



JUNTA DE

PLANIFICACIÓN

GOBIERNO DE PUERTO RICO

2  
0  
2  
6

# PLAN DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

## Municipio de Aguas Buenas



PLANES DE MITIGACIÓN  
CONTRA PELIGROS NATURALES

Planificar para proteger



# CERTIFICACIÓN PROFESIONAL DE PLANIFICADOR CON LICENCIA

Según la Ley 160-1996 enmendada (20 L.P.R.A § 3501 - 20 L.P.R.A § 3515), yo \_\_\_\_\_, que poseo la licencia profesional de planificación de Puerto Rico número \_\_\_\_, certifico que este documento fue elaborado utilizando las mejores fuentes disponibles y de acuerdo con las mejores prácticas de la profesión urbanística a fecha de \_\_\_\_\_ de 2026. Certifico este documento junto con mi sello profesional.

## APROBACIÓN DE FEMA

Este Plan Local de Mitigación de Riesgos para el Municipio de Aguas Buenas fue  
aprobado por FEMA el

-----



## DECLARACIÓN DE FINANCIACIÓN

Este Plan Local de Mitigación de Riesgos fue preparado para el Municipio de Aguas Benas y la Junta de Planificación de Puerto Rico por la consultora AtkinsRéalis Caribe, LLP conforme a las estipulaciones del contrato número 2026-000032 y cualquier enmienda a la misma, debidamente registrado en la Oficina del Contralor de Puerto Rico.

## REQUISITO DE IDIOMA

De acuerdo con la Orden Ejecutiva Presidencial #14224, la versión 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos de Aguas Buenas ha sido preparada en inglés para su presentación a FEMA y la revisión de FEMA.

Se preparó una traducción no certificada al español del borrador final para la discusión pública y del LHMP aprobado para beneficio de la población con dominio limitado del inglés.

Si surge alguna discrepancia entre el texto en inglés y el español, prevalecerá la versión en inglés.

## DECLARACIÓN SOBRE LOS MAPAS

Los mapas presentados en este documento están relacionados con un ejercicio de planificación. Estos mapas no tienen la intención de establecer ningún requisito regulatorio, procedimiento o beneficio.

# FUNCIONARIOS GUBERNAMENTALES

## **Municipio de Aguas Buenas**

Honorable Karina Nieves Serrano

## **Junta de Planificación de Puerto Rico**

Héctor Morales Martínez, Esq.  
Presidente

Rebeca Rivera Torres, PLP  
Miembro suplente

Luis Lamboy Torres, PLP  
Miembro suplente

Emanuel Gómez Vélez, PLP  
Miembro suplente

## COLABORADORES

### **Municipio de Aguas Buenas**

Gerardo Cardona Dinguí  
Melissa García  
Iliana Aponte  
Juan Ortiz Rivera

### **Junta de Planificación de Puerto Rico**

Ivette Colón Meléndez, PLP  
Vanessa Marrero Santiago, PLP  
Erica Rivera Felicié, PLP  
Onix Concepción Rodríguez, PLP

### **AtkinsRéalis Caribe, LLP**

William Pitre Cipolla, PLP  
Juan P. Rotger, BSCE  
Clase Ivelisse Gorbea, PLP  
Yashira Santos, SIT, BSCE  
Yesenia Rodríguez, MArch, MLArch  
Celso Ruiz  
Ronald Pérez, PE



# TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen Ejecutivo .....                                                         | 1  |
| 1. Introducción y Antecedentes .....                                            | 12 |
| 1.1 Políticas Públicas Aplicables.....                                          | 13 |
| 1.1.1 Políticas Federales .....                                                 | 13 |
| 1.1.1.1 Leyes Federales .....                                                   | 13 |
| 1.1.1.2 Regulaciones Federales .....                                            | 15 |
| 1.1.2 Políticas del Gobierno de Puerto Rico .....                               | 19 |
| 1.1.2.1 Leyes de Puerto Rico .....                                              | 19 |
| 1.1.2.2 Regulaciones de Puerto Rico .....                                       | 21 |
| 1.1.3 Políticas Municipales.....                                                | 24 |
| 1.2 Alcance y Versiones Anteriores .....                                        | 26 |
| 1.2.1 Objetivos Principales.....                                                | 26 |
| 1.2.2 Comentarios Anteriores de FEMA .....                                      | 26 |
| 1.3 Organización LHMP .....                                                     | 28 |
| 1.4 Cambios en el LHMP (E2-a).....                                              | 30 |
| 2. Proceso de Planificación .....                                               | 32 |
| 2.1 Regulación del Proceso de Planificación.....                                | 32 |
| 2.2 Historia del LHMP .....                                                     | 32 |
| 2.3 Preparación del Plan, Calendario de Revisiones y Metodología (A1-a) .....   | 32 |
| 2.4 Comité de Planificación (A1-a, A1-b).....                                   | 33 |
| 2.5 Participación Ciudadana (A3-a).....                                         | 34 |
| 2.5.1 Estrategias de Divulgación Comunitaria y Participación Pública .....      | 34 |
| 2.5.2 Resultados de la Divulgación Comunitaria y la Participación Pública ..... | 35 |
| 2.6 Participación de los Grupos Interesados (A2-a) .....                        | 37 |
| 2.7 Fuentes de Datos de Análisis de Riesgos.....                                | 37 |
| 2.8 Líneas Vitales de FEMA.....                                                 | 38 |
| 3. Perfil Municipal.....                                                        | 40 |
| 3.1 Fuentes de Datos para Perfiles Municipales .....                            | 40 |
| 3.2 Breve Contexto Histórico .....                                              | 40 |
| 3.3 Geografía.....                                                              | 41 |

|         |                                                            |    |
|---------|------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.1   | Fisiografía .....                                          | 44 |
| 3.3.2   | Geología .....                                             | 46 |
| 3.3.3   | Hidrografía.....                                           | 46 |
| 3.4     | Demografía.....                                            | 51 |
| 3.4.1   | Población Actual .....                                     | 51 |
| 3.4.2   | Características Socioeconómicas .....                      | 56 |
| 3.4.2.1 | Empleo .....                                               | 56 |
| 3.4.2.2 | Empleo por Industria.....                                  | 57 |
| 3.4.2.3 | Nivel de Pobreza .....                                     | 59 |
| 3.4.2.4 | Ingresos .....                                             | 60 |
| 3.4.2.5 | Población con Discapacidades .....                         | 61 |
| 3.4.2.6 | Población que Recibe Apoyo Nutricional Suplementario ..... | 61 |
| 3.4.2.7 | Cobertura de Seguro de Salud .....                         | 62 |
| 3.4.3   | Vivienda y otros Detalles Relacionados.....                | 63 |
| 3.5     | Infraestructura .....                                      | 64 |
| 3.5.1   | Línea Vital: Seguridad y Protección .....                  | 65 |
| 3.5.2   | Línea Vital: Comida, hidratación y refugio .....           | 66 |
| 3.5.3   | Línea Vital: Salud y medicina.....                         | 67 |
| 3.5.4   | Línea Vital: Energía .....                                 | 68 |
| 3.5.5   | Línea Vital: Comunicaciones.....                           | 69 |
| 3.5.6   | Línea Vital: Transporte .....                              | 69 |
| 3.5.7   | Línea Vital: Materiales peligrosos .....                   | 71 |
| 3.5.8   | Línea Vital: Sistemas de agua .....                        | 72 |
| 3.6     | Desarrollo Reciente (E1-a) .....                           | 74 |
| 4.      | Perfiles de Riesgos y Análisis de Riesgos .....            | 79 |
| 4.1     | Nota sobre la discusión de los peligros .....              | 79 |
| 4.2     | Requisitos Regulatorios .....                              | 79 |
| 4.3     | Peligros que Pueden Afectar al Municipio.....              | 80 |
| 4.4     | Cronología de los Acontecimientos .....                    | 83 |
| 4.5     | 4.5Metodología de Evaluación de Riesgos.....               | 83 |
| 4.5.1.1 | HAZUS 6.1 .....                                            | 83 |
| 4.5.1.2 | Modelado SIG Alternativo .....                             | 84 |

|         |                                                |     |
|---------|------------------------------------------------|-----|
| 4.5.1.3 | Evaluación Estocástica de Riesgos.....         | 84  |
| 4.5.1.4 | Represas de alto Potencial de Riesgo .....     | 85  |
| 4.6     | Terremoto .....                                | 85  |
| 4.6.1   | Descripción (B1-a).....                        | 85  |
| 4.6.1.1 | Zona Afectada (B1-b).....                      | 87  |
| 4.6.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                | 93  |
| 4.6.1.3 | Eventos Pasados (B1-d).....                    | 94  |
| 4.6.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e).....  | 101 |
| 4.6.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....         | 102 |
| 4.6.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                       | 102 |
| 4.6.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica ..... | 104 |
| 4.6.2.3 | Vulnerabilidad Social .....                    | 108 |
| 4.6.2.4 | Recursos Naturales y Culturales .....          | 112 |
| 4.6.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....               | 113 |
| 4.7     | Deslizamientos de Tierra.....                  | 116 |
| 4.7.1   | Descripción (B1-a).....                        | 116 |
| 4.7.1.1 | Zona Afectada (B1-b).....                      | 117 |
| 4.7.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                | 119 |
| 4.7.1.3 | Eventos Pasados (B1-d).....                    | 120 |
| 4.7.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e).....  | 122 |
| 4.7.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....         | 122 |
| 4.7.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                       | 122 |
| 4.7.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica ..... | 123 |
| 4.7.2.3 | Vulnerabilidad Social .....                    | 125 |
| 4.7.2.4 | Recursos Naturales y Culturales .....          | 128 |
| 4.7.2.5 | Condiciones futuras.....                       | 128 |
| 4.8     | Inundaciones.....                              | 130 |
| 4.8.1   | Descripción (B1-a).....                        | 130 |
| 4.8.1.1 | Zona Afectada (B1-b).....                      | 132 |
| 4.8.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                | 141 |

|          |                                                                                                      |     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.8.1.3  | Eventos Pasados (B1-d).....                                                                          | 142 |
| 4.8.1.4  | Consideraciones Especiales: Formación Cárstica.....                                                  | 153 |
| 4.8.1.5  | Consideración Especial: Inundaciones causadas por deficiencias en la gestión de aguas pluviales..... | 156 |
| 4.8.1.6  | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e).....                                                        | 157 |
| 4.8.2    | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....                                                               | 158 |
| 4.8.2.1  | Pérdidas Estimadas .....                                                                             | 158 |
| 4.8.2.2  | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica .....                                                       | 162 |
| 4.8.2.3  | Vulnerabilidades Sociales .....                                                                      | 165 |
| 4.8.2.4  | Recursos Naturales y Culturales .....                                                                | 167 |
| 4.8.2.5  | Consideración Especial: Pérdidas Repetitivas y Pérdidas Repetitivas Graves                           | 168 |
| 4.8.2.6  | Condiciones Futuras (E1-a) .....                                                                     | 169 |
| 4.9      | Ciclones Tropicales y otros Fenómenos Meteorológicos Extremos.....                                   | 170 |
| 4.9.1    | Descripción (B1-a).....                                                                              | 170 |
| 4.9.1.1  | Zona Afectada (B1-b).....                                                                            | 172 |
| 4.9.1.2  | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                                                                      | 172 |
| 4.9.1.3  | Eventos pasados (B1-d).....                                                                          | 174 |
| 4.9.1.4  | Tornados .....                                                                                       | 180 |
| 4.9.1.5  | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e).....                                                        | 180 |
| 4.9.2    | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....                                                               | 180 |
| 4.9.2.1  | Pérdidas Estimadas .....                                                                             | 180 |
| 4.9.2.2  | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica .....                                                       | 187 |
| 4.9.2.3  | Vulnerabilidad Social .....                                                                          | 188 |
| 4.9.2.4  | Recursos Naturales y Culturales .....                                                                | 188 |
| 4.9.2.5  | Condiciones Futuras (E1-a) .....                                                                     | 189 |
| 4.10     | Calor extremo .....                                                                                  | 189 |
| 4.10.1   | Descripción (B1-a).....                                                                              | 189 |
| 4.10.1.1 | Zona Afectada (B1-b) .....                                                                           | 190 |
| 4.10.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c).....                                                                       | 192 |

|          |                                                |     |
|----------|------------------------------------------------|-----|
| 4.10.1.3 | Eventos Pasados (B1-d) .....                   | 193 |
| 4.10.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e) ..... | 194 |
| 4.10.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....         | 194 |
| 4.10.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                       | 194 |
| 4.10.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica ..... | 195 |
| 4.10.2.3 | Vulnerabilidad Social .....                    | 196 |
| 4.10.2.4 | Recursos Naturales y Culturales .....          | 197 |
| 4.10.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....               | 198 |
| 4.11     | Sequía .....                                   | 199 |
| 4.11.1   | Descripción (B1-a) .....                       | 199 |
| 4.11.1.1 | Zona Afectada (B1-b) .....                     | 200 |
| 4.11.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                | 201 |
| 4.11.1.3 | Eventos Pasados (B1-d) .....                   | 202 |
| 4.11.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e) ..... | 203 |
| 4.11.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....         | 203 |
| 4.11.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                       | 204 |
| 4.11.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica ..... | 204 |
| 4.11.2.3 | Vulnerabilidad Social .....                    | 205 |
| 4.11.2.4 | Recursos Naturales y Culturales .....          | 206 |
| 4.11.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....               | 206 |
| 4.12     | Incendios Forestales (E1-a) .....              | 207 |
| 4.12.1   | Descripción (B1-a) .....                       | 207 |
| 4.12.1.1 | Zona Afectada (B1-b) .....                     | 208 |
| 4.12.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c) .....                | 210 |
| 4.12.1.3 | Eventos Pasados (B1-d) .....                   | 212 |
| 4.12.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e) ..... | 213 |
| 4.12.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....         | 213 |
| 4.12.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                       | 213 |
| 4.12.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica ..... | 214 |
| 4.12.2.3 | Vulnerabilidad Social .....                    | 215 |

|          |                                                                                                                                                         |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.12.2.4 | Recursos Naturales y Culturales.....                                                                                                                    | 216 |
| 4.12.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....                                                                                                                        | 218 |
| 4.13     | Pandemia/Epidemia .....                                                                                                                                 | 219 |
| 4.13.1   | Descripción (B1-a).....                                                                                                                                 | 219 |
| 4.13.1.1 | Zona Afectada (B1-b) .....                                                                                                                              | 219 |
| 4.13.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-c).....                                                                                                                          | 219 |
| 4.13.1.3 | Eventos Pasados (B1-d) .....                                                                                                                            | 220 |
| 4.13.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e) .....                                                                                                          | 223 |
| 4.13.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....                                                                                                                  | 223 |
| 4.13.2.1 | Pérdidas Estimadas .....                                                                                                                                | 223 |
| 4.13.2.2 | Líneas Vitales e Infraestructura Crítica.....                                                                                                           | 224 |
| 4.13.2.3 | Vulnerabilidad Social.....                                                                                                                              | 224 |
| 4.13.2.4 | Recursos Naturales y Culturales.....                                                                                                                    | 225 |
| 4.13.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....                                                                                                                        | 226 |
| 4.14     | Represas de Alto Potencial de Riesgo .....                                                                                                              | 227 |
| 4.14.1   | Descripción (B1-a).....                                                                                                                                 | 228 |
| 4.14.1.1 | Zona Afectada (HHPD2-a) .....                                                                                                                           | 228 |
| 4.14.1.2 | Magnitud de Riesgo (B1-b).....                                                                                                                          | 233 |
| 4.14.1.3 | Eventos Pasados (B1-c) .....                                                                                                                            | 236 |
| 4.14.1.4 | Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e) .....                                                                                                          | 237 |
| 4.14.2   | Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) .....                                                                                                                  | 239 |
| 4.14.2.1 | Metodología y limitaciones de la evaluación de riesgos (HHPD2-a y HHPD2-b)                                                                              | 239 |
| 4.14.2.2 | Pérdidas Estimadas (HHPD2-a) .....                                                                                                                      | 240 |
| 4.14.2.3 | Infraestructura Crítica (HHPD2-a).....                                                                                                                  | 241 |
| 4.14.2.4 | Vulnerabilidad Social.....                                                                                                                              | 242 |
| 4.14.2.5 | Condiciones Futuras (E1-a) .....                                                                                                                        | 244 |
| 4.14.2.6 | Consideraciones Especiales: Coordinación con los Propietarios Locales de Represas y las Agencias Estatales de Seguridad de Represas (HHPD1-a y HHPD1-b) | 246 |
| 4.15     | Priorización de Riesgos.....                                                                                                                            | 248 |



|         |                                                                                                                                                     |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.16    | Mecanismo de planificación .....                                                                                                                    | 248 |
| 4.16.1  | Plan y Reglamento de Áreas Especiales de Planificación Kárstica (PRAPEC, por su acrónimo español) – 2014).....                                      | 249 |
| 4.16.2  | Regulación Conjunta para La Evaluación y Emisión de Permisos Relacionados con El Desarrollo, uso Del Suelo y Operaciones Empresariales (2023) ..... | 249 |
| 4.16.3  | Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (2021).....                                                                                  | 251 |
| 4.16.4  | Código de Construcción de Puerto Rico .....                                                                                                         | 251 |
| 4.16.5  | Regulación para el diseño, criterios de operación y mantenimiento de sistemas de aguas pluviales en Puerto Rico .....                               | 252 |
| 4.16.6  | Plan Territorial de Aguas Buenas (2011).....                                                                                                        | 252 |
| 4.16.7  | Plan de Operaciones de Emergencia de Aguas Buenas .....                                                                                             | 253 |
| 4.16.8  | Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones .....                                                                                               | 253 |
| 4.16.9  | Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos de Contaminantes (NPDES).....                                                                           | 255 |
| 4.16.10 | Directrices operativas para determinar daños y mejoras sustanciales en Puerto Rico (2025).....                                                      | 255 |
| 4.16.11 | Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza.....                                                                                    | 256 |
| 4.16.12 | Programa de Inversión de Cuatro Años .....                                                                                                          | 257 |
| 5.      | Capacidades Municipales .....                                                                                                                       | 260 |
| 5.1     | <b>Mecanismos Regulatorios y de Planificación (C1-a)</b> .....                                                                                      | 260 |
| 5.2     | Capacidades Técnicas y Administrativas (C1-a).....                                                                                                  | 260 |
| 5.3     | Capacidad Financiera (C1-a).....                                                                                                                    | 262 |
| 5.3.1   | Fuentes de Financiación de FEMA .....                                                                                                               | 262 |
| 5.3.2   | Fuentes de Financiación Federal No Pertenecientes a FEMA .....                                                                                      | 265 |
| 5.3.3   | Fondos Locales.....                                                                                                                                 | 267 |
| 5.4     | Divulgación y Comunicaciones (C1-a) .....                                                                                                           | 268 |
| 5.5     | Desarrollo de Capacidades (C1-b).....                                                                                                               | 269 |
| 6.      | Plan de Acción de Mitigación .....                                                                                                                  | 270 |
| 6.1     | Objetivos de Mitigación (C3-a) .....                                                                                                                | 270 |
| 6.1.1   | Metas y Objetivos Municipales .....                                                                                                                 | 270 |
| 6.1.2   | Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación .....                                                                                                | 272 |
| 6.2     | Criterios de Selección de la Estrategia de Mitigación .....                                                                                         | 273 |
| 6.3     | Categorización de la Estrategia de Mitigación .....                                                                                                 | 274 |
| 6.4     | Estrategias de Mitigación (C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2-b).....                                                                                       | 276 |
| 6.5     | Participación en NFIP (C2-a) .....                                                                                                                  | 310 |

|       |                                                                        |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.    | Mantenimiento del Plan .....                                           | 311 |
| 7.1   | Punto de Contacto .....                                                | 311 |
| 7.2   | Participación Pública Continua (D1-a) .....                            | 312 |
| 7.3   | Supervisión del LHMP (D2-a).....                                       | 313 |
| 7.4   | Evaluación y Seguimiento del LHMP .....                                | 313 |
| 7.5   | Actualización y Revisión del LHMP (D2-c, D3-a).....                    | 315 |
| 7.5.1 | Revisión tras un Desastre Importante .....                             | 315 |
| 7.5.2 | Actualización Integral de Cinco Años .....                             | 315 |
| 7.6   | Integración del LHMP con otros Mecanismos de Planificación (D3-a)..... | 315 |
| 8.    | Adopción y aprobación (F1-a, F1-b) .....                               | 316 |
| 8.1   | Adopción de LHMP .....                                                 | 316 |
| 8.2   | Aprobación LHMP .....                                                  | 316 |
|       | Referencias .....                                                      | 317 |
|       | Apéndice A: Adopción y Aprobación .....                                | 326 |
|       | Adopción .....                                                         | 326 |
|       | Aprobación por parte de FEMA .....                                     | 326 |
|       | Carta APA de FEMA.....                                                 | 326 |
|       | Hoja de Herramientas de Revisión .....                                 | 326 |
|       | Apéndice B: Comité de Planificación .....                              | 327 |
|       | Carta de Compromiso .....                                              | 327 |
|       | Nombramientos en el Comité de Planificación .....                      | 329 |
|       | Primera reunión del Comité de Planificación .....                      | 331 |
|       | Presentación .....                                                     | 331 |
|       | Documentación .....                                                    | 344 |
|       | Hoja de Asistencia.....                                                | 348 |
|       | Apéndice C: Participación y Divulgación Pública .....                  | 349 |
|       | Notificación de la Primera Reunión Pública .....                       | 349 |
|       | Documentación .....                                                    | 351 |
|       | Presentación.....                                                      | 351 |
|       | Formulario de Comentarios .....                                        | 359 |
|       | Hoja de Asistencia.....                                                | 360 |
|       | Registros Fotográficos .....                                           | 362 |
|       | Segunda Reunión de Participación Pública.....                          | 374 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Notificación pública .....                                                                                             | 374 |
| Minutas .....                                                                                                          | 374 |
| Presentación .....                                                                                                     | 374 |
| Hojas de asistencia .....                                                                                              | 374 |
| Registros fotográficos .....                                                                                           | 374 |
| Apéndice D: Participación de los Grupos de Interés.....                                                                | 375 |
| Apéndice E: Organigrama .....                                                                                          | 376 |
| Apéndice F: Lista de Infraestructuras Críticas por Línea Vital .....                                                   | 378 |
| Apéndice G: Metodología de Simulación DSS para la Actualización del Plan de Mitigación de Riesgos en Puerto Rico ..... | 382 |

## Lista de mapas

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mapa 1: Área Geográfica.....                                                                           | 42  |
| Mapa 2: Límites de Barrios.....                                                                        | 43  |
| Mapa 3: Fisiografía .....                                                                              | 45  |
| Mapa 4: Hidrografía .....                                                                              | 48  |
| Mapa 5: Cuencas Hidrográficas .....                                                                    | 49  |
| Mapa 6: Subcuencas Hidrográficas .....                                                                 | 50  |
| Mapa 7: Densidad Poblacional por Tractos Censales.....                                                 | 55  |
| Mapa 8: Infraestructura Crítica por Línea Vital.....                                                   | 73  |
| Mapa 9: Carreteras.....                                                                                | 74  |
| Mapa 10: Desarrollos Recientes 2020-2023 .....                                                         | 77  |
| Mapa 11: Desarrollo Recientes 2024-2026 .....                                                          | 78  |
| Mapa 12: Terremoto: Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G) .....                                          | 89  |
| Mapa 13: Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 Seg (G) .....                                          | 90  |
| Mapa 14: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 1.0 Seg (PULG.).....                                    | 91  |
| Mapa 15: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 0.3 Seg (PULG) .....                                    | 92  |
| Mapa 16: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G) .....  | 106 |
| Mapa 17: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 Seg (G) .....  | 107 |
| Mapa 18: Terremoto: Exposición de La Población a La Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G) .....          | 109 |
| Mapa 19: Terremoto: Exposición de La Población a La Aceleración Espectral a 0.3 Seg (G) .....          | 111 |
| Mapa 20: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G) ..... | 114 |
| Mapa 21: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 0.3 Seg (G) ..... | 115 |
| Mapa 22: Susceptibilidad a Deslizamientos .....                                                        | 118 |
| Mapa 23: Deslizamientos Asociados al Huracán María .....                                               | 121 |
| Mapa 24: Deslizamientos: Exposición de Infraestructura Crítica.....                                    | 125 |
| Mapa 25: Deslizamientos: Exposición de La Población .....                                              | 127 |
| Mapa 26: Deslizamientos: Exposición de Desarrollos Recientes.....                                      | 129 |
| Mapa 27: Zonas de Inundación .....                                                                     | 134 |
| Mapa 28: Análisis de Hazus para un evento de inundación de 500 años .....                              | 140 |
| Mapa 29: Región Cárstica .....                                                                         | 155 |
| Mapa 30: Pérdida de Edificaciones por Exposición a un Evento de Inundación de 500 Años .....           | 159 |
| Mapa 31: Pérdida de Edificaciones por Exposición a un Evento de Inundación de 100 años .....           | 160 |
| Mapa 32: Inundación: Exposición de Infraestructura Crítica.....                                        | 165 |
| Mapa 33: Inundación: Exposición de La Población .....                                                  | 167 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mapa 34: Inundación: Exposición de Desarrollos Recientes .....                                   | 170 |
| Mapa 35: Ciclón Tropical: Evento Total de Edificaciones Afectadas en un Evento de 100 años ..... | 182 |
| Mapa 36: Ciclón Tropical: Evento Total de Edificaciones Afectadas en un Evento de 100 años ..... | 183 |
| Mapa 37: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Total Estimada en un Evento de 100 Años (\$K) .....  | 185 |
| Mapa 38: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Total Estimada en un Evento de 500 Años (\$K) .....  | 186 |
| Mapa 39: Represa con Alto Potencial de Peligro: Área de Impacto .....                            | 232 |
| Mapa 40: Represa con Alto Potencial de Peligro: Exposición de Infraestructura Crítica...         | 241 |
| Mapa 41: Represa con Alto Potencial de Peligro: Exposición de La Población .....                 | 244 |
| Mapa 42: Represa con Alto Potencial de Peligro: Exposición de La Población .....                 | 245 |

## Lista de tablas

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1: Organización LHMP.....                                                                   | 28  |
| Tabla 2: Cambios en el LHMP de Aguas Buenas.....                                                  | 30  |
| Tabla 3: Comité de Planificación de la LHMP .....                                                 | 34  |
| Tabla 4: Evaluación de riesgos y peligros de las fuentes de datos.....                            | 37  |
| Tabla 5: Población por grupo de edad 2024 ACS vs ACS 2019 .....                                   | 52  |
| Tabla 6: Estadísticas actuales de la fuerza laboral .....                                         | 56  |
| Tabla 7: Empleo por industria 2024 ACS vs 2019 ACS.....                                           | 57  |
| Tabla 8: Nivel de pobreza ACS 2024 .....                                                          | 60  |
| Tabla 9: 2024 Ingresos y Beneficios ACS por hogar.....                                            | 60  |
| Tabla 10: Población que vive con discapacidades.....                                              | 61  |
| Tabla 11: Población que recibe ayuda alimentaria .....                                            | 61  |
| Tabla 12: Datos de Seguros de Salud ACS 2024 .....                                                | 62  |
| Tabla 13: 2024 ACS: Viviendas por año de construcción.....                                        | 63  |
| Tabla 14: 2024 Vehículos ACS por unidad de vivienda ocupada .....                                 | 64  |
| Tabla 15: Permisos de construcción aprobados, 2020-2026 .....                                     | 75  |
| Tabla 16: Inventarios históricos de peligros .....                                                | 80  |
| Tabla 17: Riesgos que se incluirán en el LHMP Aguas Buenas 2026.....                              | 81  |
| Tabla 18: Orden de peligros a evaluar .....                                                       | 83  |
| Tabla 19: Escala de Magnitud de Momento .....                                                     | 94  |
| Tabla 20: Actividad sísmica en Puerto Rico, 2013-2024 .....                                       | 95  |
| Tabla 21: Exposición al riesgo sísmico .....                                                      | 102 |
| Tabla 22: Pérdida anual esperada por terremoto.....                                               | 103 |
| Tabla 23: Categorías de riesgo de deslizamiento.....                                              | 120 |
| Tabla 24: Zonas de inundación de Puerto Rico.....                                                 | 131 |
| Tabla 25: Grandes Inundaciones en Puerto Rico 2010-2025 .....                                     | 144 |
| Tabla 26: Exposición a inundaciones .....                                                         | 158 |
| Tabla 27: Pérdida anual esperada por inundación .....                                             | 159 |
| Tabla 28: Estructuras totales en riesgo.....                                                      | 161 |
| Tabla 29: Pérdidas agregadas en dólares para eventos del 1% (100 años) y del 0,2% (500 años)..... | 161 |
| Tabla 30: Pérdida detallada para edificios no residenciales .....                                 | 161 |
| Tabla 31: Pérdida detallada para edificios residenciales.....                                     | 161 |
| Tabla 32: <b>Pólizas NFIP vigentes y en cobertura</b> .....                                       | 168 |
| Tabla 33: Pérdidas repetitivas y pérdidas repetitivas severas en NFIP .....                       | 169 |
| Tabla 34: Escala de huracán Saffir-Simpson .....                                                  | 173 |
| Tabla 35: Declaraciones de desastre por ciclón tropical.....                                      | 175 |
| Tabla 36: Exposición a ciclones tropicales .....                                                  | 180 |
| Tabla 37: Pérdida anual esperada por ciclones tropicales .....                                    | 181 |
| Tabla 38: Tipos de sequías .....                                                                  | 199 |
| Tabla 39: Categorías de Monitores de Sequía de EE. UU. ....                                       | 201 |
| Tabla 40: Incendios forestales registrados.....                                                   | 213 |
| Tabla 41: Pandemias y epidemias en Puerto Rico, 1855–2020.....                                    | 220 |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 42: Número de personas en Aguas Buenas sin cobertura sanitaria.....           | 225 |
| Tabla 43: Datos NID de la presa Cidra .....                                         | 229 |
| Tabla 44: Priorización de peligros .....                                            | 248 |
| Tabla 45: Recursos Humanos Técnicos y Administrativos Municipales .....             | 260 |
| Tabla 46: Herramientas de divulgación y comunicación .....                          | 269 |
| Tabla 47: Estrategias de mitigación – Prevención .....                              | 278 |
| Tabla 48: Estrategias de mitigación - Protección de la propiedad .....              | 288 |
| Tabla 49: Estrategias de mitigación - Proyectos estructurales .....                 | 291 |
| Tabla 50: Estrategias de mitigación: Protección de los Recursos Naturales .....     | 298 |
| Tabla 51: Estrategias de mitigación - Servicios de emergencia .....                 | 301 |
| Tabla 52: Estrategias de mitigación - Concienciación e información comunitaria..... | 307 |
| Tabla 53: Información de punto de contacto .....                                    | 311 |
| Tabla 54: Calendario de la reunión del Comité Preliminar de Planificación .....     | 314 |
| Tabla 55: Infraestructuras críticas por Línea Vital.....                            | 378 |

## Lista de figuras

|                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1: Portada de la Guía de Política Local de Planificación de la Mitigación de FEMA ..                                                                   | 15  |
| Figura 2: Portada del Manual Local de Planificación de la Mitigación de FEMA .....                                                                            | 16  |
| Figura 3: Cobertura del Marco Nacional de Recuperación ante Desastres .....                                                                                   | 17  |
| Figura 4: Portada de Puerto Rico PUT .....                                                                                                                    | 22  |
| Figura 5: Cubierta SHMP de Puerto Rico.....                                                                                                                   | 23  |
| Figura 6: Cobertura del Plan de Acción para la Mitigación de Puerto Rico .....                                                                                | 24  |
| Figura 7: Aguas Buenas Cobertura del Plan de Mitigación de Riesgos .....                                                                                      | 24  |
| Figura 8: Cobertura del Plan de Recuperación Municipal Aguas Buenas .....                                                                                     | 25  |
| Figura 9: Población por Sexo (2024 ACS) .....                                                                                                                 | 51  |
| Figura 10: Población por grupo de edad (ACS 2024) .....                                                                                                       | 53  |
| Figura 11: Pirámide de población (ACS 2024) .....                                                                                                             | 54  |
| Figura 12: Permisos de construcción aprobados 2020-2026.....                                                                                                  | 76  |
| Figura 13: PRSN - Epicentros de Terremotos 2024 (PRSN, 2025) .....                                                                                            | 95  |
| Figura 14: Precipitaciones medias anuales 1991-2020 (PR y EE. UU.) .....                                                                                      | 122 |
| Figura 15: Capa Nacional de Riesgo de Inundación FIRMette.....                                                                                                | 135 |
| Figura 16: Capa Nacional de Riesgo de Inundación FIRMette (Aguas Buenas Casco Urbano)<br>.....                                                                | 136 |
| Figura 17: FIRMette Nacional de Capa de Riesgo de Inundación (Aguas Buenas) .....                                                                             | 137 |
| Figura 18: ABFE vs EMPRESA 1% (100 años) .....                                                                                                                | 138 |
| Figura 19: Huracanes 1989-2017 (solo categorías 2-5) .....                                                                                                    | 171 |
| Figura 20: Huracán María (2017) mientras se acerca a Puerto Rico.....                                                                                         | 172 |
| Figura 21: Diagrama del efecto de isla de calor (EPA, 2025) .....                                                                                             | 193 |
| Figura 22: Porcentaje de área de Aguas Buenas Municipio (PR) en las categorías de<br>Monitores de Sequía de EE. UU. ....                                      | 203 |
| Figura 23: Visión general de las zonas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes<br>niveles de incidencia de incendios forestales según la SFLA ..... | 208 |
| Figura 24: Embalse de Cidra USGS Cuadrángulo Topográfico Comerío 2024.....                                                                                    | 230 |
| Figura 25: Publicación en redes sociales de NWS advirtiendo sobre la ruptura de la represa<br>Guajataca .....                                                 | 237 |
| Figura 26: Ruptura de la represa de Guajataca 23/09/2017.....                                                                                                 | 237 |
| Figura 27: (Portada de PRAPEC, por su sigla en español) .....                                                                                                 | 249 |
| Figura 28: Cobertura de Regulación Conjunta .....                                                                                                             | 250 |
| Figura 29: Portada del Reglamento 40.....                                                                                                                     | 252 |
| Figura 30: Página de portada del Plan de Uso del Suelo de Aguas Buenas .....                                                                                  | 252 |
| Figura 31: Guía Operacional.....                                                                                                                              | 255 |
| Figura 32: Nomenclatura de ID única .....                                                                                                                     | 276 |



## LISTA DE ACRÓNIMOS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS

|          |                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ABFE     | Advisory Base Flood Elevation                                                  |
| ACS      | American Community Survey                                                      |
| AMMED    | Municipal Agency for Disaster and Emergency Management, by its Spanish acronym |
| BFE      | Base Flood Elevation                                                           |
| BLE      | Base Flood Engineering                                                         |
| BRIC     | Building Resilient Infrastructure and Communities                              |
| CDBG-DR  | Community Development Block Grant – Disaster Recovery                          |
| CDBG-MIT | Community Development Block Grant – Mitigation                                 |
| CEACC    | Committee of Experts and Advisors on Climate Change                            |
| COR3     | Central Office for Recovery, Reconstruction and Resiliency                     |
| CRS      | Community Rating Systems                                                       |
| DEM      | Digital Elevation Model                                                        |
| DHS      | Department of Homeland Security                                                |
| DNER     | Department of Natural and Environmental Resources                              |
| DPS      | Department of Public Safety                                                    |
| DTOP     | Department of Transportation and Public Works                                  |
| EAL      | Expected Annual Loss                                                           |
| EOP      | Emergency Operation Plan                                                       |
| EPA      | Environmental Protection Agency                                                |
| FEMA     | Federal Emergency Management Agency                                            |
| FHWA     | Federal Highway Administration                                                 |
| FIRM     | Flood Insurance Rate Map                                                       |
| FIS      | Flood Insurance Study                                                          |
| FRA      | Federal Railroad Administration                                                |
| FTA      | Federal Transit Administration                                                 |
| GIS      | Geographic Information System                                                  |
| HMGP     | Hazard Mitigation Grant Program                                                |
| HUD      | U.S. Department of Housing and Urban Development                               |
| IFRC     | International Federation of the Red Cross                                      |
| IRRM     | Interim Risk Reduction Measures                                                |
| LHMP     | Local Hazard Mitigation Plan                                                   |

|        |                                                   |
|--------|---------------------------------------------------|
| LUMA   | Luma Energy                                       |
| MHHW   | Mean Higher High Water                            |
| mph    | Miles per hour                                    |
| MSL    | Mean Sea Level                                    |
| NCEI   | National Centers for Environmental Information    |
| NDRF   | National Disaster Recovery Framework              |
| NID    | National Inventory Dams                           |
| NIMS   | National Incident Management System               |
| NIST   | National Institute of Standards and Technology    |
| NOAA   | National Oceanic and Atmospheric Administration   |
| NTHMP  | National Tsunami Hazard Mitigation Program        |
| OMME   | Municipal Emergency Management Office             |
| OPM    | Municipal Public Works, by its Spanish acronym    |
| PRASA  | Puerto Rico Aqueduct and Sewers Authority         |
| PREMB  | Puerto Rico Emergency Management Bureau           |
| PREPA  | Puerto Rico Electric Power Authority              |
| PRHTA  | Puerto Rico Highway and Transportation Authority  |
| PRPB   | Puerto Rico Planning Board                        |
| PRSN   | Puerto Rico Seismic Network                       |
| PT     | Territorial Plan, by its Spanish acronym          |
| PUT-PR | Puerto Rico Land Use Plan, by its Spanish acronym |
| SHMO   | State Hazard Mitigation Officer                   |
| SFLA   | Southern Federal Land Assessment                  |
| UHI    | Urban Heat Island                                 |
| USACE  | United States Army Corps of Engineers             |
| USDA   | United State Department of Agriculture            |
| USDOT  | United States Department of Transportation        |
| USGS   | United States Geological Survey                   |
| VSL    | Value of Statistical Life                         |

# RESUMEN EJECUTIVO

Este documento es la actualización 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) para el Municipio de Aguas Buenas, Puerto Rico. Está preparado para reducir los riesgos asociados a los peligros naturales y mejorar la resiliencia comunitaria identificando peligros, evaluando riesgos y proponiendo estrategias de mitigación. El plan cumple con las normativas federales, incluyendo la Ley Stafford y la Ley de Mitigación de Desastres de 2000, e incorpora la participación pública y la coordinación interinstitucional. Está financiado por una subvención de la Junta de Planificación de Puerto Rico y preparado por AtkinsRéalis Caribe, LLP.

## Introducción y antecedentes

El Municipio de Aguas Buenas y la Junta de Planificación de Puerto Rico están comprometidos a proteger a los residentes actualizando el LHMP, que ofrece un enfoque estructurado para la mitigación de riesgos coherente con las políticas federales, estatales y locales. El plan identifica los peligros naturales, evalúa riesgos y apoya la planificación del uso del suelo para lograr la sostenibilidad y la resiliencia. También cumple con los requisitos de FEMA para mantener la elegibilidad para la financiación federal y se actualiza regularmente para reflejar las condiciones en evolución.

Este plan sigue los siguientes objetivos:

- Identificar y evaluar los peligros naturales que amenazan al municipio.
- Establecer estrategias para reducir los riesgos para la vida, la propiedad y los servicios esenciales.
- Promover la coordinación interinstitucional y la implicación comunitaria

## Políticas Públicas

- El plan se alinea con las políticas federales, de Puerto Rico y municipales que guían, por ejemplo, la mitigación y la resiliencia de riesgos.

