de ingeniería de represas; esto permite el reacondicionamiento sin comprometer la disponibilidad o las necesidades de agua, como se ha descrito anteriormente.

Las mejoras a la represa darán lugar a servicios estables para los beneficiarios de agua y energía eléctrica en el área de servicio.

### Coherencia con la evaluación de necesidades de mitigación

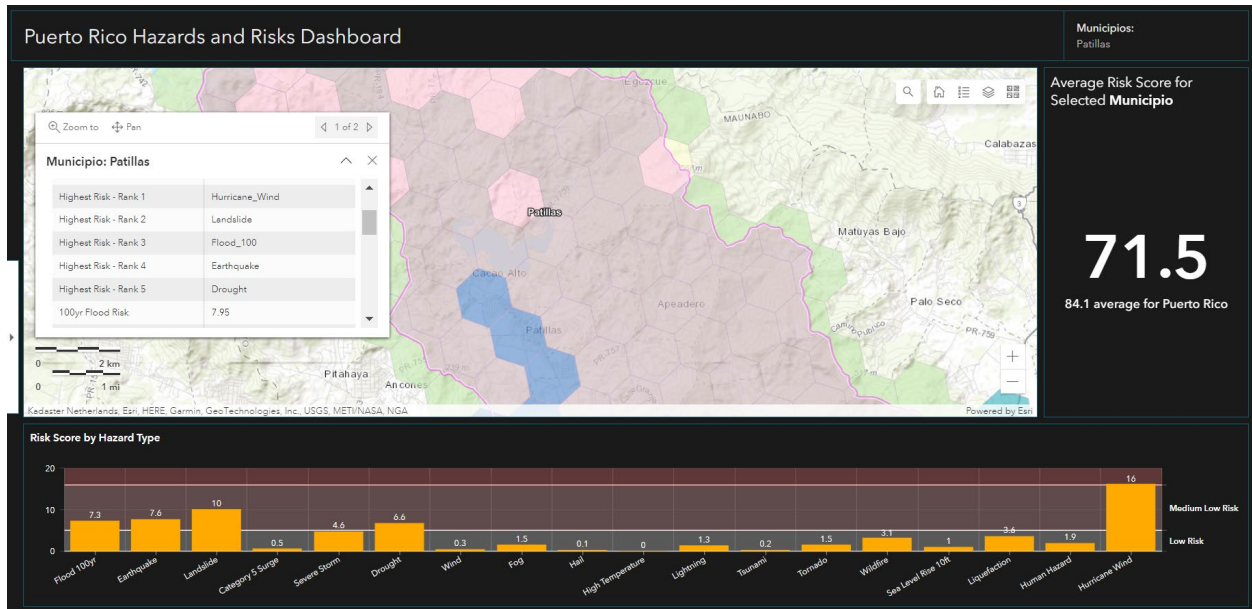
La represa de Patillas se construyó utilizando métodos de relleno hidráulico, que suelen producir zonas de suelos de baja densidad dentro del terraplén. La baja densidad de los suelos del terraplén y los cimientos han sido confirmadas por estudios del subsuelo. Por lo tanto, la represa de Patillas es susceptible a sufrir deformaciones significativas causadas por movimientos sísmicos del terreno.

Según la información incluida en el Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas, completado por la AEE, existe un potencial de terremotos muy severos en la vecindad de la represa de Patillas debido a la proximidad de varias fallas geológicas importantes, incluyendo la Gran Zona de Falla del Sur de Puerto Rico y la Fosa de los Muertos frente a la costa sur de Puerto Rico. Existe la posibilidad de que



los movimientos sísmicos alrededor de la represa de Patillas sean lo suficientemente grandes como para causar la licuefacción del suelo debido a la baja densidad del terraplén y de los suelos de cimentación. Esto puede causar una rotura en la represa y una pérdida catastrófica del agua almacenada en el embalse.

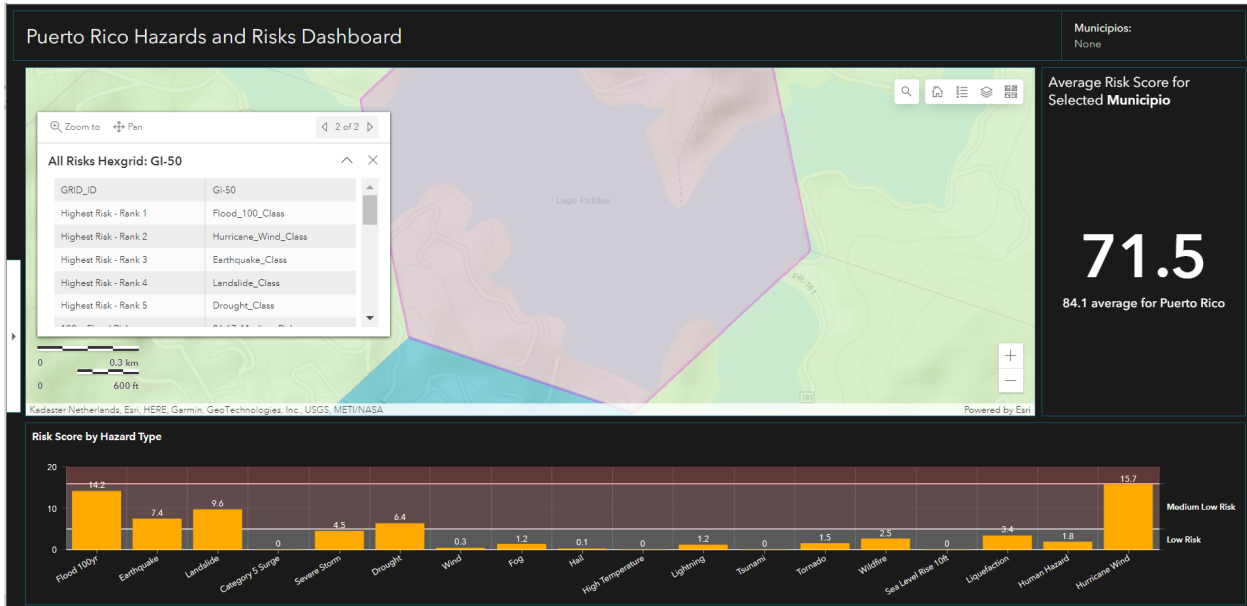
Esta evaluación de riesgo del Departamento de la Vivienda de Puerto Rico (**Vivienda**) indica que los terremotos son el 4to riesgo más alto en el municipio de Patillas (vea la **Figura 2**).



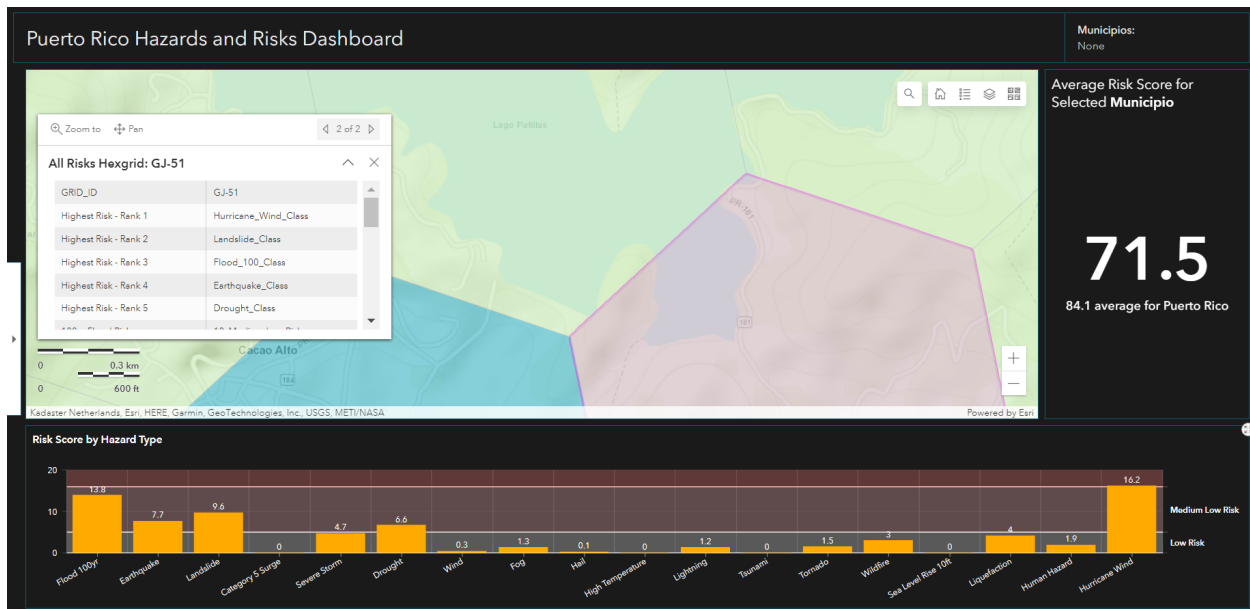
**Figura 2: Calificación del promedio de riesgos del municipio de Patillas**

Los alrededores específicos de la represa de Patillas se encuentran en las tramas hexagonales GI-50 y GJ-51, donde un terremoto aparece como el 3ro y 4to riesgo principal, respectivamente (vea las **Figuras 3 y 4**).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> La información está disponible en inglés y español a través de la página web de Vivienda: <https://cdbg-dr.pr.gov/iframes/PRhazardandriskslFRM> y <https://cdbg-dr.pr.gov/iframes/PRpeligrosyriesgoslFRM>.