## Políticas Federales

- La Ley Stafford y su Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos proporcionan financiación para una mitigación rentable.

- La Ley de Mitigación de Desastres de 2000 exige la adopción de LHMP para la elegibilidad de fondos federales.
- La Ley Nacional de Seguro contra Inundaciones establece el NFIP para proporcionar seguro contra inundaciones y fomenta la gestión de las zonas inundables.
- Las regulaciones de FEMA (44 CFR Parte 201) y las guías de planificación detallan los requisitos y procedimientos para la planificación de mitigación.
- El Marco Nacional de Recuperación ante Desastres guía la coordinación de la recuperación.
- El Programa Nacional de Reducción de Riesgos Sísmicos y el Sistema Nacional de Gestión de Incidentes que apoyan la reducción del riesgo sísmico y la respuesta a emergencias.

### **Políticas de Puerto Rico**

- La Ley número 161-2009 reforma el sistema de permisos para mejorar la eficiencia.
- La Ley número 33-2019 establece medidas de mitigación y resiliencia en respuesta a los cambios en los patrones meteorológicos.
- Ley número 107-2020 (Código Municipal) que otorga a los municipios ciertos poderes para regular el uso del suelo.
- El Plan de Uso del Suelo de Puerto Rico (PUT-PR) clasifica la tierra y guía el desarrollo sostenible.
- El Plan de Mitigación de Riesgos Naturales del Estado de Puerto Rico (2021) proporciona un marco jurisdiccional para toda la jurisdicción.
- El Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico (CDBG-DR, MIT) dirige los fondos federales de mitigación tras los huracanes Irma y María.
- El LHMP de Aguas Buenas (2020) y el Plan de Recuperación Municipal establecen marcos previos de mitigación y prioridades de recuperación.

### **Proceso de planificación**

La actualización de LHMP 2026 sigue las directrices de FEMA e incluye un Comité de Planificación con funcionarios municipales, divulgación pública mediante reuniones y notificaciones, y la participación de las partes interesadas. La participación pública incluyó tres reuniones comunitarias con oportunidades de recibir retroalimentación. El plan integra las Líneas de Vida de FEMA (Seguridad y Protección, Alimentos, Hidratación y Refugio, Salud y Medicina, Energía, Comunicaciones, Transporte, Materiales Peligrosos, Sistemas de Agua) para priorizar los servicios críticos.

## **Perfil municipal**

El municipio de Aguas Buenas es un municipio predominantemente rural situado en la región montañosa centro-oriental de Puerto Rico. Establecido en 1838, el municipio está compuesto por diez barrios y abarca aproximadamente 30 millas cuadradas. Los hallazgos clave de la evaluación municipal incluyen:

### **Demografía**

Según la ACS 2024, el Municipio de Aguas Buenas cuenta con una población caracterizada por una proporción significativa de residentes vulnerables, incluidos niños, jóvenes y adultos mayores. Las tendencias demográficas indican una población envejecida, lo que pone de manifiesto la necesidad de una preparación específica para emergencias, apoyo a la evacuación, servicios sanitarios y estrategias de resiliencia para atender las necesidades de los grupos en riesgo durante eventos de riesgo.

### **Condiciones socioeconómicas**

Aguas Buenas enfrenta desafíos socioeconómicos que pueden afectar la preparación y recuperación ante desastres, incluyendo altos niveles de pobreza, dependencia de la ayuda alimentaria, necesidades relacionadas con la discapacidad y acceso limitado a recursos. Estas condiciones subrayan la importancia de acciones de mitigación que mejoren la resiliencia comunitaria y apoyen a las poblaciones vulnerables.

### **Vivienda**

El perfil habitacional de Aguas Buenas refleja una comunidad predominantemente residencial con un parque de viviendas envejecido y factores socioeconómicos que pueden aumentar la vulnerabilidad a eventos de riesgo. Estas condiciones ponen de relieve la importancia de medidas de mitigación que protejan las estructuras residenciales, reduzcan las posibles pérdidas y apoyen la resiliencia comunitaria a largo plazo.

### **Infraestructuras Críticas y Líneas Vitales de FEMA**

El LHMP evalúa la infraestructura municipal utilizando el enfoque de Líneas Vitales de

FEMA, incluyendo seguridad y protección; alimentos, hidratación y refugio; servicios de salud y médicos; energía; comunicaciones; transporte; materiales peligrosos; y sistemas de agua. Se mapean y evalúan instalaciones críticas como hospitales, instalaciones policiales, centros de emergencia, refugios y activos relacionados para comprender su exposición y papel en el apoyo a la respuesta a emergencias y la recuperación comunitaria. Este enfoque basado en la línea de vida ayuda a identificar dónde las inversiones en mitigación pueden proteger los servicios esenciales y reducir los impactos en cascada durante eventos de peligro.

## **Desarrollo reciente**

El desarrollo reciente en Aguas Buenas refleja inversiones continuas en vivienda, infraestructuras e instalaciones públicas. Incorporar consideraciones de mitigación de riesgos en el crecimiento y desarrollo futuros ayudará a reducir riesgos y fortalecer la resiliencia comunitaria.

## **Perfiles de peligro y evaluación de riesgos**

El LHMP evalúa ocho peligros prioritarios: terremotos, deslizamientos de tierra, inundaciones, ciclones tropicales/vientos extremos, calor extremo, sequía, incendios forestales y pandemia/epidemia. Cada peligro se describe con sus características, áreas afectadas, magnitud del riesgo, eventos pasados, probabilidades futuras, análisis de riesgos, vulnerabilidades sociales e impactos en los recursos naturales y culturales.

## **Terremoto**

Puerto Rico se encuentra dentro de una región tectónicamente activa caracterizada por múltiples sistemas de fallas, lo que convierte el riesgo sísmico en una preocupación importante para Aguas Buenas. La evaluación considera la intensidad, magnitud, aceleración espectral y movimiento del suelo como indicadores clave de posibles impactos.

Las pérdidas anuales estimadas por terremotos son aproximadamente 3,3 millones de dólares, lo que refleja el potencial de daños sustanciales en edificios, infraestructuras y servicios esenciales. Los terremotos pueden afectar a toda FEMA. La vulnerabilidad social se ve acentuada por la pobreza, el envejecimiento de la infraestructura, los recursos limitados del hogar y la presencia de residentes que pueden necesitar asistencia adicional durante la respuesta y la recuperación.

La reciente actividad sísmica, incluida la significativa secuencia sísmica del suroeste de Puerto Rico en 2020, demuestra que los riesgos sísmicos siguen siendo una preocupación constante para el municipio. Debido al entorno tectónico de Puerto Rico, se espera que el riesgo sísmico futuro siga siendo alto, lo que requiere una atención continua a la resiliencia estructural, la preparación ante emergencias, la protección crítica de las instalaciones y las medidas de mitigación que reduzcan posibles daños e interrupciones en el servicio.

### **Deslizamientos de tierra**

Los deslizamientos de tierra en Aguas Buenas son provocados principalmente por lluvias intensas y están influenciados por las condiciones de las laderas, las características del suelo, la geología, la cobertura del suelo, los patrones de drenaje y la actividad humana.

Aunque no se dispone de estimaciones precisas de pérdidas monetarias para los deslizamientos, el peligro puede interrumpir corredores de transporte, sistemas de servicios públicos, acceso de emergencia y otros servicios esenciales. La vulnerabilidad social está estrechamente ligada al aislamiento geográfico, las limitaciones de acceso a las carreteras, la fragilidad de la infraestructura y la capacidad de los residentes para recibir asistencia oportuna durante y después de eventos de riesgo.

Los impactos de deslizamientos de tierra pasados se observaron notablemente tras el huracán María en 2017, cuando las intensas lluvias provocaron fallos de laderas en muchas zonas de Puerto Rico. Dado el terreno del municipio, los patrones de lluvia y la presencia de desarrollos en zonas vulnerables, se espera que el riesgo de deslizamientos continúe y debe seguir siendo una prioridad para la mitigación, la planificación del uso del suelo, el mantenimiento de infraestructuras y la coordinación de respuesta a emergencias.

### **Inundaciones**

Las inundaciones en Aguas Buenas incluyen tanto inundaciones generales como repentinas, normalmente asociadas a sistemas meteorológicos tropicales y episodios de lluvias intensas. Las zonas de riesgo de inundación están ampliamente cartografiadas a lo largo de las cuencas del río Bayamón al río Hondo.

La evaluación de riesgos identifica las inundaciones como un peligro de alta probabilidad con el potencial de causar daños significativos a la propiedad, riesgos para la salud e impactos en infraestructuras. La exposición estimada a inundaciones incluye más de 18 millones de dólares en valor de edificios.

La vulnerabilidad social ante las inundaciones es especialmente alta entre los residentes de bajos ingresos, las poblaciones con movilidad limitada y los hogares con acceso limitado al transporte o a recursos financieros. Estas condiciones pueden afectar la capacidad de los residentes para evacuar, proteger propiedades, obtener un seguro o recuperarse tras inundaciones. Como resultado, la mitigación de inundaciones sigue siendo una prioridad central para reducir pérdidas, proteger la salud pública y fortalecer la resiliencia comunitaria.

### **Ciclones tropicales/Vientos extremos**

Los ciclones tropicales y los eventos de viento extremo representan algunos de los peligros más frecuentes y dañinos que afectan a Aguas Buenas. Estos eventos van desde tormentas tropicales hasta huracanes de categoría 5, clasificados por la Escala de Vientos de Huracanes Saffir-Simpson. Se considera que todo el municipio está expuesto a su impacto.

Huracanes históricos, incluidos Irma y María en 2017, demuestran la exposición del municipio a vientos severos que pueden causar cortes de electricidad, daños en infraestructuras, interrupciones económicas y necesidades prolongadas de recuperación. Los mapas de evaluación de riesgos estimaron los daños en edificios y pérdidas económicas tanto para eventos de 100 como de 500 años, ilustrando la posible gravedad de futuros impactos de huracanes.

Dado que los ciclones tropicales pueden afectar a todas las Líneas Vitales de FEMA, incluyendo energía, comunicaciones, transporte, seguridad y protección, servicios de salud y medicina, alimentos y refugio, sistemas de agua y materiales peligrosos, sus impactos pueden extenderse en cascada por toda la comunidad. La vulnerabilidad social se considera generalizada debido a la exposición en todo el municipio de residentes, viviendas, infraestructuras y servicios esenciales.

### **Calor extremo**

El calor extremo se define como periodos prolongados de temperaturas superiores a 90 grados Fahrenheit combinadas con alta humedad, condiciones que pueden



aumentar los riesgos para la salud y ejercer presión sobre los sistemas de infraestructura. Las zonas desarrolladas pueden experimentar temperaturas más altas debido al efecto isla de calor urbana, lo que incrementa la exposición para los residentes en las zonas más urbanizadas del municipio.

El calor extremo puede afectar a la salud pública, la demanda energética, los sistemas de transporte, las comunicaciones y otros servicios esenciales. Los adultos mayores y otras poblaciones vulnerables pueden enfrentarse a un riesgo elevado, especialmente cuando la percepción del riesgo es baja o cuando el acceso a la refrigeración, atención médica o transporte fiable es limitado. Los impactos en la salud pueden incluir enfermedades relacionadas con el calor y un aumento de la mortalidad entre poblaciones sensibles.

Las proyecciones futuras indican que se espera que las temperaturas y la frecuencia de los episodios de calor extremo aumenten, lo que refuerza la necesidad de acciones de mitigación como la divulgación pública, la reforestación urbana, la mejora de la sombra, las estrategias de refrigeración y la adaptación de infraestructuras. Estas medidas pueden reducir la exposición, mejorar la preparación y proteger a los residentes vulnerables durante periodos de calor excesivo.

## **Sequía**

La sequía en Aguas Buenas se caracteriza por déficits prolongados de precipitaciones que pueden afectar al suministro de agua, la actividad agrícola, las condiciones económicas y la continuidad de los servicios esenciales. Este peligro puede darse como sequía meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica. Todos estos tipos de sequías pueden afectar la disponibilidad de agua y las funciones comunitarias.

Las condiciones de sequía pueden provocar racionamiento de agua, afectar las actividades económicas y agrícolas, aumentar la tensión en hogares y empresas, y contribuir a un mayor potencial de incendios forestales. Eventos de sequía anteriores han sido documentados mediante declaraciones federales, demostrando que el peligro ha afectado a Puerto Rico en el pasado y sigue siendo relevante para la planificación local de mitigación.

Se espera que la frecuencia futura de sequías aumente, reforzando la necesidad de fortalecer la conservación del agua, la planificación de emergencia del suministro de agua, la resiliencia de infraestructuras, la concienciación pública y la coordinación

con los proveedores regionales de agua. La vulnerabilidad social es especialmente importante para los residentes mayores y los hogares de bajos ingresos, que pueden disponer de menos recursos para adaptarse a interrupciones de agua, mayores costes de servicios públicos o impactos relacionados en la salud pública y la economía.

## **Incendios forestales**

El incendio forestal consiste en incendios incontrolados que pueden producirse en áreas forestales vegetadas o secas y pueden intensificarse por las condiciones de sequía y las tendencias climáticas a largo plazo. El comportamiento de los incendios forestales puede incluir incendios superficiales, incendios de corona, incendios en tierras e incendios de interfaz donde las áreas urbanizadas se encuentran con vegetación forestal, creando riesgos potenciales para los residentes, estructuras, infraestructuras y recursos naturales.

Aguas Buenas ha experimentado históricamente una incidencia relativamente baja de incendios forestales; sin embargo, algunas zonas cercanas a los límites municipales presentan un mayor riesgo potencial. Los incendios forestales pueden amenazar ecosistemas naturales, recursos culturales, infraestructuras públicas, acceso al transporte y comunidades cercanas. Los datos recientes de incendios forestales de 2024 identificaron múltiples incidentes pequeños, lo que indica que el peligro debe seguir siendo monitorizado como parte del perfil de riesgo del municipio.

La vulnerabilidad social ante los incendios forestales está asociada a la pobreza, la prevalencia de discapacidad, la capacidad limitada de evacuación y las limitaciones en la preparación del hogar. Aunque la incidencia actual de incendios forestales es relativamente baja, el riesgo futuro puede aumentar a medida que las condiciones secas se vuelven más frecuentes y el estrés de la vegetación se intensifique. Medidas de mitigación como la educación pública, prácticas de espacios defendibles, gestión de la vegetación, mejoras en el acceso de emergencias y coordinación interinstitucional pueden reducir los posibles impactos.

## **Pandemia/Epidemia**

Los riesgos pandémicos y epidémicos incluyen brotes localizados de enfermedades, así como eventos generalizados que pueden extenderse a múltiples regiones, países o a nivel global. Para fines de planificación, todo el municipio se considera vulnerable porque los impactos de enfermedades infecciosas pueden afectar a residentes,

instituciones, lugares de trabajo, escuelas, proveedores sanitarios y servicios esenciales en todo Aguas Buenas.

Puerto Rico ha experimentado varios brotes históricos, incluyendo cólera en 1855, sarampión en 1917, gripe española en 1918, polio en 1960, así como dengue, Chikunguña, Zika y COVID-19 en años recientes. La pandemia de COVID-19 produjo impactos significativos en la salud, la economía y la sociedad a nivel local y demostró cómo los eventos de enfermedad pueden interrumpir las funciones normales de la comunidad, aumentar la demanda de servicios de salud pública y afectar a poblaciones vulnerables.

Durante eventos pandémicos y epidémicos, la línea de vida sanitaria suele ser la más directamente afectada; sin embargo, otras líneas de vida de FEMA también pueden experimentar interrupciones, incluyendo comunicaciones, transporte, suministro de alimentos, operaciones de refugios, seguridad pública y continuidad de las funciones gubernamentales. El riesgo futuro de pandemia sigue siendo elevado debido a los cambios en las condiciones ambientales, las características poblacionales, los patrones de viaje y la continua aparición de enfermedades infecciosas. Por tanto, los esfuerzos de mitigación y preparación deben enfatizar la coordinación de salud pública, la comunicación de riesgos, la planificación de continuidad, el apoyo a poblaciones vulnerables y la capacidad sostenida de gestión de emergencias.

### **Represa de alto potencial de riesgo**

Las represas de alto potencial de riesgo (HHPD) fueron evaluadas como parte de la actualización LHMP 2026 debido a las posibles consecuencias asociadas a las zonas de inundación por fallo de represas que afectan partes de Aguas Buenas. Aunque la designación del HHPD no implica un riesgo inminente de fallo, tales eventos podrían resultar en la pérdida de vidas y en impactos significativos en propiedades, infraestructuras e instalaciones críticas. El Municipio seguirá apoyando la preparación, la conciencia sobre riesgos y las medidas de mitigación que reduzcan la vulnerabilidad en las áreas potencialmente afectadas por riesgos relacionados con represas.

### **Priorización de riesgos**

El Comité de Planificación utilizó los resultados de los perfiles de riesgos y la evaluación de riesgos para establecer prioridades de mitigación para el Municipio de Aguas Buenas. A partir del análisis, se identificaron terremotos, deslizamientos de

tierra, inundaciones, ciclones tropicales y vientos extremos, calor extremo, sequía e incendios forestales como riesgos de alta prioridad. Los peligros pandémicos y epidémicos se clasificaron como prioridad media. Este ejercicio de priorización realizado con el comité de planificación fue un ejercicio cualitativo que tuvo en cuenta la exposición del municipio, los posibles impactos en personas y propiedades, los efectos en infraestructuras críticas y las líneas vitales de FEMA, así como las necesidades de poblaciones socialmente vulnerables.

## **Capacidades municipales**

El LHMP cuenta con el apoyo de una serie de mecanismos de planificación, marcos regulatorios y capacidades municipales que guían el uso del suelo, permisos, gestión de llanuras de inundación, inversión en infraestructuras, respuesta a emergencias y resiliencia a largo plazo. Estos incluyen el Plan de Área Especial de Planificación del Carso, el Reglamento Conjunto de Permisos, el Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación, el Código de Construcción de Puerto Rico, el Reglamento de Sistemas de Aguas Pluviales, el Plan Territorial de Aguas Buenas y el Plan de Operaciones de Emergencia de Aguas Buenas. El municipio también participa en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones y cumple con el programa NPDES de la Ley de Agua Limpia. Además, el plan reconoce el valor de la infraestructura verde y las soluciones basadas en la naturaleza para la gestión de aguas pluviales, mientras que el Programa de Inversiones a Cuatro Años (PICA) sirve como herramienta para alinear la inversión pública con las prioridades de mitigación de riesgos.

La capacidad técnica y administrativa de Aguas Buenas cuenta con el apoyo de oficinas municipales con responsabilidades relacionadas con la planificación, el uso del suelo, la gestión de emergencias y los programas federales. Estas incluyen una Oficina de Planificación y Uso del Suelo con personal, una Oficina de Gestión de Emergencias y una Oficina de Programas Federales. La capacidad financiera del municipio se fortalece gracias a los saldos positivos de fondos y el acceso a fuentes federales de financiación, incluyendo el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), la Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA), la Construcción de Infraestructuras y Comunidades Resilientes (BRIC), y los programas CDBG-DR y CDBG-MIT de HUD.

La divulgación pública y el desarrollo de capacidades también son componentes centrales del LHMP. El municipio utiliza redes sociales, materiales impresos y reuniones comunitarias para informar a los residentes, recopilar opiniones y promover la participación pública en el proceso de planificación de mitigación. Los esfuerzos de

fortalecimiento de capacidades incluyen la formación del personal y la colaboración con instituciones académicas, apoyando la capacidad del municipio para implementar acciones de mitigación y fortalecer el conocimiento institucional. El plan enfatiza una comunicación clara, inclusiva y accesible para mejorar la concienciación sobre los riesgos, fomentar la preparación y aumentar la participación comunitaria.

### **Plan de Acción de Mitigación**

El Plan de Acción de Mitigación establece metas y objetivos para reducir los impactos de los riesgos, proteger la vida y la propiedad, fortalecer la infraestructura, aumentar el conocimiento público y mejorar la capacidad de recuperación. Sus objetivos incluyen prevenir la pérdida de vidas y propiedades, mejorar la implementación de programas municipales, educar a residentes y empresas sobre los riesgos de peligro, y fortalecer la respuesta a emergencias y la coordinación intergubernamental. Las estrategias de mitigación se organizan en categorías como prevención, protección de propiedades, protección de recursos naturales, mitigación estructural, servicios de emergencia y sensibilización y divulgación pública. Estas estrategias incluyen la actualización de planes de uso del suelo y gestión de emergencias, la mejora de la gestión de aguas pluviales, la realización de simulacros de riesgos, el apoyo a la resiliencia de infraestructuras y las medidas para enfrentar el calor extremo mediante la reforestación urbana y la planificación de respuesta, entre otras.

En general, la actualización 2026 del LHMP de Aguas Buenas integra evaluaciones de riesgos, marcos políticos, capacidades municipales, aportaciones comunitarias y estrategias de mitigación viables en una herramienta integral de planificación. A través de este enfoque integrado, el municipio busca reducir el riesgo, proteger los servicios esenciales, orientar futuras inversiones y fortalecer la resiliencia frente a peligros naturales y emergencias de salud pública en los próximos cinco años.

# 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Municipio y la Junta de Planificación de Puerto Rico (PRPB) están dedicados a proteger el bienestar de los puertorriqueños fomentando el crecimiento cultural, social y económico, priorizando la salud y la seguridad públicas. En este esfuerzo, el Municipio y la PRPB han acordado un esfuerzo conjunto para actualizar el Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) del Municipio. El LHMP ofrece un enfoque estructurado e integral para reducir los riesgos asociados a los peligros naturales y fortalecer la resiliencia general de la comunidad. En los últimos años Aguas Buenas ha sufrido impactos considerables de desastres naturales, lo que subraya la urgente necesidad de acciones proactivas para reducir vulnerabilidades y proteger infraestructuras críticas. Estas experiencias ponen de manifiesto la importancia de implementar una estrategia coordinada y sistemática de mitigación de riesgos que sea coherente con las políticas federales, estatales y locales.

Un LHMP identifica y evalúa los posibles peligros naturales y define acciones diseñadas para reducir o eliminar riesgos para las personas, las propiedades y el medio ambiente. El plan apoya los esfuerzos de planificación del uso del suelo del municipio estableciendo medidas que ayuden a Aguas Buenas a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad y resiliencia a largo plazo.

Este LHMP cumple con los requisitos establecidos por la Ley de Ayuda en Desastres y Asistencia de Emergencia Robert T. Stafford (Ley Stafford) y las regulaciones federales derivadas de ella. Según esta legislación, los gobiernos locales de estados y territorios están obligados a desarrollar y adoptar formalmente un plan de mitigación de riesgos como condición para ser elegibles para recibir ciertos tipos de financiación administrados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).

La mitigación de riesgos desempeña un papel fundamental en la orientación del desarrollo futuro y en la mejora de la infraestructura municipal existente. Para garantizar una estrategia eficaz de mitigación, el LHMP se actualiza regularmente para reevaluar los peligros naturales que puedan amenazar la vida y la propiedad de los residentes e incorporar medidas de mitigación adecuadas y receptivas.

Este documento representa la tercera revisión del LHMP para el Municipio de Aguas Buenas. El plan original recibió la aprobación de FEMA en 2013, y una segunda actualización fue aprobada en 2020 (Municipio Autónomo de Aguas Buenas 2020). Esta actualización de 2026 refleja las condiciones y circunstancias cambiantes que

han influido en el municipio en los últimos cinco años e incorpora leyes, programas y requisitos regulatorios recién promulgados. A través de esta actualización, Aguas Buenas pretende preservar su elegibilidad para la financiación federal de mitigación antes de futuros eventos catastróficos y presentar un plan reforzado alineado con los estándares y mejores prácticas actuales.

El desarrollo de este plan se llevó a cabo mediante un proceso coordinado que incorporó la aportación de agencias estatales y locales, organizaciones no gubernamentales y el público. El objetivo general es mejorar la capacidad del municipio para anticipar, reducir y responder eficazmente a los peligros naturales que puedan afectar su jurisdicción.

Los objetivos principales del LHMP son:

- Identificar y evaluar los peligros naturales que supongan riesgos para el municipio.
- Establecer estrategias y acciones para reducir o eliminar amenazas a largo plazo para la vida, la propiedad y los servicios críticos.
- Fomentar la coordinación interinstitucional y promover la participación comunitaria en iniciativas de preparación y mitigación ante desastres.

## 1.1 POLÍTICAS PÚBLICAS APLICABLES

Esta sección describe las políticas públicas federales y estatales relevantes que guían el desarrollo del LHMP 2026. La visión general proporcionada no pretende ser exhaustiva. Se hace referencia a políticas públicas adicionales a lo largo del documento, especialmente en la Sección 4.16.

### 1.1.1 POLÍTICAS FEDERALES

Las siguientes políticas federales establecen el marco para la planificación y los esfuerzos de resiliencia en mitigación de riesgos.

#### 1.1.1.1 LEYES FEDERALES

##### **Ley Stafford**

La Ley Stafford está principalmente orientada a reducir la pérdida de vidas y propiedades, aliviar el sufrimiento humano, minimizar los impactos económicos y

disminuir los costes asociados a la asistencia ante desastres. En 1988, el Congreso enmendó la Ley para crear el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), que se convirtió en la principal fuente de financiación federal para mitigación tras la declaración de desastre del presidente de los Estados Unidos. A través de este programa, se ponen fondos a disposición de estados y territorios para implementar medidas rentables que reduzcan el riesgo de daños y pérdidas derivadas de futuros eventos de peligro.

### **Ley de Mitigación de Desastres de 2000**

Promulgada el 30 de octubre de 2000, la Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA 2000) modificó aún más la Ley Stafford para mejorar la planificación, respuesta y recuperación ante desastres en todos los niveles de gobierno. Esta legislación establece requisitos de elegibilidad para que los municipios accedan a fondos federales de mitigación, incluyendo la preparación y adopción de un Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP). Un LHMP demuestra el compromiso de una jurisdicción con la reducción de riesgos asociados a los peligros naturales y sirve como herramienta de toma de decisiones para implementar acciones preventivas y de mitigación. También proporciona un marco para que el Estado preste asistencia técnica y establezca prioridades de financiación.

De acuerdo con los requisitos de la DMA 2000, este LHMP es integral y coordinado, incorporando la participación de agencias estatales, locales y regionales, organizaciones no gubernamentales y miembros del público.

### **Ley Nacional de Seguro contra Inundaciones**

La Ley Nacional de Seguro contra Inundaciones estableció el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) para proporcionar cobertura asequible de seguro contra inundaciones a propietarios, negocios e inquilinos ubicados en zonas propensas a inundaciones. El programa fue diseñado para reducir la carga financiera para las personas y el gobierno federal tras desastres relacionados con inundaciones.

La Ley también anima a las comunidades participantes a adoptar y hacer cumplir estándares mínimos de gestión de las llanuras de inundación destinados a reducir los riesgos futuros de inundaciones. Las comunidades que cumplen con estos requisitos pasan a ser elegibles para los beneficios y programas del NFIP.

El acceso al seguro contra inundaciones permite a los propietarios recuperarse más rápidamente tras eventos de inundación sin depender únicamente de la asistencia



federal ante desastres. Apoyar legislaciones, como la Ley de Protección contra Desastres de Inundaciones de 1973, exige además que los prestamistas regulados federalmente obliguen a la cobertura de seguro contra inundaciones para propiedades situadas en zonas de alto riesgo y financiadas mediante hipotecas respaldadas por el gobierno federal.

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) ha reconocido al municipio como parte de la región que está dentro de la cobertura del PRPB dentro del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones. El municipio puede solicitar actualizaciones y enmiendas a los mapas de riesgos de inundación utilizados por el NFIP a través del PRPB.

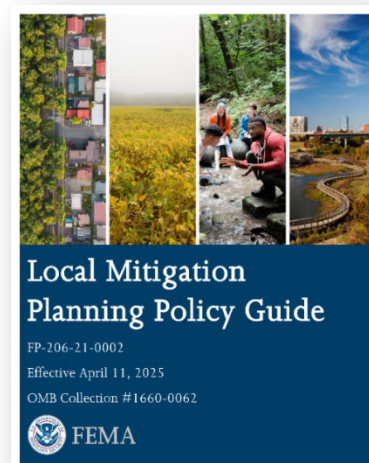
Además, mediante la participación en el Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones, el municipio ha identificado estrategias específicas de mitigación para reducir los riesgos relacionados con las inundaciones. También se ha asignado fondos para la adquisición de estructuras situadas en zonas de alto riesgo de inundaciones como parte de los esfuerzos continuos para disminuir la vulnerabilidad y la exposición a futuros eventos de inundación.

### *1.1.1.2 REGULACIONES FEDERALES*

#### **Planificación de mitigación - 44 CFR Parte 201**

Esta sección del Código de Regulaciones Federales describe las normas y procedimientos que rigen la planificación de mitigación de riesgos según lo establecido por la Ley Stafford. Detalla los requisitos para la preparación y adopción de planes de mitigación, que sirven como herramienta principal para reducir los riesgos que plantean los peligros naturales a nivel local. Además, esta sección establece las políticas y procesos de planificación que guían los esfuerzos de mitigación de riesgos, subrayando el papel de los planes de mitigación en la dirección de la asignación efectiva de recursos para la reducción del riesgo de desastres.

*Figura 1: Portada de la Guía de Política Local de Planificación de la Mitigación de FEMA*



## Guía local de planificación de mitigación de riesgos de FEMA

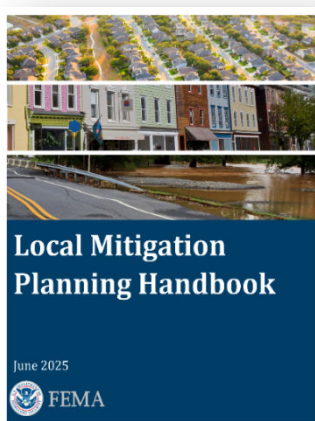
La Guía de Política de Planificación Local de Mitigación de Riesgos publicada por FEMA establece el marco oficial y las directrices que los gobiernos locales están obligados a seguir al preparar, revisar y actualizar sus Planes Locales de Mitigación de Riesgos (LHMPs). Esta guía está diseñada para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Código de Regulaciones Federales (44 CFR Parte 201).

La guía de políticas enfatiza la planificación basada en datos adaptada a las capacidades locales, priorizando la equidad y la participación inclusiva de las partes interesadas. Anima a las comunidades a integrar la mitigación de riesgos en procesos más amplios de planificación y toma de decisiones, fortaleciendo así la resiliencia a largo plazo y reduciendo la vulnerabilidad a los riesgos naturales (FEMA, Local Mitigation Planning Policy Guide, 2025).

La guía identifica los componentes esenciales que todo plan de mitigación debe abordar. Además, proporciona recursos prácticos como plantillas de resolución, listas de verificación y criterios de revisión de planes para apoyar a los gobiernos locales durante todo el proceso de planificación. La guía también explica el proceso de revisión y aprobación de planes de FEMA, que puede resultar en aprobación completa, aprobación condicional pendiente de adopción formal o devolución del plan para revisiones y correcciones.

## Manual de Planificación Local de Mitigación

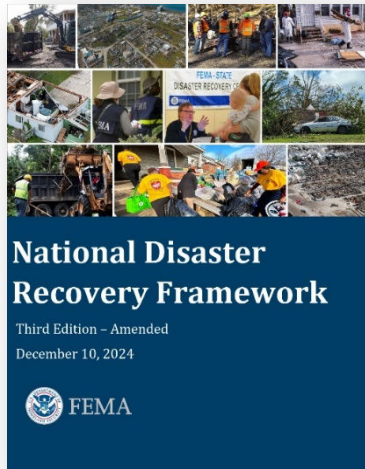
*Figura 2: Portada del Manual Local de Planificación de la Mitigación de FEMA*



El propósito principal del manual es apoyar a las comunidades en la identificación de los peligros naturales a los que se enfrentan, evaluar las capacidades institucionales y administrativas, y formular estrategias efectivas para reducir los impactos relacionados con los desastres. En última instancia, el manual promueve la creación de comunidades más seguras y resilientes, mejor preparadas para anticipar, resistir y recuperarse de eventos adversos (FEMA, 2025).

## Marco Nacional de Recuperación ante Desastres

Figura 3. Cobertura del Marco Nacional de Recuperación



El Marco Nacional de Recuperación ante Desastres (NDRF) es una guía creada por FEMA en Estados Unidos que establece cómo debe organizarse y coordinarse la recuperación tras un desastre. Su principal objetivo es ayudar a las comunidades afectadas a reconstruirse de una manera más fuerte, equitativa y resiliente, involucrando a todos los niveles de gobierno—local, estatal, tribal, territorial y federal, junto con privado y organizaciones comunitarias.

Este marco promueve la recuperación que no solo restaura lo perdido, sino que también mejora las condiciones previas al desastre. Para lograrlo, la NDRF define principios rectores, roles específicos para los actores implicados y estructuras de coordinación que facilitan la colaboración entre agencias. También enfatiza la importancia de planificar antes de que ocurra un desastre y asegurar que los objetivos de recuperación sean definidos por las propias comunidades afectadas.

## Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP), administrado por FEMA, proporciona cobertura asequible de seguro contra inundaciones a propietarios, inquilinos y empresas, al tiempo que fomenta prácticas efectivas de gestión de las zonas inundables para reducir los riesgos futuros de inundaciones. Establecido en 1968, el NFIP apoya a las comunidades en la minimización de las pérdidas relacionadas con las inundaciones exigiendo la adopción y aplicación de las normativas locales de gestión de las zonas inundables. El programa también ofrece cobertura de seguro para ambas estructuras y su contenido en más de 22.000 comunidades participantes en todo el país.

Dado que la mayoría de las pólizas estándar de seguro de hogar no cubren daños por inundación, el NFIP desempeña un papel fundamental en la protección de vidas y propiedades, al tiempo que reduce los costes de recuperación ante desastres a largo plazo. Información adicional sobre la participación del Municipio de Aguas Buenas en el NFIP se proporciona en la Sección 6.5 de este plan.

## **Programa Nacional de Reducción de Riesgos Sísmicos**

El Programa Nacional de Reducción de Riesgos Sísmicos (NEHRP) se estableció bajo la Ley de Reducción de Riesgos Sísmicos de 1977 para promover el desarrollo, difusión y aplicación de conocimientos, herramientas y prácticas que reduzcan los riesgos asociados a eventos sísmicos. Este objetivo se logra mediante la colaboración coordinada, multidisciplinaria e interinstitucional entre las agencias federales participantes y socios del NEHRP, incluyendo jurisdicciones locales como el Municipio de Aguas Buenas.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), dentro del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, actúa como la agencia principal del NEHRP. El programa cuenta además con el apoyo de tres agencias federales colaboradoras: la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Cada agencia aporta experiencia y actividades complementarias relacionadas con la investigación, la preparación, la mitigación y la seguridad pública.

## **Programa Nacional de Seguridad de Presas**

El Programa Nacional de Seguridad de Presas (NDSP), administrado por FEMA, trabaja en colaboración con estados, agencias federales, gobiernos tribales y otros socios para mejorar la seguridad de las presas y reducir los riesgos para las personas, las propiedades y el medio ambiente. Creado en 1996, el programa proporciona subvenciones, asistencia técnica, investigación y formación para fortalecer los programas estatales de seguridad de presas y apoyar la rehabilitación de presas con potencial de alto riesgo.

El NDSP también hace hincapié en la educación pública, la preparación ante emergencias y la comunicación de riesgos. En apoyo a estos esfuerzos, FEMA mantiene recursos como el Inventario Nacional de Presas, que ayuda a monitorizar las condiciones de las presas y a mejorar la resiliencia para prevenir fallos catastróficos en todo el país.

## **Sistema Nacional de Gestión de Incidentes**

El Sistema Nacional de Gestión de Incidentes (NIMS) es un marco estandarizado desarrollado por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos y administrado por FEMA para guiar la gestión de incidentes en todo el país. Su

propósito es permitir una coordinación y cooperación efectivas entre agencias gubernamentales, organizaciones del sector privado y entidades comunitarias en todos los niveles jurisdiccionales durante las fases de prevención, preparación, respuesta y recuperación de emergencias y desastres.

El NIMS establece una estructura organizativa común, terminología y conjunto de procesos para garantizar una coordinación fluida independientemente del tipo, tamaño o complejidad del incidente. Los componentes centrales del sistema incluyen la gestión de recursos, comunicaciones interoperables, actividades de preparación continua y el Sistema de Mando de Incidentes (ICS), que define roles claros, responsabilidades y estructuras de mando durante las operaciones de emergencia.

La implementación del NIMS también es un requisito previo para las jurisdicciones que buscan acceder a determinados fondos federales de preparación y respuesta. Al adoptar el NIMS, las jurisdicciones mejoran la eficiencia operativa, reducen la duplicación de esfuerzos y promueven el uso efectivo y coordinado de los recursos disponibles.

## 1.1.2 POLÍTICAS DEL GOBIERNO DE PUERTO RICO

Las siguientes políticas del Gobierno de Puerto Rico proporcionan orientación para el desarrollo e implementación del LHMP Aguas Buenas 2026.

### 1.1.2.1 LEYES DE PUERTO RICO

#### **Ley número 161-2009, según enmendada**

La Ley número 161 del 2009, conocida como la “Ley de Reforma de Permisos de Puerto Rico”, establece un marco legal y administrativo moderno diseñado para reestructurar de manera integral el sistema de permisos del Estado Federal. El objetivo principal de la Ley es crear un proceso transparente, eficiente y ágil para la presentación, evaluación, aprobación o denegación de permisos emitidos por el Gobierno de Puerto Rico.

Para lograr este objetivo, la ley creó la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe), consolidando las responsabilidades de permisos que anteriormente se distribuían entre múltiples agencias. Esta centralización redujo los retrasos en los procedimientos y mejoró la coherencia en la aplicación de las normas de permisos. La Ley también introdujo roles especializados—incluyendo Profesionales Autorizados, Gestores de

Permisos, Representantes de Servicio y Oficiales de Permisos—cada uno con responsabilidades definidas destinadas a acelerar las revisiones y profesionalizar el proceso de permisos.

Otro objetivo de la Ley número 161 es mejorar la supervisión, la rendición de cuentas y la transparencia dentro del sistema de permisos. Al fortalecer los controles internos y estandarizar los procedimientos, la Ley busca garantizar el cumplimiento al tiempo que reduce las ineficiencias administrativas.

Desde una perspectiva de política pública, la Ley pretende promover el desarrollo económico mientras protege la protección ambiental. La intención legislativa enfatiza que un sistema eficiente de permisos es esencial para atraer inversiones, fomentar la actividad constructiva, apoyar la creación de empleo a largo plazo y eliminar barreras burocráticas que anteriormente obstaculizaban el crecimiento económico. Los análisis de la Ley también destacan su papel en la centralización de las funciones gubernamentales e implementación de un Sistema Integrado de Permisos para reducir la fragmentación, mejorar la coordinación interinstitucional y garantizar la uniformidad regulatoria en todo Puerto Rico.

### **Ley número 33-2019, según enmendada**

La Ley número 33 del 2019 establece la política pública del Gobierno de Puerto Rico respecto a la mitigación, adaptación y resiliencia en respuesta a las variaciones observadas en los patrones de temperatura y precipitación. La legislación reconoce formalmente la necesidad de una acción gubernamental integrada, incluso a nivel municipal, para abordar los impactos de la inestabilidad ambiental.

Esta Ley exige la incorporación de medidas concretas de mitigación, adaptación y resiliencia en los instrumentos de planificación territorial y del uso del suelo. Al hacerlo, promueve un enfoque proactivo que refuerza la capacidad de las comunidades para resistir los factores de estrés ambientales y reduce los riesgos a largo plazo para la seguridad pública, las infraestructuras y los recursos naturales.

### **Ley número 107-2020, según enmendada**

La Ley número 107 del 2020, enmendada, conocida como el Código Municipal de Puerto Rico, amplía significativamente la autoridad, las responsabilidades y la autonomía operativa de los gobiernos municipales. El Código promueve la autogestión local y mejora la capacidad de los municipios para gestionar sus propios

asuntos, incluyendo la preparación ante desastres y la reducción de riesgos.

Entre las responsabilidades otorgadas a los municipios está la autoridad para diseñar e implementar programas e implementaciones para prevenir, responder y recuperarse de emergencias, desastres naturales, accidentes catastróficos y otros eventos peligrosos. Este papel ampliado refuerza la importancia de los gobiernos municipales en la protección de la seguridad pública y el bienestar comunitario.

El Código Municipal también otorga a los municipios mayor autonomía sobre la regulación del uso del suelo dentro de sus jurisdicciones. Esta autoridad incluye la aplicación de herramientas como la transferencia de derechos de desarrollo y la evaluación y emisión de permisos de construcción, permitiendo a los municipios incorporar directamente principios de mitigación de riesgos en las decisiones de desarrollo. Estos poderes son esenciales para reducir la exposición a riesgos naturales y salvaguardar vidas y propiedades.

En general, el Código Municipal reconoce la planificación territorial como un instrumento fundamental para la mitigación de riesgos y establece un marco legal que permite a los municipios tomar acciones proactivas y adaptadas localmente para proteger a sus comunidades de riesgos naturales y otros eventos adversos.

### *1.1.2.2 REGULACIONES DE PUERTO RICO*

#### **Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR por su acrónimo español) - 2015**

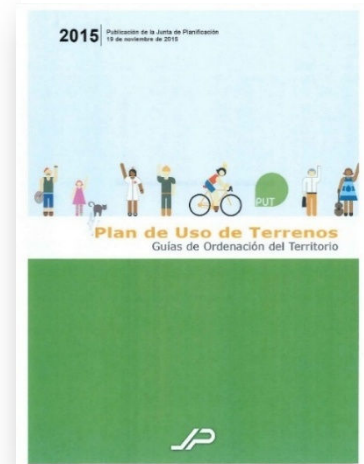
En cumplimiento de la Ley número 550 del 2004, según su enmienda, el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT) constituye el principal instrumento de planificación territorial preparado por la Junta de Planificación de Puerto Rico. El Plan tiene como objetivo dirigir las actividades de uso del suelo, desarrollo y conservación en toda la isla de manera coordinada, sostenible y resiliente, guiado por un horizonte de planificación a largo plazo de diez (10) años (PRPB, 2015).

Una de las funciones principales del PUT es clasificar la tierra en todo el territorio de Puerto Rico en categorías específicas de uso del suelo. La clasificación de la tierra sirve como un marco de administración de tierras que establece los tipos de distritos

de zonificación y usos permitidos que pueden aplicarse a parcelas individuales. Según la PUT, la tierra se clasifica según el siguiente esquema:

- Suelo Urbano (SU):  
Esta categoría incluye áreas ya desarrolladas y servidas por la infraestructura y los servicios públicos necesarios.
- Suelo Urbanizable:  
Esta clasificación se aplica a terrenos identificados como aptos para futuros desarrollos y se subdivide en dos categorías:
  - Suelo Urbanizable Programado (SUP):  
Terreno programado para desarrollo bajo programas o planes establecidos.
  - Suelo Urbanizable No Programado (SUNP):  
Terreno disponible para desarrollo que aún no ha sido asignado a un programa específico de desarrollo.
- Suelo Rústico:  
Las tierras rústicas están destinadas a protección, conservación o uso limitado debido a su valor medioambiental, agrícola o ecológico. Esta clasificación se subdivide a su vez en:
  - Suelo Rústico Común (SRC): Áreas adecuadas para usos limitados y de baja intensidad.
  - Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP): Áreas sujetas a mayor protección debido a su importancia ambiental, natural o cultural.

*Figura 4: Portada de Puerto Rico PUT*



El PUT tiene como objetivo coordinar y armonizar los esfuerzos de planificación del uso del suelo entre las agencias estatales y los municipios. Sirve como base para la elaboración de planes territoriales (PT), que se adoptan por un periodo de planificación de ocho años (PRPB, 2015).

Actualmente, el PUT está en proceso de actualización para el ciclo de planificación 2026–2032. Esta revisión incorporará una participación ciudadana robusta, métricas de cumplimiento y rendimiento claramente definidas, y un enfoque de planificación



inclusivo que integre desarrollo económico, infraestructuras verdes, sistemas de transporte sostenibles y la conservación de los recursos naturales.

### **Plan de Mitigación de Riesgos Naturales del Estado de Puerto Rico (2026)**

Al igual que las jurisdicciones locales, la Ley Stafford exige que los estados y territorios desarrollen y mantengan un plan de mitigación de riesgos que aborde los riesgos en toda su jurisdicción. En Puerto Rico, el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico de 2021 estableció un marco a largo plazo para identificar los peligros naturales e implementar medidas de mitigación para reducir el riesgo. El plan reconocía que los peligros naturales tienen el potencial de interrumpir actividades diarias, dañar propiedades, amenazar la vida humana y afectar la salud pública, la infraestructura, la estabilidad económica y los ecosistemas naturales (NMEAD, 2021).

*Figura 5: Portada del SHMP de Puerto Rico*



En 2026, el Gobierno de Puerto Rico actualizó el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos para reflejar las condiciones actuales de peligro, evaluaciones de riesgos, capacidades, prioridades de mitigación e iniciativas de resiliencia continuas. El plan actualizado sigue proporcionando un marco integral para reducir la vulnerabilidad a los riesgos naturales, mejorar la resiliencia comunitaria, proteger infraestructuras críticas y apoyar el desarrollo sostenible en todo Puerto Rico (NMEAD, 2026).

Durante la preparación de esta actualización del LHMP, el Municipio de Aguas Buenas revisó el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico 2026. Los datos relevantes de peligros, evaluaciones de riesgos, objetivos de mitigación, capacidades estatales y acciones de mitigación identificados en la actualización de 2026 fueron considerados durante la evaluación municipal de riesgos, la evaluación de capacidades y el desarrollo de la estrategia de mitigación.

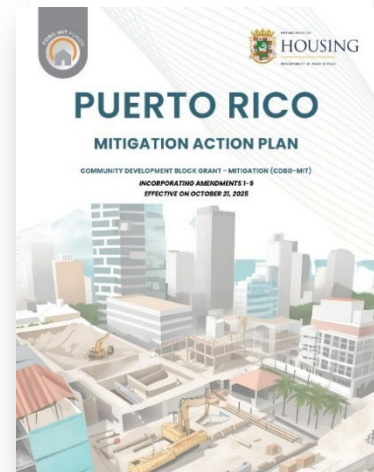
### **Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico, CDBG-DR MIT (2021, 2025)**

Originalmente aprobado por el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de EE. UU. (HUD) en 2021 y posteriormente modificado en agosto de 2025, el Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico para el Programa de Subvención Bloqueada de

Desarrollo Comunitario (CDBG-MIT) es un documento de planificación estratégica preparado por el Departamento de Vivienda de Puerto Rico (PRDOH). El plan establece el marco para la administración y gestión de los fondos federales de mitigación asignados por HUD bajo el programa CDBGMIT.

Su objetivo principal es reducir los riesgos y vulnerabilidades ante futuros desastres mejorando la resiliencia de infraestructuras, comunidades y sistemas críticos. Aunque estos fondos fueron asignados por el Congreso tras los huracanes Irma y María en Puerto Rico en 2017, la financiación del CDBG-MIT difiere de la CDBG-Recuperación ante Desastres (CDBGDR) en que se centra específicamente en prevenir y mitigar futuros impactos. Por lo tanto, los recursos del CDBGMIT se dirigen a proyectos sostenibles y de mitigación de alto impacto y no están obligados a vincularse directamente a actividades de recuperación ante desastres asociadas a esos huracanes. Este plan está diseñado para reducir la exposición a riesgos, proteger vidas y propiedades, y mejorar las capacidades de respuesta ante emergencias mediante inversiones específicas en infraestructuras, vivienda y planificación del uso del suelo (PRDOH, 2025).

y *Figura 6: Portada del Plan de Acción para la Mitigación de Puerto Rico*



Otras normativas urbanísticas relevantes se tratarán como parte de la sección 4.16.

### 1.1.3 POLÍTICAS MUNICIPALES

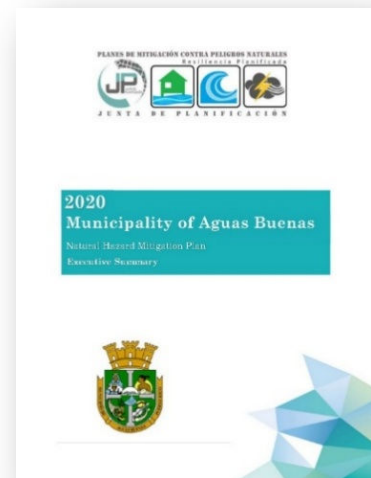
#### **Aguas Buenas Plan Local de Mitigación de Riesgos (2020)**

*Figura 7: Aguas Buenas Portada del Plan de Mitigación de Riesgos*

Adoptado por el Municipio el 6 de junio de 2020, este es el Plan de Mitigación de Riesgos más reciente para el Municipio de Aguas Buenas. Los peligros identificados se dividen en naturales y antropogénicos.

Algunas de las estrategias de mitigación propuestas por este plan son:

- **Inundaciones:** Los proyectos incluyen el dragado del río Aguas Buenas y la mejora de los sistemas de aguas pluviales en Quebrada Cataluña.
- **Huracanes:** Refuerzo de líneas eléctricas, cableado subterráneo y campañas educativas.
- **Deslizamientos de tierra:** Estabilización de laderas y traslado de familias en zonas críticas.
- **Terremotos:** Inspecciones de puentes, rutas de evacuación y sistemas de alerta.
- **Sequías:** Construcción de pozos y cisternas, e instalación de estaciones meteorológicas.
- 

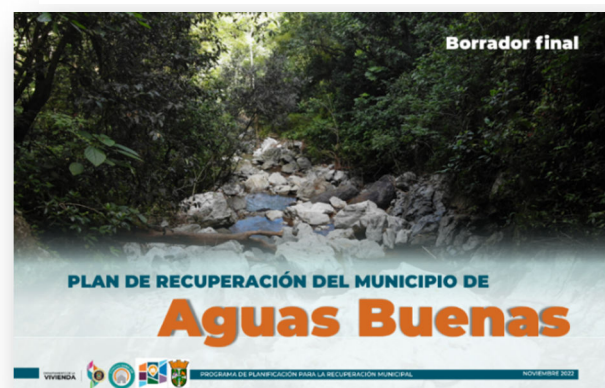


## Aguas Buenas Plan de Recuperación Municipal

Como parte de los fondos CDBG-DR asignados por el Congreso a Puerto Rico tras los huracanes Irma y María, los municipios pudieron desarrollar un plan de recuperación para guiar los esfuerzos de recuperación y la resiliencia en caso de futuros factores de estrés. En esencia, los Planes Municipales de Recuperación:

- Identificar las necesidades locales post desastre creadas o agravadas por Irma y María.
- Establecer prioridades de recuperación a corto, medio y largo plazo.
- Integrar estrategias de resiliencia y mitigación de riesgos.

Figura 8: Portada del Plan de Recuperación Municipal Aguas Buenas



- Servir como hoja de ruta de políticas y proyectos para futuras decisiones de financiación.

Cada Plan Municipal de Recuperación incluye una lista de proyectos de recuperación y resiliencia que podrían considerarse como nuevas estrategias de mitigación para el LHMP.

## 1.2 ALCANCE Y VERSIONES ANTERIORES

### 1.2.1 OBJETIVOS PRINCIPALES

Los objetivos principales del LHMP son:

- Identificar y evaluar los peligros naturales que supongan un riesgo para el municipio.
- Desarrollar estrategias y acciones para reducir o eliminar riesgos a largo plazo para la vida, la propiedad y los servicios esenciales.
- Promover la coordinación interinstitucional y la participación comunitaria en la preparación y mitigación ante desastres.

### 1.2.2 COMENTARIOS ANTERIORES DE FEMA

Las siguientes recomendaciones y requisitos fueron realizados por FEMA tras aprobar el anterior LHMP 2020 para Aguas Buenas:

- **Mejorar la coordinación con los municipios vecinos**

FEMA recomendó documentar los comentarios y aportaciones recibidos de municipios vecinos en una sección dedicada del plan. Esto ayudaría a demostrar la coordinación regional, mostrar cómo los peligros afectan a las comunidades adyacentes y apoyar el desarrollo de proyectos de mitigación multijurisdiccionales.

- **Mejor abordar los peligros cársticos y los sumideros**

Aunque el plan trataba riesgos relacionados con el Carso, FEMA señaló que la tabla resumen de riesgos no reflejaba adecuadamente los sumideros ni los riesgos asociados como problemas de drenaje, inundaciones y deslizamientos de tierra. Las futuras actualizaciones deberían incluir explícitamente los sumideros y sus posibles impactos.

- **Ampliar las estimaciones de pérdidas económicas**

FEMA encontró que las estimaciones detalladas de pérdidas financieras se proporcionaron principalmente para inundaciones y terremotos, mientras que otros riesgos se describieron principalmente en términos de población o área afectada. Los planes futuros deberían estimar las pérdidas económicas y los posibles daños en dólares para riesgos adicionales siempre que sea factible o explicar por qué no se pueden desarrollar tales estimaciones.

- **Fortalecer la documentación de las capacidades existentes**

El plan identificaba recursos, programas y capacidades municipales, pero FEMA señaló que algunas tablas carecían de información completa. Las futuras actualizaciones deberían identificar claramente los recursos disponibles, cómo contribuyen a la reducción de riesgos y qué recursos se dedican específicamente a actividades de mitigación.

- **Revisar los objetivos de mitigación para que sean más orientados a la acción**

FEMA recomendó hacer que los objetivos de mitigación sean más específicos y centrados en la implementación. En lugar de declaraciones generales sobre la reducción de la vulnerabilidad, los objetivos deberían identificar acciones claras que aborden directamente los peligros y riesgos específicos del municipio.

- **Mejorar la documentación de acciones de mitigación**

Para la tabla de acciones de mitigación, FEMA sugirió añadir una columna separada describiendo los beneficios de cada proyecto. Esto facilitaría la comprensión del propósito y los resultados esperados de las medidas de mitigación propuestas.

- **Haz que la discusión sobre la integración urbanística sea más específica de cada municipio**

La sección que trataba los espacios abiertos, las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (SFHAs) y otras áreas de riesgo se consideró demasiado general. FEMA recomendó proporcionar información más específica sobre cómo Aguas Buenas utilizó los datos locales de riesgos y los mecanismos de planificación para guiar las decisiones de planificación de mitigación.

- **Incluir la documentación de adopción en el plan final**

FEMA señaló que el municipio había adoptado el plan mediante la Orden Ejecutiva número 6 (Serie 2020-2021) el 11 de septiembre de 2020, y recomendó incluir la ordenanza de adopción/orden ejecutiva en el documento final del plan presentado a FEMA.

### 1.3 ORGANIZACIÓN LHMP

La Tabla 1 muestra la organización para el año 2026 del LHMP. Para ayudar a los revisores del LHMP y al público a entender el cumplimiento, la tabla incluye una columna que especifica qué elemento requerido por FEMA (FEMA, 2025) está abordado por cada sección.

*Tabla 1: Organización LHMP*

| Capítulo #  | Título                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Herramienta de reseña<br>Elementos encontrados |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| N/A         | Resumen ejecutivo           | Esta sección resume los principales hallazgos del proceso de planificación, incluyendo los peligros que afectan al Municipio de Aguas Buenas, los resultados de la evaluación de riesgos y las prioridades de mitigación establecidas a través de la actualización del LHMP.                                | Elemento local                                 |
| Capítulo 1: | Introducción y antecedentes | Este capítulo presenta el propósito, alcance, organización y contexto regulatorio del LHMP de Aguas Buenas 2026. También resume los cambios significativos realizados desde el Plan 2020 y explica cómo el plan actualizado aborda los requisitos de planificación federal, estatal y municipal aplicables. | E2-a                                           |
| Capítulo 2  | Proceso de planificación    | Este capítulo describe el proceso seguido para actualizar el LHMP, incluyendo la organización del Comité de Planificación, la coordinación con las partes interesadas, las oportunidades de participación                                                                                                   | A1-a, A1-b, A2-a, A3-a, A4-a                   |

| Capítulo # | Título                                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Herramienta de reseña<br>Elementos encontrados                               |
|------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                           | pública, la revisión de los planes y la información técnica existentes, y la documentación de las reuniones y actividades realizadas durante el proceso de planificación.                                                                                                                                    |                                                                              |
| Capítulo 3 | Perfiles municipales                      | Este capítulo describe el Municipio de Aguas Buenas, incluyendo sus características geográficas y físicas, uso del suelo, población, vivienda, condiciones socioeconómicas, infraestructuras, líneas de vida comunitarias y otras características relevantes para la planificación de mitigación de riesgos. | E1-a, A1-a, A1-b, A2-a, A3-a                                                 |
| Capítulo 4 | Perfiles de riesgos y análisis de riesgos | Este capítulo identifica y perfila los peligros que afectan a Aguas Buenas y evalúa su ubicación, extensión, sucesos previos, probabilidad de eventos futuros y posibles efectos sobre personas, estructuras, infraestructuras, líneas vitales comunitarias y otros activos municipales.                     | B1-a, B1-b, B1-c, B1-d, B1-e, B2-a, B2-b, HHPD1-a, HHPD1-b, HHPD2-a, HHPD2-b |
| Capítulo 5 | Capacidades municipales                   | Este capítulo evalúa las autoridades, políticas, planes, programas, personal, recursos técnicos y capacidades financieras existentes del municipio para implementar medidas de mitigación de riesgos. También identifica oportunidades para fortalecer las capacidades locales de mitigación.                | C1-a, C1-b                                                                   |
| Capítulo 6 | Plan de Acción de Mitigación              | Este capítulo establece los objetivos de mitigación del municipio y presenta las acciones propuestas para reducir o evitar riesgos a largo plazo asociados con los peligros identificados. También documenta el                                                                                              | C2-a, C3-a, C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2-b                                     |

| Capítulo # | Título                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Herramienta de reseña<br>Elementos encontrados |
|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|            |                        | estado de las acciones de mitigación del Plan 2020 y explica cómo se evaluaron, priorizaron e incorporaron las acciones actualizadas en el LHMP 2026.                                                                                                                                                 |                                                |
| Capítulo 7 | Mantenimiento del Plan | Este capítulo establece los procedimientos para el seguimiento, evaluación y actualización del LHMP. También explica cómo el municipio continuará la participación pública e incorporará los requisitos y acciones de mitigación del plan en otros mecanismos y programas de planificación municipal. | D1-a, D2-a, D2-b, D2-c, D3-a                   |
| Capítulo 8 | Adopción y aprobación  | Este capítulo documenta la adopción formal del LHMP por parte del municipio, la aprobación del plan por parte de FEMA y las fechas de vigencia y expiración del LHMP Aguas Buenas 2026.                                                                                                               | F1-a, F1-b                                     |
| N/A        | Referencias            | Esta sección presenta las fuentes utilizadas para actualizar el plan.                                                                                                                                                                                                                                 | A4-a                                           |
| N/A        | Apéndices              | Esta sección incluye todos los apéndices e información complementaria relacionada con el proceso de planificación del Plan.                                                                                                                                                                           |                                                |

## 1.4 CAMBIOS EN EL LHMP (E2-A)

La Tabla 2 muestra los cambios más significativos que tiene la versión 2026 respecto a la versión 2020.

*Tabla 2: Cambios en el LHMP de Aguas Buenas*

| Elemento          | Justificación                                                                                                                                                       |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lenguaje del Plan | Tras la Orden Ejecutiva Presidencial #14224, la versión 2026 del LHMP fue originalmente preparada en inglés para su presentación y consideración por parte de FEMA. |



| Elemento                                            | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | Se preparará una traducción no certificada del borrador final para discusión pública y del LHMP aprobado al español para beneficio de la población que no sea competente en inglés.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Organización del plan                               | La organización y los capítulos del documento siguen la plantilla utilizada en los planes locales de mitigación preparados por la Junta de Planificación de Puerto Rico en 2019. Sin embargo, se han realizado algunas adiciones para cumplir con las Directrices actuales de FEMA del LHMP                                                                                                                                                      |
| Discusión sobre las Líneas de Vida de FEMA          | Según la Política Local de Mitigación de Riesgos, se discuten las líneas de vida de FEMA, así como las estrategias para mitigar los impactos de los riesgos sobre ellas.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Eliminación de la política pública no aplicable     | Con el fin de mejorar la claridad y facilitar la lectura del documento, se eliminaron referencias repetitivas o redundantes a políticas públicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Cambio al nombre de vientos extremos                | El peligro identificado en el Plan 2020 como Vientos Extremos ha sido cambiado a Ciclones Tropicales y Vientos Extremos, ya que, a diferencia de versiones anteriores, HAZUS 6.1 puede modelar impactos de huracanes.                                                                                                                                                                                                                            |
| Actualización de los datos del censo                | El municipio y PRPB han optado por utilizar la versión más reciente de la Encuesta Comunitaria Americana para evaluar datos demográficos. En este caso, han optado por evaluar los conjuntos de datos de la encuesta comunitaria estadounidense de cinco años de 2024. La encuesta de cinco años se elige porque contiene más información que la encuesta anual. Si se utiliza cualquier otro conjunto de datos, se indicará en una nota al pie. |
| Nuevo peligro: Represas de alto potencial de riesgo | Dada la antigüedad de la represa de Cidra, río arriba del municipio, y la experiencia con el colapso parcial de la presa tras el huracán María, el municipio considera apropiado incluir la evaluación de este peligro.                                                                                                                                                                                                                          |
| Plan de acción                                      | La Tabla de Estrategias de Mitigación del Capítulo 6 ha sido rediseñada para permitir información más detallada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Todo el LHMP                                        | Se ha prestado atención para asegurar que el contenido del Plan no revele ninguna información personal identificable (PII).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 2. PROCESO DE PLANIFICACIÓN

### 2.1 REGULACIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

Este LHMP se actualizó siguiendo las políticas y procedimientos públicos aplicables mencionados anteriormente en el Capítulo 1.

Este LHMP busca ayudar al municipio en la tarea de prevenir la pérdida de vidas y bienes por los efectos de los peligros naturales. El Capítulo 1 sirve como introducción general, el Capítulo 2 analiza el proceso de planificación seguido, así como la participación de las partes interesadas y del público. El LHMP identifica un perfil general del municipio utilizando información proporcionada por el Censo de EE. UU., como la distribución de la población, el empleo, el parque de viviendas, etc. (véase el Capítulo 3 para más información). Tras describir el perfil general del Municipio, el Plan procede a evaluar todos los peligros naturales identificables que pueden afectar al municipio y a su población, incluyendo los efectos sobre las líneas de vida, propiedades, exposición poblacional, recursos naturales, etc. (véase el Capítulo 4 para más información).

El Capítulo 5 define las capacidades que tiene el municipio para implementar el LHMP. Mientras que el Capítulo 6 establece las acciones de mitigación que el municipio ejecutará durante los próximos cinco años. El Capítulo 7 trata las disposiciones para el mantenimiento del LHMP y el Capítulo 8 aborda la adopción y aprobación del LHMP. Los distintos apéndices contienen información de apoyo.

### 2.2 HISTORIA DEL LHMP

Este documento representa la tercera revisión del LHMP para el Municipio de Aguas Buenas. El plan original recibió la aprobación de FEMA en 2013 y una segunda actualización aprobada en 2020 (Municipio Autónomo de 2020). Esta nueva versión de 2026 responde a los cambios en las condiciones y circunstancias que han afectado al municipio en los últimos cinco años. También refleja cambios basados en las Directrices actualizadas de FEMA publicadas en 2025.

### 2.3 PREPARACIÓN DEL PLAN, CALENDARIO DE REVISIONES Y METODOLOGÍA (A1-A)

De acuerdo con la ley federal, los Planes Locales de Mitigación de Riesgos deben actualizarse cada cinco (5) años para que el municipio siga siendo elegible para la financiación federal de mitigación. Para prepararse para el LHMP 2026, AtkinsRéalis Caribe, LLP, bajo contrato con la Junta de Planificación de Puerto Rico, proporcionó servicios profesionales de planificación de mitigación para apoyar el desarrollo de la actualización del plan del Municipio.

El Municipio y sus consultores siguieron el proceso de planificación de mitigación de riesgos naturales establecido por FEMA en la Guía de Planificación Local de Mitigación de Riesgos y en el Manual de Planificación Local de Mitigación de Riesgos, así como las recomendaciones proporcionadas por el personal de planificación de mitigación de COR3. La Herramienta de Revisión del Plan Local de Mitigación ofrece un resumen de los estándares mínimos actuales de FEMA para cumplir con los requisitos de planificación de mitigación e identifica dónde se aborda cada requisito dentro de este Plan.

El proceso de planificación para la actualización 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos de Aguas Buenas (LHMP) comenzó oficialmente con la firma de una Carta de Acuerdo entre el Municipio de Aguas Buenas y la Junta de Planificación de Puerto Rico (PRPB), que se firmó el 17 de diciembre de 2025. Una copia del acuerdo firmado se incluye en el Apéndice B.

Posteriormente, se celebró una reunión de inicio el 6 de febrero de 2026, reuniendo a representantes del Municipio y del PRPB para debatir el proceso de planificación, los objetivos del proyecto y los esfuerzos de coordinación. Tras esta fase inicial de coordinación, el PRPB contrató a AtkinsRéalis Caribe LLP para proporcionar apoyo técnico y de planificación para el desarrollo de la actualización del LHMP 2026 y las actividades relacionadas de planificación de mitigación.

La fase de revisión se completó tras la entrega oficial del borrador final al Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (SHMO), dentro de la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (COR3), el proceso de revisión duró \_\_\_ días.

## 2.4 COMITÉ DE PLANIFICACIÓN (A1-A, A1-B)

Para apoyar la revisión del LHMP, se estableció un Comité de Planificación, compuesto por representantes de varias dependencias municipales designadas para guiar el proceso. Los miembros del Comité son:

*Tabla 3: Comité de Planificación de la LHMP*

| Nombre            | Posición                         |
|-------------------|----------------------------------|
| Gerardo Cardona   | Director de Planificación        |
| Melissa García    | Secretaria de Planificación      |
| Iliana Aponte     | Directora de Programas Federales |
| Juan Ortiz Rivera | Director de Finanzas             |

La carta de designación para el Comité de Planificación está incluida en el Apéndice B. Este apéndice también recopila las actas de la reunión, la documentación de los materiales discutidos a lo largo del proceso y la evidencia fotográfica correspondiente.

## 2.5 PARTICIPACIÓN CIUDADANA (A3-A)

### 2.5.1 ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN COMUNITARIA Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA

El enfoque de participación pública seleccionado para esta revisión del LHMP incorporó las siguientes actividades:

- Distribución de cartas de notificación a agencias, municipios vecinos, líderes comunitarios, organizaciones sin ánimo de lucro, asociaciones vecinales, grupos empresariales o industriales y otras partes interesadas, informándoles de que el proceso de revisión del LHMP ha comenzado e invitando a sus opiniones. La documentación de estas comunicaciones está incluida en el Apéndice C.
- Publicación de avisos en la página web del Municipio y en las redes sociales oficiales para informar al público de que la revisión del LHMP estaba en marcha. Estas publicaciones también proporcionaron una dirección de correo electrónico para enviar comentarios y pusieron a disposición una encuesta virtual para recopilar información sobre las experiencias de la comunidad con peligros naturales. También se conservan pruebas de estos avisos públicos que se incluyen en el Apéndice C.

- Convocar una reunión comunitaria inicial para introducir el proceso de revisión del LHMP. Este paso implicó:
  - Emitiendo un anuncio público en un periódico, en la página web del Ayuntamiento y en los canales oficiales de redes sociales al menos 15 días antes de la reunión.
  - Notificación de un periodo adicional de 15 días para que el público pueda enviar comentarios o sugerencias por correo electrónico o entrega en mano al municipio.
- Celebrando una segunda reunión comunitaria para presentar el borrador del LHMP para revisión y discusión pública. Esta etapa incluyó:
  - Publicar un comunicado en el periódico y publicar avisos en la web del Ayuntamiento y en las redes sociales oficiales al menos 15 días antes de la reunión.
  - Confirmando en el anuncio que el borrador del plan estaba disponible para su revisión en versiones impresas y online.
  - Ofrecer una ventana adicional de comentarios de 7 días para que la comunidad pueda ofrecer su opinión, ya sea por correo electrónico o visitando la dirección designada.

## 2.5.2 RESULTADOS DE LA DIVULGACIÓN COMUNITARIA Y LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA

### **Resultados de la primera reunión pública**

Se publicó una notificación de reunión pública anunciando el inicio del proceso de actualización del LHMP a través de un periódico local llamado "El Nuevo Día" el 18 de febrero de 2026. La notificación informaba al público de que la reunión se celebraría el 6 de marzo de 2026 en la Casa de Arte y Cultura, Calle Salas Torres #4, Bo. Pueblo a las 6:00pm.

Durante esta reunión, los participantes expresaron su preocupación por la limpieza y retirada de escombros tras los huracanes Irma, María y Fiona. Los deslizamientos de tierra se destacaron como uno de los mayores riesgos a los que se enfrenta el municipio.

En respuesta, el Municipio incorporó estas preocupaciones en el proceso de identificación de peligros, evaluación de riesgos y desarrollo de estrategias de mitigación. Los comentarios de la comunidad fueron evaluados como parte de la evaluación de los riesgos de deslizamientos y los desafíos de gestión de escombros tras desastres. Las aportaciones recibidas durante la reunión también apoyaron la consideración de acciones de mitigación relacionadas con la estabilización de taludes, la reducción de riesgos de deslizamientos, la preparación ante emergencias, la resiliencia de infraestructuras y la retirada de escombros tras futuros desastres.

El Apéndice C incluye las notas documentadas por la consultora de planificación durante la actividad, junto con pruebas que lo respaldan. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de la PII.

### **Resultados de la segunda reunión pública**

Se publicó una notificación de reunión pública para presentar el borrador del LHMP a través de \_\_\_\_\_. La notificación informaba al público de que la reunión se celebraría en \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. También indicaba que una copia impresa del borrador del LHMP estaría disponible en [Haz clic o toca para introducir una fecha.](#)

\_\_\_\_\_ durante el horario laboral habitual. Además, el público tenía la opción de acceder al borrador del LHMP a través de la página web \_\_\_\_\_. Las copias de la notificación pública están incluidas en el Apéndice C.

Durante esta reunión, los participantes expresaron las siguientes preocupaciones:

\_\_\_\_\_

El Ayuntamiento tomó las siguientes medidas para abordar estas preocupaciones ciudadanas: \_\_\_\_\_.

El Apéndice D incluye las notas documentadas por la consultora de planificación durante la actividad, junto con pruebas que lo respaldan. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de la *Información de Identificación Personal* (PII).

## 2.6 PARTICIPACIÓN DE LOS GRUPOS INTERESADOS (A2-A)

El Municipio llevó a cabo esfuerzos de divulgación con partes interesadas externas, incluidos organismos gubernamentales y municipios vecinos, mediante correspondencia formal dirigida a los jefes de agencias y alcaldes. Copias de estas cartas de invitación se proporcionan en el Apéndice D. Se animó a las partes interesadas a enviar sus opiniones, ya sea por correo electrónico o participando en el proceso de participación pública.

La opinión de los interesados internos se obtuvo a través del Comité de Planificación. El Apéndice D también incluye cualquier respuesta escrita o correspondencia recibida de las partes interesadas durante este proceso de divulgación.

## 2.7 FUENTES DE DATOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS

La siguiente tabla presenta los conjuntos de datos utilizados para la evaluación de cada peligro. La Tabla 4 identifica los riesgos considerados en este LHMP y las fuentes de datos correspondientes utilizadas para respaldar su evaluación.

*Tabla 4: Evaluación de riesgos y peligros de las fuentes de datos*

| Peligro                              | Fuentes de datos                                      | Comentarios          |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|
| Terremoto                            | Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), FEMA | Se utilizó HAZUS 6.1 |
| Deslizamientos de tierra             | USGS                                                  |                      |
| Inundaciones                         | FEMA                                                  | Se utilizó HAZUS 6.1 |
| Ciclones tropicales/Vientos extremos | FEMA                                                  | Se utilizó HAZUS 6.1 |
| Calor extremo                        | Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) |                      |
| Incendios forestales                 | Oficina de Bomberos de Puerto Rico                    |                      |
| Sequía                               | Monitor Nacional de Índice de Sequía (NDIM)           |                      |
| Pandemia/Epidemia                    | Departamento de Salud de PR                           |                      |
| Presas de alto potencial de          | NID                                                   |                      |

| Peligro | Fuentes de datos | Comentarios |
|---------|------------------|-------------|
| riesgo  |                  |             |

## 2.8 LÍNEAS VITALES DE FEMA

El Manual de Planificación Local de Mitigación y la Guía de Política de Planificación Local de Mitigación de Riesgos destacan la importancia de integrar líneas vitales críticas en el proceso de planificación de mitigación de riesgos. FEMA define líneas vitales como servicios esenciales que mantienen la seguridad pública, la estabilidad económica y la continuidad del gobierno y la vida diaria antes, durante y después de una emergencia o desastre. Estas líneas vitales sirven como marco para priorizar los recursos y acciones esenciales para reducir la pérdida de vidas y propiedades, y para apoyar una recuperación eficiente y rápida tras eventos de riesgo (FEMA, 2023).

FEMA identifica ocho líneas vitales principales:

- Seguridad y protección: Incluye fuerzas del orden, servicios de bomberos, operaciones de búsqueda y rescate, servicios gubernamentales y funciones de seguridad comunitaria.
- Alimentación, hidratación y refugio: Abarca sistemas alimentarios, acceso al agua, refugio de emergencia y recursos agrícolas.
- Salud y Medicina: Incluye atención médica, servicios de salud pública, movimiento de pacientes, cadenas de suministro médicas y gestión de centros sanitarios.
- Energía: Cubre la red eléctrica y los sistemas de suministro de combustible.
- Comunicaciones: Incluye infraestructura de comunicaciones, comunicaciones de respuesta rápida, sistemas de alerta y alerta, servicios financieros, operaciones del 911 y despacho de emergencia.
- Transporte: Incluye autopistas, sistemas de vehículos motorizados, transporte público, ferrocarriles, aviación y transporte marítimo.
- Materiales Peligrosos: Incluye instalaciones y sistemas asociados con materiales peligrosos, contaminantes y conservantes.
- Sistemas de agua: Incluye infraestructuras de agua potable y sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales.

Cada una de estas líneas vitales está respaldada por sub-líneas vitales que permiten a las jurisdicciones identificar con mayor precisión las vulnerabilidades y priorizar las acciones de recuperación. En conjunto, permiten a los gestores de emergencias y a los responsables de la toma de decisiones evaluar rápidamente las condiciones,



centrar las operaciones de respuesta en las necesidades más críticas y coordinar acciones que afectan directamente a la vida humana y a la estabilidad comunitaria.

Al monitorizar el estado y la funcionalidad de las líneas vitales, las jurisdicciones pueden responder de forma más eficaz durante emergencias, minimizar los impactos en cascada y acelerar una recuperación más resiliente. En la Sección 3.5 se ofrece una discusión detallada sobre las líneas vitales y su relevancia para el Municipio de Aguas Buenas.

### 3. PERFIL MUNICIPAL

El municipio de Aguas Buenas está situado en la parte centro-oriental de Puerto Rico. Limita al norte con los municipios de Bayamón, Guaynabo y San Juan, al este con Caguas, al sur con Cidra y al oeste con Comerío. El municipio está compuesto por diez (10) barrios, entre ellos Aguas Buenas Pueblo, Bairoa, Bayamoncito, Cagüitas, Jagüeyes, Juan Asencio, Mula, Mulita, Sonadora y Sumidero.

El Mapa 1 muestra el municipio de Aguas Buenas y los municipios adyacentes. El Mapa 2 muestra los barrios en los que se subdivide.

#### 3.1 FUENTES DE DATOS PARA PERFILES MUNICIPALES

El LHMP de Aguas Buenas se ha actualizado utilizando los datos demográficos y socioeconómicos más recientes disponibles. Los perfiles municipales y las evaluaciones de riesgos se basan principalmente en la Encuesta Comunitaria Americana de Cinco Años (ACS) 2020–2024. Cuando no hay información específica disponible a través del ACS, se identifican fuentes de datos alternativas que se citan en las notas al pie correspondientes.

Además, el plan refleja el conocimiento más actualizado sobre riesgos y prácticas de mitigación. Las referencias a planes, estudios e informes técnicos relevantes se proporcionan en notas a pie de página y se consolidan en la sección de Referencias.

Las capas del Sistema de Información Geográfica (SIG) incluidas en el Capítulo 3 fueron proporcionadas principalmente por la Oficina de SIG del PRPB.

#### 3.2 BREVE CONTEXTO HISTÓRICO

El municipio de Aguas Buenas fue fundado oficialmente el 25 de mayo de 1838, bajo la administración de Don Miguel López de Baños, cuando la región de Aguas Claras se convirtió finalmente en el Municipio de Aguas Buenas (y sus habitantes pasaron a ser conocidos como aguasbonenses). Don Francisco de Salas Torres fue su primer capitán, o alcalde (de 1838 a 1841). En 1842 se estableció la primera escuela pública y, tres años después, en 1845, se inauguró la nueva parroquia. Su primer párroco fue el padre Ramón Quiñones. En 1850 se emprendieron esfuerzos para separar los barrios de Juan Asencio y Mula de los municipios de Aguas Buenas y Sabana del Palmar

(actualmente Comerío), respectivamente, y para añadir también Bayamoncito, de modo que estas áreas pudieran ser incorporadas al nuevo municipio. (Municipality of Aguas Buenas, 2020)<sup>1</sup>.