**Figure 3: Risk Score for Project Location Hex grid**



**Figura 4: Calificación de riesgo para la localización de la trama hexagonal del proyecto**

Como consecuencia de este riesgo, la AEE ha implementado una reducción temporal voluntaria en la elevación de la superficie del agua del embalse para aumentar el factor de seguridad de licuefacción en el terraplén de la represa. El reacondicionamiento sísmico de la represa de Patillas permitirá restablecer la

elevación normal de la superficie del agua embalsada, la cual es necesaria para satisfacer los recursos de agua esenciales para el suministro de energía, riego y el suministro público de agua.

Basándose en un extenso análisis de los peligros, riesgos y activos de las líneas vitales en Puerto Rico, Vivienda ha determinado que las líneas vitales críticas son aquellas de las que dependen otras líneas vitales. Estos incluyen sectores dentro de la energía eléctrica, el transporte, las comunicaciones, la alimentación, el agua y los refugios. El Proyecto cae dentro del sector de agua y aguas residuales de la línea vital de alimentación, agua y refugios. Además, se alinea directamente con la Evaluación de Riesgos Basada en las Necesidades del Departamento de la Vivienda al fortalecer dos (2) sectores de líneas vitales que se consideran críticos en Puerto Rico: los sectores de servicio de energía eléctrica y agua, y el servicio de aguas residuales. Debido a que las mejoras en la represa de Patillas evitarán un fallo en caso de actividad sísmica inminente, los dos (2) sectores de líneas vitales seguirán funcionando, lo que dará confianza al público en cuanto al activo protegido por este proyecto.<sup>4</sup>

## Cumplimiento del objetivo nacional para los Proyectos Cubiertos

La siguiente determinación del Área de Beneficio (**AOB**, por sus siglas en inglés) es de naturaleza preliminar y se basa en el estado actual del diseño del proyecto, el Análisis de Costo-Beneficio (**BCA**, por sus siglas en inglés) y otros estudios. El AOB determinado puede cambiar al terminar el diseño y por otros estudios.

Cabe señalar que, en caso de una falla operativa causada por un evento sísmico, la represa de Patillas se quedaría sin un sistema redundante y sin cualquier forma posible de suministrar agua potable a los beneficiarios de la región sureste.

El proyecto sirve directamente a los abonados de servicios de agua y energía eléctrica en los municipios de Patillas, Arroyo, Guayama y Salinas. Estos municipios muestran una población de ingresos bajos y moderados (**LMI**, por sus siglas en inglés) principalmente, con un 86% combinado de residentes determinados LMI. Esto indica que el AOB, incluyendo los 87,400 beneficiarios estimados, es predominantemente LMI, cumpliendo con el Objetivo Nacional LMI del HUD.

La **Tabla 2** identifica el número total de abonados, el número total de beneficiarios de LMI y el porcentaje de beneficiarios de LMI atendidos por el Proyecto de Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas.

---

<sup>4</sup> Vea más información en el Plan de Acción CDBG-MIT, disponible en inglés y español en <https://cdbg-dr.pr.gov/en/action-plan/> y <https://cdbg-dr.pr.gov/plan-de-accion/>.

**Tabla 2: Total de personas con LMI dentro del área de servicio del proyecto**

<b>Total de personas</b>	<b>Total de personas de LMI</b>	<b>Porcentaje de LMI en el área de beneficio</b>
101,526	87,400	86%



Figura 5: Área de servicio del proyecto

**Tabla 3: Sectores censales ajustados dentro del área de servicio del proyecto**

#	Sectores censales	Total de personas	Total de personas de LMI	% de LMI	Municipio
1	Sector censal 9530, municipio de Salinas, Puerto Rico	2,683.00	2,338.00	0.87	Salinas
2	Sector censal 9531, municipio de Salinas, Puerto Rico	2,230.00	1,886.00	0.85	Salinas
3	Sector censal 9532, municipio de Salinas, Puerto Rico	4,096.00	3,598.00	0.88	Salinas
4	Sector censal 9526, municipio de Salinas, Puerto Rico	3,046.00	2,764.00	0.91	Salinas
5	Sector censal 9528, municipio de Salinas, Puerto Rico	6,522.00	5,739.00	0.88	Salinas
6	Sector censal 9529, municipio de Salinas, Puerto Rico	7,465.00	5,968.00	0.80	Salinas
7	Sector censal 9527, municipio de Salinas, Puerto Rico	2,105.00	1,979.00	0.94	Salinas
8	Sector censal 2902, municipio de Patillas, Puerto Rico	5,490.00	4,571.00	0.83	Patillas
9	Sector censal 2904, municipio de Patillas, Puerto Rico	3,387.00	3,041.00	0.90	Patillas
10	Sector censal 2901, municipio de Patillas, Puerto Rico	3,438.00	3,180.00	0.92	Patillas
11	Sector censal 2903, municipio de Patillas, Puerto Rico	5,118.00	4,368.00	0.85	Patillas
12	Sector censal 2708, municipio de Guayama, Puerto Rico	8,331.00	7,404.00	0.89	Guayama
13	Sector censal 2702.02, municipio de Guayama, Puerto Rico	2,942.00	2,682.00	0.91	Guayama
14	Sector censal 2702.01, municipio de Guayama, Puerto Rico	5,105.00	3,829.00	0.75	Guayama
15	Sector censal 2703, municipio de Guayama, Puerto Rico	5,270.00	4,237.00	0.80	Guayama

#	Sectores censales	Total de personas	Total de personas de LMI	% de LMI	Municipio
16	Sector censal 2701, municipio de Guayama, Puerto Rico	4,884.00	4,364.00	0.89	Guayama
17	Sector censal 2704, municipio de Guayama, Puerto Rico	2,494.00	2,264.00	0.91	Guayama
18	Sector censal 2707, municipio de Guayama, Puerto Rico	2,786.00	2,357.00	0.85	Guayama
19	Sector censal 2705, municipio de Guayama, Puerto Rico	3,501.00	2,538.00	0.72	Guayama
20	Sector censal 2706, municipio de Guayama, Puerto Rico	2,990.00	2,705.00	0.90	Guayama
21	Sector censal 2802.01, municipio de Arroyo, Puerto Rico	4,632.00	3,991.00	0.86	Arroyo
22	Sector censal 2802.02, municipio de Arroyo, Puerto Rico	4,186.00	3,585.00	0.86	Arroyo
23	Sector censal 2801.01, municipio de Arroyo, Puerto Rico	2,881.00	2,576.00	0.89	Arroyo
24	Sector censal 2801.02, municipio de Arroyo, Puerto Rico	5,944.00	5,436.00	0.91	Arroyo

Se estima que el servicio a los residentes dentro de las áreas de bloques censales atiende a residentes de LMI.

### **Eficacia y sostenibilidad del proyecto a largo plazo**

El reacondicionamiento planteado servirá para alargar la vida útil de la represa por lo menos 100 años más. El proyecto se compone de una capa de relleno bajo la represa actual que da todas las consideraciones de seguridad en el diseño de una nueva represa de terraplén de tierra. Como tal, todas las actividades de mantenimiento, operación y conservación que se desempeñen en la nueva represa serán coherentes con las mismas actividades que el Distrito de Riego de la Costa Sur ha utilizado durante los últimos 100 años para operar, mantener y conservar la represa reacondicionada. En cuanto a los riesgos, el diseño de este reacondicionamiento sísmico está a cargo de la USBR. Como parte de este diseño, se realizó un Análisis de Riesgos para cuantificar el riesgo que supone para el público la operación del terraplén, y en qué medida se

reduce este riesgo al implementar la alternativa de reacondicionamiento sísmico. Consulte el Apéndice C: Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas.<sup>5</sup>

La AEE ha analizado todas las actividades de operación y mantenimiento (**O&M**) que serán requeridas para asegurar la preservación efectiva de este activo a través de su vida útil. Las actividades de O&M consideradas incluyen, pero no se limitan a, las siguientes: inspecciones periódicas del dique, control de hierbas y maleza, e inspección de componentes eléctricos y mecánicos (y su reemplazo cuando sea necesario). Como parte de la O&M, después de un evento atmosférico se llevará a cabo una inspección rigurosa para verificar la estabilidad del terraplén, una topografía para verificar cualquier desplazamiento, inspecciones de buceo y cualquier otra actividad o estudio que sea necesario para garantizar la estabilidad y el desempeño del embalse. Al tratarse de un activo existente, ya existe un plan de mantenimiento del embalse. El reacondicionamiento planteado permite que las actividades de mantenimiento actuales se implementen junto a las nuevas actividades requeridas.

La represa de Patillas es parte del Distrito de Riego de la Costa Sur (Sección Este) de la AEE y tiene un plan de O&M vigente atado a un presupuesto anual de ingresos de \$5 millones asignados por ley. Este presupuesto toma en cuenta el costo anual estimado de 1 millón de dólares de O&M requerido específicamente para la represa de Patillas.

## **Demostración de los beneficios para el área más impactada y afectada<sup>6</sup>**

### **I. Metodología del BCA**

De acuerdo con las Guías de Análisis de Costo-Beneficio (**BCA**, por sus siglas en inglés) de Vivienda, el BCA del Proyecto de la Represa de Patillas se ha preparado utilizando la metodología BCA de FEMA y la última versión del Toolkit Calculator v6.0.0. Vivienda ha confirmado que ninguna otra agencia federal ha rechazado un BCA para este proyecto cubierto, incluyendo cualquier BCA para una versión anterior del actual proyecto cubierto planteado. Además, el proyecto ha sido analizado y aprobado por FEMA.