### 3.3 GEOGRAFÍA

El municipio de Aguas Buenas puede clasificarse como un municipio predominantemente rural. Perteneció a la región montañosa central de la isla, la región geomorfológica más extensa de Puerto Rico. (Municipality of Aguas Buenas, 2020)

El municipio de Aguas Buenas está situado en la región centro-este de Puerto Rico. Comparte límites municipales con San Juan, Guaynabo y Bayamón al norte, Caguas al este, Comerío al oeste y Cidra al sur. Aguas Buenas abarca una superficie territorial de 77.845.544,04 metros cuadrados, equivalente a aproximadamente 19.806 *cuerdas* o 30 millas cuadradas (Municipality of Aguas Buenas, 2011). El límite territorial total de Aguas Buenas fue modificado conforme a la Ley 391 de 2000, perdiendo terrenos en el barrio Jagüeyes y en el límite general del municipio (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

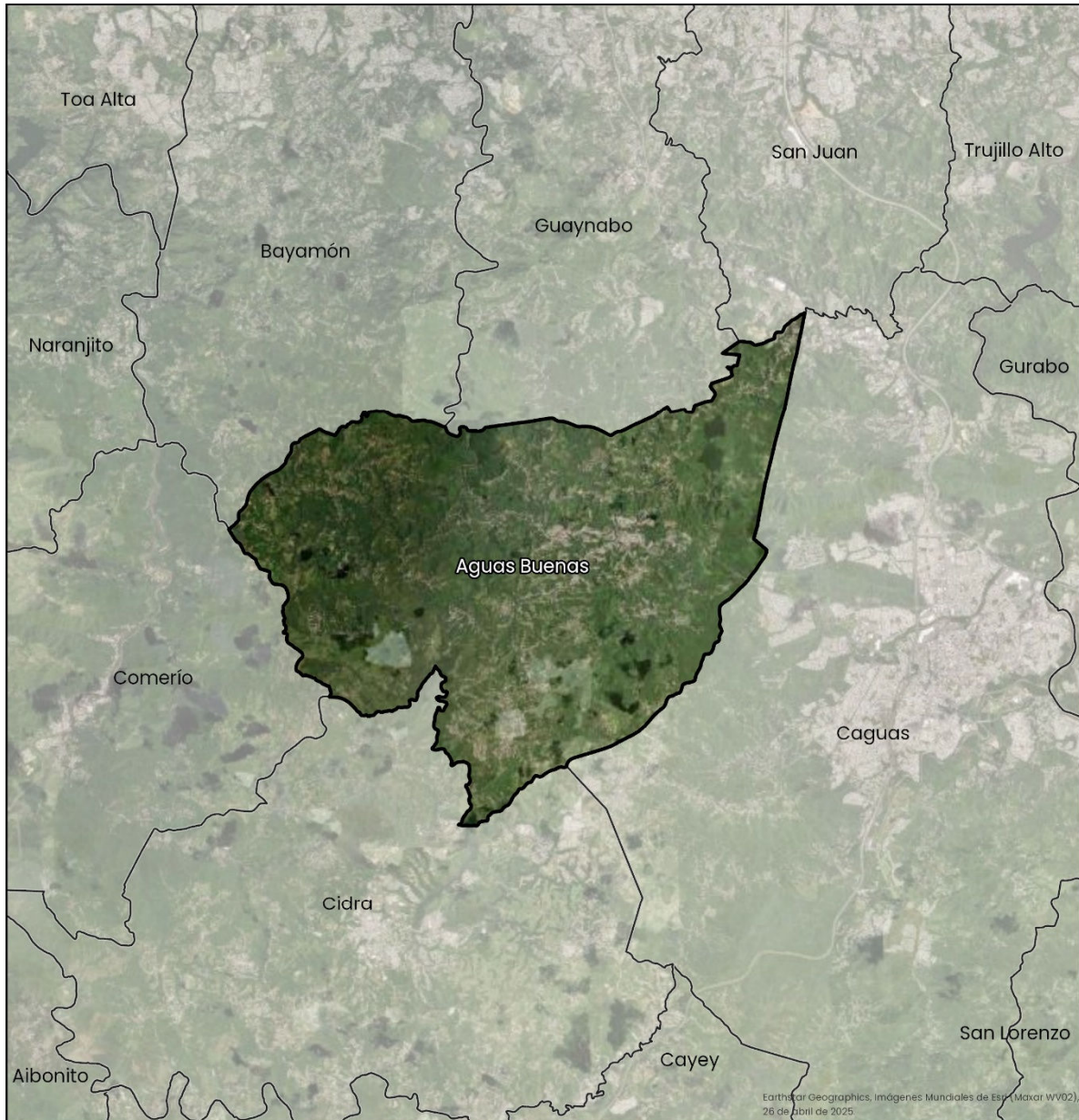
El Mapa 1 ilustra la ubicación geográfica de Aguas Buenas dentro de la región centro-oriental de Puerto Rico. El municipio se encuentra en el interior montañoso de la Isla y limita con los municipios de San Juan, Guaynabo y Bayamón al norte, Caguas al este, Cidra al sur y Comerío al oeste. El mapa proporciona contexto regional mostrando la posición de Aguas Buenas dentro de la región montañosa central de Puerto Rico y su relación con los municipios adyacentes y los principales corredores de transporte.

El mapa 2 ilustra los límites de los barrios dentro del municipio de Aguas Buenas. El municipio se subdivide en diez barrios: Aguas Buenas Pueblo, Bairoa, Bayamoncito, Cagüitas, Jagüeyes, Juan Asencio, Mula, Mulita, Sonadora y Sumidero. El mapa muestra la distribución espacial y la extensión de estas divisiones administrativas, que varían en topografía, uso del suelo y patrones de desarrollo. Aunque Aguas Buenas Pueblo sirve como centro administrativo y urbano del municipio, los barrios restantes se caracterizan principalmente por paisajes rurales y montañosos, con elevaciones y pendientes que influyen en los patrones de asentamiento, el acceso al transporte y la exposición a riesgos naturales en todo el municipio.

---

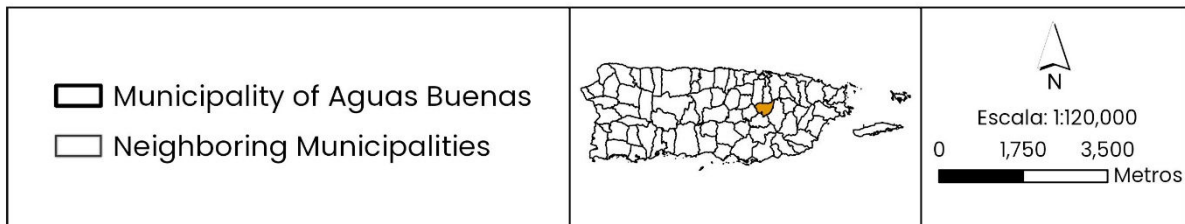
<sup>1</sup> Muchos de los recursos utilizados para la preparación de la actualización del LHMP están en español. Para uniformar, las entradas bibliográficas y citas de las fuentes se traducirán al inglés.

# ÁREA GEOGRÁFICA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83



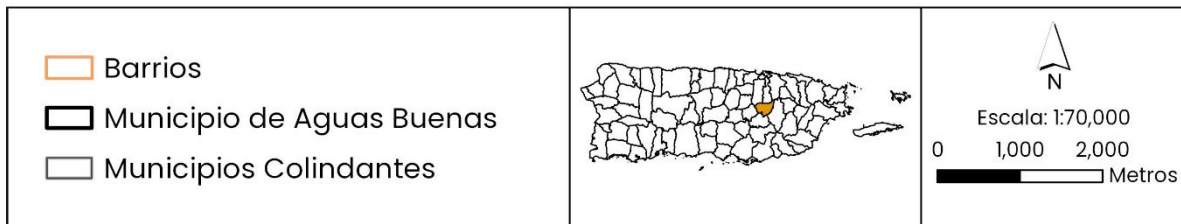


# LÍMITES DE BARRIOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83



### 3.3.1 FISIOGRAFÍA

El municipio está situado a una altitud aproximada de 300 metros sobre el nivel del mar. Su topografía varía desde aproximadamente 100 metros en la cuenca del río Cagüitas hasta 500 metros en algunos picos dentro del territorio municipal. Entre los picos más conocidos se encuentran el Cerro Mula (481 metros) en el barrio Juan Asencio; el Cerro Santa Bárbara (515 metros) en el barrio Bayamoncito; el Cerro Chicharos (495 metros) en el barrio Sonadora; y el Cerro Marquesa (510 metros), en el límite entre el barrio Sonadora en Aguas Buenas y el barrio Sonadora en Guaynabo. Las laderas moderadas (menos de 25°) se encuentran en la parte oriental del municipio, mientras que las laderas más empinadas (superiores a 25°) se encuentran hacia el oeste y noroeste (Municipality of Aguas Buenas, 2020).

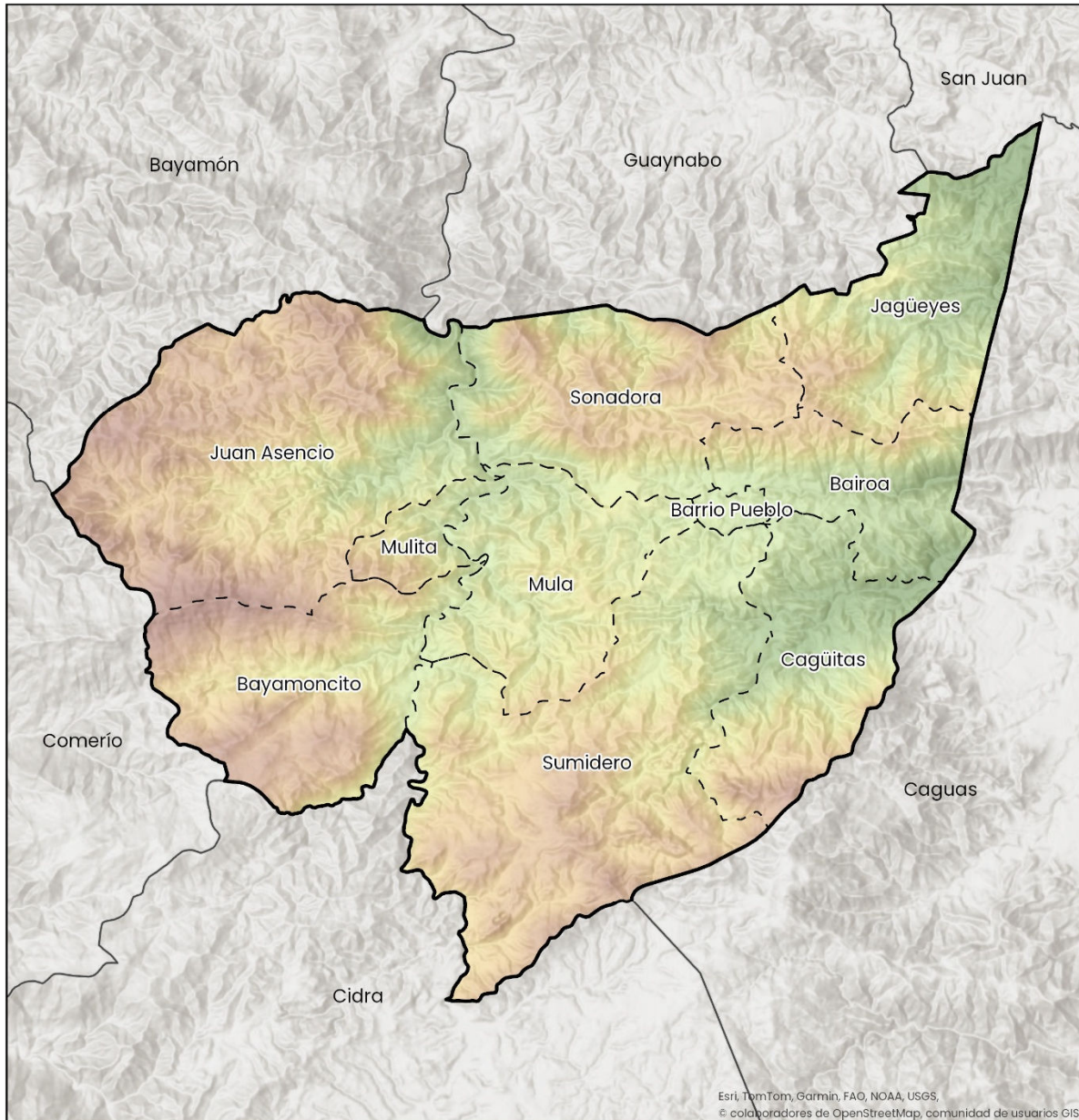
El municipio de Aguas Buenas pertenece a la región montañosa de la isla; más del 50% de sus tierras son predominantemente montañosas y accidentadas. Estas condiciones topográficas contribuyen a una mayor susceptibilidad a deslizamientos, erosión y escorrentía durante episodios de lluvias intensas, especialmente en zonas caracterizadas por pendientes pronunciadas y suelos inestables (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

El mapa 3 ilustra las características fisiográficas de Aguas Buenas y la distribución de la altitud en todo el municipio. El mapa muestra un paisaje predominantemente montañoso con elevaciones que oscilan entre aproximadamente 70 metros y más de 600 metros sobre el nivel del mar. Las elevaciones más altas se concentran en las zonas occidental, suroeste y sur del municipio, mientras que las zonas más bajas se encuentran generalmente en los sectores este y noreste.

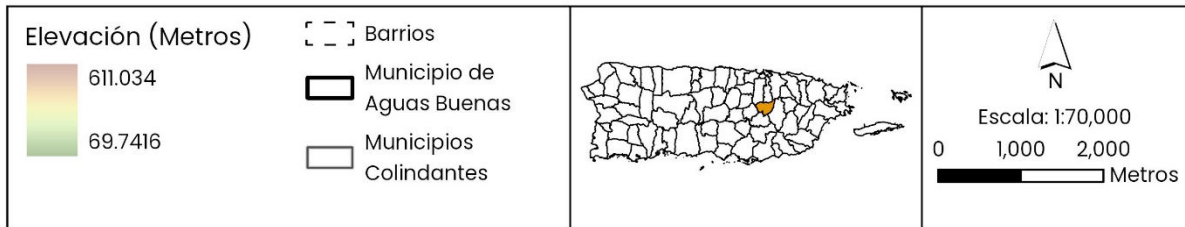
El terreno más alto se asocia principalmente con partes de Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita y Sumidero, donde las pendientes pronunciadas y las formas accidentadas son más frecuentes. Las elevaciones más bajas se encuentran en partes de Bairoa, Cagüitas, Jagüeyes, Barrio Pueblo y Sonadora. Estas características fisiográficas influyen en los patrones de drenaje, el desarrollo del suelo, la accesibilidad al transporte y la susceptibilidad del municipio a peligros como deslizamientos de tierra, erosión e inundaciones repentinas.



# FISIOGRAFÍA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos SPCS PR & VI NAD83



### 3.3.2 GEOLOGÍA

Las cinco formaciones geológicas en Aguas Buenas, según el Mapa Hidrogeológico de Puerto Rico e Islas Adyacentes, son KII, Kt, KI, Tkp y QI. Kt es la más extensa; cubre más de la mitad de la parte norte del municipio. Está compuesta por arenisca tufácea, lutita, brecha, conglomerados, lava y toba. Esta formación data del Cretácico Superior, con una edad aproximada de millones de años. En la parte sur del municipio predomina la formación KI, compuesta por lava, brechas de lava y brechas de toba. Gran parte de esta formación se depositó en un entorno marino, por lo que contiene algunos depósitos de caliza, que están muy alterados; un ejemplo de ello son las Cuevas de Aguas Buenas, al sureste de los barrios Sumidero y Cagüitas, que limitan con Caguas (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

Las formaciones Tkp y KII son más pequeñas. Tkp representa rocas plutónicas, principalmente granodiorita y diorita de cuarzo, algo de diorita, cuarzo porfírico, gabro y anfibolitas, presumiblemente intuidas durante el Cretácico Superior. También está muy alterada. La formación KII representa depósitos de lava, brechas de lava, toba y brechas de toba, principalmente en un entorno marino, con algunas areniscas y lutitas. Como las formaciones anteriores, presenta altos niveles de meteorización. La última formación geológica es QI, que representa depósitos cuaternarios y depósitos de deslizamientos, comúnmente compuestos por rocas y bloques residuales con diámetros aproximados de 10 pies (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

En resumen, la geología del territorio de Aguas Buenas se reduce a material volcánico depositado bajo un entorno predominantemente marino durante el Cretácico Inferior y Tardío, con intrusiones plutónicas tardías y zonas de deslizamientos recientes. Toda esta superficie está muy alterada o alterada por las altas precipitaciones de la zona. El municipio de Aguas Buenas contiene varias cuevas conocidas que se han desarrollado dentro de formaciones de piedra caliza del Cretácico (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

### 3.3.3 HIDROGRAFÍA

El municipio de Aguas Buenas está fragmentado por importantes sistemas de ríos y arroyos, algunos de los cuales nacen dentro del territorio. El Río Aguas Buenas es el sistema principal y discurre de sur a norte. Está compuesto por varios sistemas fluviales o arroyos más pequeños que lo unen, como Quebrada Grande, Quebrada San Vicente, Quebrada Pueblo Viejo y Quebrada Jácana. También cuenta con



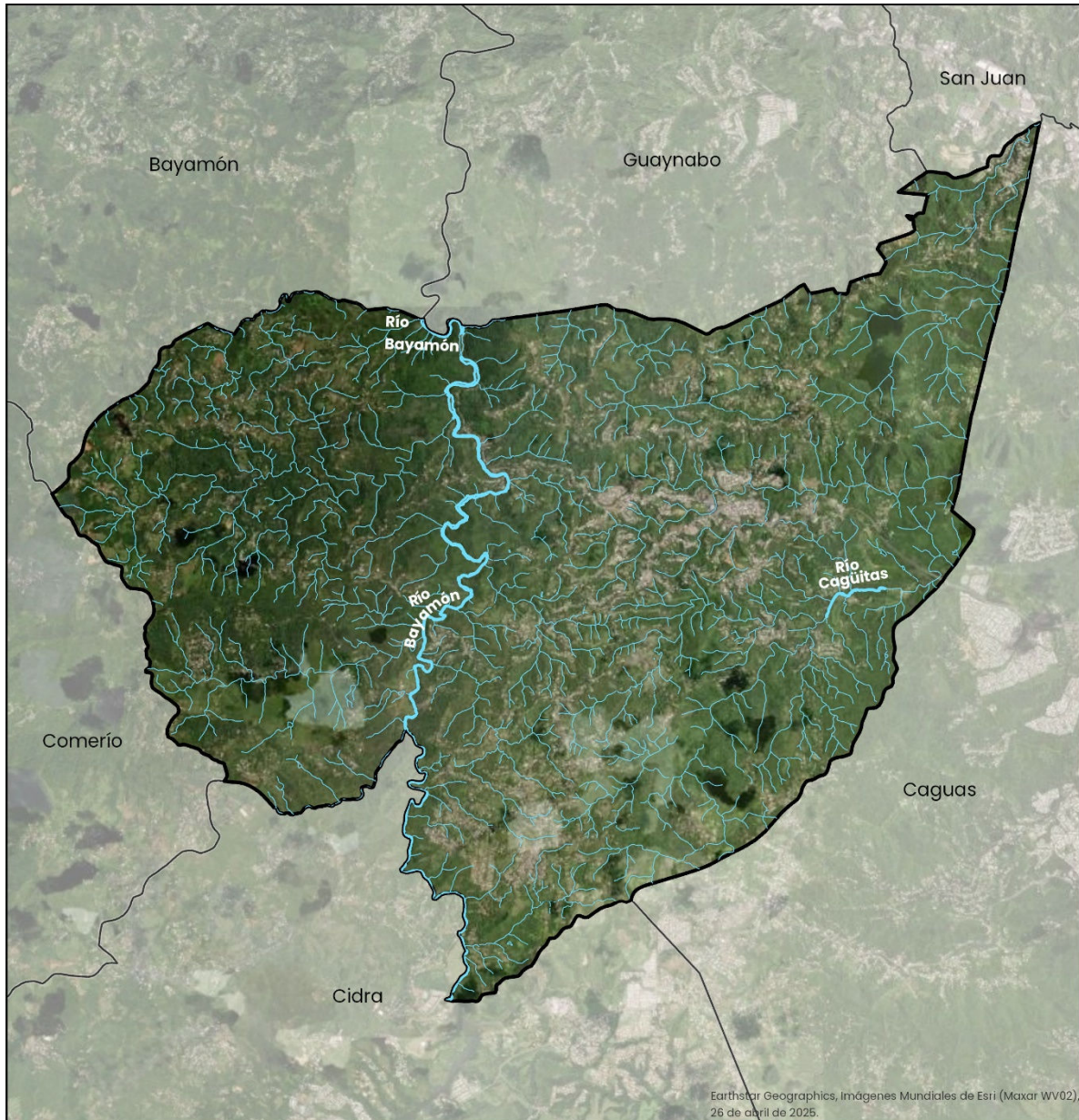
algunos arroyos intermitentes (sin nombre) que son afluentes del sistema. El río Bairoa fluye de oeste a este, atravesando la localidad de Aguas Buenas. Aunque tiene un canal estrecho y llanura de inundación, es el más susceptible a inundaciones debido a su proximidad al área urbana. El río Cagüitas, al sur de la localidad de Aguas Buenas, drena hacia el este. Conecta con Quebrada Sanjelo y Quebrada del Horno. En el barrio Sumidero fluye bajo tierra en el lugar conocido como las Cuevas de Aguas Buenas. Al norte del pueblo de Aguas Buenas está la Quebrada Sonadora, que comienza a drenar hacia el oeste y luego varía su curso hacia el norte, mientras que el río Cañas, al este del pueblo de Aguas Buenas, drena hacia el noreste (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

El municipio de Aguas Buenas se encuentra dentro de tres cuencas principales, que incluyen los ríos más voluminosos de Puerto Rico: el primero, el Río de la Plata, el más largo; el Río Grande de Loíza, el más voluminoso y el tercero; y el Río Aguas Buenas o Río Hondo, que alimentan los embalses de Carraízo y La Plata, que junto con el Lago de Cidra suministran agua a un tercio de la población de la isla (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

En Aguas Buenas el total de terrenos con susceptibilidad a inundaciones es de 221.49 cuerdas; esto representa el 1.11% de la extensión territorial total del municipio (Municipality of Aguas Buenas, 2011).

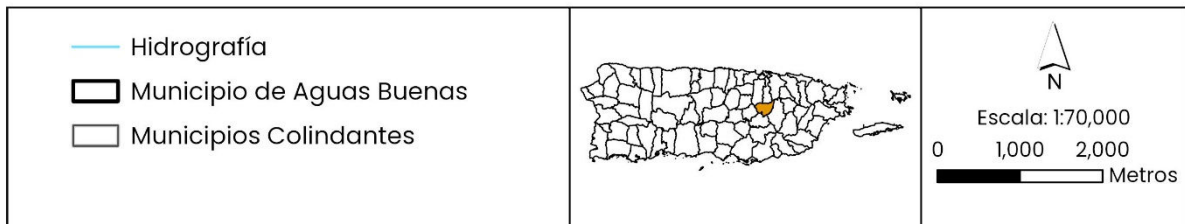
El mapa 4 ilustra la red hidrográfica de Aguas Buenas y está compuesta por un denso sistema de ríos, arroyos y afluentes distribuidos por todo el municipio. Los principales cursos de agua que aparecen en el mapa son el río Bayamón en el sector norte, el cual se extiende por la parte centro-occidental y el río Cagüitas en el sector oriental. Numerosos afluentes menores se ramifican a través del municipio, creando una extensa red de drenaje que cubre tanto las zonas altas centrales como los sectores periféricos. Las características hidrográficas están presentes en todo el municipio, con afluentes que convergen hacia los principales cauces fluviales que aparecen en el mapa.

# HIDROGRAFÍA



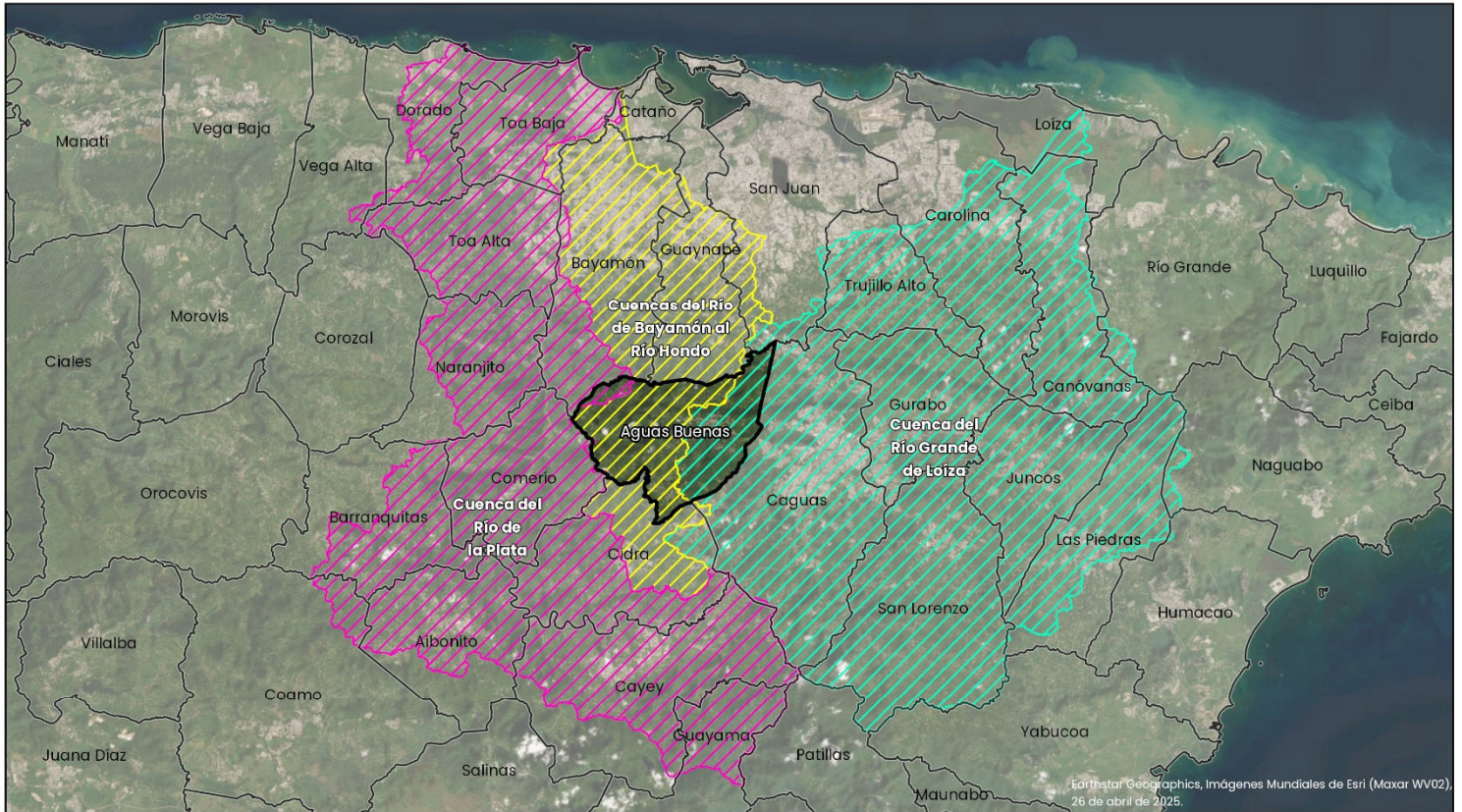
Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83



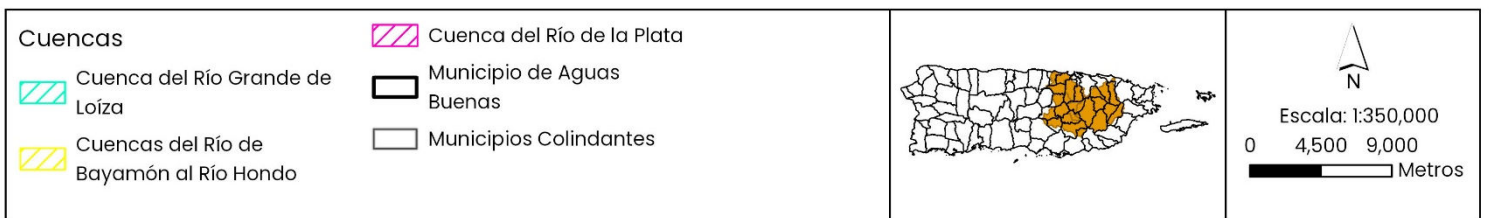


# CUENCAS HIDROGRÁFICAS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

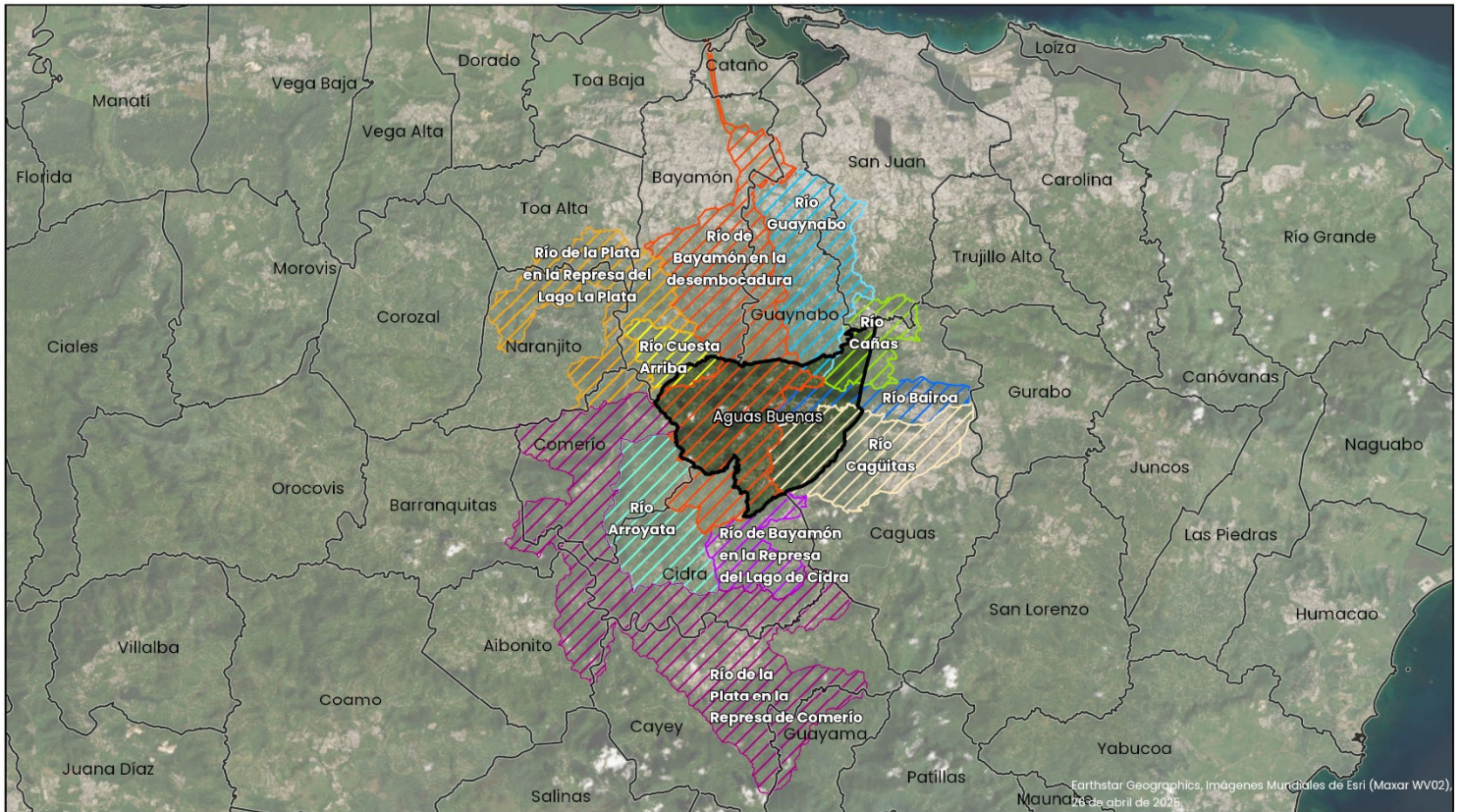
SPCS PR & VI NAD83



El mapa 5 ilustra las principales cuencas hidrográficas que intersecan el municipio de Aguas Buenas. La mayor parte del municipio se encuentra dentro de las cuencas del río Bayamón al río Hondo. Otras partes del municipio se encuentran dentro de la cuenca del río Grande de Loíza, mientras que la menor área se encuentra dentro de la cuenca del río de la Prata. El mapa muestra cómo Aguas Buenas contribuye a múltiples sistemas de cuencas que desempeñan un papel importante en la gestión y drenaje regional de los recursos hídricos en todo Puerto Rico.

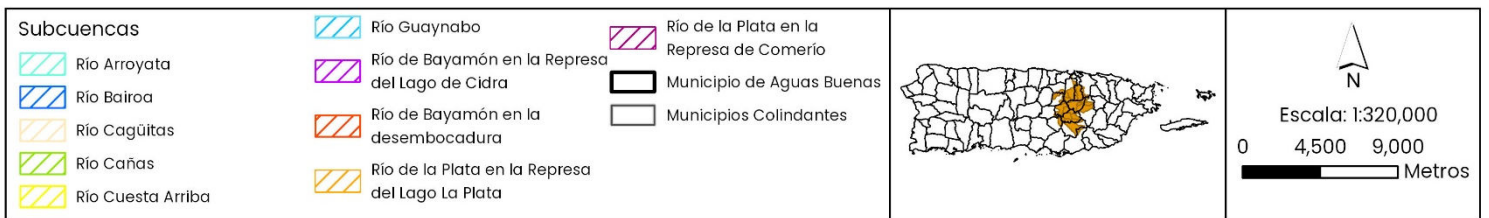


# SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83



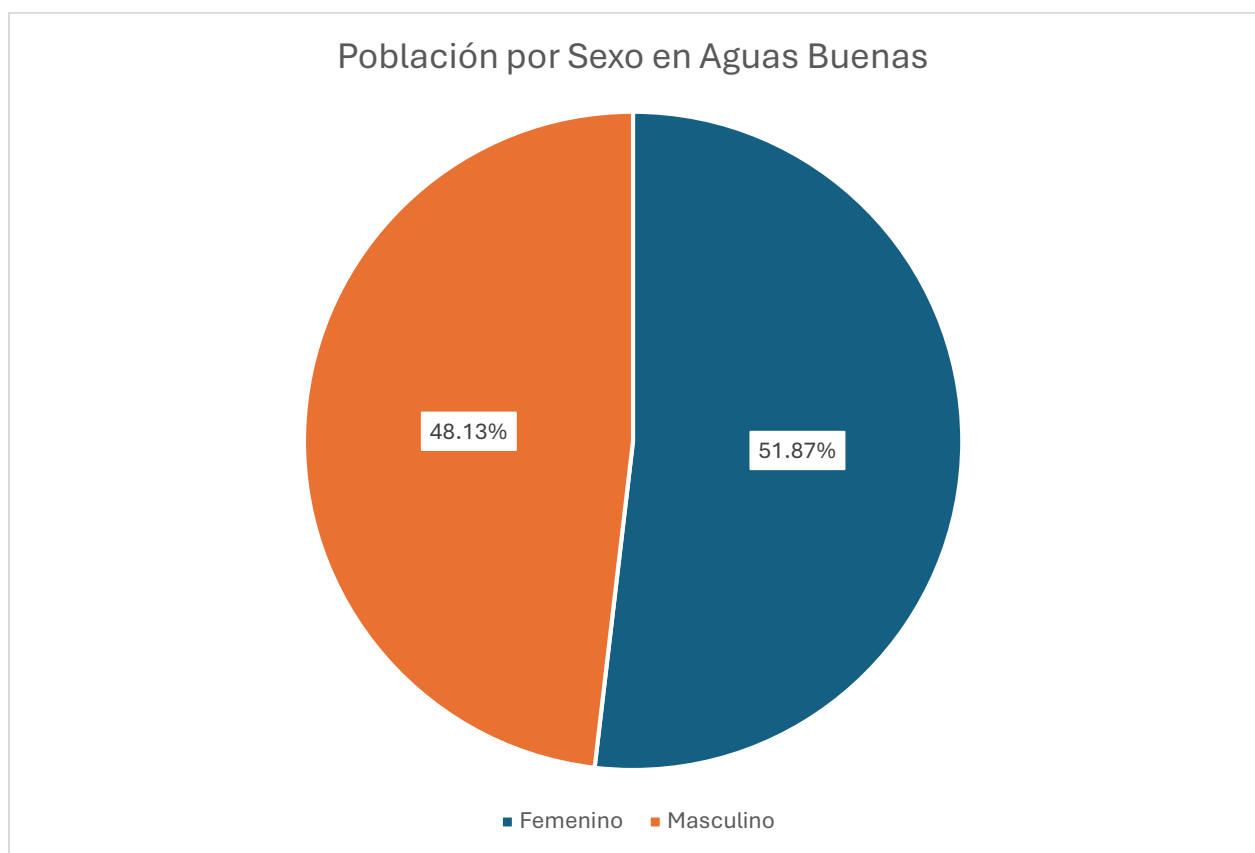
El Mapa 6 ilustra que el municipio de Aguas Buenas está dividido entre múltiples subcuencas hidrográficas. Las mayores partes del municipio se encuentran dentro de la desembocadura del Río de Bayamón, el Río Cagüitas y el Río de Bayamón en las subcuencas de la presa del Lago de Cidra. Las áreas más pequeñas se encuentran dentro de las subcuencas del Río Cuesta Arriba, Río Arroyata, Río Cañas y Río Guaynabo, como se muestra en el mapa.

## 3.4 DEMOGRAFÍA

### 3.4.1 POBLACIÓN ACTUAL

Según la Encuesta Quinquenal de la Comunidad Americana 2020–2024 (ACS 2024) <sup>2</sup> La población total es de 23,614 habitantes. De estos, 11,365 personas son hombres y 12,249 mujeres. La distribución porcentual es del 48.13% hombres y 51.87% mujeres. La proporción de sexos es de 92.78 hombres por cada 100 mujeres (US Census Bureau, 2025).

*Figura 9: Población por Sexo (2024 ACS)*



Según la ACS de 2024, un total de 5,428 personas tenían 65 años o más (22.99%). Esto constituye casi una cuarta parte de la población total de Aguas Buenas. Mientras que 2,642 personas (11.19%) o algo más de  $\frac{1}{10}$  de la población tienen 75 años o más.

<sup>2</sup> Salvo que se indique lo contrario, todos los datos y análisis proceden del Conjunto de Datos de la Encuesta Comunitaria Americana de Cinco Años (ACS) 2024 para Aguas Buenas.

En los grupos de edad más jóvenes, hay 3.751 (15.88%) que tienen menos de 18 años. De esos, 1,642 (6.95%) tienen 9 años o menos. Este LHMP considera vulnerables a las personas menores de 18 y mayores de 64. Por ello, encontramos que 9,179 residentes (38.87% de la población) son especialmente vulnerables a los efectos de un desastre natural.

La siguiente tabla distribuye la población actual por grupos de edad en cohortes de cuatro años y compara la tasa de cambio entre 2024 y 2019.

Tabla 5: Población por grupo de edad 2024 ACS vs ACS 2019

| Cohorte de edad | Población 2024 | Porcentaje 2024 | Población 2019 | Porcentaje 2019 | Tasa de cambio % |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Menos de 5 años | 698            | 2.96%           | 1,013          | 3.93%           | -31.10%          |
| De 5 a 9 años   | 944            | 4.00%           | 1,274          | 4.95%           | -25.90%          |
| De 10 a 14 años | 1,234          | 5.23%           | 1,749          | 6.79%           | -29.45%          |
| De 15 a 19 años | 1,475          | 6.25%           | 1,765          | 6.85%           | -16.43%          |
| De 20 a 24 años | 1,572          | 6.66%           | 1,738          | 6.75%           | -9.55%           |
| De 25 a 29 años | 1,594          | 6.75%           | 1,694          | 6.58%           | -5.90%           |
| De 30 a 34 años | 1,509          | 6.39%           | 1,504          | 5.84%           | 0.33%            |
| De 35 a 39 años | 1,099          | 4.65%           | 1,484          | 5.76%           | -25.94%          |
| De 40 a 44 años | 1,790          | 7.58%           | 1,823          | 7.08%           | -1.81%           |
| 45 a 49 años    | 1,531          | 6.48%           | 1,591          | 6.18%           | -3.77%           |
| 50 a 54 años    | 1,481          | 6.27%           | 1,789          | 6.95%           | -17.22%          |
| De 55 a 59 años | 1,521          | 6.44%           | 1,938          | 7.53%           | -21.52%          |
| 60 a 64 años    | 1,738          | 7.36%           | 1,514          | 5.88%           | 14.80%           |
| 65 a 69 años    | 1,582          | 6.70%           | 1,555          | 6.04%           | 1.74%            |
| 70 a 74 años    | 1,204          | 5.10%           | 1,175          | 4.56%           | 2.47%            |
| 75 a 79 años    | 1,181          | 5.00%           | 961            | 3.73%           | 22.89%           |
| De 80 a 84 años | 645            | 2.73%           | 568            | 2.21%           | 13.56%           |
| 85 años o más   | 816            | 3.46%           | 613            | 2.38%           | 33.12%           |
| Total           | 23,614         |                 | 25,748         |                 | -8.29%           |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

Los resultados muestran que la población disminuyó de 25,748 en 2019 a 23,614 en 2024, lo que representa una disminución global del 8.29%. Los descensos más significativos se produjeron entre los grupos de edad más jóvenes, especialmente los menores de 15 años, con descensos que oscilaron entre el 25.9% y el 31.1%, indicando una disminución de la población joven. La mayoría de los grupos en edad laboral también experimentaron descensos, aunque el grupo de 30 a 34 años se mantuvo

estable (+0.3%).

En contraste, los grupos de edad mayores mostraron crecimiento, especialmente entre los residentes de 60 años o más. Se observaron aumentos notables en la población de 85+ (+33.1%), 75–79 años (+22.9%) y 60–64 años (+14.8%). Estas tendencias sugieren una población envejecida, caracterizada por menos residentes jóvenes y una proporción creciente de personas mayores, lo que podría tener implicaciones en la disponibilidad futura de la fuerza laboral, la demanda sanitaria y los servicios comunitarios.

La Figura 10 muestra la misma distribución por grupos de edad en forma de gráfico de barras. La Figura 11 muestra la pirámide poblacional para Aguas Buenas. Como se muestra en la Figura 11, la pirámide poblacional irregular indica una mayor proporción de residentes mayores que de residentes jóvenes.

Figura 10: Población por Grupo de Edad (ACS 2024)

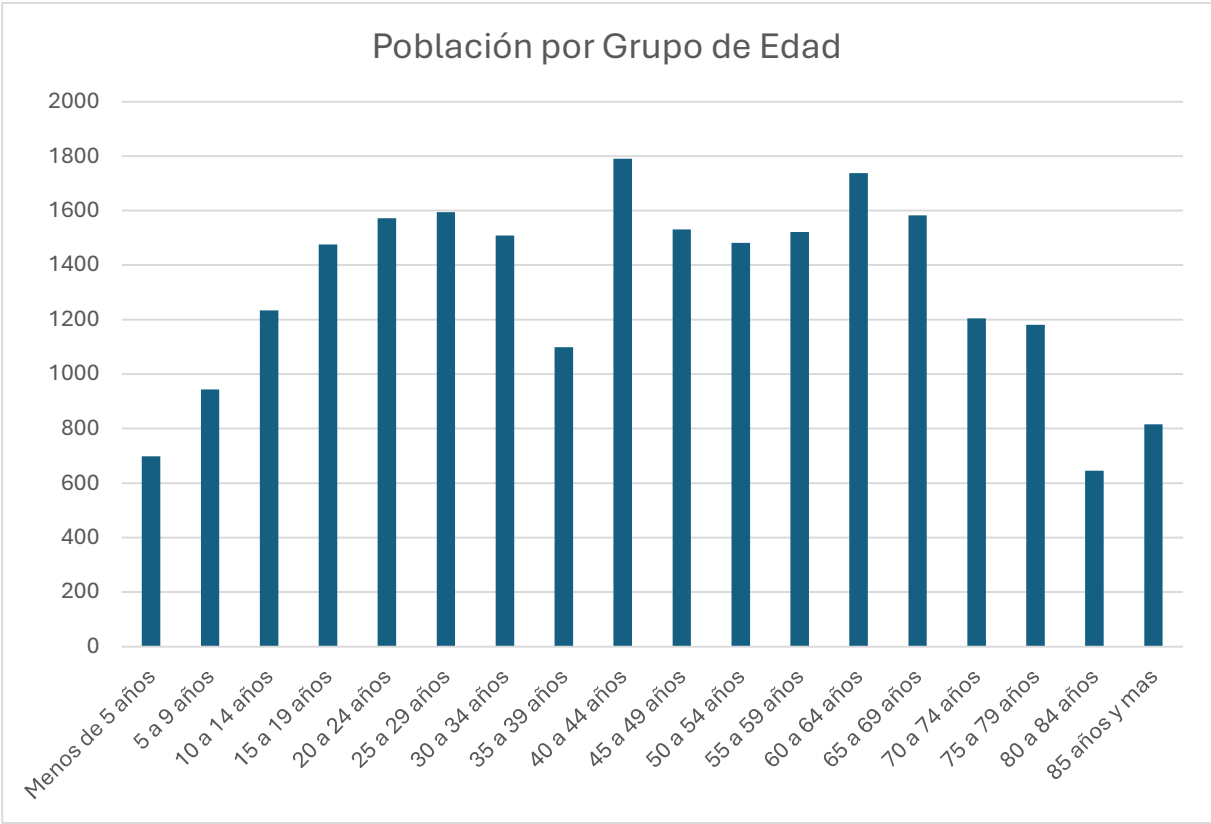
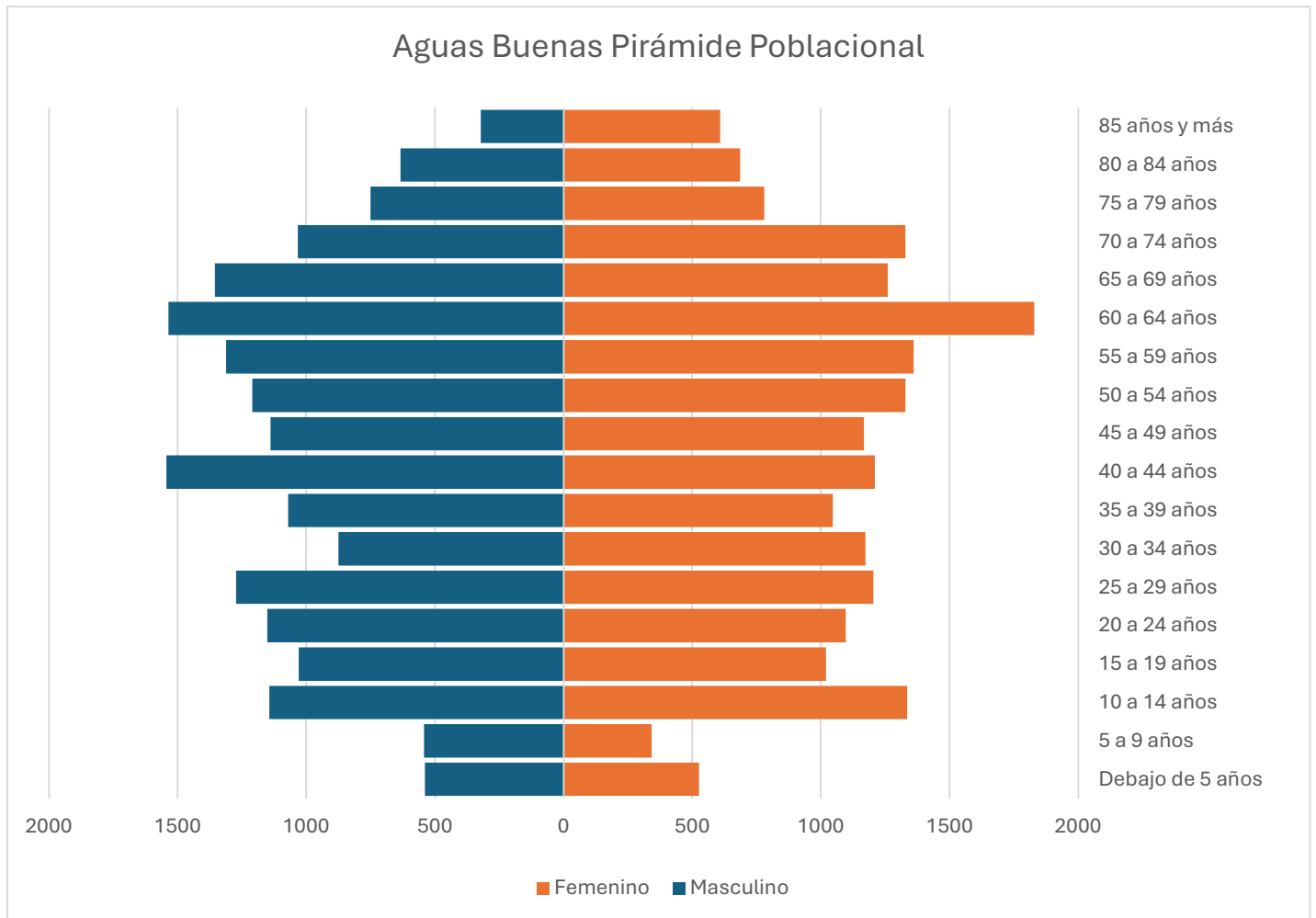
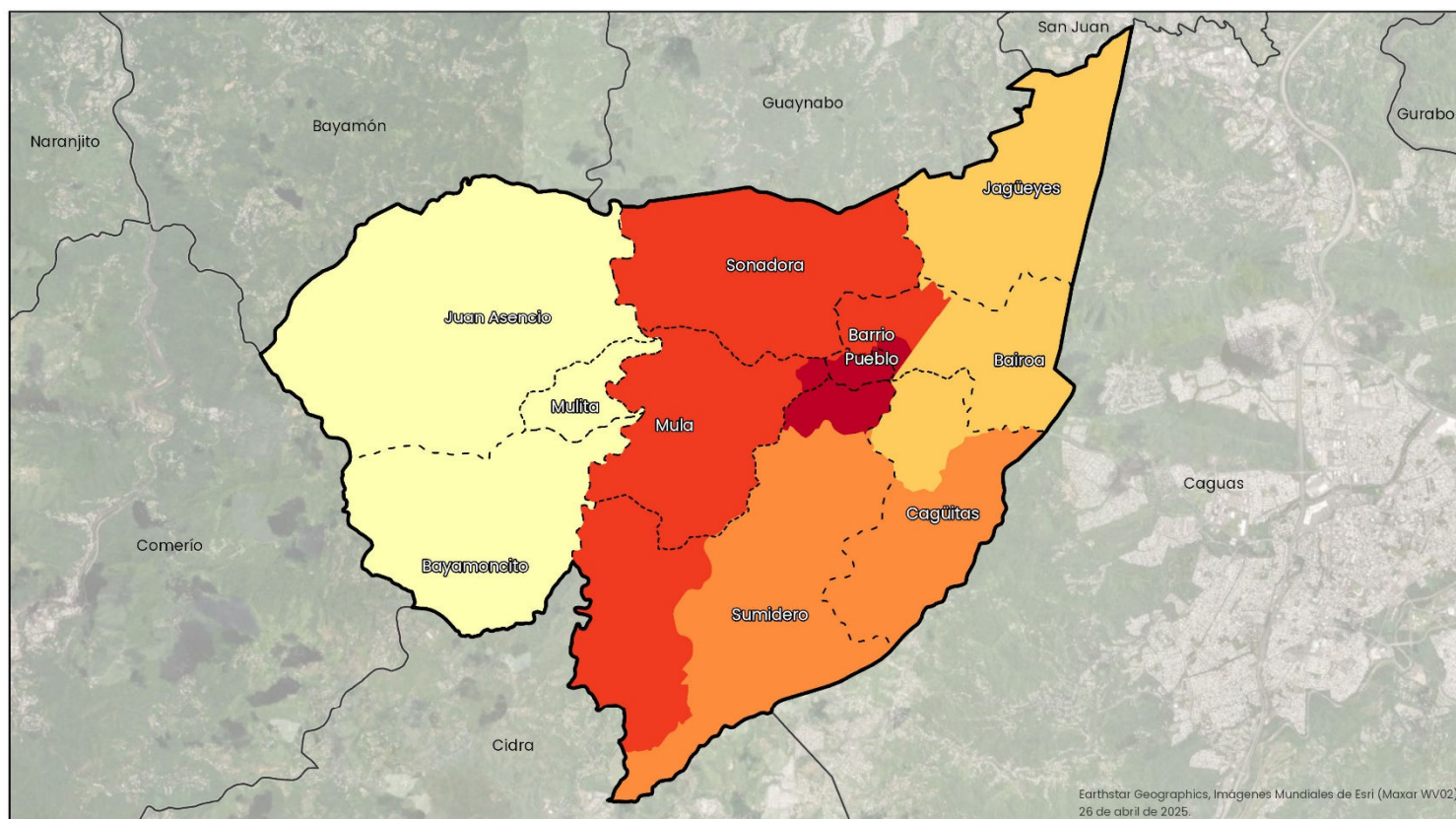


Figura 11: Pirámide Poblacional (ACS 2024)



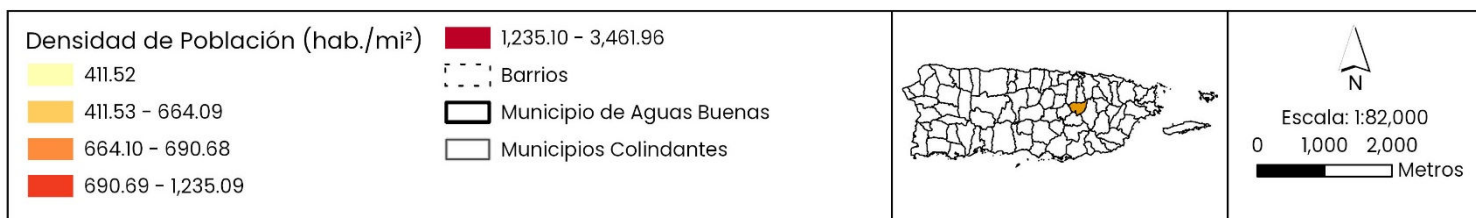


## DENSIDAD POBLACIONAL



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83



La densidad de población en Aguas Buenas varía según el distrito. La mayor densidad de población se concentra en el barrio Pueblo, que está mapeado en la categoría rojo más oscuro (477-1,336 personas por milla cuadrada). Los distritos circundantes, incluyendo Sonadora, Mula y partes de Sumidero, están cartografiados en la categoría de 267-476 personas por milla cuadrada. Cagüitas se representa principalmente en la categoría de 257-266 personas por milla cuadrada, mientras que Jagüeyes y Bairoa están mayormente en la categoría de 158-256 personas por milla cuadrada. Juan Asencio y Bayamoneito presentan las densidades de población cartografiadas más bajas, con grandes áreas en la categoría de 158 personas por

milla cuadrada. En general, las densidades de población más altas se concentran en la parte central del municipio, mientras que las más bajas se encuentran hacia los distritos occidentales.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS  
3.4.2.1 EMPLEO

La Tabla 6 muestra el estatus laboral del municipio según el ACS de cinco años 2020-2024.

Tabla 6: Estadísticas actuales de la fuerza laboral<sup>3</sup>

| Variable                   | Estimación | Porcentaje |
|----------------------------|------------|------------|
| Población de 16 años o más | 20,425     |            |
| En la fuerza laboral       | 9,085      | 44.48%     |
| Fuerza laboral civil       | 9,085      | 44.48%     |
| Empleados                  | 8,631      | 42.26%     |
| Desempleados               | 454        | 2.22%      |
| Fuerzas Armadas            | 0          | 0.00%      |
| No en la fuerza laboral    | 11,340     | 55.52%     |
| Tasa de desempleo          |            | 5.00%      |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

Los datos del censo muestran que la población en la fuerza laboral es menor a la que no está en la fuerza laboral (44.48% en la fuerza laboral frente al 55.52% que no está). Al comparar con el ACS de cinco años 2015-2019, el porcentaje de población en la fuerza laboral se ha mantenido estable (44.48% en 2024 frente al 42.42% en 2019). En comparación con todo Puerto Rico, la población municipal en la fuerza laboral disminuyó (42.26% a favor de Aguas Buenas frente al 46.40% de Puerto Rico).

El ACS de 2024 mostró una tasa de desempleo para el municipio del 5.00%. Esto representa un 60.79% respecto a la tasa de desempleo del ACS quinquenal 2015-2019, que fue del 12.74%. En comparación con todo Puerto Rico, la tasa de desempleo es (5.00% para Aguas Buenas frente al 10.7% para Puerto Rico).

<sup>3</sup> Tabla del Censo de EE. UU. DP03: Características económicas seleccionadas

### 3.4.2.2 EMPLEO POR INDUSTRIA

La siguiente tabla presenta el empleo por industria dentro del municipio, comparando los datos del ACS de Cinco Años 2020-2024 con el ACS de Cinco Años 2015-2019. La última columna refleja el cambio porcentual en el empleo por industria entre los dos periodos de la encuesta.

Tabla 7: Empleo por industria 2024 ACS vs 2019 ACS

| Industria                                                                                                       | ACS 2024<br>Cinco<br>Años | Porcentaje<br>2024 | ACS 2019<br>Cinco<br>Años | Porcentaje<br>2019 | Tasa de<br>cambio (%)<br>entre 2024 y<br>2019 <sup>4</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|
| Agricultura, silvicultura,<br>pesca, caza y minería                                                             | 150                       | 1.74%              | 299                       | 7.75%              | -49.83%                                                    |
| Construcción                                                                                                    | 727                       | 8.42%              | 247                       | 6.41%              | 194.33%                                                    |
| Fabricación                                                                                                     | 674                       | 7.81%              | 239                       | 6.20%              | 182.01%                                                    |
| Comercio mayorista                                                                                              | 288                       | 3.34%              | 23                        | 0.60%              | 1152.17%                                                   |
| Comercio minorista                                                                                              | 1360                      | 15.76%             | 374                       | 9.70%              | 263.64%                                                    |
| Transporte y<br>almacenamiento, y<br>servicios públicos                                                         | 121                       | 1.40%              | 146                       | 3.79%              | -17.12%                                                    |
| Información                                                                                                     | 199                       | 2.31%              | 16                        | 0.41%              | 1143.75%                                                   |
| Finanzas y seguros, y<br>bienes raíces, alquiler y<br>arrendamiento                                             | 388                       | 4.50%              | 128                       | 3.32%              | 203.13%                                                    |
| Servicios profesionales,<br>científicos y de gestión,<br>así como de gestión<br>administrativa y de<br>residuos | 797                       | 9.23%              | 213                       | 5.52%              | 274.18%                                                    |
| Servicios educativos,<br>sanidad y asistencia<br>social                                                         | 1922                      | 22.27%             | 1142                      | 29.62%             | 68.30%                                                     |

<sup>4</sup> La tasa de cambio porcentual se calcula como  $\text{Cambio porcentual} = \frac{\text{valor nuevo} - \text{valor original}}{\text{valor original}} \times 100$

| Industria                                                                       | ACS 2024<br>Cinco<br>Años | Porcentaje<br>2024 | ACS 2019<br>Cinco<br>Años | Porcentaje<br>2019 | Tasa de<br>cambio (%)<br>entre 2024 y<br>2019 <sup>4</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|
| Artes, entretenimiento,<br>ocio y servicios de<br>alojamiento y<br>restauración | 619                       | 7.17%              | 305                       | 7.91%              | 102.95%                                                    |
| Otros servicios, excepto<br>la administración pública                           | 600                       | 6.95%              | 182                       | 4.72%              | 229.67%                                                    |
| Administración pública                                                          | 786                       | 9.11%              | 542                       | 14.06%             | 45.02%                                                     |
| Población total de<br>empleados de 16 años o<br>más                             | 8631                      | -                  | 3856                      | -                  | 123.83%                                                    |

*Fuente: Estimaciones de 5 años del Censo de EE. UU. ACS 2020-2024*

La Tabla 7 muestra las siguientes características de empleo para: Aguas Buenas

- El sector con el mayor nivel de empleo en 2024 es el sector de "Servicios educativos, sanidad y asistencia social", que ocupa el 22.27% de la fuerza laboral. Esto puede estar relacionado con una alta población mayor de 65 años.
- En comparación con la encuesta de 2019, encontramos que la "industria de servicios educativos, atención sanitaria y asistencia social" también fue la que tuvo el mayor porcentaje de empleo, basado en la fuerza laboral total. Esta industria tuvo un aumento neto de 1,922 individuos, o una tasa de cambio del 68.30%. Aunque el municipio mostró una tasa de cambio negativa del -7,35% respecto a esta industria entre ACS 2024 y ACS 2019 respecto a la distribución total de la industria, esto se debe a un aumento neto de 4.775 individuos (o una tasa de cambio del 123.83%) en la fuerza laboral total.
- Las otras dos industrias que ocupan más del 10% o cerca del 10% de la población empleada son la industria de comercio minorista (15.76%), la de administración pública (9.11%) y la de servicios profesionales, científicos, de gestión y administrativos y de gestión de residuos (9.23%).
- Las industrias que tuvieron un crecimiento negativo entre las encuestas de 2019 y 2024 son:

- Transporte y almacenamiento, y servicios públicos (-25 personas o un cambio de tarifa del -17.12%).
- Agricultura, silvicultura, pesca y caza y minería (-149 individuos o un cambio de tasa del -49.83%).
- Las dos industrias que tuvieron mayor crecimiento neto fueron el comercio mayorista, con un aumento neto de 265 individuos (esto representa un cambio porcentual de 1,152.17%) y la industria de la información, con un aumento neto de 183 individuos (esto representa un cambio porcentual de 1,143.75%).
- Otras industrias que tuvieron una tasa de cambio porcentual positiva son:
  - "Comercio minorista" (1,360 individuos o una tasa de cambio del 263.64%).
  - "Servicios profesionales, científicos y de gestión, y administrativos y de gestión de residuos" (797 individuos o una tasa de cambio del 274.18%).
  - "Otros servicios, excepto la administración pública" (600 personas o una tasa de cambio del 229.67%).
  - "Finanzas y seguros, y bienes raíces y alquiler y arrendamiento" (380 personas o una tasa de cambio del 20.13%).
  - "Construcción" (727 individuos o tasa de cambio del 194.33%).
  - "Manufactura" (674 individuos o tasa de cambio del 182.01%).
  - "Artes, entretenimiento, ocio y servicios de alojamiento y restauración" (619 individuos o una tasa de cambio del 102.95%).
  - "Administración pública" (786 individuos o tasa de cambio del 45.02%).

Un caso curioso es que, en general, el municipio demuestra un aumento significativo en la tasa de empleo en cuanto a industria.

### *3.4.2.3 NIVEL DE POBREZA*

Según la Oficina del Censo de EE. UU., 10,693 residentes de Aguas Buenas (45.50%) han vivido en pobreza durante los últimos 12 meses, según los umbrales de ingresos que varían según el tamaño y la composición del hogar. Esta información se utiliza para evaluar el bienestar económico de individuos y familias. La siguiente tabla es esencial para comprender las condiciones económicas de los diferentes grupos y para guiar el desarrollo e implementación de políticas destinadas a reducir la pobreza, así como la vulnerabilidad de la población.

Tabla 8: Nivel de pobreza ACS 2024

| Población total | Número de individuos por debajo del umbral de pobreza durante los últimos 12 meses | Porcentaje de la población por debajo del umbral de pobreza en los últimos doce meses |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 23,525          | 10,693                                                                             | 45.50%                                                                                |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

### 3.4.2.4 INGRESOS

Según la ACS de 2024, la renta media por hogar en Aguas Buenas era de 21,317 dólares, mientras que la renta media por hogar era de 35,616 dólares. La siguiente tabla muestra la renta y beneficios estimados para los hogares en el municipio.

Tabla 9: 2024 Ingresos y Beneficios ACS por hogar

| Categoría                    | Número de hogares | Porcentaje |
|------------------------------|-------------------|------------|
| Menos de 10,000 dólares      | 2,028             | 22.70%     |
| De 10,000 a 14,999 dólares   | 872               | 9.76%      |
| De 15,000 a 24,999 dólares   | 1,822             | 20.40%     |
| De 25,000 a 34,999 dólares   | 1,365             | 15.28%     |
| 35,000 a 49,999 dólares      | 1,113             | 12.46%     |
| De 50,000 a 74,999 dólares   | 741               | 8.30%      |
| De 75,000 a 99,999 dólares   | 475               | 5.32%      |
| De 100,000 a 149,999 dólares | 331               | 3.71%      |
| De 150,000 a 199,999 dólares | 44                | 0.49%      |
| 200,000 dólares o más        | 141               | 1.58%      |
| Total de hogares             | 8,932             | 100%       |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

Esta tabla muestra que algo más de una quinta parte de todos los hogares (22.70%) en Aguas Buenas ganan menos de 10,000 dólares al año. Mientras que el 52.86% de los hogares ganan menos de 25,000 dólares al año. En comparación con el ACS 2015-2019, el 37.39% de los hogares ganan menos de 10,000 dólares y el 69.91% ganan menos de 25,000 dólares.

3.4.2.5 POBLACIÓN CON DISCAPACIDADES

La Tabla 10 presenta datos sobre personas en Aguas Buenas que viven con discapacidad basados en los conjuntos de datos de la Encuesta Comunitaria Americana de Cinco Años 2020–2024 y 2015–2019. En general, el número de personas con discapacidad disminuyó de 8,132 en 2019 a 6,709 en 2024, lo que representa una reducción del 17.50 por ciento. La mayoría de los grupos de edad experimentaron descensos durante el periodo del estudio, con las mayores disminuciones observadas entre los residentes menores de 18 años. El único grupo de edad que mostró un ligero aumento fue la población de 75 años o más, que aumentó un 0.17 por ciento. Estos hallazgos son importantes para la planificación de mitigación de riesgos porque las personas con discapacidad pueden enfrentarse a desafíos adicionales durante las actividades de evacuación, refugio, respuesta de emergencia y recuperación tras desastres.

Tabla 10: Población que vive con discapacidades

| Grupo de edad                             | 2024  | 2019  | Cambio neto | Tasa de cambio |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------------|----------------|
| Menos de 5 años                           | 0     | 30    | -30         | -100.00%       |
| De 5 a 17 años                            | 338   | 763   | -425        | -55.70%        |
| De 18 a 34 años                           | 536   | 710   | -174        | -24.51%        |
| De 35 a 64 años                           | 2,696 | 3,322 | -626        | -18.84%        |
| De 65 a 74 años                           | 1,407 | 1,578 | -171        | -10.84%        |
| 75 años o más                             | 1,732 | 1,729 | 3           | 0.17%          |
| Población total que vive con discapacidad | 6,709 | 8,132 | -1,423      | -17.50%        |

Fuente: Estimaciones de 5 años del Censo de EE. UU. ACS 2020–2024 y 2015–2019

3.4.2.6 POBLACIÓN QUE RECIBE APOYO NUTRICIONAL SUPLEMENTARIO

La Tabla 11 proporciona información sobre los hogares en Aguas Buenas que reciben asistencia alimentaria, basada en datos de la Encuesta Comunitaria Americana 2020–2024 y 2015–2019 (US Census Bureau, 2025).

Tabla 11: Población que recibe ayuda alimentaria

| Conjunto de datos                     | 2024  | 2019  | Cambio neto | Tasa de cambio |
|---------------------------------------|-------|-------|-------------|----------------|
| Total de hogares en el municipio      | 8,932 | 8,488 | 444         | 4.97%          |
| Hogares que reciben ayuda alimentaria | 5,684 | 3,974 | 1,710       | 30.08%         |



|                                                     |        |        |      |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|------|--------|
| Porcentaje de hogares que reciben ayuda alimentaria | 63.64% | 46.82% | –    | –      |
| Hogares con niños menores de 18 años                | 2,261  | 2,428  | -167 | -7.39% |
| Pareja casada                                       | 3,544  | 3,525  | 19   | 0.54%  |
| Hombre cabeza de familia, sin cónyuge presente      | 665    | 660    | 5    | 0.75%  |
| Mujer como cabeza de familia, sin cónyuge presente  | 2,046  | 2,021  | 25   | 1.22%  |
| Hogares con una o más personas de 60 años o más     | 4,655  | 4,184  | -471 | 11.25% |

Fuente: Estimaciones de 5 años del Censo de EE. UU. ACS 2020–2024 y 2015–2019

Como se muestra en la tabla, el número total de hogares en el ACS aumentó un 4.97% desde el ACS de 2019; sin embargo, los hogares que reciben ayuda alimentaria aumentaron un 30.08%. Esto indica que el crecimiento en la participación en la asistencia alimentaria superó al crecimiento general del hogar durante el mismo periodo. Aproximadamente el 63.64% de los hogares del municipio informaron haber recibido asistencia alimentaria durante el periodo ACS 2020–2024. Este alto nivel de participación puede indicar condiciones socioeconómicas que podrían afectar la resiliencia y la capacidad de recuperación del hogar tras eventos de riesgo natural.

### 3.4.2.7 COBERTURA DE SEGURO DE SALUD

La siguiente tabla muestra la cobertura de seguro de salud para el municipio 2020–2024.

Tabla 12: Datos de Seguros de Salud ACS 2024

| Variable                              | Estimación para 2024 | Porcentaje 2024 |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------|
| Población civil no institucionalizada | 23,525               |                 |
| Con cobertura de seguro médico        | 22,765               | 96.77%          |
| Con el seguro médico privado          | 8,804                | 37.42%          |
| Con cobertura pública                 | 16,783               | 71.34%          |



|                                |     |       |
|--------------------------------|-----|-------|
| Sin cobertura de seguro médico | 760 | 3.23% |
|--------------------------------|-----|-------|

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

Los datos muestran que en 760 personas (3.23%) Aguas Buenas no tienen cobertura de seguro médico. En contraste, aproximadamente el 71.34% de la población depende de la cobertura pública de seguro de salud. Estos datos se revisarán al hablar del riesgo de una pandemia o una epidemia.

### 3.4.3 VIVIENDA Y OTROS DETALLES RELACIONADOS

Según el ACS de 2024 Aguas Buenas tenía un total de 10,959 viviendas, de esas 2,027 estaban vacías. Las viviendas vacías representan aproximadamente el 18.5% del inventario total de viviendas del municipio.

La siguiente tabla muestra el año de construcción de las viviendas por rango.

Tabla 13: 2024 ACS: Viviendas por año de construcción

| Año de construcción          | Viviendas | Porcentaje |
|------------------------------|-----------|------------|
| Construido en 2020 o después | 0         | 0.00%      |
| Construido entre 2010 y 2019 | 501       | 4.60%      |
| Construido entre 2000 y 2009 | 1,411     | 12.90%     |
| Construido entre 1990 y 1999 | 1,911     | 17.40%     |
| Construido entre 1980 y 1989 | 1,763     | 16.10%     |
| Construido entre 1970 y 1979 | 2,574     | 23.50%     |
| Construido entre 1960 y 1969 | 1,743     | 15.90%     |
| Construido entre 1950 y 1959 | 472       | 4.30%      |
| Construido entre 1940 y 1949 | 99        | 0.90%      |
| Construido en 1939 o antes   | 485       | 4.40%      |
| Total                        | 10,959    | 100%       |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020-2024

Según el ACS de 2020-2024, el 57.00% de las viviendas de Aguas Buenas fueron construidas entre 1970 y 1999. El actual Código de Construcción de Puerto Rico fue adoptado en 2018, reemplazando al anterior adoptado en 2011. La Tabla 13 muestra

que al menos el 95.40% de las viviendas del municipio se construyeron antes de la adopción del Código de Edificación de 2011. Como el ACS agrupa las viviendas construidas entre 2010 y 2019 en una sola categoría, el porcentaje exacto construido antes del Código de Edificación de 2018 no puede determinarse a partir de los datos disponibles. No obstante, los datos indican que la mayoría de las viviendas fueron construidas antes de la adopción tanto del código vigente como de la versión anterior.

La siguiente tabla presenta la disponibilidad de vehículos por vivienda ocupada.

Tabla 14: 2024 Vehículos ACS por unidad de vivienda ocupada

| Variable                      | Viviendas Ocupadas | Porcentaje |
|-------------------------------|--------------------|------------|
| No hay vehículos disponibles  | 1,211              | 13.56%     |
| 1 vehículo disponible         | 3,760              | 42.10%     |
| 2 vehículos disponibles       | 2,637              | 29.52%     |
| 3 o más vehículos disponibles | 1,324              | 14.82%     |
| Total                         | 8,932              |            |

Fuente: Censo de EE. UU. ACS 2020–2024

El ACS de 2024 muestra que hay 1,211 (13.56%) viviendas ocupadas que no disponen de vehículos en Aguas Buenas. La falta de acceso a un vehículo privado puede aumentar los desafíos de transporte durante evacuaciones, operaciones de respuesta a emergencias y actividades de recuperación tras desastres, especialmente dado el patrón predominantemente rural y de desarrollo suburbano del municipio.

### 3.5 INFRAESTRUCTURA

La infraestructura se refiere a los sistemas físicos y organizativos esenciales que apoyan el funcionamiento efectivo de una sociedad o economía. Incluye redes críticas como sistemas de transporte (carreteras, puentes, ferrocarriles), generación y distribución de energía, suministro de agua, telecomunicaciones y otros servicios que sostienen la actividad económica y la vida diaria. En conjunto, la infraestructura sirve como marco fundamental que permite a las comunidades y economías operar de manera fiable y eficiente (NIST, s.f.). La infraestructura se clasifica comúnmente en dos categorías: infraestructura dura e infraestructura blanda.

La infraestructura sólida se refiere a las instalaciones físicas y redes que sustentan el funcionamiento de una sociedad y economía modernas. Esto incluye sistemas de transporte como carreteras, puentes, ferrocarriles y aeropuertos, así como sistemas de agua, redes eléctricas y redes de telecomunicaciones. Estos activos tangibles permiten el movimiento de personas y mercancías, la distribución de energía y agua, y la transmisión de información.

La infraestructura blanda se refiere a las instituciones, servicios y sistemas que apoyan la estabilidad económica, la salud pública, el orden social y el desarrollo cultural. Esta categoría incluye instituciones educativas, sistemas sanitarios, agencias de aplicación de la ley, servicios de respuesta a emergencias, parques e instalaciones recreativas. A diferencia de la infraestructura dura, la infraestructura blanda se caracteriza por marcos organizativos y servicios centrados en el ser humano que contribuyen al bienestar comunitario y a una gobernanza eficaz.

Como se describe en la Sección 2.8, FEMA define las Líneas Vitales Comunitarias como los servicios y sistemas más esenciales necesarios para mantener la operación ininterrumpida de funciones gubernamentales y empresariales críticas, al tiempo que protegen la salud pública, la seguridad y la seguridad económica. Estas líneas vitales constituyen los componentes fundamentales de una comunidad y, una vez estabilizadas, permiten que todos los demás sectores de la sociedad funcionen eficazmente. Durante eventos de desastre, cualquier interrupción en estas líneas vitales requiere una acción inmediata y coordinada para restaurar la estabilidad y reducir los impactos en cascada. En consecuencia, la evaluación de la infraestructura existente se realizará en consonancia con el marco de Líneas Vitales Comunitarias de FEMA.

### 3.5.1 LÍNEA VITAL: SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

El propósito de la Línea de Seguridad y Protección es proteger la vida y la propiedad, manteniendo la estabilidad social en situaciones de emergencia. Esta línea vital se centra en reducir los riesgos inmediatos para la seguridad pública y la seguridad personal mediante la operación de agencias de seguridad pública, el acceso controlado a las zonas afectadas y la prevención de crimen, disturbios civiles y violencia. También abarca garantizar la seguridad y protección en refugios de emergencia, centros de distribución y otras instalaciones críticas durante las operaciones de respuesta y recuperación ante desastres.



FEMA indica que la interrupción de esta línea vital puede resultar en desorden social y una mayor vulnerabilidad comunitaria, haciendo que la restauración rápida sea una prioridad crítica. Las acciones de respuesta requieren una estrecha coordinación entre agencias federales, estatales y locales, el despliegue de personal de seguridad, la implementación de medidas de control del tráfico y la protección de infraestructuras críticas.

El Mapa 8 ilustra la distribución de las instalaciones de seguridad y protección en Aguas Buenas que incluyen la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias (OMME), el cuartel de la Policía de Puerto Rico que sirve al municipio y la estación de bomberos local situada cerca del centro urbano. Estas instalaciones están concentradas dentro o adyacentes al núcleo urbano tradicional, proporcionando acceso rápido a los principales centros de población y corredores de transporte del municipio. El mapa muestra que las instalaciones de seguridad pública están estratégicamente ubicadas a lo largo de los corredores PR-156 y PR-173, que sirven como rutas principales para las operaciones de respuesta a emergencias. No se identificaron instalaciones militares ni centros correccionales dentro de los límites municipales de Aguas Buenas. La concentración de instalaciones policiales, de bomberos y de gestión de emergencias dentro del área urbana fortalece las capacidades de respuesta; sin embargo, el terreno montañoso y la red vial sinuosa pueden aumentar los tiempos de respuesta a los sectores remotos del municipio durante eventos de mayor peligro.

### 3.5.2 LÍNEA VITAL: COMIDA, HIDRATACIÓN Y REFUGIO



La línea vital de Alimentos, Hidratación y Refugio está destinada a garantizar que las poblaciones afectadas por desastres tengan acceso inmediato a necesidades esenciales, incluyendo alimentos, agua potable y refugio seguro. Esta línea vital abarca la provisión de comidas listas para comer, la distribución de agua, el establecimiento de refugios temporales y la coordinación con organizaciones gubernamentales y voluntarias para cubrir las necesidades humanas básicas. Las interrupciones en esta línea suponen una amenaza inmediata para la vida; por ello, se priorizan las acciones de respuesta rápida para restaurar la disponibilidad de alimentos y la estabilidad de la vivienda lo antes posible.

El mapa 8 incluye refugios de emergencia, instalaciones de distribución de alimentos, suministros de agua potable y otros recursos que apoyan a los residentes durante y

después de desastres. Como se muestra en el mapa, la mayoría de estas instalaciones están concentradas cerca del centro urbano de Aguas Buenas y a lo largo de los corredores PR-156 y PR-173, permitiendo un acceso eficiente desde las principales áreas residenciales del municipio. Instalaciones adicionales se encuentran en los sectores occidental, este y sur del municipio, proporcionando cobertura geográfica para apoyar refugios de emergencia y distribución de recursos durante eventos de desastre. El mapa identifica varios refugios de emergencia designados estratégicamente distribuidos en todo el municipio para cubrir evacuaciones y necesidades de vivienda temporal durante eventos de peligro natural. La infraestructura relacionada con el agua, incluyendo instalaciones de agua potable y componentes de almacenamiento, también está representada y desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de servicios esenciales durante emergencias. La concentración de estas instalaciones cerca del núcleo urbano facilita la coordinación y la prestación de servicios; sin embargo, los residentes en sectores montañosos remotos pueden experimentar tiempos de desplazamiento más largos hacia refugios y centros de distribución tras grandes desastres debido a cierres de carreteras, inundaciones o deslizamientos de tierra. Mantener la capacidad operativa de estas instalaciones y garantizar rutas de acceso fiables es esencial para apoyar los esfuerzos de respuesta y recuperación ante desastres del municipio.