FEMA dispone de un método de BCA y herramientas informáticas bien establecidos para evaluar la rentabilidad de los proyectos de mitigación de riesgos para los diversos programas de subvenciones de mitigación de FEMA. La Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Casos de Desastre y Asistencia de Emergencia, según enmendada (**Ley Stafford**), 42 U.S.C. 5121 *et seq.*, exige que los proyectos de mitigación de riesgos de FEMA sean

---

<sup>5</sup> Debido al tamaño del archivo, el documento que contiene el Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas está disponible si se solicita.

<sup>6</sup> Vea 84 FR 35838, sección II. C. Áreas más impactadas y afectadas. Toda la isla de Puerto Rico se considera el área más impactada y afectada.



rentables, según el enfoque BCA definido en la Sección 3 de las Guías BCA de Vivienda. Utilizando el método de FEMA, un proyecto se considera rentable cuando la relación costo-beneficio (**BCR**, por sus siglas en inglés) es igual o superior a 1.0, lo cual indica que los beneficios de un posible proyecto de mitigación de riesgos o de resiliencia son suficientes para justificar los costos:

- $BCR = \frac{Benefits}{Costs} \geq 1.0$

Además, de acuerdo con la Circular A-94 de la OGP, *Guidelines and Discount Rates for Benefit-Cost Analysis of Federal Programs* ("Guías y tasas de descuento para el análisis de costo-beneficio de los programas federales"), los BCA de FEMA se preparan con base en el valor actual neto, lo que significa que el valor actual de los beneficios obtenidos a lo largo de la vida del proyecto se compara con los costos totales del proyecto para establecer el BCR. Dado que la mayoría de los beneficios del proyecto se acumulan con el tiempo, los beneficios del proyecto pueden calcularse sobre un promedio de base anual ("anualizados") y multiplicarse después por un Valor Actual Neto (PVC, por sus siglas en inglés) utilizando la fórmula que se muestra a continuación, para determinar el valor actual de los beneficios anualizados.

- $PVC = \left[ \frac{1-(1-r)^{-T}}{r} \right]$

Donde:  $r$  es el tipo de descuento (7.00% según la Guía OGP) y  $T$  es la vida útil del proyecto (normalmente 25-50 años para la mayoría de los proyectos de edificios e infraestructuras públicos). Consulte el Apéndice D: Resumen de la Vida Útil del Proyecto de la Guía de Referencia BCA de FEMA (junio de 2009) para obtener un resumen de los parámetros de la vida útil del proyecto de FEMA para las medidas de mitigación de inundaciones, vientos huracanados y sismos.

## II. Factores considerados en el BCA

La represa de Patillas es una represa de terraplén construida en 1913 con métodos de relleno hidráulico. Las represas construidas bajo esta metodología son altamente susceptibles a la licuefacción, por lo que no se recomienda su uso en un área de alto potencial sísmico como Puerto Rico. Una pérdida catastrófica del embalse debido a la licuefacción (como se espera durante un evento sísmico grande) puede causar la pérdida de vida de muchos residentes debido a la localización del embalse ya que la represa se encuentra a cinco (5) minutos del pueblo de Patillas. El Análisis de Riesgos preparado por la USBR establecía que, si surge una falla en el terraplén debido a una deformación sísmica, existirá un alto potencial de pérdida de vidas humanas en las áreas circundantes a la represa. Esta situación se agrava si tenemos en cuenta los datos del Censo de 2020, donde la renta per cápita de los residentes del municipio es de \$10,142.00, y el porcentaje de personas que viven bajo niveles de pobreza se acerca al 50.8%. Teniendo esto en cuenta, junto con el hecho de que el BCR alcanzado y

aprobado por FEMA es actualmente de **5.76**, existe una gran posibilidad de que el Reacondicionamiento Sísmico de la Represa de Patillas servirá a toda la población que vive cerca del área, incluyendo las personas con menos capacidad de mitigar los riesgos o responder y recuperarse de los desastres, tal como exige el CDBG-MIT.

El BCA se ha preparado utilizando los daños históricos para calcular las pérdidas estimadas en caso de una falla de la represa para los factores de pérdida de vida de los residentes y estudiantes, los gastos de entierro de los residentes y estudiantes, los daños estructurales de vivienda, la pérdida de pertenencias dentro de la vivienda y los daños a los vehículos personales.

También se han estimado las pérdidas a causa de daños en las vías públicas y la pérdida de arena y playas debido a las inundaciones de la represa de Patillas.

**Tabla 4: Datos del BCA - Pérdidas esperadas por falla de la represa**

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Pérdidas a causa de falla de la represa</b>			
Pérdida de vida de los residentes	\$23,865,000,000.00	Se perderían 3,182 vidas si falla la represa. Valor de vida estadística (por persona): \$7,500,000	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de vidas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 45 2. FEMA VALUES - FEMA BCA Toolkit Release Notes julio 2020.
Pérdidas de vida de estudiantes	\$975,000,000.00	130 estudiantes perderían la vida si falla la represa. Valor de vida estadística (por persona): \$7,500,000	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de vidas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 53 2. FEMA VALUES - FEMA BCA Toolkit Release Notes julio 2020.

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Pérdidas a causa de falla de la represa</b>			
Gastos de entierro para residentes	\$8,476,639.34	Se perderían 3,182 vidas si falla la represa. Según el "GAO Report Disaster Response Deaths from 2017 Hurricanes Summary", los gastos totales de asistencia funeraria subieron a \$2,600,000.00 para 976 personas.	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de vidas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 45 2. "GAO Report Disaster Response Deaths from 2017 Hurricanes Summary". Página 4
Gastos de entierro para estudiantes	\$346,311.47	Se perderían 130 vidas si falla la represa. Según el "GAO Report Disaster Response Deaths from 2017 Hurricanes Summary", los gastos totales de asistencia funeraria subieron a \$2,600,000.00 dólares para 976 personas.	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de vidas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 53. 2. "GAO Report Disaster Response Deaths from 2017 Hurricanes Summary". Página 4
Pérdidas de vivienda	\$202,840,000.00	Se perderían 2,200 casas, con un valor promedio de \$92,200 en unidades de vivienda ocupadas por sus propietarios.	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de casas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 44 2. Pérdida de viviendas - Valores – "U.S. Census Bureau QuickFacts_ Patillas Municipio, Puerto Rico". Página 4

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Pérdidas a causa de falla de la represa</b>			
Contenidos de la vivienda	\$2,376,127.95	Los contenidos estimados de cada casa se calculan a un 28% del valor de una casa, según los valores de BCA de FEMA.	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de casas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 44 2. Pérdida de viviendas - Valores – “U.S. Census Bureau QuickFacts_ Patillas Municipio, Puerto Rico”. Página 1. 3. “Contents Percentage BCA Supplement” de FEMA.
Autos	\$8,800,000.00	2,200 unidades (promedio de auto por hogar), con un valor determinado por FEMA de \$4,000 cada uno.	<b>Referencias:</b> 1. Pérdida de casas - Análisis de Riesgo de la Evaluación del Problema de la Represa de Patillas de DOI USBR. Página 44 2. Valor por la pérdida total del auto de FEMA
Carreteras estatales	\$28,000,000.00	Según los análisis del Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico, la estimación preliminar de los daños en las carreteras podría alcanzar los \$28,000,000.00. Si tenemos en cuenta la necesidad de instalar un puente provisional y reparar la carretera para facilitar el acceso inmediato, incluyendo la represa y el municipio, esto podría tomar	<b>Referencias:</b> 1. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar las carreteras - 6 meses

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Pérdidas a causa de falla de la represa</b>			
		aproximadamente seis (6) meses.	
Pérdida de arena del ecosistema - Pérdida de playas debido al fuerte golpe de agua	\$9,519,151.91	5,711 pies lineales x \$1,653.00 de arena perdida a causa de la fuerza de la crecida del río se estima a una longitud de 179.77 metros (o 591 pies de largo). Utilizando el proyecto de recuperación de playas de Hawái de 2012, para una longitud de 1,700 pies lineales con un costo de \$2,500,000.00, o \$2,833,577.97 con la inflación del 2020, el costo total por pies lineales sería de \$1,666.81. Utilizando esas cifras para comparar, la pérdida prevista de 5,711 pies lineales de arena de la playa de Patillas equivale aproximadamente a \$9,519,151.91 para la protección del ecosistema natural del banco de arena que se perderá, debido al fuerte impacto de la inundación de agua contaminada de la represa de Patillas.	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Simulación de inundación de la pérdida de arena de playa de 2017 de FEMA. Página 14.</li> <li>2. Longitud de arena de playa perdida a causa de falla de la represa.</li> <li>3. Calculadora de inflación de 2012 a 2020.</li> <li>4. Proyecto de restauración de playas de Hawái. Página 4</li> </ol>

### **Respuesta seguridad, desvíos y tiempo perdido**

El impacto de una falla de la represa sería considerable en la región sur, pues provocaría desvíos en las rutas de servicios de emergencia y policiales debido a las rutas inundadas e inaccesibles. Los residentes que necesiten cuidado de emergencia serían desviados de los hospitales más cercanos, lo que requeriría un tiempo de viaje más largo que podría agravar sus necesidades médicas.

La **Tabla 5** enumera las pérdidas cuantificadas que se evitan con las mejoras del proyecto.

**Tabla 5: Datos del BCA - Pérdidas previstas por desvíos y tiempo perdido**

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Desvío de hospital	\$6,334,545.00	En caso de una falla de la represa, el Hospital de Patillas sería una pérdida total. El total de hogares en los barrios de Patillas, según el Censo de 2010, que se verán afectados con la pérdida de la PR-184 con la falla de la represa, de acuerdo a los viajes de ida y vuelta por día al hospital en el centro de Guayama. Los hogares por barrio son: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares iguala a 2,150. Considerando un viaje a diario de ida, se necesitarían 60 minutos adicionales y 28 millas, multiplicado por \$0.575 de tasa por milla federal, equivale a \$34,615.00 al día, multiplicado por 183 días equivale a \$6,334,545.00.	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío hospital PR-184 Patillas al Hospital Menonita Guayama - Google Maps.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Tiempo perdido por desvío para llegar a hospital	\$12,779,256.00	<p>En caso de una falla de la represa, el Hospital de Patillas sería una pérdida total. El total de hogares en barrios de Patillas, según el Censo de 2010, que se verán afectados con la pérdida de la PR-184 con la falla de la represa, de acuerdo con los viajes de ida y vuelta por día al hospital en el centro de Guayama. Los hogares por barrio son: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares es igual a 2,150, una vez al día, multiplicado por 183 días (seis meses). Tomará 56 minutos adicionales ir de la PR 184 al Hospital de Guayama en lugar del Hospital de Patillas, multiplicado por \$0.58 por minuto (\$34.72/hora según el valor determinado por FEMA), es igual a \$64.96 x 2,150 viajes desde los hogares por día, multiplicado por 183 días es igual a \$12,779,256.00.</p>	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío hospital PR-184 Patillas al Hospital Menonita Guayama - Google Maps.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Desvío de policía	\$6,334,545.00	<p>En caso de una falla de la represa, el Cuartel de Patillas sería pérdida total.</p> <p>Según el Censo de 2010, el total de hogares en barrios de Patillas que se verán afectados con la pérdida de la PR-184 con la falla de la represa, de acuerdo con los viajes de ida y vuelta por día al Cuartel de Policía en el centro de Guayama. Los hogares por barrio son: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares es igual a 2,150 viajes de ida a diario, que tardarán 60 minutos adicionales y 28 millas, multiplicado por \$0.575 de tasa por milla federal, es igual a \$34,615.00 por día, multiplicado por 183 días, es igual a \$6,334,545.00.</p>	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío hospital PR-184 Patillas al Hospital Menonita Guayama - Google Maps.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>



GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Tiempo perdido por desvío para llegar al Cuartel de Policía	\$12,779,256.00	<p>En caso de una falla de la represa, el Cuartel de Patillas sería pérdida total.</p> <p>El total de hogares en barrios de Patillas, según el Censo de 2010, que se verán afectados con la pérdida de la PR-184 con la falla de la represa, de acuerdo con los viajes de ida y vuelta por día al hospital en el centro de Guayama. Los hogares por barrio son: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares es de 2,150, una vez al día.</p> <p>Tomará 56 minutos adicionales y 28 millas para llegar desde la PR-184 en lugar del Cuartel de Policía de Patillas, multiplicado por \$0.58 por minuto (\$34.72/hora según el valor determinado por FEMA), es igual a \$32.48 x 2,150 viajes desde los hogares por día, multiplicado por 183 días es igual a \$12,779,256.00.</p>	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío Cuartel de Policía PR-184 Patillas a la Calle 41 Cuartel de Policía de Guayama.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Desvío para la Estación de Bomberos	\$6,425,038.50	<p>En caso de una falla de la represa, la Estación de Bomberos de Patillas sería pérdida total.</p> <p>El total de hogares en barrios de Patillas, según el Censo de 2010, que se verán afectados con la pérdida de la PR 184 con la falla de la represa, de acuerdo con los viajes de ida diarios a la estación de bomberos en el centro de Guayama. Los hogares por barrio son: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares es de 2,150, un viaje de ida a diario. Esto tomará 61 minutos adicionales y 28.4 millas, multiplicado por \$0.575 de tasa por milla federal, es igual a \$35,109.50 por día, multiplicado por 183 días es igual a \$6,425,038.50.</p>	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío estación de bomberos PR-184 Patillas a la Calle 41 Estación de Bomberos Guayama.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Desvíos y tiempo perdido</b>			
Tiempo perdido por desvío para llegar a la Estación de Bomberos	\$ 13,007,457.00	<p>En caso de una falla de la represa, la Estación de Bomberos de Patillas sería pérdida total.</p> <p>El total de hogares en los barrios de Patillas, según el Censo de 2010, que se verán afectados con la pérdida de la PR 184 con la falla de la represa, de acuerdo con los viajes de ida y vuelta por día al hospital en el centro de Guayama. Hogares por barrio: Cacao Alto (1,115), Jagual (181), Mulas (197), Quebrada Arriba (326) y Muñoz Rivera (331). El total de hogares es de 2,150, una vez al día. Tomará 57 minutos adicionales, 28.4 millas para llegar desde la PR-184, en lugar de la Estación de Bomberos de Patillas, multiplicado por \$0.58 por minuto (\$34.72/hora según el valor determinado por FEMA), es igual a \$33.06 x 2,150 viajes desde los hogares por día, es igual a \$71,079.00, multiplicado por 183 días es igual a \$13,007,457.00.</p>	<p><b>Referencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de predicción de inundaciones a causa de una falla de la represa.</li> <li>2. Datos de barrios de Patillas del Censo de 2010.</li> <li>2. Desvío estación de bomberos PR-184 Patillas a la Calle 41 Estación de Bomberos Guayama.</li> <li>3. Carta de certificación del DTOP sobre el número de días para arreglar la carretera.</li> </ol>

### I. Ayuda para desastres

Además, implementando el alcance del proyecto se pueden evitar futuros impactos por una falla de la represa causada por alguna actividad sísmica. Los servicios se han estimado como asistencia de FEMA, tal como se indica en la **Tabla 6**.

**Tabla 6: Datos del BCA - Mitigación de los efectos futuros de la falla de la represa (según los costos evitados por asistencia de FEMA)**

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
Ayuda para desastres: FEMA			
Ayuda para desastres de FEMA - Asistencia individual (IA, por sus siglas en inglés)	\$2,151,550.85	Tomando como base lo que FEMA ha invertido en Puerto Rico hasta diciembre de 2020 en relación con los terremotos de PR en el 2020: 1. Asistencia individual: \$68,849,627.32 para 32 municipios.	<b>Referencias:</b>  FEMA Puerto Rico Terremotos (DR-4473-PR) Relief Investment
Ayuda para desastres de FEMA - Asistencia para otras necesidades (ONA, por sus siglas en inglés)	\$156,705.55	Tomando como base lo que FEMA ha invertido en Puerto Rico hasta diciembre de 2020 en relación con los terremotos de PR en el 2020: 1. Otras necesidades para 14 municipios \$2,193,877.72.	<b>Referencias:</b>  FEMA Puerto Rico Terremotos (DR-4473-PR) Relief Investment
Ayuda para desastres de FEMA - Asistencia pública (PA, por sus siglas en inglés) de emergencia	\$17,236,570.72	Tomando como base lo que FEMA ha invertido en Puerto Rico hasta diciembre de 2020 en relación con los terremotos de PR en el 2020: 1. Asistencia pública de emergencia para 14 municipios \$241,311,990.14.	<b>Referencias:</b>  FEMA Puerto Rico Terremotos (DR-4473-PR) Relief Investment

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Ayuda para desastres: FEMA</b>			
Ayuda para desastres de FEMA - Trabajo permanente	\$23,178.87	Tomando como base lo que FEMA ha invertido en Puerto Rico hasta diciembre de 2020 en relación con los terremotos de PR en el 2020: 1. Asistencia pública para trabajos permanentes para 14 municipios \$324,504.17.	<b>Referencias:</b> FEMA Puerto Rico Terremotos (DR-4473-PR) Relief Investment

## II. Edificios públicos

En caso de una falla de la represa, se calcula que el impacto de las inundaciones para los edificios circundantes aumentaría a \$18,565,125.23. En la **Tabla 7** figuran las localizaciones y los costos estimados asociados.