### 3.5.3 LÍNEA VITAL: SALUD Y MEDICINA

El propósito de esta línea vital es garantizar la continuidad de los servicios médicos esenciales y la protección de la salud pública durante emergencias y desastres. Se centra en estabilizar la prestación de servicios de salud, garantizar el acceso a hospitales, clínicas, medicamentos y personal sanitario, y mantener la capacidad de responder eficazmente a condiciones que amenazan la vida.



FEMA indica que la interrupción de esta línea vital puede tener consecuencias graves; por ello, las acciones prioritarias se centran en restaurar las instalaciones médicas, desplegar equipos de respuesta de emergencia, garantizar la disponibilidad de suministros médicos críticos y coordinar esfuerzos entre agencias federales, estatales y locales.

La Línea de Salud y Medicina incluye centros de salud, consultorios médicos, farmacias y servicios médicos de emergencia que proporcionan atención médica

esencial a los residentes de Aguas Buenas. Como se muestra en el mapa 8, estas instalaciones se concentran principalmente dentro y alrededor del centro urbano del municipio, donde la accesibilidad se mejora gracias a la convergencia de los corredores PR-156 y PR-173. Esta concentración de instalaciones sanitarias permite a los residentes acceder a atención primaria, servicios de emergencia, farmacias y otros recursos médicos dentro de un área geográfica relativamente pequeña. La concentración de centros sanitarios cerca del núcleo urbano facilita la coordinación entre los proveedores médicos y el personal de gestión de emergencias durante eventos de riesgo. Sin embargo, los residentes que viven en sectores montañosos remotos pueden experimentar tiempos de desplazamiento más largos a los centros sanitarios cuando las carreteras están obstruidas por inundaciones, deslizamientos de tierra o escombros caídos. Mantener el acceso a estas instalaciones es fundamental, ya que apoyan la respuesta médica de emergencia, las necesidades sanitarias rutinarias, la distribución de medicamentos y la continuidad de la atención para poblaciones vulnerables, incluidos adultos mayores y personas con enfermedades crónicas.

#### 3.5.4 LÍNEA VITAL: ENERGÍA



La Línea Vital Energética está diseñada para garantizar la entrega fiable y segura de electricidad, gas y combustibles esenciales durante emergencias y desastres. Esta línea vital es esencial para mantener el funcionamiento de instalaciones y servicios críticos, incluidos hospitales, sistemas de agua y aguas residuales, telecomunicaciones y otras infraestructuras que dependen del suministro energético ininterrumpido.

FEMA reconoce que las interrupciones en los servicios energéticos suponen una amenaza directa para la seguridad de la vida y la estabilidad comunitaria. Por ello, las acciones prioritarias de respuesta incluyen la rápida restauración de la red eléctrica, el despliegue de generadores en instalaciones críticas, la coordinación con los proveedores de combustible y la implementación de medidas temporales para mantener la continuidad del servicio.

La Línea Vital Energética está representada por instalaciones relacionadas con la energía distribuidas por todo el Municipio de Aguas Buenas. Como se muestra en el mapa 8, estas instalaciones se concentran principalmente dentro y alrededor del centro urbano, con instalaciones adicionales situadas a lo largo de los principales

corredores de transporte del municipio, incluyendo PR-156 y PR-173. El patrón de distribución indica que la mayoría de los activos relacionados con la energía se encuentran en áreas fácilmente accesibles por la red vial y cerca de otras infraestructuras críticas. Esta concentración mejora la capacidad del municipio para apoyar servicios esenciales y operaciones de emergencia durante eventos de peligro, al tiempo que destaca la importancia de mantener el acceso a estas instalaciones a través de las principales rutas de transporte. Según el mapa, la mayor concentración de activos de Línea Vital Energética se encuentra en el núcleo urbano, donde están integrados con otros servicios comunitarios críticos.

### 3.5.5 LÍNEA VITAL: COMUNICACIONES

El propósito de esta línea vital es garantizar la disponibilidad y fiabilidad de los sistemas de comunicación esenciales durante emergencias y desastres. Estos sistemas incluyen redes telefónicas, servicios de internet, radio, televisión y plataformas de alerta y alerta pública, todas ellas fundamentales para coordinar actividades de respuesta, difundir información oportuna y mantener la comunicación entre las autoridades y el público.



FEMA indica que la interrupción de la Línea Vital de Comunicaciones puede perjudicar gravemente las operaciones que salvan vidas y la gestión eficaz de los recursos. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la restauración de la infraestructura de telecomunicaciones, el despliegue de soluciones temporales de comunicación como sistemas satelitales, la garantía de redundancia dentro de redes críticas y el mantenimiento de canales de comunicación accesibles para el público.

### 3.5.6 LÍNEA VITAL: TRANSPORTE



El propósito de la Línea Vital del Transporte es garantizar el movimiento seguro y eficiente de personas, mercancías y servicios esenciales durante emergencias y desastres. Esta línea apoya la operación continua o la rápida restauración de rutas de transporte terrestre, aéreo y marítimo, facilitando el acceso a recursos críticos como alimentos, agua potable, atención médica y equipos de respuesta a emergencias.

FEMA indica que las interrupciones en los sistemas de transporte afectan directamente a la capacidad de salvar vidas y distribuir suministros esenciales. Por lo tanto, las acciones prioritarias incluyen la reapertura de las carreteras, la reparación de puentes dañados, la restauración de las operaciones de aeropuertos y puertos, y la coordinación con entidades estatales y privadas para mantener la cadena logística. El Mapa 9 ilustra la red vial del Municipio. Los principales corredores de transporte dentro del municipio se describen a continuación.

**Corredor Norte-Sur** - El municipio está atravesado principalmente por el corredor PR-173, que sirve como la principal ruta norte-sur a través de Aguas Buenas. La PR-173 entra en el municipio desde Cidra al sur, atraviesa el centro urbano de Aguas Buenas y continúa hacia el norte en dirección a Guaynabo, proporcionando una conexión directa con el Área Metropolitana de San Juan. La ruta es uno de los corredores de transporte más importantes del municipio, conectando comunidades residenciales, zonas comerciales e instalaciones públicas en todo el municipio.

Un corredor secundario norte-sur es la PR-174, que conecta el centro urbano de Aguas Buenas con Bayamón al norte. Esta vía ofrece una conexión alternativa entre Aguas Buenas y la región metropolitana y da servicio a varios sectores residenciales situados al norte del centro urbano.

La red vial norte-sur se caracteriza por un terreno montañoso y presenta trazados sinuosos que siguen la topografía de la Cordillera Central. Como resultado, las velocidades de desplazamiento suelen ser menores que en los municipios costeros, pero estos corredores siguen siendo esenciales para la movilidad regional y el acceso a centros de empleo en el área metropolitana de San Juan.

**Corredor este-oeste** - El principal corredor este-oeste es la PR-156, que atraviesa el municipio y sirve como eje principal de transporte que conecta Comerío al oeste y Caguas al este. La PR-156 atraviesa directamente el centro urbano de Aguas Buenas y funciona como el principal corredor comercial del municipio. La ruta proporciona acceso a servicios gubernamentales, comercios, instalaciones educativas y desarrollos residenciales.

### **Conectividad y patrones de desarrollo**

La intersección de la PR-156 y la PR-173 en el centro urbano de Aguas Buenas constituye el principal centro de transporte del municipio. El desarrollo comercial se



concentra a lo largo de estos corredores, especialmente dentro y adyacente al centro, donde se encuentran negocios, servicios públicos e instalaciones comunitarias.

El desarrollo residencial se ha ampliado generalmente a lo largo de los corredores PR-156, PR-173 y PR-174, reflejando la topografía montañosa del municipio y la limitada disponibilidad de terrenos urbanizables alejados de las principales carreteras.

Un desafío continuo para la movilidad dentro de Aguas Buenas es el terreno montañoso, que limita el número de conexiones directas entre comunidades y concentra el tráfico en un pequeño número de vías arteriales. En consecuencia, la mayoría de los viajes dentro y fuera del municipio dependen en gran medida de los corredores PR-156, PR-173 y PR-174.

### 3.5.7 LÍNEA VITAL: MATERIALES PELIGROSOS

El propósito de esta línea vital es prevenir la liberación de materiales peligrosos, controlar vertidos y proteger a las comunidades situadas cerca de instalaciones industriales, plantas químicas y corredores de transporte de materiales peligrosos.



FEMA indica que la interrupción o fallo de la Línea Vital de Materiales Peligrosos puede tener consecuencias graves, incluyendo contaminación generalizada e interrupciones en los servicios esenciales. Por ello, las acciones prioritarias incluyen identificar materiales peligrosos, activar equipos especializados de respuesta a Materiales Peligrosos (HazMat), coordinar con agencias federales y estatales e implementar protocolos de respuesta rápida. Aunque los materiales peligrosos pueden estar presentes en todo el municipio, es más probable que ocurran incidentes que involucren materiales peligrosos en zonas industriales.

El Mapa 8 muestra el sitio de materiales peligrosos identificado según la información más reciente proporcionada por la Junta de Planificación de Puerto Rico (PRPB). Como se ilustra en el mapa, el sitio se encuentra en la parte norte del municipio, cerca del límite municipal con Guaynabo y adyacente a un corredor principal de transporte. Su ubicación a lo largo de una vía principal facilita el acceso al transporte y las operaciones de respuesta a emergencias. Dado que la instalación está situada fuera del centro urbano, un incidente con materiales peligrosos en este lugar probablemente requeriría coordinación entre los servicios municipales de emergencia, agencias estatales y otros actores regionales para asegurar una

contención rápida y minimizar posibles impactos en poblaciones cercanas, rutas de transporte e infraestructuras críticas.

El mapa indica que las instalaciones de materiales peligrosos son limitadas en número dentro de Aguas Buenas, lo que sugiere que los riesgos potenciales relacionados con materiales peligrosos se concentran en un área relativamente pequeña en lugar de estar ampliamente distribuidas por todo el municipio. Las actividades industriales y comerciales dentro de Aguas Buenas se encuentran principalmente a lo largo de los principales corredores de transporte del municipio y cerca del centro urbano. Estas áreas contienen usos comerciales, de almacenamiento, industriales y de servicios que apoyan la economía local y la red de transporte.

### 3.5.8 LÍNEA VITAL: SISTEMAS DE AGUA



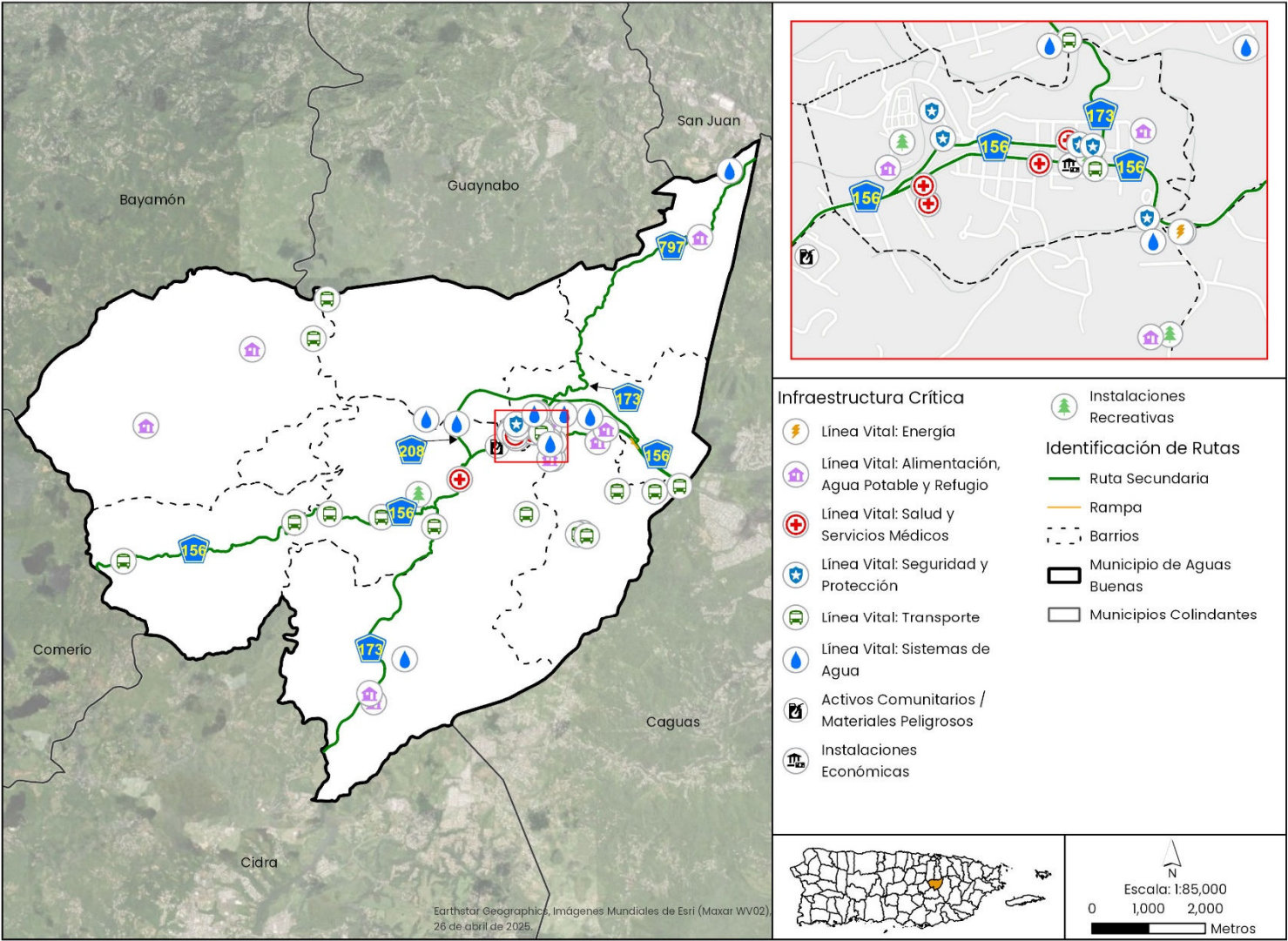
Esta línea vital pone de relieve el papel fundamental de la infraestructura hídrica en la respuesta y recuperación ante desastres. Su objetivo principal es garantizar un acceso fiable y la restauración oportuna de los servicios de agua potable y aguas residuales, que son esenciales para la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. La Línea Vital de los Sistemas de Agua está estructurada en torno a dos componentes principales: Infraestructura de Agua Potable, que incluye la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua; y el Sistema de Alcantarillado Sanitario, que abarca la recogida, almacenamiento, tratamiento y vertido de aguas residuales. Al priorizar la protección y funcionalidad de los sistemas de agua, FEMA busca mantener el saneamiento, apoyar los servicios sanitarios y minimizar los impactos en cascada sobre la seguridad alimentaria y la resiliencia general de la comunidad.

El Mapa 8 identifica las instalaciones de la Línea Vital de los Sistemas de Agua dentro del Municipio de Aguas Buenas. Como se muestra en el mapa, las instalaciones relacionadas con el sistema de agua están distribuidas por todo el municipio, con la mayor concentración situada cerca del centro urbano y a lo largo de los corredores principales de transporte. Instalaciones adicionales se encuentran en las zonas norte, este y sur del municipio, proporcionando una amplia cobertura geográfica para apoyar las operaciones de servicio de agua. La distribución de estas instalaciones en todo el municipio mejora la redundancia y accesibilidad de servicios, al tiempo que apoya áreas residenciales, comerciales y de servicios públicos. Su ubicación a lo largo

de las principales carreteras facilita las operaciones de mantenimiento, el acceso de emergencias y las actividades de respuesta y recuperación posteriores a un desastre. Dado que los sistemas de agua son esenciales para la salud pública, la respuesta a emergencias y las operaciones municipales diarias, mantener la funcionalidad y accesibilidad de estas instalaciones es fundamental para la resiliencia comunitaria durante eventos de riesgo.

Mapa 8: Infraestructura Crítica por Línea Vital

INFRAESTRUCTURA CRÍTICA POR LÍNEA VITAL



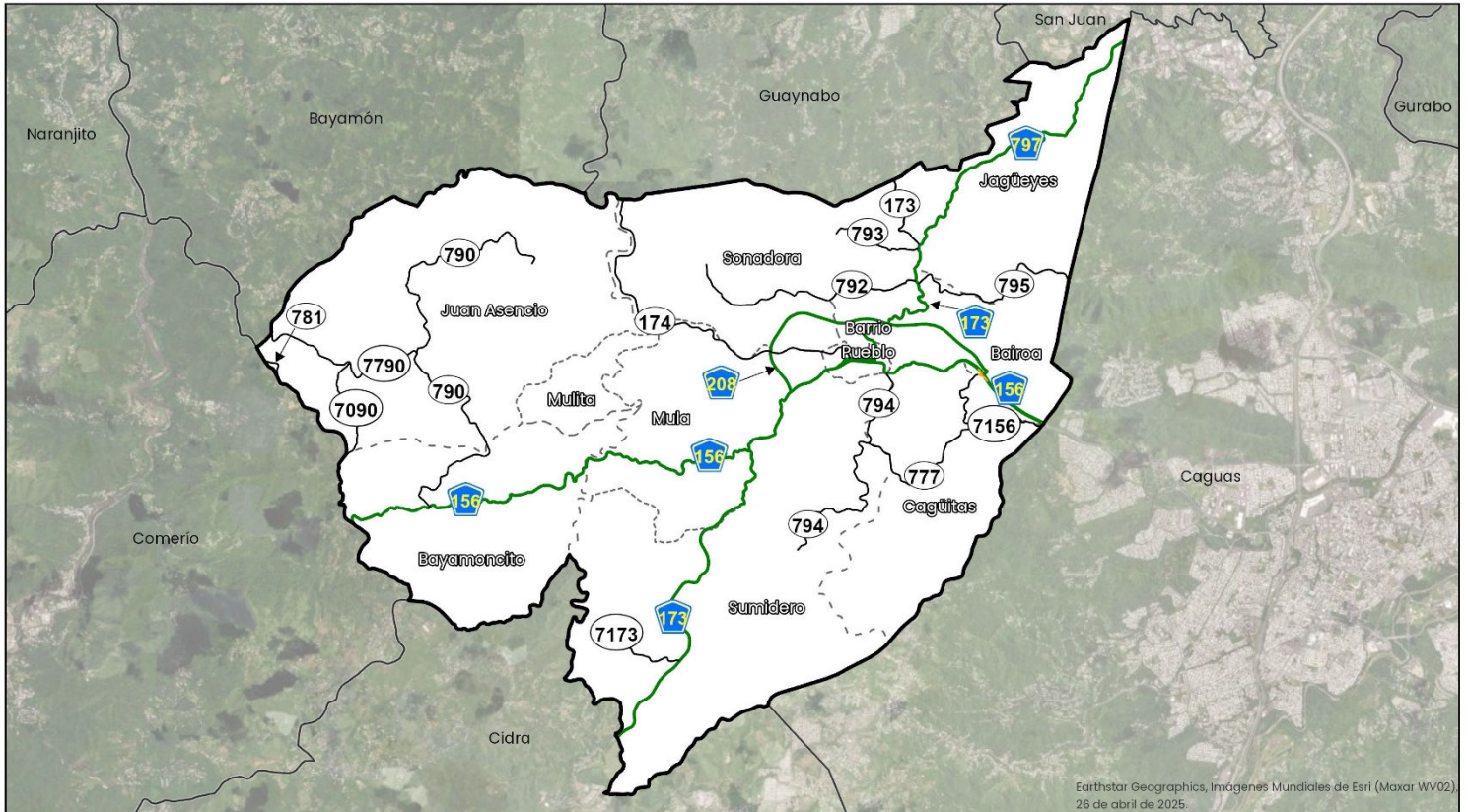
Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83



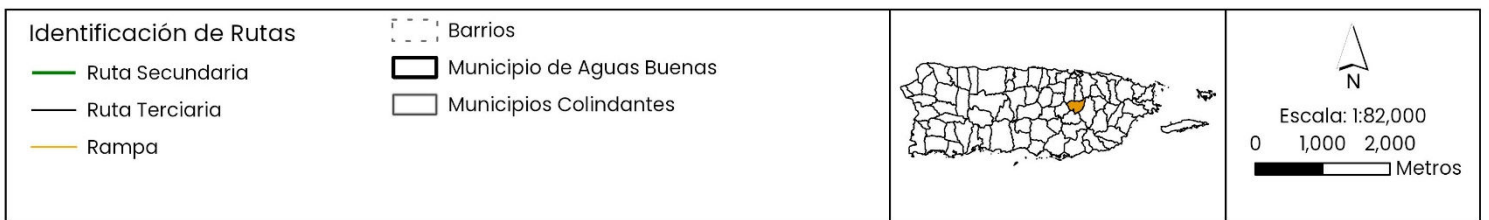
Mapa 9: Carreteras

## CARRETERAS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Earthstar Geographics, Imágenes Mundiales de Esri (Maxar WV02), 26 de abril de 2025. SPCS PR & VI NAD83



### 3.6 DESARROLLO RECIENTE (E1-A)

La planificación de mitigación de riesgos también debe tener en cuenta las condiciones futuras de desarrollo. Para evaluar las tendencias de desarrollo previstas dentro del municipio, se evaluaron los patrones históricos utilizando datos de permisos de construcción aprobados entre 2020 y 2026. Este periodo comienza con el año de aprobación del anterior plan de mitigación de riesgos. Cabe señalar que los datos de 2026 están completos hasta el 30 de junio de 2026.

Los datos indican un aumento notable en la actividad de construcción durante el periodo de la pandemia de COVID19 (2020–2023). Este aumento en las aprobaciones de permisos puede estar asociado a la disponibilidad de fondos federales de estímulo proporcionados durante ese periodo; sin embargo, se requeriría un análisis adicional para confirmar cualquier relación directa. Según los datos anuales de 2020–2026, el número medio de ocurrencias fue de 29.9 por año, mientras que el valor medio fue de 29. Estas estadísticas indican que el recuento anual típico de ocurrencias durante el periodo fue de aproximadamente 30, a pesar de fluctuaciones desde un mínimo de 13 permisos en 2026 hasta un máximo de 47 permisos en 2024.

La Tabla 15 y la Figura 12 muestran el número de permisos de construcción aprobados entre 2020 y 2026. Los mapas 10 y 11 ilustran la distribución espacial de estos permisos. Para mejorar la legibilidad, los permisos se representan en dos mapas separados: uno que muestra los permisos emitidos entre 2020 y 2023, y otro que muestra los permisos emitidos entre 2024 y 2026.

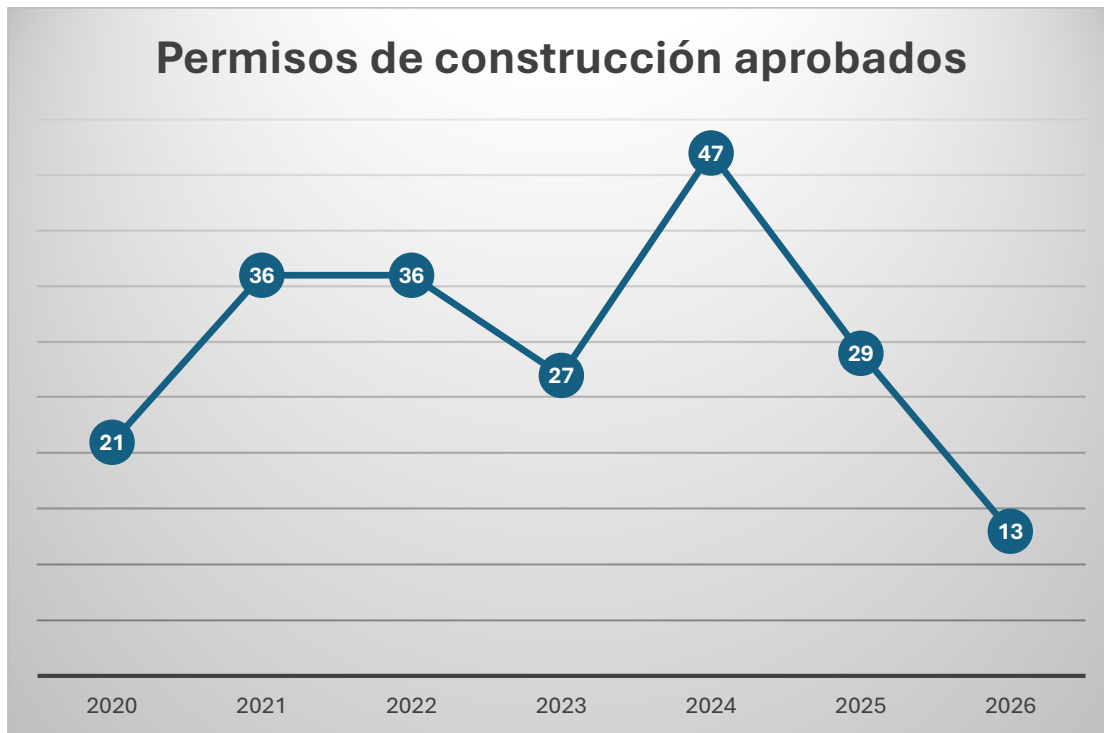
Tabla 15: Permisos de construcción aprobados, 2020–2026<sup>5</sup>

| Permisos de construcción aprobados 2020–2026 |                    |
|----------------------------------------------|--------------------|
| Año                                          | Permisos aprobados |
| 2020                                         | 21                 |
| 2021                                         | 36                 |
| 2022                                         | 36                 |
| 2023                                         | 27                 |
| 2024                                         | 47                 |
| 2025                                         | 29                 |
| 2026                                         | 13                 |

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

<sup>5</sup> El total de 2025 solo incluye los permisos hasta el 12 de noviembre de 2025

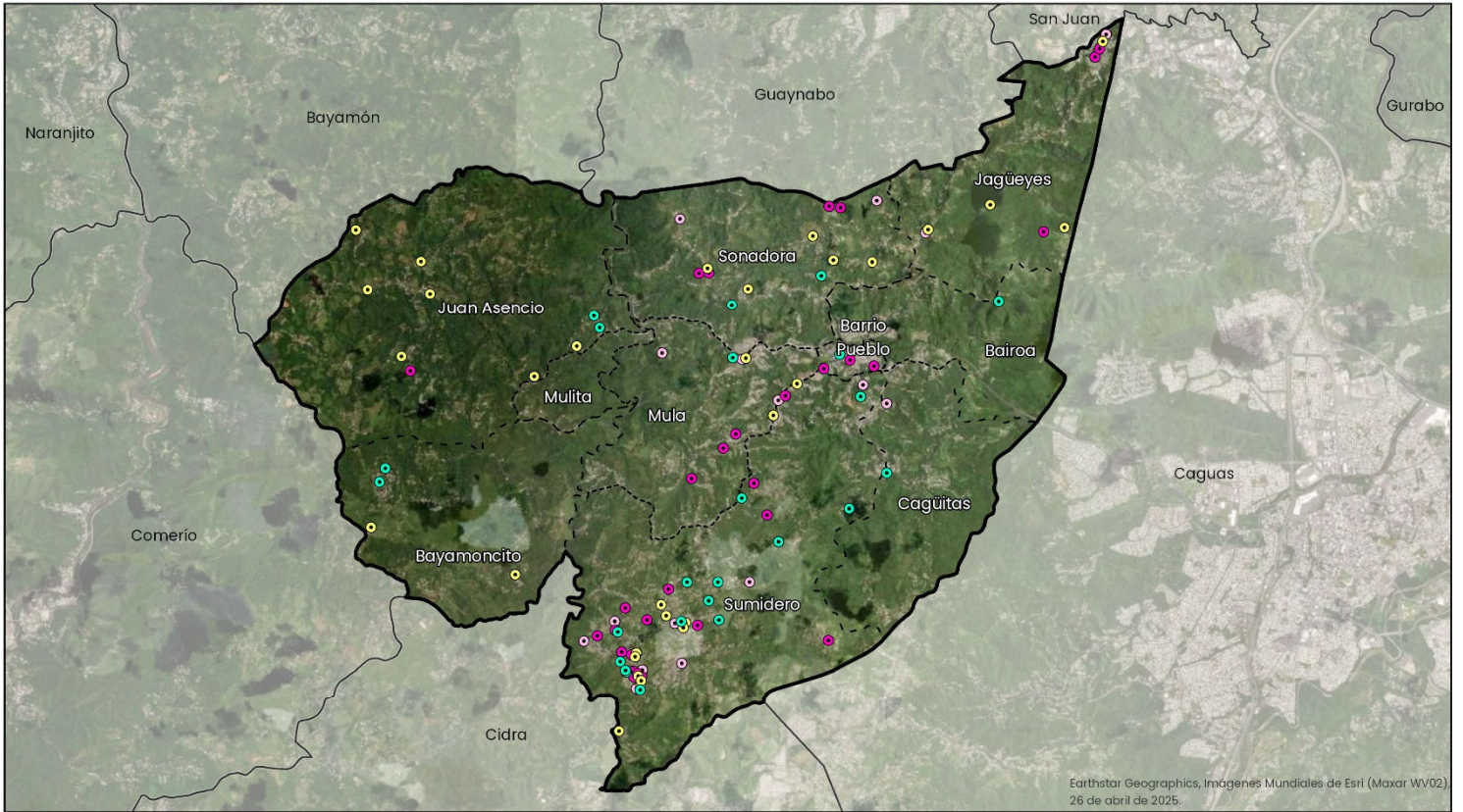
Figura 12: Permisos de construcción aprobados 2020-2026<sup>6</sup>



<sup>6</sup> Los totales de 2026 no se han finalizado, y podría indicar una tendencia falsa



## DESARROLLOS RECIENTES 2020 - 2023



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

### Permisos de Construcción Otorgados

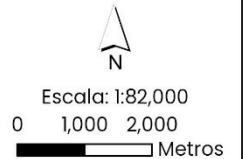
#### Año de Creación y Cantidad

- 2020 (21)
- 2021 (36)
- 2022 (36)
- 2023 (26)

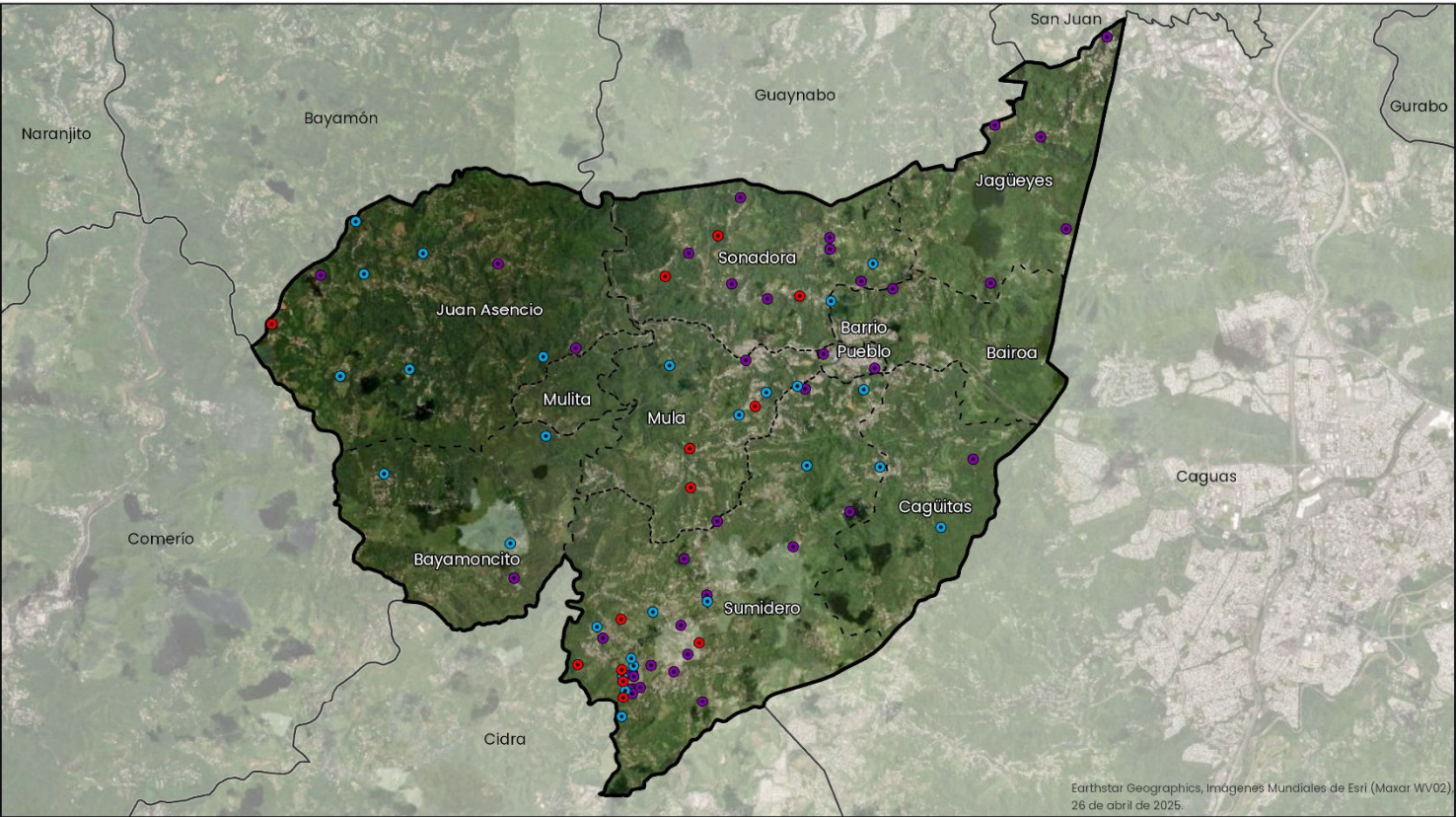
--- Barrios

▬ Municipio de Aguas Buenas

▭ Municipios Colindantes



# DESARROLLOS RECIENTES 2024 - 2026



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico SPCS PR & VI NAD83

|                                                                                                                                                                                  |                                                                               |  |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Permisos de Construcción Otorgados</b></p> <p>Año de Creación y Cantidad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2024 (46)</li><li>2025 (29)</li><li>2026 (13)</li></ul> | <p>Barrios</p> <p>Municipio de Aguas Buenas</p> <p>Municipios Colindantes</p> |  | <p>N</p> <p>Escala: 1:82,000</p> <p>0 1,000 2,000</p> <p>Metros</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|



## 4. PERFILES DE RIESGOS Y ANÁLISIS DE RIESGOS

### 4.1 NOTA SOBRE LA DISCUSIÓN DE LOS PELIGROS

El LHMP de 2020 dividió la discusión de los peligros considerados en dos secciones separadas y no continuas. Esta disposición hacía que el análisis del peligro fuera engorroso, ya que el lector tenía que ir y venir entre dos secciones diferentes de este extenso documento. Para mejorar esto, este nuevo LHMP analiza tanto el perfil del peligro como el riesgo asociado en una sola sección.

### 4.2 REQUISITOS REGULATORIOS

La regulación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(2) establece los requisitos relacionados con la identificación de riesgos y la evaluación de riesgos para el LHMP. El LHMP debe incluir lo siguiente:

- Una evaluación que proporcione la base para identificar las actividades propuestas destinadas a reducir las pérdidas asociadas a los peligros identificados. Las evaluaciones locales de riesgos deben proporcionar suficiente información para permitir a la jurisdicción identificar y priorizar las acciones de mitigación adecuadas para reducir las pérdidas relacionadas con los peligros identificados. La evaluación de riesgos debe incluir:
  - Descripción del tipo, ubicación y alcance de todos los peligros naturales que puedan afectar a la jurisdicción. Debe contener información sobre ocurrencias previas de eventos peligrosos y la probabilidad de peligros futuros.
  - Una descripción de la vulnerabilidad de la jurisdicción ante los peligros identificados. Esta descripción debe incluir un resumen exhaustivo de cada peligro y su impacto en la comunidad. Este Plan debe describir la vulnerabilidad en términos de:
    - El número de estructuras, infraestructuras e instalaciones críticas existentes ubicadas dentro de áreas de peligro identificadas;
    - Una estimación de las posibles pérdidas monetarias en estructuras identificadas como vulnerables, junto con una descripción de la metodología utilizada para preparar la

estimación.

- Una descripción general del uso del suelo y los patrones de desarrollo dentro de la comunidad para que se puedan considerar opciones de mitigación en futuras decisiones de uso del suelo.
- Descripción de todas las estructuras aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) que hayan sufrido daños repetidos por diferentes eventos de inundación. Debe indicar explícitamente si la comunidad participa en el NFIP y cumple con sus normativas. También debe incluir una tabla que muestre pérdidas repetidas de bienes junto con una tabla de reclamaciones y pérdidas de NFIP.

### 4.3 PELIGROS QUE PUEDEN AFECTAR AL MUNICIPIO

Para determinar los Riesgos a abordar en este LHMP, el Municipio revisó e integró información del Plan Estatal de Mitigación de Riesgos 2026 de Puerto Rico, del LHMP de Aguas Buenas 2020 y del LHMP actual de los municipios que comparten frontera con Aguas Buenas. La siguiente tabla resume los riesgos discutidos en esos HMP. Una marca de verificación "✓" en la tabla indica que un peligro fue discutido en el plan de mitigación de riesgos correspondiente, "X" significa que no fue tratado.