**Tabla 7: Datos del BCA - Mitigación de los futuros impactos por falla de la represa (según los daños estimados en los edificios públicos de la región)**

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Edificios y sus contenidos</b>			
Edificios municipales - Estructuras	\$6,760,301.50	Hay 20 edificios públicos situados en el área afectada por la falla de la represa. Las propiedades están incluidas en el Informe de Propiedades para el Periodo 2020-2021. Este informe se elabora anualmente, y es remitido por el Director de Propiedad Municipal a la compañía aseguradora.	<b>Referencias:</b> 1. Patillas Dam Break Flood Municipal Assets Affected LIST.pdf 2. Patillas Dam Break Flood Municipal Assets Affected MAP.pdf

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Edificios y sus contenidos</b>			
Edificios municipales - Contenidos	\$1,816,108.15	Hay 20 edificios públicos situados en el área afectada por la falla de la represa. Las propiedades están incluidas en el Informe de Propiedades para el Periodo 2020-2021. Este informe se elabora anualmente, y es remitido por el Director de Propiedad Municipal a la compañía aseguradora.	<b>Referencias:</b> 1. Patillas Dam Break Flood Municipal Assets Affected LIST.pdf 2. Patillas Dam Break Flood Municipal Assets Affected MAP.pdf
Escuela Joaquín Parrilla	\$3,086,880.22	Valor de la escuela según el Departamento de Educación.	<b>Referencias:</b> Department of Education Schools Replacement Value Email
Contenidos de la Escuela Joaquín Parrilla	\$864,326.46	Los valores de los contenidos en la escuela equivalen al 28% del valor de la escuela (promedio de herramienta BCA determinado por FEMA para el contenido en los edificios).	<b>Referencias:</b> 1. Department of Education Schools Replacement Value Email. 2. Contents Percentage BCA Supplement de FEMA.
Escuela María Dávila	\$1,643,734.67	Valor de la escuela según el Departamento de Educación.	<b>Referencias:</b> 1. Department of Education Schools Replacement Value Email.

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Edificios y sus contenidos</b>			
Contenidos de la Escuela María Dávila	\$460,245.71	Los valores de los contenidos en la escuela equivalen al 28% del valor de la escuela (promedio de herramienta BCA determinado por FEMA para el contenido en los edificios).	<b>Referencias:</b> 1. Department of Education Schools Replacement Value Email. 2. Contents Percentage BCA Supplement de FEMA.
Escuela Cecilio Lebrón	\$3,073,069.16	Valor de la escuela según el Departamento de Educación.	<b>Referencias:</b> 1. Department of Education Schools Replacement Value Email.
Contenidos de la Escuela Cecilio Lebrón	\$860,459.36	Los valores de los contenidos en la escuela equivalen al 28% del valor de la escuela (promedio de herramienta BCA determinado por FEMA para el contenido en los edificios).	<b>Referencias:</b> 1. Department of Education Schools Replacement Value Email. 2. Contents Percentage BCA Supplement de FEMA.

### III. Beneficios adicionales

La implementación de este importante proyecto le proporcionará resiliencia a la represa de Patillas y reforzará la estabilidad económica del sector agrícola gracias a un servicio de agua fiable, entre otros beneficios, para los ciudadanos de la región sureste de Puerto Rico.

Al implementar este proyecto, las agencias estatales que manejan equipos y servicios de agua y electricidad evitarán pérdidas de ingresos y costos más altos asociados a la respuesta ante emergencias. En específico, los ingresos no devengados por los servicios de distribución de agua se adjudican por el valor combinado de sobre \$167 millones. En la **Tabla 8** figura un perfil de los costos.

**Tabla 8: Datos del BCA - Beneficios adicionales estimados dados por el proyecto**

GASTO	CANTIDAD	COMENTARIOS	DOCUMENTACIÓN
<b>Ingresos no devengados y costos adicionales</b>			
Ingresos no devengados por servicios residenciales de la AAA	\$50,338,701.00	25,275 abonados (76% de los 33,256 abonados en total), de los cuales el 76% no tendrá agua x \$23.71 x 84 meses.	<b>Referencias:</b> 1. Operational Consequences AAA Patillas Dam Failure PRASA. 2. Estructura tarifaria residencial de la AAA.
AES	\$117,485,545.00	Costo adicional al reemplazar la combustión y tener a AES fuera de servicio por falta de agua para la planta.	<b>Referencias:</b> 1. Operational Consequences AAA Patillas Dam Failure PRASA. 2. Costo por reemplazo de energía.

#### **IV. Características de la comunidad**

El impacto comunitario adicional puede considerarse dentro de la demografía de los residentes que se benefician. La vulnerabilidad social describe la capacidad de un área para prepararse, responder y recuperarse de los desastres<sup>7</sup>, y tiene una larga historia conceptual y teórica en los campos de las ciencias sociales y de los desastres. Las

<sup>7</sup> Cutter, Susan L., Emrich, Christopher T. Moral Hazard, Social Catastrophe: The Changing Face of Vulnerability along the Hurricane Coasts. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science. 1 de marzo de 2006.

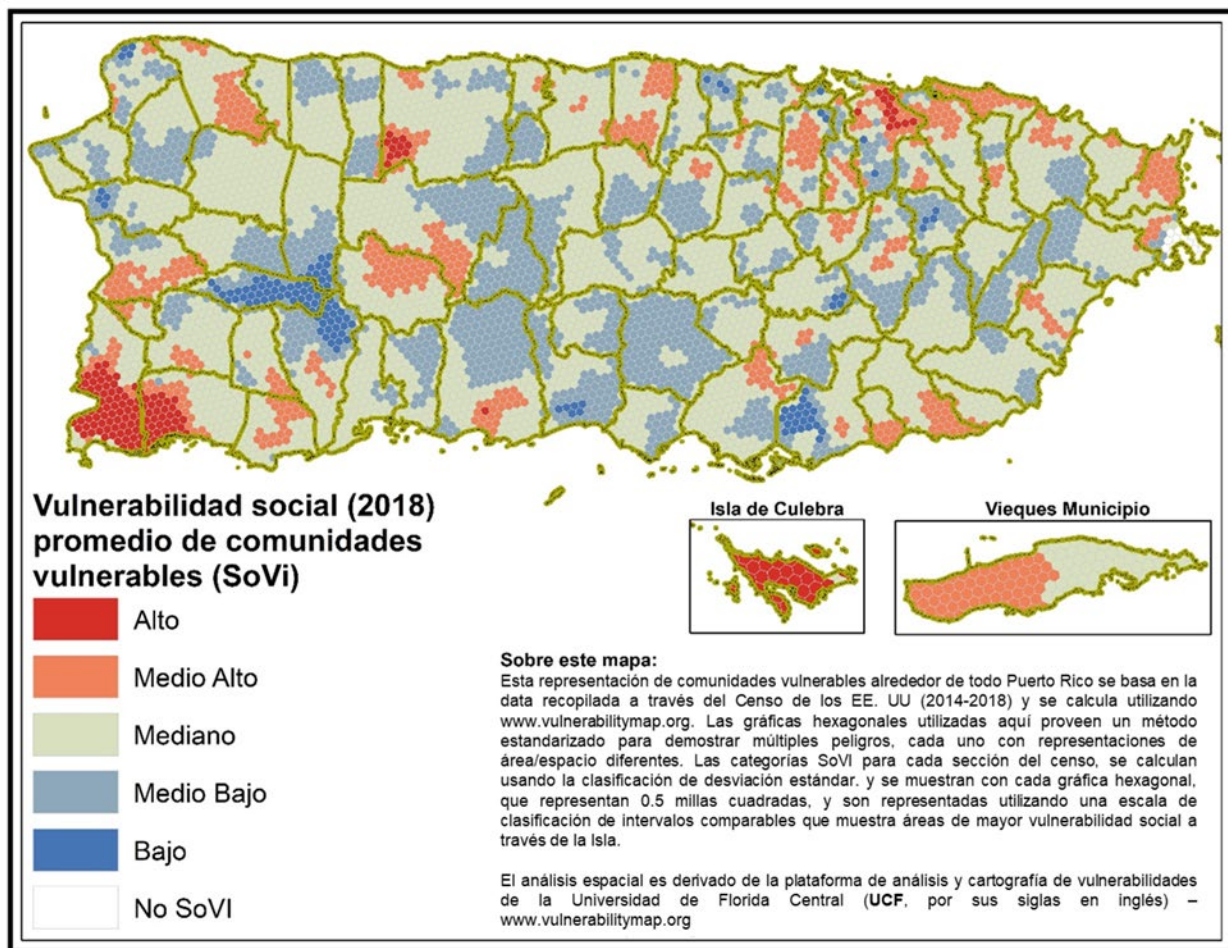


poblaciones socialmente vulnerables tienen menos recursos para prepararse ante los desastres, suelen ser las más afectadas y tardan más en recuperarse.

Como se muestra en la **Figura 6**, los cuatro (4) municipios con servicios de agua mejorados y efectos mitigados durante un riesgo sísmico tienen concentraciones medias-bajas a altas de poblaciones socialmente vulnerables. Consulte la sección Análisis de Riesgos del Plan de Acción de CDBG-MIT para obtener más información sobre el Índice de Vulnerabilidad Social (**SoVI**, por sus siglas en inglés).

Patillas, Arroyo, Guayama y Salinas muestran una alta concentración de población SoVI dentro de los límites de los municipios.

Se supone que los servicios mejorados para los residentes de estos municipios sirvan a las poblaciones SoVI de manera proporcional a las características regionales evaluadas a nivel municipal.



**Figura 6: Mapa de las áreas de vulnerabilidad social**

Otra consideración importante de los impactos comunitarios que tendrá el proyecto sobre las áreas corresponde a las clases protegidas, tal como se definen en la Ley de Derechos Civiles de 1964 (CRA, por sus siglas en inglés) y las leyes federales posteriores.

El índice de vulnerabilidad social implementado en la evaluación de riesgos CDBG-MIT de Puerto Rico incluye al menos diez (10) indicadores de clases protegidas, incluyendo: raza, sexo, estado familiar y cierta medida de diversidad funcional. Sin embargo, varias clases protegidas, identificadas en la Ley de Equidad en la Vivienda, no están incluidas en el índice de vulnerabilidad social. Reconocer la importancia de identificar a estas poblaciones y elaborar programas que no las desfavorezcan requiere un análisis adicional más allá del que proporciona el índice de vulnerabilidad social. En la mejor medida posible, se tomaron medidas analíticas adicionales para garantizar que estas clases sean identificadas y monitoreadas a lo largo del proceso CDBG-MIT.

En los municipios beneficiados por el proyecto, la identificación y contabilización de las personas con diversidad funcional se considera una faceta importante para las actividades de mitigación de desastres. Con este fin, se evaluarán los datos sobre diversidad funcional y su "dificultad" en el Censo de Estados Unidos<sup>8</sup>, con el fin de identificar el lugar en el que residen las poblaciones con diversidad funcional. El Censo ha evolucionado su entendimiento (y medición) sobre la diversidad funcional. A partir del ACS de 2008, el Censo pasó del uso estricto del término "discapacidad" al término más amplio e inclusivo de "dificultad".<sup>9</sup> El Censo define varias diversidades/dificultades funcionales de la siguiente manera.

---

<sup>8</sup> ACS2015-2019, 5-Year census product, table S1810.

<sup>9</sup> American Community Survey and Puerto Rico Community Survey. *2019 Subject Definitions*. Accesible en: [https://www2.census.gov/programs-surveys/acs/tech\\_docs/subject\\_definitions/2019\\_ACSSubjectDefinitions.pdf](https://www2.census.gov/programs-surveys/acs/tech_docs/subject_definitions/2019_ACSSubjectDefinitions.pdf)

Dificultad auditiva	"sordo o ... [tenía] serias dificultades para oír".
Dificultad de visión	"Ciego o ... [tenía] serias dificultades para ver incluso con espejuelos".
Dificultad cognitiva	"dificultad grave para concentrarse, recordar o tomar decisiones".
Dificultad ambulatoria	"dificultad grave para caminar o subir escaleras".
Dificultad de autocuidado	"dificultad para vestirse o bañarse".
Dificultad de vida independiente	"Hacer diligencias solo, como ir a la oficina del médico o ir de compras".

Como se muestra en la **Tabla 9**, cada uno de los municipios beneficiarios demuestra la presencia de estas poblaciones.

**Tabla 9: Resumen de las personas socialmente vulnerables que viven en el área de beneficio del proyecto**

Municipio	Población total (2019)	Dificultad auditiva	Dificultad de visión	Dificultad cognitiva	Dificultad ambulatoria	Dificultad de autocuidado	Dificultad para la vida independiente
Arroyo	17,791	488 (2.74%)	466 (2.62%)	1,118 (6.28%)	2,490 (18)	486 (2.73%)	1,258 (18)
Guayama	38,730	845 (2.18%)	1,265 (3.27%)	3,164 (8.17%)	6,138 (15.85%)	1,127 (2.91%)	2,403 (18)
Patillas	16,913	402 (2.38%)	294 (1.74%)	776 (18)	875 (18)	633 (3.74%)	1,448 (18)
Salinas	27,995	1,395 (4.98%)	3,724 (13.3%)	2,390 (8.54%)	1,846 (6.59%)	784 (2.8%)	2,610 (18)

Además, el género, o específicamente el hecho de ser mujer, es un factor importante de vulnerabilidad social ante los desastres. Las estructuras patriarcales y los desequilibrios de poder tienden a reducir el estatus de la mujer en la sociedad, su acceso a los recursos, las oportunidades y el poder conducen a una mayor vulnerabilidad femenina frente a los efectos adversos de los riesgos y desastres.<sup>10</sup> La edad, otra característica

<sup>10</sup> Trieb, Carolin-Anna. *Vulnerability to Natural Hazards: A Gender Perspective in Disasters*, Management Center Innsbruck. Accesible en:

clave que influye en la vulnerabilidad social, se reconoce normalmente en los dos (2) extremos: los niños y los adultos mayores son más vulnerables que los demás.<sup>11</sup> Ambos grupos de edad (jóvenes y ancianos) necesitan cuidados especiales, son a menudo más susceptibles a sufrir daños y pueden tener limitaciones de movilidad, todo lo cual influye en su capacidad de alejarse del peligro.<sup>12,13</sup> Para esta evaluación, los reglamentos de la Ley de Equidad en la Vivienda deben centrarse en las poblaciones de edad avanzada. Del mismo modo, las familias con un gran número de personas dependientes o los hogares con padres solteros pueden ser más vulnerables debido a la necesidad de depender de cuidadores asalariados. Al igual que el sexo y la edad, identificar áreas basadas en su estado familiar, o aquellas personas con niños en el hogar, es de especial interés en este caso para atender los reglamentos de la Equidad en la Vivienda. Cada uno de estos tres (3) indicadores de áreas socialmente vulnerables se delimita y analiza aquí.

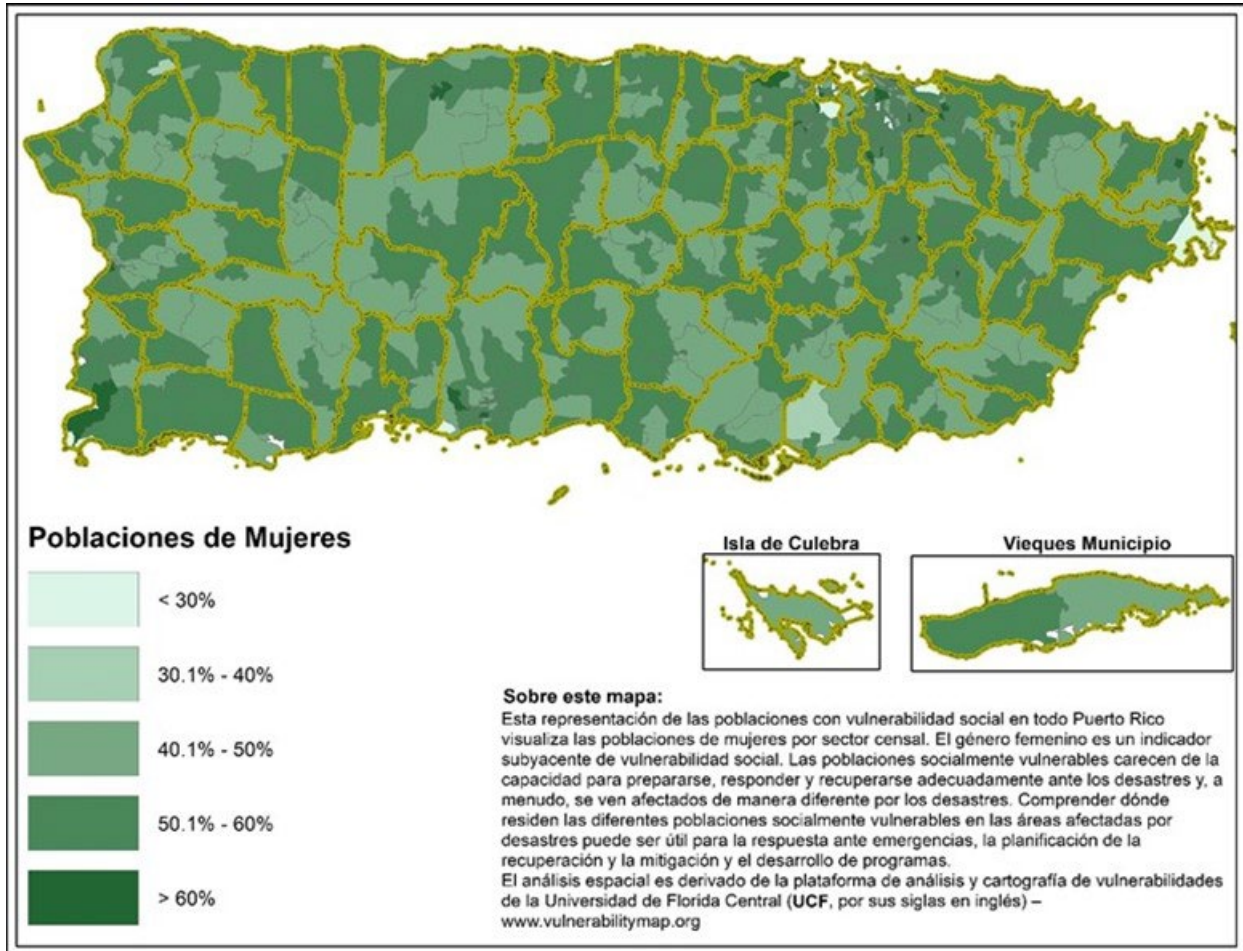
---

[http://www.ibgeographypods.org/uploads/7/6/2/2/7622863/university\\_dissertation\\_ib\\_dp\\_geography.pdf](http://www.ibgeographypods.org/uploads/7/6/2/2/7622863/university_dissertation_ib_dp_geography.pdf)

<sup>11</sup> Rodríguez, Donner & Trainor. *Handbook of Disaster Research*. 2018.