*Tabla 16: Inventarios históricos de peligros*

| Hazard                          | PRSHMP 2026 | 2020 Aguas Buenas LHMP | Municipios vecinos |
|---------------------------------|-------------|------------------------|--------------------|
| Terremoto/Licuefacción          | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Deslizamientos de tierra        | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Inundaciones                    | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Peligro de vientos extremos     | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Calor extremo                   | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Sequía                          | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Incendios forestales            | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Ciclones tropicales             | ✓           | ✓                      | ✓                  |
| Pandemia/Epidemia               | ✓           | x                      | x                  |
| Enfermedad Epidémica Contagiosa | ✓           | x                      | x                  |

| Hazard                               | PRSHMP 2026 | 2020 Aguas Buenas LHMP | Municipios vecinos |
|--------------------------------------|-------------|------------------------|--------------------|
| Represas de alto potencial de riesgo | ✓           | ✗                      | ✓                  |
| Tsunami                              | ✗           | ✗                      | ✗                  |
| Erosión costera                      | ✗           | ✗                      | ✗                  |
| Subida del nivel del mar             | ✗           | ✗                      | ✗                  |
| Marejada ciclónica                   | ✗           | ✗                      | ✗                  |

Tras revisar los perfiles de riesgos en estos documentos, el Municipio de Aguas Buenas ha decidido que se evaluarán y valorarán los siguientes riesgos para el LHMP 2026:

*Tabla 17: Riesgos que se incluirán en el LHMP Aguas Buenas 2026*

| Hazard                           | Incluido en Aguas Buenas ¿LHMP 2026? | Comentarios                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Terremoto                        | ✓                                    | Se incluye dada la ubicación de Puerto Rico entre las principales fallas y la actividad sísmica de 2020.                                                                                                         |
| Deslizamientos de tierra         | ✓                                    | Se incluye debido a la alta propensión a los deslizamientos de tierra en el territorio de Aguas Buenas.                                                                                                          |
| Tsunami                          | ✗                                    | El riesgo no fue evaluado en este plan ya que el municipio no tiene exposición directa al riesgo dentro de su territorio.                                                                                        |
| Inundaciones                     | ✓                                    | Está incluido debido a la presencia de zonas de inundación en el municipio.                                                                                                                                      |
| Ciclón tropical/Vientos extremos | ✓                                    | Se incluye dado que la región sureste de Puerto Rico ha sido el punto de entrada más recurrente de huracanes que tocan tierra en la historia registrada. (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, 2026). |
| Marejada ciclónica               | ✗                                    | El riesgo no fue evaluado en este plan ya que el municipio                                                                                                                                                       |

| Hazard                              | Incluido en Aguas Buenas<br>¿LHMP 2026? | Comentarios                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                         | no tiene exposición directa al riesgo dentro de su territorio.                                                                                                                                                                    |
| Modificación costera a largo plazo  | x                                       | El riesgo no fue evaluado en este plan ya que el municipio no tiene exposición directa al riesgo dentro de su territorio.                                                                                                         |
| Vientos extremos                    | ✓                                       | Incluido como parte de la discusión sobre ciclones tropicales.                                                                                                                                                                    |
| Calor extremo                       | ✓                                       | Este peligro se incluye a medida que el municipio sigue enfrentándose a eventos recurrentes de temperaturas extremas.                                                                                                             |
| Sequía                              | ✓                                       | Este riesgo se incluye dado el periodo de sequías de 2014-2016 y los recientes periodos de sequía moderada.                                                                                                                       |
| Incendios forestales                | ✓                                       | Varias comunidades vecinas incluyen este peligro. Aguas Buenas                                                                                                                                                                    |
| Pandemia/Epidemia                   | ✓                                       | El municipio de Aguas Buenas incluyó esto en la anterior LHMP. Será considerada por la actualización de la LHMP dada la declaración de emergencia COVID-19 de 2020.                                                               |
| Represa de alto potencial de riesgo | ✓                                       | Se incluye porque una posible inundación por infraestructuras de presa aguas arriba o cercanas podría amenazar a los residentes, los corredores de transporte, las instalaciones y los servicios públicos dentro de Aguas Buenas. |

Para el resto de este documento, los riesgos se considerarán en el siguiente orden:

Tabla 18: Orden de peligros a evaluar

| Clasificación            | Hazard                            |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Riesgos geológicos       | Terremoto                         |
|                          | Deslizamientos de tierra          |
| Riesgos hidrológicos     | Inundaciones                      |
| Riesgos meteorológicos   | Evento de Vientos Extremos        |
|                          | Calor extremo                     |
|                          | Sequía                            |
| Riesgos medioambientales | Incendios forestales              |
| Riesgos biológicos       | Pandemia/Epidemia                 |
| Riesgos antropogénicos   | Presa de alto potencial de riesgo |

## 4.4 CRONOLOGÍA DE LOS ACONTECIMIENTOS

Para evitar la duplicación de datos y facilitar la referencia en la discusión de cada perfil de peligro, el lector encontrará una cronología de eventos en la discusión del propio peligro.

## 4.5 4.5METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Esta sección describe las diferentes metodologías utilizadas para evaluar los peligros. Dado que cada tipo de peligro tiene características, requisitos de datos y niveles de incertidumbre únicos, se aplicaron diversos enfoques para garantizar una evaluación de riesgos precisa y completa.

### 4.5.1.1 HAZUS 6.1

HAZUS es una herramienta de evaluación de riesgos basada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollada por FEMA para estimar posibles pérdidas por peligros naturales. Utiliza modelado científico y datos espaciales para analizar los impactos de eventos como terremotos, inundaciones, huracanes y tsunamis en edificios, infraestructuras, poblaciones y la economía. Hazus proporciona estimaciones detalladas de daños físicos, pérdidas económicas y consecuencias sociales, apoyando la planificación de mitigación de riesgos, la preparación ante

emergencias y las estrategias de recuperación. Al integrar datos de intensidad, exposición y vulnerabilidad de riesgos, Hazus permite a los responsables de la toma de decisiones priorizar acciones de mitigación y asignar recursos de manera eficaz. Los siguientes riesgos fueron evaluados utilizando el software HAZUS 6.1:

- Terremoto
- Ciclón tropical/Vientos extremos
- Inundaciones

#### *4.5.1.2 MODELADO SIG ALTERNATIVO*

Existen algunos peligros que actualmente no están modelados por HAZUS, pero pueden evaluarse mediante técnicas SIG alternativas. ESRI® ArcGIS PRO.6™ se utilizó para evaluar la vulnerabilidad al riesgo utilizando datos digitales de riesgo y la base de datos de información sobre riesgos mencionada anteriormente. Utilizando estas capas de datos, la vulnerabilidad se cuantificó estimando el número de instalaciones y edificios críticos situados en zonas propensas a peligros. Debe tenerse en cuenta que este método puede sobreestimar la exposición al riesgo. En este LHMP se evaluaron los siguientes peligros utilizando esta técnica:

- Deslizamientos de tierra
- HHPD

#### *4.5.1.3 EVALUACIÓN ESTOCÁSTICA DE RIESGOS*

La metodología estocástica de evaluación de riesgos se aplicó para evaluar riesgos no abordados por los modelos existentes de riesgo o análisis basados en SIG. Este método es especialmente adecuado para peligros que carecen de límites geográficos claros, que por tanto quedan excluidos del análisis SIG. Este enfoque puede incorporar estimaciones de pérdidas anuales y datos de impacto. Sin embargo, el resultado de la evaluación dependerá mucho de la disponibilidad de datos.

En el caso de este LHMP, los riesgos evaluados mediante esta metodología son:

- Calor extremo
- Sequía

- Incendios forestales
- Pandemia/Epidemia

Esta metodología es especialmente adecuada para riesgos que carecen de límites geográficos claramente definidos y, por tanto, no pueden evaluarse mediante análisis basado en SIG. Permite incorporar pérdidas anuales estimadas y datos de impacto; sin embargo, la precisión de la evaluación depende en gran medida de la disponibilidad y calidad de los conjuntos de datos subyacentes.

#### *4.5.1.4 REPRESAS DE ALTO POTENCIAL DE RIESGO*

Por favor, consulte la Sección 4.14.2.1 para detalles sobre la metodología utilizada para evaluar los riesgos de alto riesgo de presas.

## **4.6 TERREMOTO**

### **4.6.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)**

Un terremoto es un movimiento repentino de la Tierra que ocurre debido a ondas o vibraciones que se extienden en todas direcciones desde el foco o punto de origen del terremoto (FEMA, 1997). El foco representa el lugar donde se origina el movimiento de las rocas cuando se desplazan a lo largo de fallas. El epicentro, en cambio, se refiere al punto en la superficie terrestre situado directamente por encima del foco (Red Sísmica de Puerto Rico, 2019). Los terremotos pueden producirse debido a cambios en la presión que experimenta la corteza terrestre, ya sea por movimiento de placas tectónicas o rotura de roca, una erupción volcánica, un deslizamiento de tierra o el colapso de cavernas o cavidades en terrenos subterráneos.

La mayoría de los terremotos son causados por la liberación de presión acumulada resultante del desplazamiento de rocas a lo largo de fallas en la corteza exterior terrestre. Estas fallas suelen encontrarse a lo largo de los bordes de las diez placas tectónicas terrestres. Las áreas de mayor inestabilidad tectónica se producen en los perímetros de placas que se mueven lentamente, ya que estos lugares están sometidos a la fuerza extrema de placas que se desplazan en direcciones opuestas y a diferentes velocidades. La deformación a lo largo de los límites de placas provoca tensión en la roca y la consecuente acumulación de energía. Cuando el esfuerzo acumulado supera la resistencia de las rocas, se produce una ruptura que libera la



energía almacenada y produce ondas sísmicas, que generan un terremoto (NMEAD, 2021).

Los terremotos pueden afectar cientos de miles de millas cuadradas y causar daños materiales que ascienden a decenas de miles de millones de dólares, pérdida de vidas y heridas a cientos de miles de habitantes, además de alterar el funcionamiento social y económico de las zonas afectadas. La mayoría de los daños materiales y muertes relacionadas con terremotos son causados por el colapso de estructuras debido a movimientos del terreno (NMEAD, 2021). El nivel de daño experimentado dependerá de la amplitud y duración del sacudón, que está directamente relacionada con el tamaño del terremoto, la distancia desde la falla donde ocurre y la ubicación y geología regional del área donde se siente (NMEAD, 2021). Otros efectos negativos causados por el terremoto incluyen deslizamientos, el movimiento de suelo y rocas hacia zonas bajas (regiones montañosas y a lo largo de las laderas) y licuefacción, un proceso por el cual el suelo pierde rigidez y comienza a comportarse como un fluido. En el caso de la licuefacción, cualquier cosa que dependa de la rigidez de los sustratos puede desplazarse, inclinarse, romperse o colapsar.

Puerto Rico se encuentra cerca del límite entre las placas tectónicas de América del Norte y el Caribe, una zona de subducción donde una placa se desplaza lentamente hacia abajo bajo la otra. Estas zonas de subducción están sujetas a una actividad sísmica considerable y desplazamiento lateral. Además, la velocidad relativa entre el movimiento de estas dos placas es de 2 centímetros (cm) por año (Puerto Rico Seismic Network, 2019).

Según la Red Sísmica de Puerto Rico, la actividad sísmica se concentra en ocho zonas:

- La Fosa de Puerto Rico al norte
- Las fallas de la ladera norte y sur de Puerto Rico
- La Zona del Sombrero al noreste
- El Paso de la Mona
- El Cañón de la Mona al oeste
- Las Islas Vírgenes y las depresiones de Anegada al este
- Los Muertos al sur
- En el suroeste de Puerto Rico

Para describir el tamaño de los terremotos, la sismología ha establecido tres (3) términos: (1) intensidad sísmica; (2) magnitud de terremoto; y (3) aceleración. La intensidad mide el temblor de estructuras y naturaleza en un área determinada. La intensidad variará según la distancia desde el foco y la duración del evento. Por otro

lado, la magnitud de un terremoto se refiere a la medida de energía proporcionada por los sismómetros que se libera durante el evento. Finalmente, la aceleración del suelo se utiliza para expresar el tamaño de un terremoto (PRSN, 2019).

Algunas consecuencias de los terremotos incluyen la licuefacción, los deslizamientos de tierra y la amplificación. Para los fines de este análisis, el principal peligro a abordar es la licuefacción causada por terremotos. Esto se debe a que la licuefacción es un peligro para el cual se pueden establecer estrategias de mitigación, ya que las áreas susceptibles pueden identificarse y marcar con fines de mitigación de riesgos. La licuefacción es el proceso por el cual ciertos suelos se comportan como un fluido denso, reduciendo su capacidad habitual de carga (PRSN, 2019). La licuefacción ocurre principalmente en lugares donde hay suelos arenosos medios a finos, saturados de agua y de edad geológica reciente. Estos depósitos se encuentran mayoritariamente en márgenes de ríos y depósitos aluviales de edad Cuaternaria (Q). Otro peligro que considerar es la amplificación de ondas sísmicas. La amplificación de ondas sísmicas ocurre en depósitos aluviales gruesos donde las ondas sísmicas se desaceleran, amplificando su oscilación y provocando que el suelo en estos lugares se sacuda más fuerte y durante más tiempo.

#### *4.6.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)*

Los siguientes mapas miden la aceleración y el desplazamiento espectrales en escenarios de HAZUS.

#### **Aceleración espectral**

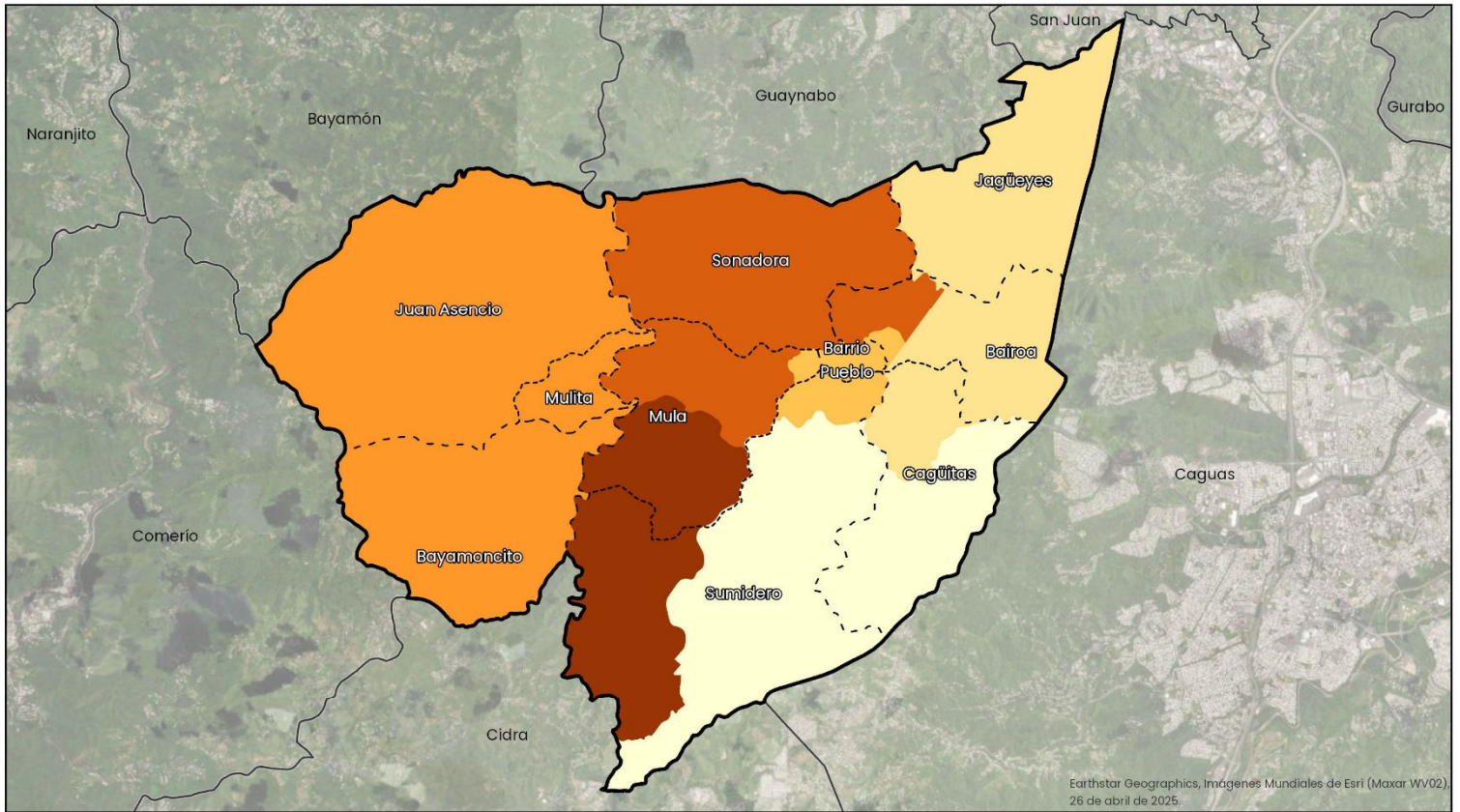
La aceleración espectral se utiliza principalmente en ingeniería sísmica para describir con qué intensidad aceleraría el movimiento del suelo por un terremoto una estructura con un periodo natural específico. Esta medida responde a la pregunta: "Si un edificio (o cualquier estructura) vibra de forma natural en un determinado periodo, ¿cuánta aceleración experimentaría durante un terremoto?" o, ¿con qué fuerza empuja el suelo sobre el edificio en un periodo de vibración específico? Cuanto mayor sea la aceleración espectral, más fuertes serán las fuerzas que actúan sobre la estructura, lo que puede causar fallo estructural si el edificio no está diseñado para ello (USGS, 2019).

#### **Desplazamiento espectral**

El desplazamiento espectral mide hasta dónde se espera que se mueva (deforme) una estructura durante un terremoto, basándose en su periodo natural de vibración y amortiguamiento; en otras palabras, responde: "Para un edificio con un periodo natural dado, ¿cuál es el desplazamiento máximo que experimentaría durante un sacudón de terremoto?" (National Institute of Building Sciences, 2020).

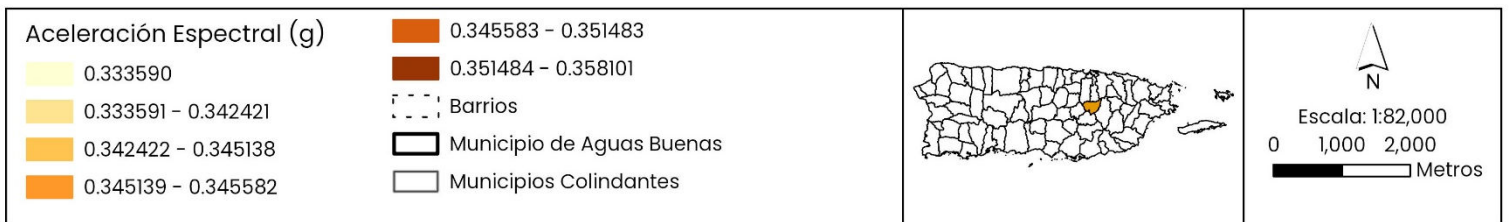
Además, los mapas 12 y 13 muestran el escenario de Hazus durante 0.3 segundos y 1.0 segundos. La diferencia se relaciona con cómo un terremoto afecta a diferentes tipos de estructuras en función del periodo natural de vibración del edificio. Los mapas que muestran el escenario de 0.3 segundos pueden afectar a edificios que son estructuras cortas y rígidas, como edificios de 1 o 2 plantas. Estos edificios son rígidos, por lo que vibran rápidamente cuando el suelo tiembla. Mientras que el escenario de 1.0 segundos que es más importante para edificios son estructuras más altas y flexibles, como edificios de mediana a altura. Estos edificios son más altos y menos rígidos y, por tanto, se balancean más lentamente (durante un periodo más largo) durante un terremoto (FEMA, Hazus Earthquake Model User Guidance, 2024).

## TERREMOTO: ACELERACIÓN ESPECTRAL A 1.0 SEG. (G)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

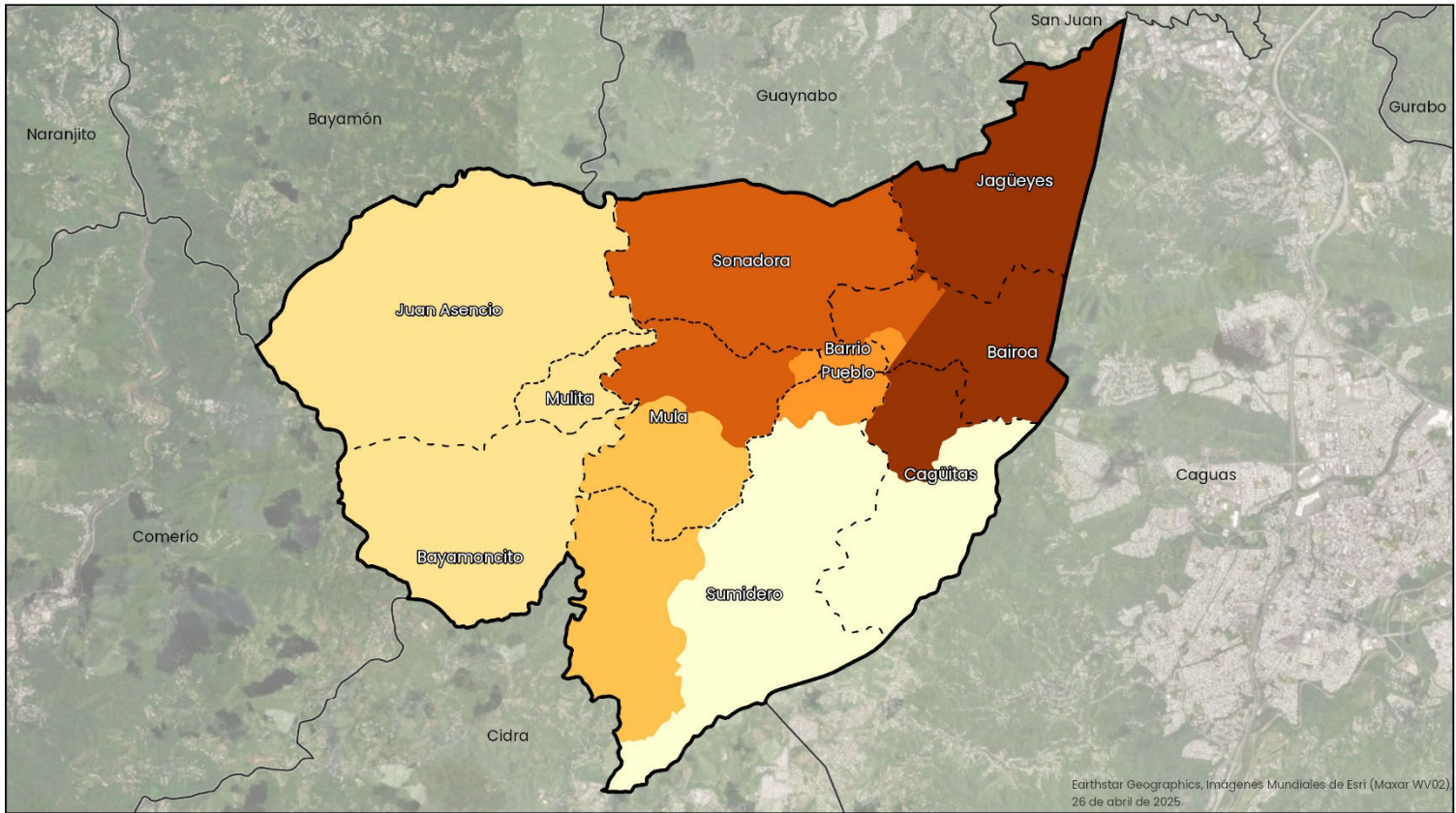


Como se muestra en el Mapa 12, la distribución espacial de la aceleración espectral en un periodo de 1.0 segundos a lo largo de Aguas Buenas. Los valores más altos de aceleración espectral se concentran en las zonas central y suroeste del municipio, especialmente dentro del barrio Mula y las áreas adyacentes de Sumidero. Los valores intermedios se observan en Sonadora, Juan Asencio, Bayamoncito y Mulita. Los valores más bajos de aceleración espectral se encuentran principalmente en Jagüeyes, Bairoa, Cagüitas y en partes del Barrio Pueblo situadas en las zonas este y noreste del municipio.



Mapa 13: Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 Seg. (G)

## TERREMOTO: ACELERACIÓN ESPECTRAL A 0.3 SEG. (G)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

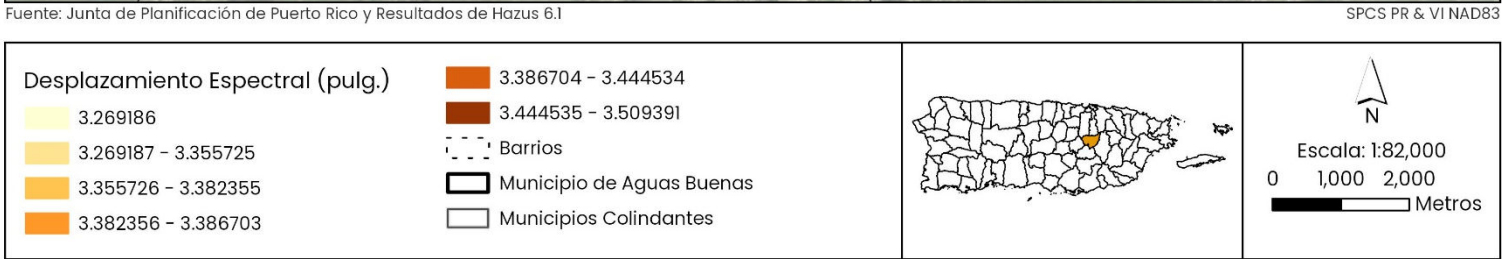
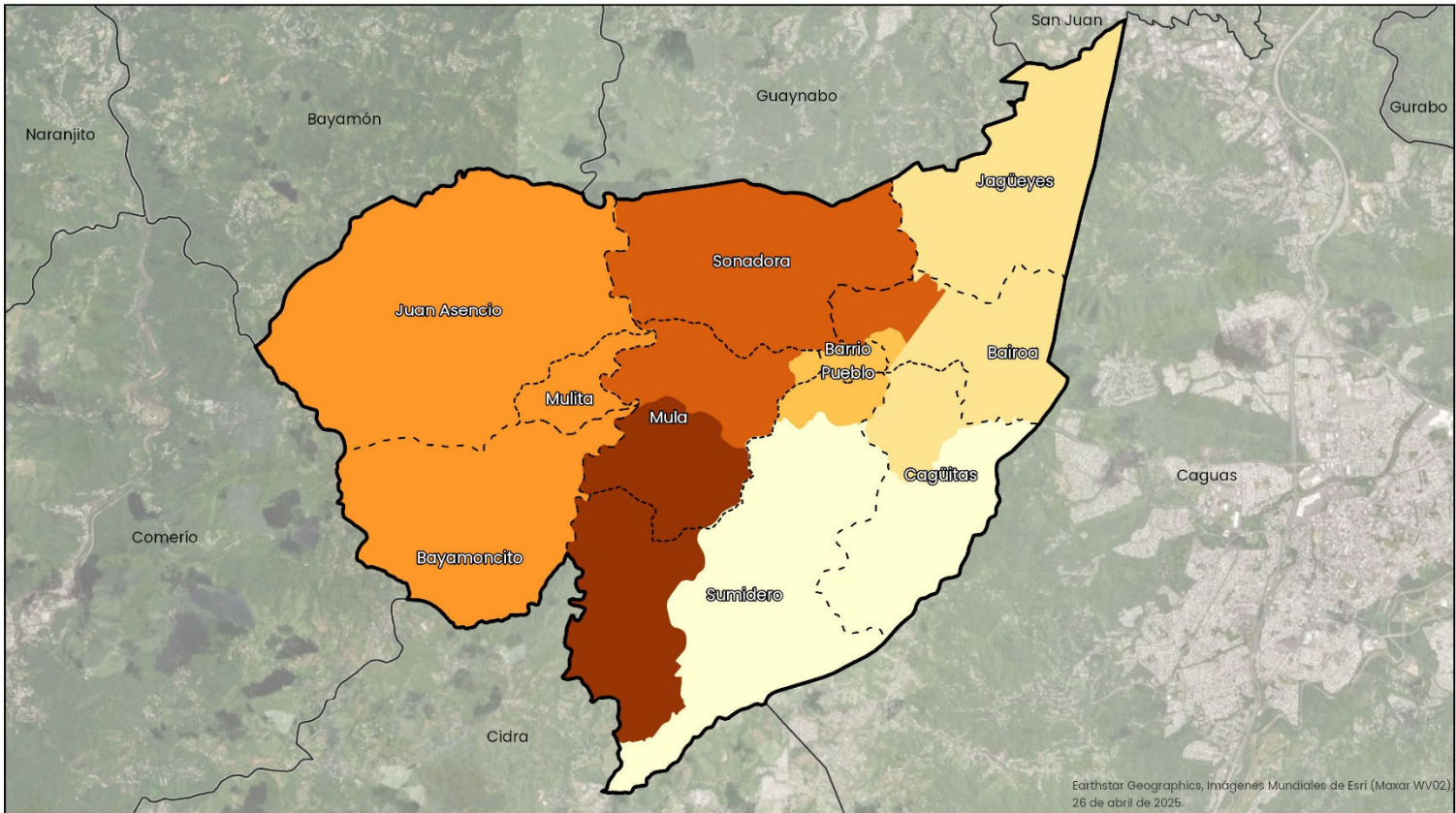


El Mapa 13 ilustra un escenario sísmico adicional basado en la distribución espacial de la aceleración espectral en un periodo de 0.3 segundos a lo largo de Aguas Buenas. Los valores espectrales más altos de aceleración se concentran en las zonas este y noreste del municipio, especialmente en los distritos de Jagüeyes, Bairoa y partes de los barrios Pueblo. Los valores intermedios se encuentran en Sonadora y Mula. Los valores de aceleración espectral más bajos se observan en los distritos de Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Cagüitas y Sumidero.

Los mapas 14 y 15 ilustran el desplazamiento espectral esperado durante un terremoto, que representa el grado de movimiento u oscilación que pueden experimentar los edificios. La distribución espacial del desplazamiento refleja de cerca los patrones observados en la aceleración espectral, ya que niveles de aceleración más altos generalmente corresponden a un mayor balanceo estructural.

Mapa 14: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 1.0 Seg. (PULG.)

### TERREMOTO: DESPLAZAMIENTO ESPECTRAL A 1.0 SEG. (PULG.)



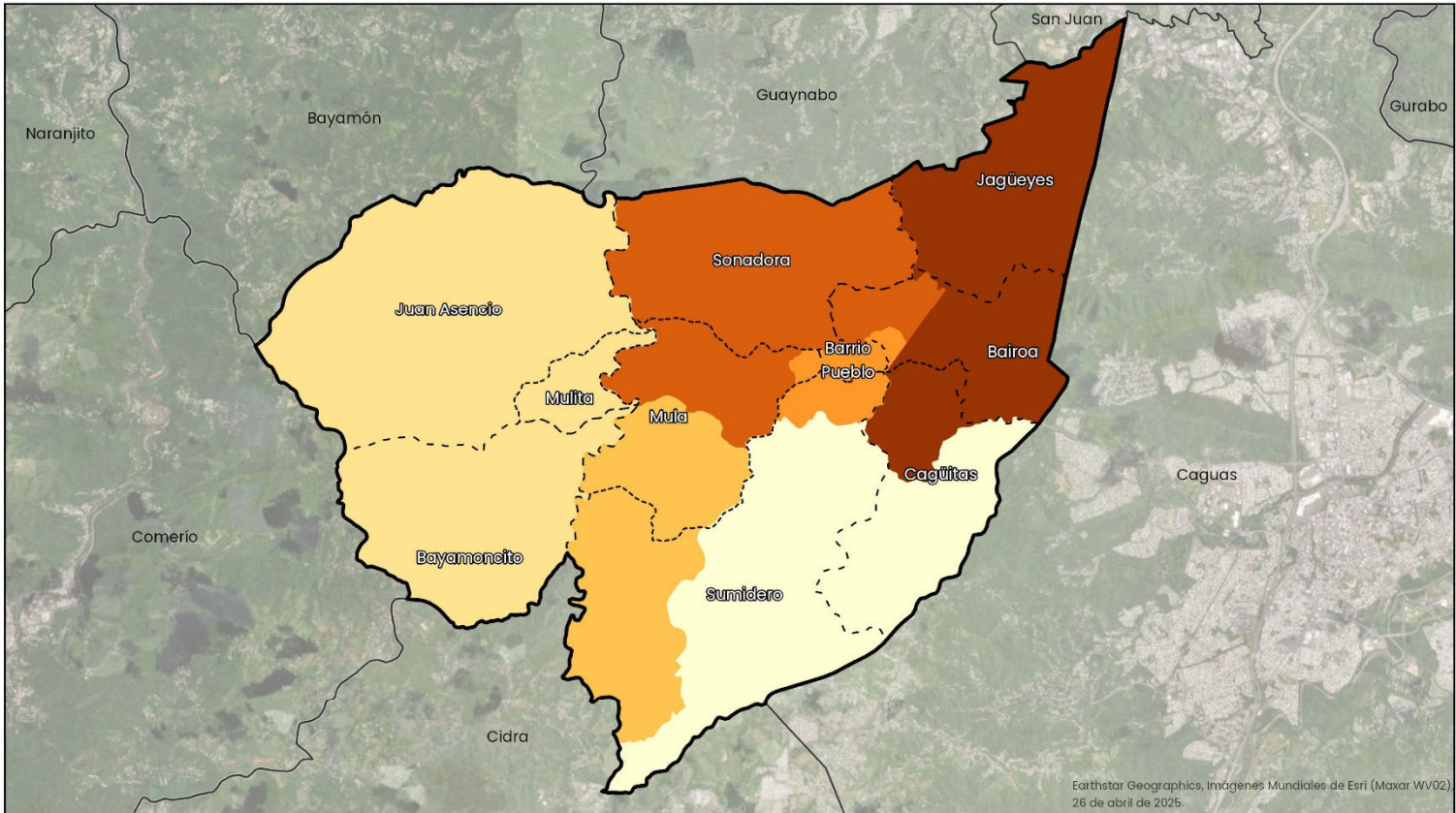
El Mapa 14 ilustra la distribución espacial del desplazamiento espectral en un periodo de 1.0 segundos a lo largo de Aguas Buenas. Los valores más altos de desplazamiento espectral se concentran en la parte central del municipio, particularmente en el



distrito de Mula, Sumidero y las áreas adyacentes de Sonadora y Barrio Pueblo. Se observan valores intermedios en Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita y partes de Sonadora. Los valores de desplazamiento espectral más bajos se encuentran predominantemente en los distritos de Jagüeyes, Bairoa, Cagüitas y Sumidero, situados en las zonas este y sureste del municipio.

Mapa 15: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 0.3 Seg. (PULG)

### TERREMOTO: DESPLAZAMIENTO ESPECTRAL A 0.3 SEG. (PULG.)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



Este mapa ilustra la distribución espacial del desplazamiento espectral en un periodo de 0.3 segundos a lo largo de Aguas Buenas. Los valores más altos de desplazamiento espectral se concentran en las zonas oriental y noreste del municipio, especialmente en Jagüeyes, Bairoa y partes de los distritos de Barrio Pueblo. Los valores intermedios



se encuentran en Sonadora, Mula y partes de Sumidero. Los valores de desplazamiento espectral más bajos se observan en Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Cagüitas y partes de los distritos de Sumido.

#### *4.6.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)*

El tamaño de un terremoto, comúnmente asociado con la escala de Richter, es ampliamente reconocido, pero a menudo malinterpretado. El concepto de escala de magnitud logarítmica fue introducido por primera vez por Charles Richter en los años 30 para medir terremotos en el sur de California utilizando grabaciones de alta frecuencia de estaciones sismográficas cercanas. Esta escala original, designada como ML donde "L" significa "local", acabó conociéndose como la escala de magnitud de Richter.

A medida que se expandieron las redes globales de monitoreo sísmico, se hizo evidente que el método Richter solo era preciso dentro de rangos específicos de frecuencia y distancia. Para acomodar un rango más amplio de señales sísmicas registradas en todo el mundo, se desarrollaron escalas de magnitud adicionales como extensiones del concepto original de Richter, incluyendo la magnitud de onda corporal ( $M_b$ ) y la magnitud de onda superficial ( $M_s$ ). Cada una de estas escalas se aplica a un rango de frecuencia y tipo particular de ondas sísmicas, y dentro de sus respectivos rangos válidos, proporcionan magnitudes equivalentes a la escala de Richter (USGS, 2024).

Debido a las limitaciones de las escalas ML,  $M_b$  y  $M_s$ , se desarrolló una magnitud de momento ( $M_w$ ) de escala más universalmente aplicable. Para terremotos de gran magnitud,  $M_w$  proporciona la estimación más precisa y fiable del tamaño del terremoto.

El momento es una magnitud física proporcional a la cantidad de deslizamiento que ocurre a lo largo de una falla multiplicada por el área de la superficie de la falla que sufre la ruptura. Refleja la energía total liberada por un terremoto. El momento puede derivarse de datos de sismogramas y mediciones geodésicas y posteriormente convertirse en un valor de magnitud mediante una fórmula estandarizada. La medida resultante, conocida como magnitud del momento, proporciona una estimación consistente y comparable del tamaño del terremoto en todo el rango de magnitudes, una capacidad que las escalas anteriores no ofrecían. La tabla 19 a continuación muestra la escala Momento-Magnitud (USGS, 2024).

Tabla 19: Escala de Magnitud de Momento<sup>7</sup>

| Distribución | Descripción                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Mw < 3.0     | Normalmente no lo sienten las personas.                                   |
| Mw 3.0 – 4.9 | Terremotos menores, que a menudo se sienten, pero rara vez causan daños.  |
| Mw 5.0 – 5.9 | Un nivel moderado puede causar daños leves a estructuras mal construidas. |
| Mw 6.0 – 6.9 | Fuerte, puede causar daños significativos en zonas pobladas.              |
| Mw 7.0–7.9   | Daños graves en grandes áreas.                                            |
| Mw ≥ 8.0     | Grandes terremotos, daños catastróficos en regiones muy grandes.          |

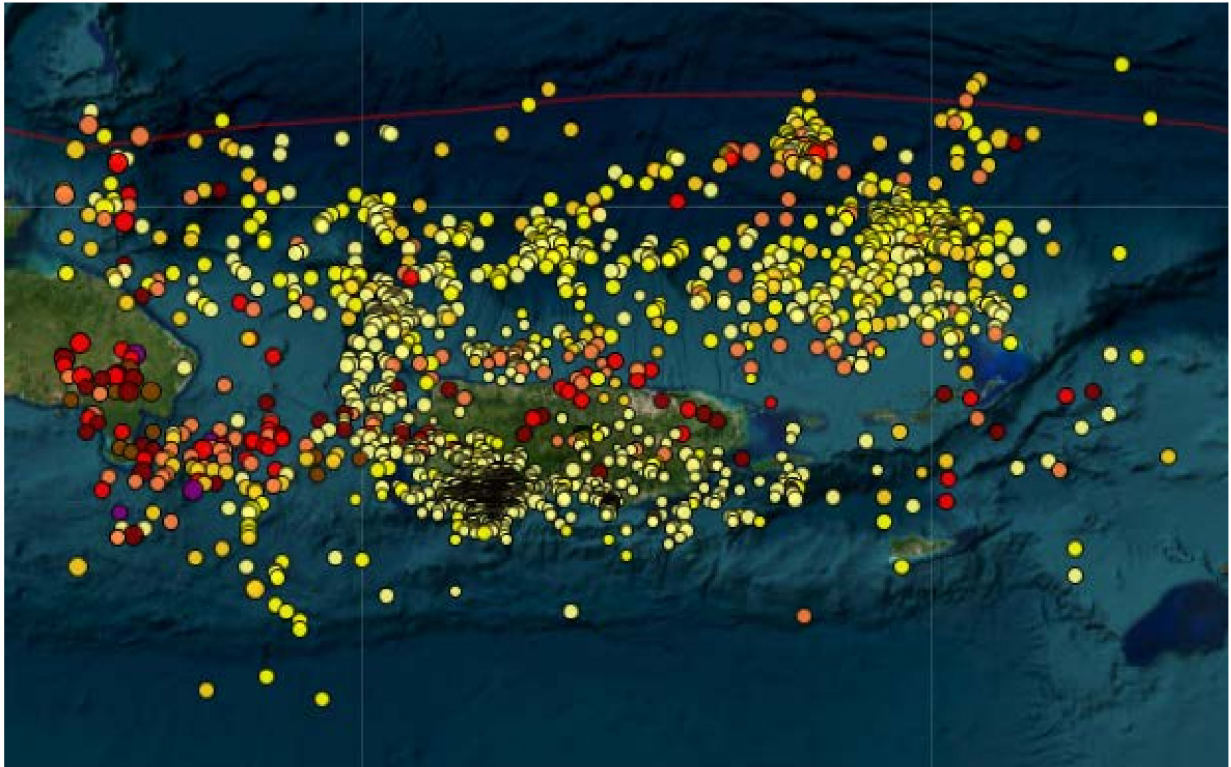
#### 4.6.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)

Los terremotos ocurren de forma natural a diario, y sus impactos aumentan significativamente con mayor magnitud. Los eventos de alta magnitud pueden ser especialmente destructivos, causando daños materiales extensos, pérdida de vidas y graves alteraciones en las regiones afectadas. Puerto Rico está situado cerca de varias zonas sísmicas activas, incluyendo la Fosa de Puerto Rico, el Cañón de la Mona, la Fosa Anegada, la Fosa Muertos y el sistema de fallas sur, lo que pone la isla en un riesgo elevado de eventos sísmicos. La sismicidad en la región sureste de Puerto Rico está principalmente asociada con fallas en las Islas Vírgenes y las depresiones Anegada. En la región suroeste, la actividad está influida por la falla de Punta Montalva (Roig Silva, 2010), una zona que ha experimentado un notable aumento de la actividad sísmica en los últimos años (Weilert & Laó-Dávila, 2023).