<sup>12</sup> Anderson, William A. *Bringing children into focus on the social science disaster research agenda*, International Journal of Mass Emergencies and Disasters. Accesible en: <http://ijmed.org/articles/376/download/>

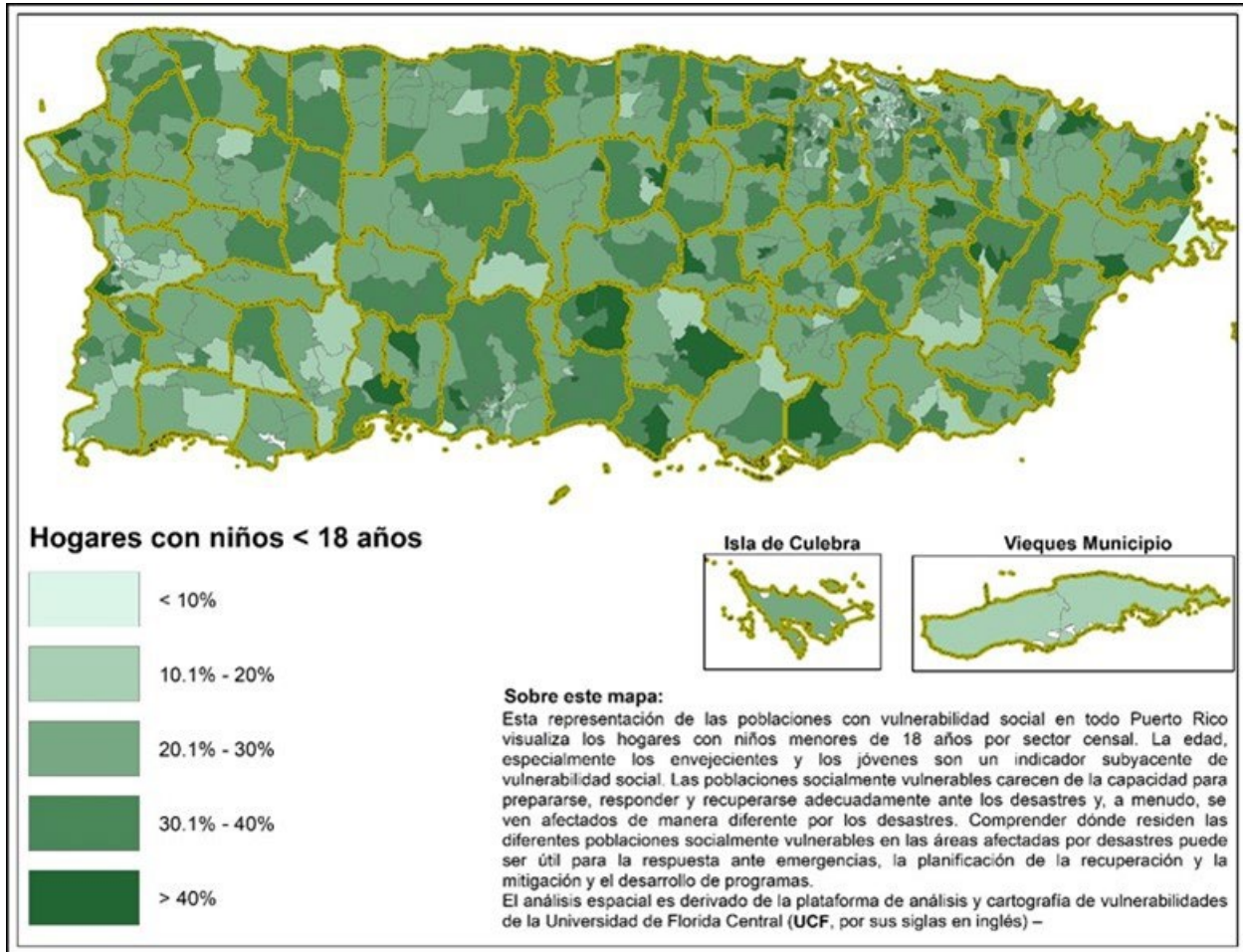
<sup>13</sup> Smith, Susan M. *Disaster planning and response: considering the needs of the frail elderly*, International Journal of Emergency Management. Accesible en: [https://www.researchgate.net/publication/244924906\\_Disaster\\_planning\\_and\\_response\\_Considering\\_the\\_needs\\_of\\_the\\_frail\\_elderly](https://www.researchgate.net/publication/244924906_Disaster_planning_and_response_Considering_the_needs_of_the_frail_elderly)



**Figura 7: Mapa de áreas con población femenina**

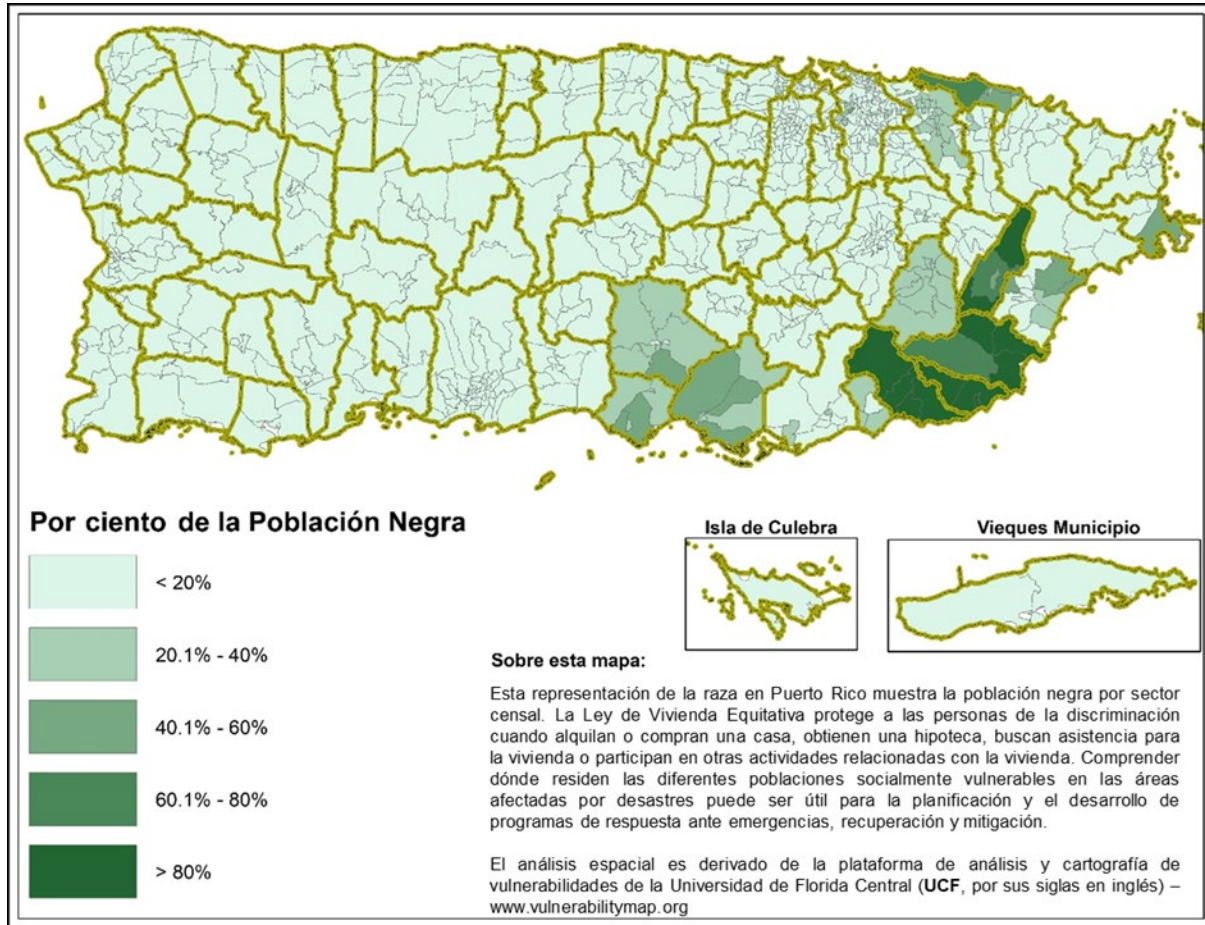
Los municipios que se benefician del Proyecto demuestran una fuerte presencia de mujeres residentes, con áreas que indican un rango del 30% o menos hasta una concentración máxima de 60% de mujeres residentes.

En cuanto a la edad, los cuatro (4) municipios beneficiados por el proyecto no mostraron una alta concentración de residentes mayores de 65 años. Sin embargo, estos sí muestran una alta concentración de hogares con niños menores de 18 años, como se muestra en la **Figura 8**.



**Figura 8: Mapa de áreas con hogares con niños (menores de 18 años)**

Las concentraciones raciales también se demuestran en el AOB, Patillas teniendo un 80% o más de población negra.



**Figura 9: Mapa de áreas con poblaciones negras**

El Instituto de Política Migratoria identificó trece (13) países caribeños distintos en un estudio sobre la migración caribeña destinado a comprender la inmigración caribeña negra a Estados Unidos.<sup>14</sup> Entre estos países se encuentran Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Bahamas, Barbados, Trinidad y Tobago, y los países de las Antillas Británicas, las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y otros países antillanos como Granada, Santa Lucía, Antigua-Barbuda, San Vicente, Dominica y San Cristóbal-Nieves. En Puerto Rico, las poblaciones más grandes de caribeños negros tienen vínculos ancestrales con la República Dominicana.

Una evaluación de la ascendencia afrocaribeña en el área beneficiada demuestra lo siguiente:

<sup>14</sup> Thomas, Kevin J.A. *A demographic Profile of Black Caribbean Immigrants in the United States*, Migration Policy Institute. April 2012. Accedido en: <https://www.migrationpolicy.org/pubs/CBI-CaribbeanMigration.pdf>.

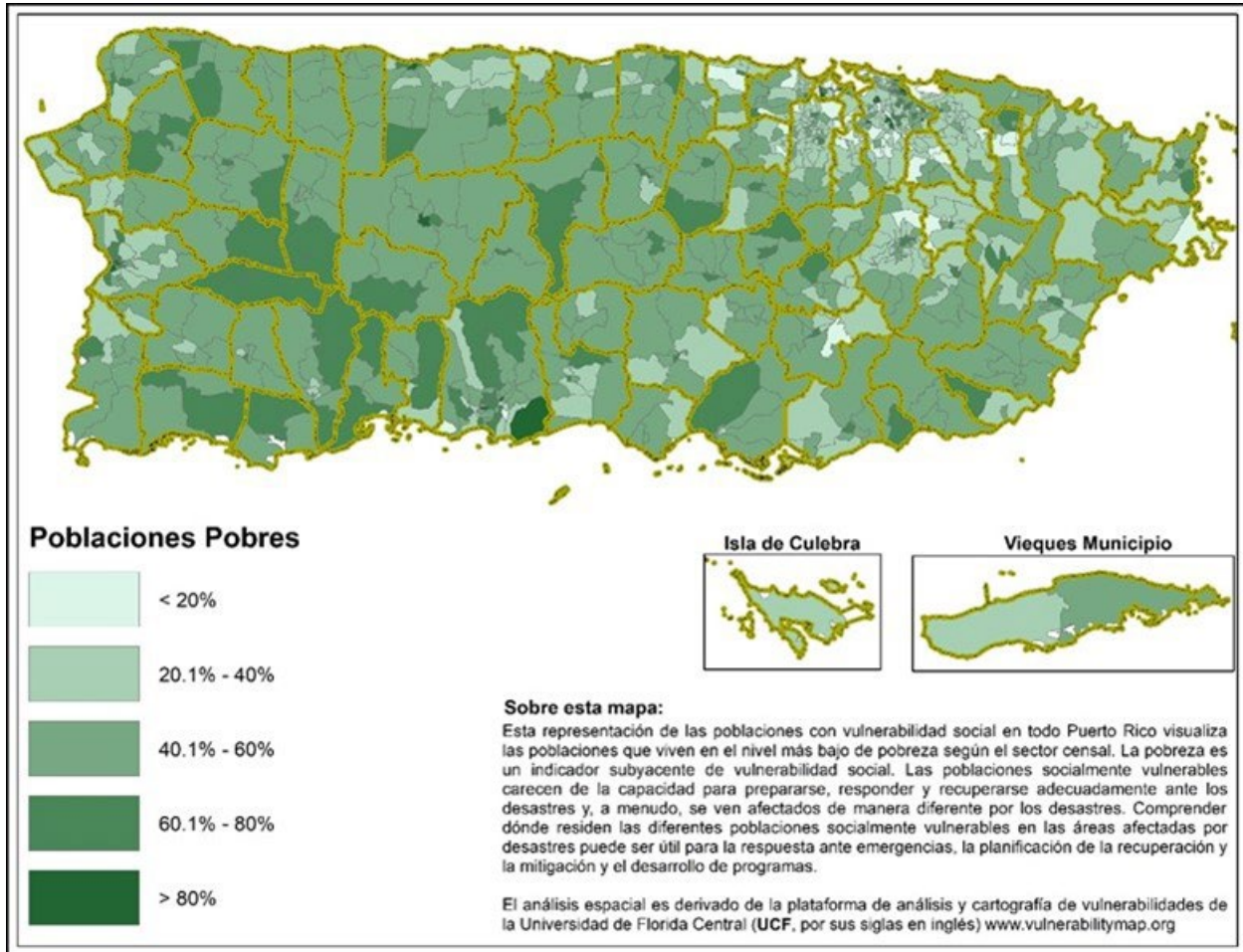
**Tabla 10: Resumen de las personas de ascendencia afrocaribeña que viven en el área de beneficio del proyecto**

<b>Municipio</b>	<b>Población total</b>	<b>Total Hispano Afrocaribeño</b>	<b>Total Dominicanos</b>	<b>Total Cubanos</b>
<b>Arroyo</b>	17,805	5	5	-
<b>Guayama</b>	40,889	69	24	45
<b>Patillas</b>	16,929	74	30	44
<b>Salinas</b>	28,109	79	54	25

Al igual que en el análisis SoVI, se supone que las mejoras de la represa para los residentes de estos municipios sirvan a las poblaciones de las clases protegidas de manera proporcional a las características regionales evaluadas a nivel municipal.

Además, existe una fuerte concentración de residentes empobrecidos en los municipios que se beneficiarán del proyecto. Como se muestra en la **Figura 10**, Arroyo tiene una variedad de niveles de pobreza, con la mayor concentración de pobreza (60.1% a 80%) encontrándose en la esquina sureste del municipio.





**Figura 10: Mapa de áreas demostrando las poblaciones empobrecidas**

## Coherencia con otras actividades de mitigación

El objetivo principal del proyecto es reforzar la represa actual de modo que se reduzca cualquier riesgo potencial para las personas o las infraestructuras según las normas proporcionadas por el USBR. Este propósito es compatible con las mejores prácticas actuales sobre la seguridad de las represas. Garantizará un fallo no catastrófico del terraplén (barrera), protegiendo toda vida y propiedad que se encuentre en la zona de inundación por una rotura en la represa. Además, esto mantendrá el embalse natural de agua para 100,000 personas que dependen del mismo y proveerá una fuente de agua a la planta de generación de energía AES, responsable de suministrar 400 megavatios de generación base a la red eléctrica de Puerto Rico.

El Proyecto 404 de la Represa de Patillas es consistente con el Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico del 2011 y 2016. Además, el Plan Estatal

de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico del 2016 fue el plan aprobado al momento en que se sometió la solicitud del proyecto a FEMA. Vivienda confirmó que el proyecto sigue alineado con los objetivos incluidos en el Plan de Mitigación de Riesgos 2021 aprobado. Este se ajusta a la Meta 3, Objetivo 3.1 y Acciones 3.1.21 y 3.1.22 del PEMPON de 2011 y a la Meta 1, Objetivo 1.1 y Acciones 1.1.5 y 1.1.6 del PEMPON de 2016.

El proyecto mejora una instalación crítica existente, reduciendo la vulnerabilidad y garantizando así la continuidad de los servicios críticos tras un desastre. Provee un diseño conceptual para la mejora de la instalación crítica y recurre al financiamiento de mitigación 404 de FEMA y el correspondiente de CDBG-DR. Cumple con el desarrollo de un Puerto Rico más resiliente ante los desastres, con menor vulnerabilidad y exposición a desastres no naturales. El concepto se desarrolló mediante la identificación y evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas de las instalaciones críticas e incluye una rehabilitación específica que puede desarrollarse con financiación de fondos federales pareados localmente antes de que ocurra un desastre.

**FIN DE LA NARRATIVA**

## 4 APÉNDICE A: Memorando de Respuesta a la Solicitud de Información del Proyecto Cubierto de la Represa de Patillas de la AEE

**Request 5:** *Please confirm if the Patillas Seismic Retrofit Project enlarges a dam or levee beyond the original footprint.*

Answer 5: Patilla's dam is an earth embankment dam built in 1913 using hydraulic fill methods. This method consists of building two starter dikes while dumping material in between. The material is subsequently sluiced with water creating a puddle for the impermeabilization core on the dam. This method was extensively used in 1913 but years later it was discovered that the construction method is not adequate and/or to be used in a highly seismic areas, such as Puerto Rico. More specifically because these embankments are susceptible to liquefaction induced by seismic dynamic loads.

Patillas Dam supplies water to two main critical facilities (1) the Power Plant known as AES which provides 400 megawatts of base generation and (2) the Puerto Rico Aqueduct and Sewer Authority (PRASA) which provides potable water for over 100,000 citizens of the municipalities of Patillas, Guayama and

Arroyo. Moreover, it is also the only source of water for irrigation purposes in the southeast.

Therefore, plant operation continuance is a critical health and safety measure considering that water availability cannot be supplied by other means. The United States Bureau of Reclamation (USBR) developed a mitigation strategy using best dam engineering practices allowing for the retrofit without compromising water availability or water requirements as described above.

Since hydraulic fill dams lose their stability under the dynamic loads during a seismic event, the USBR recommended reinforcing the existing dam to increase and maintain stability under the loads induced by an MCE (maximum credible earthquake). This concept will create an overlay over the existing dam footprint with a sand filter stable enough to stand by itself in case the original dam deforms. This will prevent a catastrophic loss of the embankment reducing the flooding risk all the Patilla's municipality in case of a dam failure.

The developed concept will be constructed over the actual dam on the dry side of the embankment all within the property of the Puerto Rico Electric Power Authority. This concept does not change the original impoundment capacity of the reservoir and does not change the operational level to begin the activation of the spillway gates which is 222 ft msl.

The project will also include the reinforcement and extension of an existing tunnel in the dam along the construction of a new water way system to provide water to the Patillas Irrigation Canal.

If you have any questions or require further information, please don't hesitate to contact us via email at [ezequiel.nieves@prepa.com](mailto:ezequiel.nieves@prepa.com) and [jose.bermudez@prepa.com](mailto:jose.bermudez@prepa.com)

Regards,



José M. Bermúdez  
Dams and Irrigation Division Head

Enclosed

**FIN**