La Figura 13 es una captura de pantalla extraída de un informe publicado por la Red Sísmica de Puerto Rico. Este informe ilustra los epicentros de terremotos registrados en la región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de EE. UU. en 2024 (PRSN, 2025).

<sup>7</sup> Fuente: USGS, 2025

Figura 13: PRSN – Epicentros de Terremotos 2024 (PRSN, 2025)



**Cronología de los terremotos**

La siguiente Tabla muestra la lista cronológica de la actividad sísmica en Puerto Rico para el periodo de 2013 a 2024, según informa el PRSN.(PRSN, n.d.)

Tabla 20: Actividad sísmica en Puerto Rico, 2013-2024

| Año  | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2024 | <p>El terremoto más grande de 2024 ocurrió el 14 de mayo de 2024, a las 20:30:11 (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.6 MI se localizó a 94.3 km al norte-noroeste de Aguadilla (PR) a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado se sintió ampliamente en todo Puerto Rico, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Mercalli Modificada, MMI) en Aguadilla (PR).</p> <p>Durante 2024, continuaron las réplicas de la secuencia sísmica sur-suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019, con un terremoto de magnitud 4.7 MI. El evento principal de esta secuencia ocurrió el 7 de enero de 2020, en la región sur de Puerto Rico, a 12.7 km al sur de Guayanilla, con una magnitud de 6.4 Mw. Este fuerte terremoto, a una profundidad de 7 km, tuvo una intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto</p> |

| Año  | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>Rico, y causó daños importantes en toda la isla. Desde el inicio de la secuencia sísmica Sur-Suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se han procesado 27.497 terremotos asociados a esta secuencia (Figura 2). Se han registrado más de 1.688 terremotos sentidos y más de 492 eventos significativos con magnitudes superiores a 3.5. De estos, 42 tuvieron magnitudes superiores a 4.5.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2023 | <p>El terremoto más grande de 2023 ocurrió el 9 de diciembre de 2023, a las 10:27:22 a.m. (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.7 MI se localizó a 192.28 km al este-noreste de San Juan, PR, a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado se sintió ampliamente en Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Mercalli Modificada, MMI) en St. Thomas (EE. UU).</p> <p>Durante 2023, continuaron las réplicas de la secuencia sísmica Sur-Suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019, con un terremoto de magnitud 4.7 MI. El evento principal de esta secuencia ocurrió el 7 de enero de 2020, en la región sur de Puerto Rico, a 12.7 km al sur de Guayanilla, con una magnitud de 6.4 Mw. Este fuerte terremoto, a una profundidad de 7 km, tuvo una intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto Rico, y causó daños importantes en toda la isla.</p> |
| 2022 | <p>La secuencia sísmica en la región Sur-Suroeste de Puerto Rico, que comenzó el 28 de diciembre de 2019, continúa. Desde su inicio hasta el informe de marzo de 2022 de la Red Sísmica de Puerto Rico, se registraron un total de 19,436 terremotos asociados a esta secuencia. En ese informe se documentaron 1,502 eventos para 2022, de los cuales 30 se reportaron como sentidos. Las regiones con mayor actividad sísmica durante marzo de 2022 se encontraron en la zona sur de Puerto Rico.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2021 | <p>El mayor terremoto de 2021 ocurrió el 24 de enero de 2021, a las 19:21:41 (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.4 MI se localizó a 44.82 km al sureste de Virgin Gorda, Islas Vírgenes británicas, a una profundidad de 94 km. Este terremoto moderado se sintió ampliamente en Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Mercalli Modificada, MMI) en Tortola, Islas Vírgenes Británicas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2020 | <p>El año 2020 estuvo marcado por una actividad sísmica significativa. Se registró un terremoto de magnitud 5.8 el 6 de enero de 2020, seguido de otro de 6.4 el 7 de enero de 2020, situado a 8 km de Indios, Puerto Rico. Es importante aclarar que, desde el evento de magnitud 4.7 registrado el 28 de diciembre de 2019 hasta el 22 de octubre de 2020, se han sentido aproximadamente más de 1,200 terremotos de magnitud 2.0+ en la isla. La actividad tectónica en Puerto Rico está dominada por la convergencia entre las placas de América del Norte y el Caribe, con la isla comprimida entre ambas. Al norte de Puerto Rico, la placa norteamericana subduce bajo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Año  | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>la placa del Caribe a lo largo de la Fosa de Puerto Rico. Al sur de la isla y al sur del terremoto del 7 de enero, la corteza superior de la placa caribeña se subduce bajo Puerto Rico en la vaguada de Muertos. Sin embargo, el terremoto del 6 de enero y otros eventos recientes están ocurriendo en la zona de deformación costera, conectada por la falla de Punta Montalva en tierra y el cañón Guayanilla frente a la costa.</p> <p>Entre el 28 de diciembre de 2019 y el 23 de enero de 2020, el sur de Puerto Rico registró 90 eventos sísmicos de magnitud 4.0 o superior, incluyendo el terremoto de magnitud 6.5 el 7 de enero de 2020, según el USGS. Estos movimientos sísmicos llevaron a las autoridades estatales a solicitar una declaración de desastre al presidente de los Estados Unidos. Esta Declaración de Desastre fue emitida el 16 de enero de 2020, bajo el número DR-4473. El Municipio de Aguas Buenas no fue incluido entre los designados para recibir fondos de Asistencia Individual de FEMA.</p>                                                                          |
| 2019 | <p>Durante 2019, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 6.510 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63,5°O–69°O). En comparación con 2018 (3,974 terremotos), la sismicidad detectada y localizada en 2019 aumentó. El año 2019 terminó con 2,536 terremotos más que el año anterior. En 2019, el mes con mayor actividad fue diciembre con 1,291 terremotos, mientras que agosto tuvo la sismicidad más baja con 303 terremotos.</p> <p>La región con mayor sismicidad registrada durante 2019 fue el Cañón Mona con 1,288 eventos sísmicos, seguida por la región sur de Puerto Rico con 885 terremotos (Tabla 3). Las profundidades sísmicas oscilaron entre 1 km y 191 km, y las magnitudes variaron entre 0.34 Md y 6.0 Mw. Del total de terremotos en 2019, se registraron 70 sentidos. El 28 de diciembre de 2019 comenzó un periodo activo de actividad sísmica, con un terremoto de magnitud 4.7, seguido varias horas después por otro de magnitud 5.0 al sur de la isla.</p> |

| Año  | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 | <p>Durante 2018, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,974 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63,5°O–69°O). En comparación con 2017 (3,129 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó 845 más que el año anterior. En 2018, el mes con mayor actividad fue diciembre con 549 terremotos, mientras que febrero tuvo la sismicidad más baja con 227 terremotos.</p> <p>La región con mayor sismicidad registrada durante 2018 fue la región sur de Puerto Rico con 412 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla 19°N con 349 terremotos. Las profundidades sísmicas oscilaron entre 2 km y 185 km, y las magnitudes variaron entre 0.63 Md y 4.67 Md. De los terremotos totales en 2018, 29 se registraron como se sintieron dentro de nuestra área de responsabilidad.</p>                                                          |
| 2017 | <p>Durante 2017, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,129 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63,5°O–69°O). En comparación con 2016 (3,948 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó un 20%, lo que significa 819 terremotos menos que el año anterior. En 2017, el mes con mayor actividad fue abril con 518 terremotos, mientras que octubre tuvo la sismicidad más baja con 48 eventos sísmicos.</p> <p>La región con mayor sismicidad registrada durante 2017 fue la Zona Sísmica Sombrero con 856 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 327 terremotos. Las profundidades de los terremotos oscilaron entre 1 km y 180 km, y las magnitudes variaron entre 0.85 Md y 4.8 Mb. Del total de terremotos en 2017, 24 se registraron como se sintieron dentro de nuestra área de responsabilidad.</p> |
| 2016 | <p>Durante 2016, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,947 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63,5°O–69°O). En comparación con 2015 (3,235 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó un 22.0%, es decir, 712 terremotos más que el año anterior. En 2016, el mes con mayor actividad fue septiembre con 566 terremotos, mientras que marzo tuvo la sismicidad más baja con 169 terremotos.</p> <p>La región con mayor sismicidad registrada durante 2016 fue la Zona Sísmica Sombrero con 973 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 497 terremotos. Las profundidades sísmicas oscilaron entre 1 km y 177 km, y las magnitudes variaron entre 0.76 Md y 4.6 Ml. Del total de terremotos en 2016, 28 se registraron como se sintieron dentro de nuestra área de responsabilidad.</p>                     |



| Año  | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2015 | <p>Durante 2015, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,235 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63,5°O–69°O). En comparación con 2014 (3,420 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó un 5.4%, es decir, 185 terremotos menos que el año anterior. En 2015, el mes con mayor actividad fue julio con 473 terremotos, mientras que abril tuvo la sismicidad más baja con 157 terremotos.</p> <p>La región con mayor sismicidad registrada durante 2015 fue la Zona Sísmica del Sombrero con 588 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla 19°N con 477 terremotos. Las profundidades sísmicas oscilaron entre 1 km y 211 km, y las magnitudes variaron entre 0.80 Md y 4.80 Md (magnitud de duración). De los terremotos totales en 2015, 23 se registraron como se sintieron dentro del área de responsabilidad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2014 | <p>Durante 2014, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,420 terremotos en responsabilidad (AOR) conocidos como la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (latitud 17,00° a 20,00°N y longitud 63,50° a 69,00°O). En comparación con 2013 (2,293 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó un 49%, lo que supone 1,127 terremotos más que el año anterior. En este año, el mes con mayor sismicidad fue enero con 709 terremotos, y el mes con menor sismicidad fue noviembre con 192 terremotos.</p> <p>De la sismicidad total en 2014, se reportaron 29 terremotos (0.85%) como sentidos, todos localizados dentro de nuestra área de responsabilidad. Las magnitudes (Md) de los eventos sísmicos calculados para este año por PRSN oscilaron entre 1.0 y 6.4, aunque para eventos sentidos oscilaron entre 2.53 Md y 6.4 Mwp. Durante 2014, las profundidades variaron entre 1 km y 182 km, mientras que para los terremotos sentidos oscilaron entre 6 km y 134 km. Los terremotos con profundidades de 0 a 25 km fueron los más frecuentes con 1,385 eventos, mientras que los entre 175 km y 200 km fueron los menos frecuentes este año. La región con mayor sismicidad registrada durante 2014 fue la Zona de Falla 19°N con 905 eventos sísmicos, seguida por la Zona Sísmica Sombrero con 483 terremotos.</p> |
| 2013 | <p>Durante 2013, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 2,293 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (latitud 17,00° a 20,00°N y longitud 63,50° a 69,00°O). En comparación con 2012 (2,852 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó un 20%, lo que supone 559 terremotos menos que el año anterior. En este año, el mes con mayor sismicidad fue septiembre con 272 terremotos, y el mes con menor sismicidad fue febrero con 114 terremotos.</p> <p>Del total de sismicidad en 2013, se reportaron 44 terremotos (1.92%) como sentidos, todos localizados en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. La magnitud de los eventos sísmicos calculados para este año por PRSN osciló</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



| Año | Descripción de eventos sísmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | entre 1.0 y 5.12, aunque para eventos sentidos oscilaron entre 2.36 y 5.12. Durante 2013, las profundidades variaron entre 1 km y 182 km, mientras que en los terremotos oscilaron entre 4 km y 112 km. La región con mayor sismicidad registrada durante 2013 fue la Zona Sísmica Sombrero con 504 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 246 terremotos. A través de su programa educativo, PRSN alcanzó a 14,099 personas en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes de EE. UU. y británicas durante 2013. |

## Secuencia sísmica de 2020

A principios de enero de 2020, Puerto Rico experimentó una secuencia sísmica significativa que comenzó con una serie de precursores y culminó en un potente terremoto el 7 de enero. El sismo principal alcanzó una magnitud de 6.4 MW, impactando cerca de la costa sur de la isla, afectando especialmente a los municipios de Guayanilla, Ponce y Yauco. Este evento fue precedido por un terremoto de 5.8 MW el 6 de enero, que causó una preocupación generalizada y daños estructurales. La actividad sísmica se vinculó a la compleja interacción entre las placas tectónicas del Caribe y Norteamérica, una zona conocida por sus zonas de subducción y sistemas de fallas. El temblor se sintió en toda la isla, provocando cortes de electricidad, cierre de escuelas y el colapso de varios edificios, incluidas viviendas y estructuras públicas (USGS, n.d.).

Las secuelas del terremoto revelaron daños extensos en infraestructuras y viviendas, desplazando a miles de residentes y provocando una declaración de emergencia federal. La región sur sufrió réplicas prolongadas, algunas superiores a magnitud 5.0, que continuaron durante semanas, aumentando la ansiedad entre la población. El evento subrayó la vulnerabilidad de Puerto Rico ante los riesgos sísmicos y la importancia de la preparación y prácticas constructivas resilientes. Este evento sísmico recibió una Declaración Presidencial de Desastre bajo la Ley Stafford - DR-4473-PR. Aunque el municipio de Aguas Buenas no fue incluido en la Declaración de Desastre, el municipio es consciente de que, debido a la posición de Puerto Rico a lo largo de los límites tectónicos activos, los eventos sísmicos pueden causar daños de millones de dólares, alterando la vida diaria (FEMA, n.d.).

Según la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN), desde el inicio de la secuencia sísmica Sur-Suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se registraron y procesaron un total de 27,497 terremotos asociados a esta secuencia. De estos eventos, más de 1,688 se registraron como sentidos y más de 492 registraron magnitudes superiores a

3.5. Además, 42 terremotos alcanzaron magnitudes superiores a 4.5.

#### *4.6.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)*

A diferencia de los eventos atmosféricos, actualmente no existe una forma científica de predecir terremotos. Sin embargo, el estado técnico actual del conocimiento permite hacer pronósticos científicos. Entre 1670 y hoy, Puerto Rico ha experimentado cuatro terremotos significativos y destructivos en los años 1670, 1787, 1867 y 1918. Este registro histórico sugiere un ciclo de recurrencia que va de 51 a 117 años, con una media de 83 años para terremotos destructivos. Sin embargo, es importante señalar que cada uno de estos eventos ocurrió en diferentes fallas; por lo tanto, calcular una tasa precisa de recurrencia no puede basarse únicamente en estos eventos.

Para estudios más completos, se analizan mapas geológicos de zonas específicas, centrándose en fallas activas y otras características estructurales. Estos se correlacionan con distribuciones históricas de intensidad sísmica, modelos de atenuación sísmica y datos estadísticos. El resultado es un mapa de zonas sísmicamente activas, identificando regiones donde pueden producirse distintos grados de terremotos fuertes. Identificar estas zonas de alto riesgo es esencial para la planificación del uso del suelo y la preparación ante emergencias.

En el caso de Puerto Rico, PRSN cita un estudio probabilístico de riesgo sísmico realizado en 1987 por el Dr. William McCann que estimó una probabilidad del 33–50% de que ocurriera un fuerte terremoto (intensidad VII o superior en la Escala Mercalli Modificada) en diferentes partes de la isla en un periodo de 50 años (PRSN, 2025).

Investigaciones posteriores realizadas por el Servicio Geológico de EE. UU. en 2003 revelaron que una zona al oeste-suroeste de Puerto Rico es la ubicación más probable para fuertes terremotos en la isla. Este análisis probabilístico no tiene en cuenta efectos secundarios como tsunamis, licuefacción y amplificación de ondas sísmicas, que afectan principalmente a zonas costeras bajas y zonas altas propensas a deslizamientos de tierra.

Aunque el Municipio de Aguas Buenas no ha sido afectado directamente por terremotos en el pasado reciente, este tipo de información es relevante para identificar estrategias de mitigación viables y abordarlas de forma proactiva.

4.6.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

4.6.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS

Exposición municipal

El Análisis de Terremotos Hazus de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias proporciona estimaciones de las Pérdidas Anualizadas por Terremotos —que representan el impacto económico medio a largo plazo de los terremotos en el inventario de edificaciones existentes dentro de un área geográfica específica para un año dado— así como una estimación anualizada de la pérdida de población.

La Pérdida Sísmica Anualizada se calcula mediante el Método de Sumas de Riemann. Este enfoque promedia las pérdidas anuales asociadas a múltiples periodos de retorno, y luego multiplica la pérdida promedio de cada periodo de retorno por su probabilidad diferencial de generar un único valor de pérdida para cada sector censal (FEMA, National Risk Index Data – Technical Documentation, 2025).

La Tabla 21 muestra la exposición a riesgos sísmicos. Aquí debemos aclarar que, aunque pueda ser difícil precisar el valor de una vida humana, siguiendo las directrices de FEMA la pérdida poblacional se convierte en un valor monetario mediante un enfoque de "equivalencia poblacional" basado en el Valor de la Vida Estadística (VSL). Bajo este método, a cada fallecimiento —o cada diez lesionados— se le asigna una pérdida económica de 13.7 millones de dólares, lo que refleja la estimación de VSL ajustada a la inflación de FEMA. Todos los valores históricos de pérdidas se ajustan además a los dólares de diciembre de 2024 para tener en cuenta la inflación.

El análisis HAZUS 6.1 muestra que la exposición total del municipio a un evento sísmico es de 283,854,094,000.00 dólares. Esto incluye 2,867,294,000.00 dólares de exposición al valor de un edificio y 280,986,800,000.00 dólares de exposición a la población.

Tabla 21: Exposición al riesgo sísmico

| Exposición - Zona afectada (millas cuadradas) | Exposición - Valor del edificio | Exposición - Población | Exposición - Equivalencia de Población | Exposición - Total   |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| 30.399675                                     | \$2,867,294,000.00              | 24,223                 | \$280,986,800,000.00                   | \$283,854,094,000.00 |

Fuente: NRI de FEMA

**Pérdida anual esperada**

El Análisis de Terremotos Hazus de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias proporciona estimaciones de las Pérdidas Anualizadas por Terremotos que representan el impacto económico medio a largo plazo de los terremotos en el parque edificable general dentro de un área geográfica específica para un año dado— así como una estimación anualizada de la pérdida de población.

La Pérdida Sísmica Anualizada se calcula utilizando el Método de Sumas de Riemann. Este enfoque promedia las pérdidas anuales asociadas a múltiples periodos de retorno y luego multiplica la pérdida promedio de cada periodo de retorno por su probabilidad diferencial para generar un único valor de pérdida para cada sector censal (FEMA, National Risk Index Data – Technical Documentation, 2025).

La pérdida anual esperada para la jurisdicción representa el impacto económico anual medio, expresado en dólares, anticipado por eventos de riesgo natural. La Tabla 22 presenta las pérdidas anuales esperadas relacionadas con terremotos tanto para edificios como para la población de todo el municipio.

*Tabla 22: Pérdida anual esperada por terremoto*

| Pérdida anual esperada - Valor de construcción | Pérdida anual esperada - Población | Pérdida anual esperada - Equivalencia poblacional | Pérdida anual esperada - Total |
|------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| \$1,851,049.10                                 | 0.1242                             | \$1,440,417.25                                    | \$3,291,466.35                 |

*Fuente: NRI de FEMA*

Los resultados indican una pérdida anual media relacionada con edificios de aproximadamente 1.9 millones de dólares debido a eventos sísmicos. Además, la pérdida anual estimada de población es de 0.1242 equivalentes poblacionales, que FEMA convierte en una pérdida económica anualizada de aproximadamente 1.4 millones de dólares utilizando su metodología de equivalencia de población. En conjunto, estos valores resultan en una pérdida anual total esperada por terremotos de aproximadamente 3.3 millones de dólares. Estas estimaciones representan el impacto anual medio a largo plazo de los eventos sísmicos y proporcionan una indicación del riesgo sísmico relativo del municipio y de las posibles pérdidas económicas futuras.

#### 4.6.2.2 *LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

Los terremotos pueden afectar la línea vital de una comunidad en los siguientes aspectos:

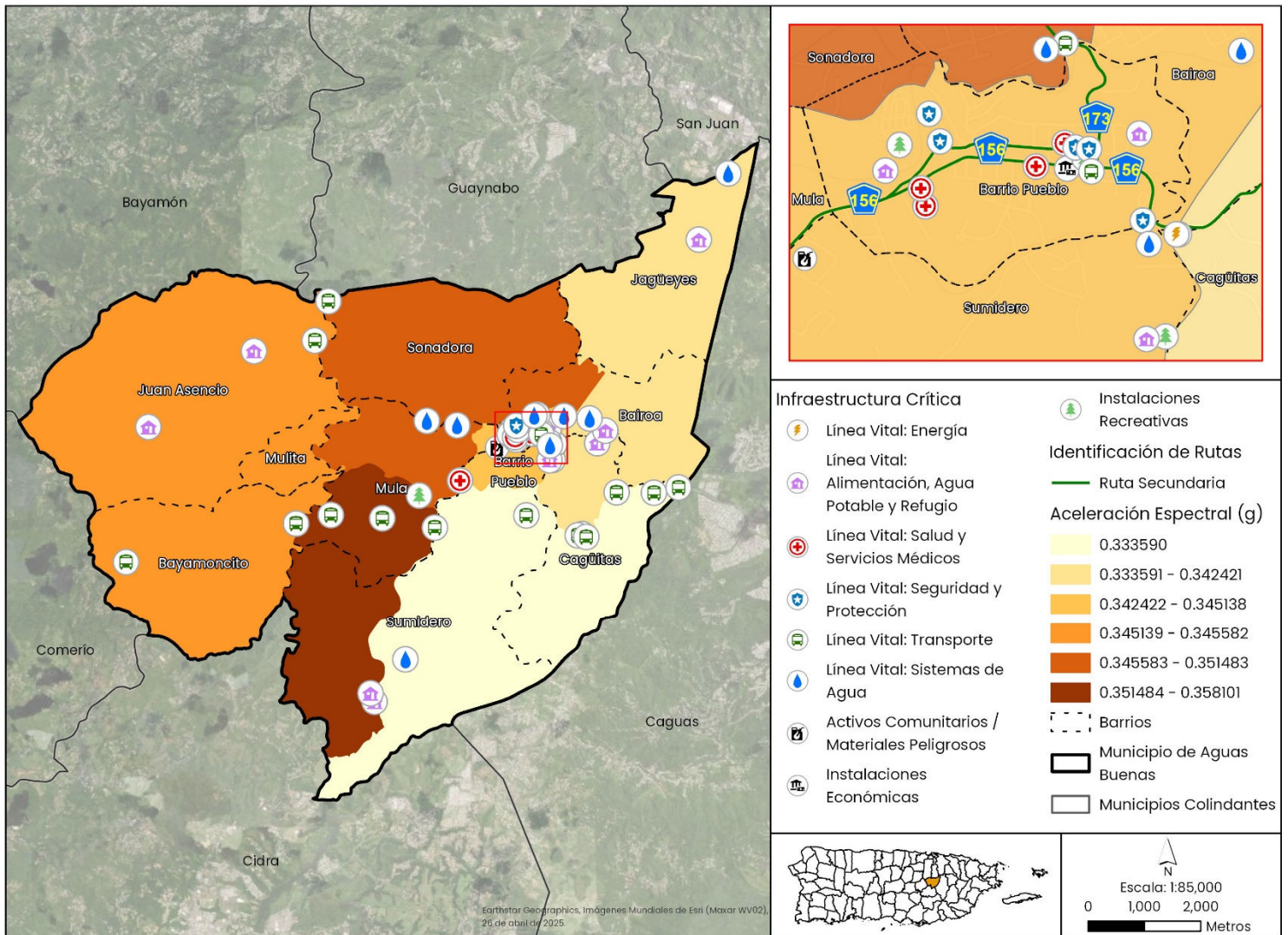
- Seguridad y protección – Un terremoto puede provocar el colapso estructural de instalaciones críticas como la policía y las estaciones de bomberos, un aumento de la demanda de operaciones de búsqueda y rescate y el desplazamiento de población que requiera refugios de emergencia. Podrían surgir desafíos potenciales para mantener el orden público y la seguridad.
- Alimentos, hidratación y refugio – Un evento sísmico puede dañar plantas de tratamiento de agua y sistemas de distribución, provocando contaminación o pérdida de agua potable. También podría haber interrupciones en las cadenas de suministro de alimentos debido a rutas de transporte y almacenes dañados. Puede haber una mayor necesidad de refugios temporales debido a daños estructurales generalizados. Por último, la pérdida de capacidad de refrigeración puede provocar la pérdida de productos perecederos.
- Salud y Medicina – Los hospitales y clínicas pueden sufrir daños estructurales o perder capacidad operativa. El aumento de lesiones que requieren atención médica de urgencia puede sobrecargar las instalaciones médicas existentes. También puede producirse interrupción de las cadenas de suministro farmacéuticas y de la logística médica. También es posible un mayor riesgo de brotes de enfermedades en los refugios debido a condiciones sanitarias deficientes.
- Energía – Los daños en centrales eléctricas, subestaciones y líneas de transmisión provocarán cortes generalizados. Las roturas de las líneas de gas pueden generar riesgos de incendio y explosión. También pueden producirse interrupciones en el suministro de combustible para generadores y vehículos de emergencia.
- Comunicaciones – Daños en torres de telefonía móvil, cables de fibra óptica y centros de comunicación, que provocan pérdida de conectividad. Redes sobrecargadas debido al volumen de llamadas de emergencia. Coordinación deteriorada en las operaciones de respuesta a emergencias.

- Transporte – El colapso o daños graves en carreteras, puentes y túneles puede restringir la movilidad. Los aeropuertos y puertos marítimos pueden quedar inoperativos debido a daños en pistas o muelles. Los sistemas ferroviarios (Tren Urbano) pueden verse alterados por deformaciones de vías o deslizamientos de tierra.
- Materiales peligrosos – Un terremoto puede provocar vertidos en instalaciones industriales, plantas químicas o depósitos de almacenamiento. Esto puede aumentar el riesgo de contaminación ambiental en el aire, el suelo y el agua. También pueden ocurrir incendios o explosiones en sitios dañados por materiales peligrosos.
- Sistemas de agua – La rotura de tuberías principales y de alcantarillado puede causar inundaciones y contaminación. También puede reducirse la capacidad de extinción de incendios debido a la falta de presión del agua y a la interrupción prolongada de los servicios de saneamiento.

Los mapas 16 y 17 muestran la ubicación identificada de la infraestructura crítica respecto a las áreas de aceleración espectral indicadas en la sección 4.6.1.1.



TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE FACILIDADES CRÍTICAS A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 1.0 SEG. (G)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

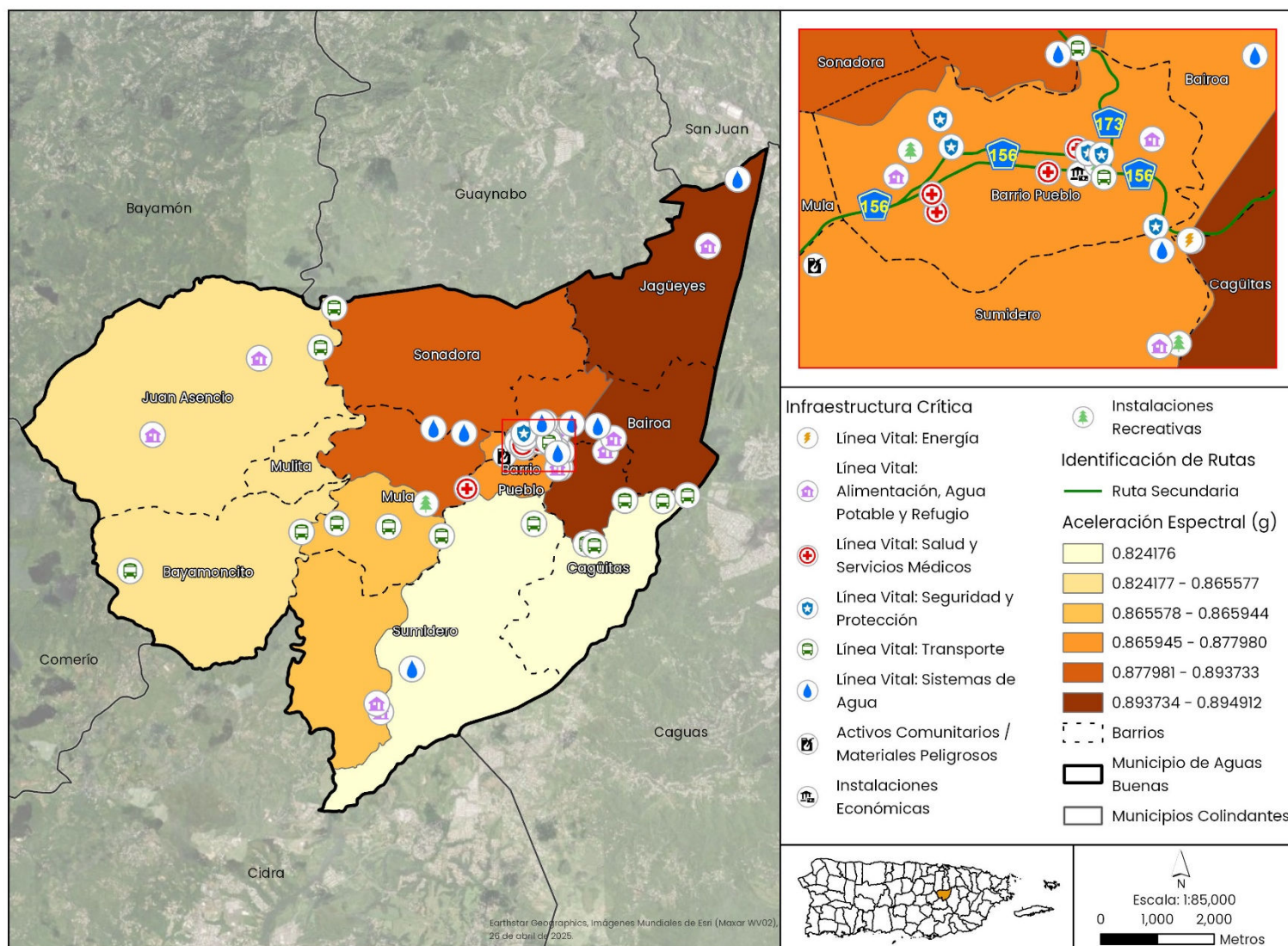
El Mapa 16 ilustra que las instalaciones críticas del municipio de Aguas Buenas se encuentran en valores de aceleración espectral que van desde aproximadamente (0.3336 g hasta 0.3580 g). Los valores más altos de aceleración espectral cartografiados (0.3515-0.3580 g) se encuentran principalmente en la parte sur del distrito de Sumidero, mientras que los valores elevados (0.3456 g a 0.3515 g) se extienden por partes de Mula, Sonadora y la zona central cerca de Barrio Pueblo. Los valores de aceleración espectral más bajos se mapean en Jagüeyes, Cagüitas y partes del municipio sureste. Instalaciones críticas de múltiples sectores de infraestructura están distribuidas por todo el municipio, con una concentración



notable cerca de Barrio Pueblo, donde varias instalaciones se encuentran dentro de las zonas de aceleración espectral moderada a alta que se muestran en el mapa.

Mapa 17: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 Seg. (G)

# TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE FACILIDADES CRÍTICAS A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 0.3 SEG. (G)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

El Mapa 17 ilustra que las instalaciones críticas se concentran principalmente en las zonas central y noreste de Aguas Buenas, especialmente en el Barrio Pueblo, Bairoa, Sonadora y partes de Cagüitas. La mayoría de estas instalaciones se encuentran en áreas cartografiadas con aceleración espectral Muy Alta y Extrema a 0.3 segundos, representada por el sombreado naranja oscuro y marrón.

El sistema de agua, transporte, salud y servicios médicos, de seguridad y de protección, y las instalaciones económicas están agrupados alrededor del Barrio Pueblo y Bairoa, donde el mapa muestra valores de aceleración espectral de Muy Altos a Extremos. Instalaciones adicionales de transporte y sistema de agua están distribuidas entre Cagüitas, Sonadora, Sumidero y Bayamoncito, mientras que las instalaciones de alimentación, hidratación y refugio se encuentran en Juan Asencio, Bairoa, Cagüitas y Sumidero.

En general, el mapa indica que muchas instalaciones críticas se encuentran en áreas clasificadas como aceleración espectral muy alta y extrema, con la mayor concentración de instalaciones expuestas en el corredor Barrio Pueblo–Bairoa y en las zonas circundantes de Sonadora y Cagüitas.

#### *4.6.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

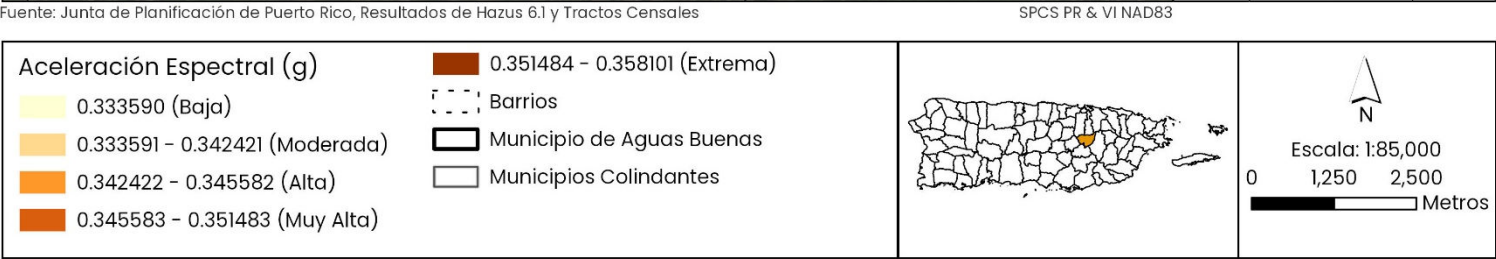
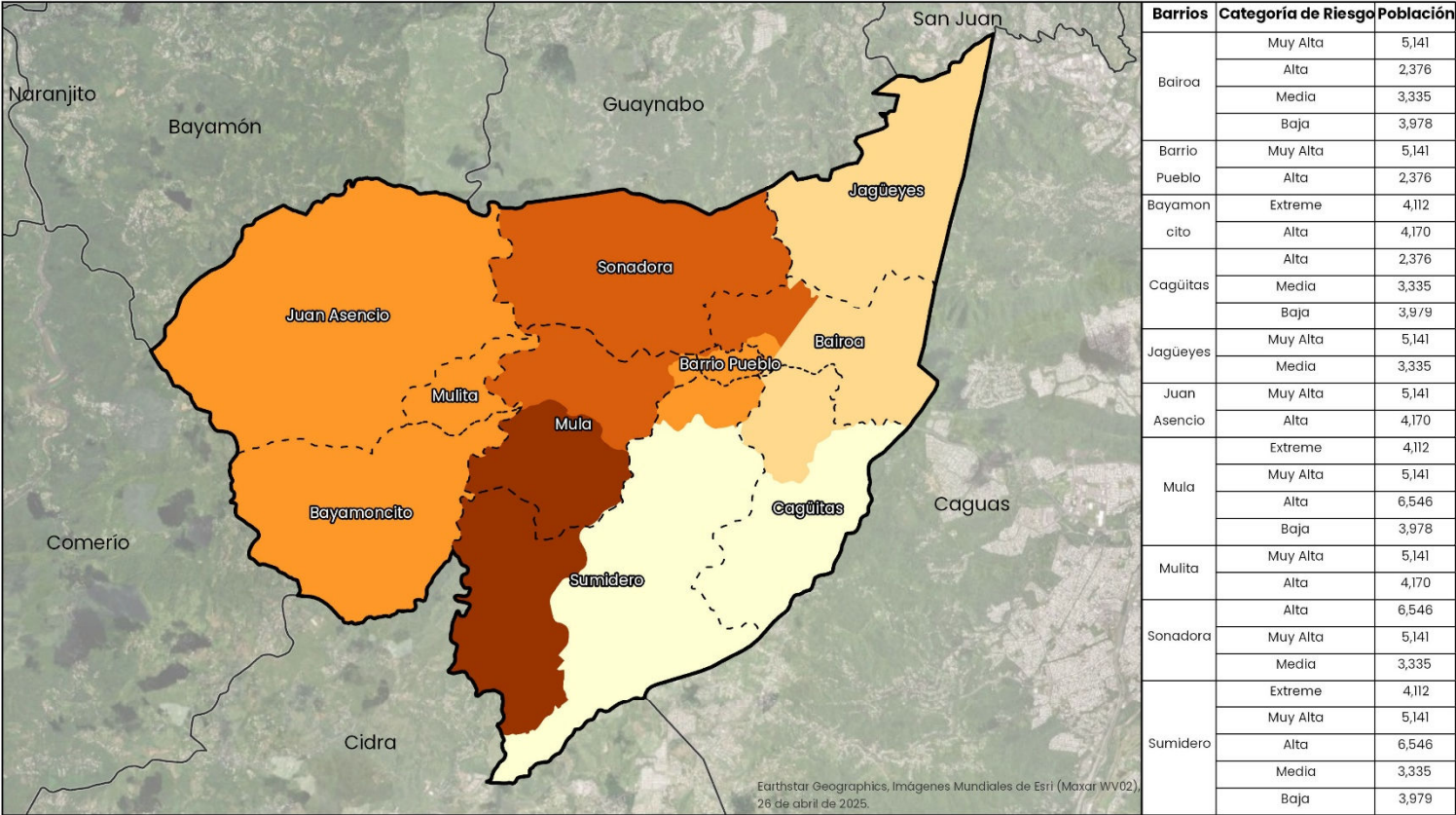
La vulnerabilidad social a los terremotos en Puerto Rico está marcada por altos niveles de pobreza, infraestructuras envejecidas y acceso limitado a recursos esenciales, todo lo cual afecta de forma desproporcionada a la capacidad de las comunidades para resistir y recuperarse de eventos sísmicos. Muchos residentes se enfrentan a desventajas agravantes —como discapacidad, bajo nivel educativo y acceso limitado a vehículos— que reducen su capacidad para evacuar, acceder a información u obtener ayuda tras un terremoto dañino. La investigación sobre gobernanza ante desastres también muestra que el abandono sistémico gubernamental y la inseguridad energética intensifican los impactos de los desastres, dejando a las comunidades con menos mecanismos de resiliencia tras los terremotos.

La literatura de investigación sobre desastres de Puerto Rico identifica desigualdades estructurales de larga data que aumentan la vulnerabilidad, incluyendo la marginación política y económica que limita la recuperación a largo plazo y agrava la acumulación de riesgos entre tipos de riesgo. Las evaluaciones federales también encuentran que muchos sectores censales presentan altas puntuaciones de vulnerabilidad social (US Census Bureau, 2024)(US Census Bureau, 2025), lo que significa que los impactos de un terremoto probablemente coincidan con condiciones de vulnerabilidad socioeconómica preexistentes. En conjunto, estos factores combinados demuestran que los terremotos en Puerto Rico no solo suponen un peligro físico, sino también un profundo desafío social vinculado a condiciones históricas, económicas e infraestructurales que moldean resultados desiguales de desastres. Para más detalles sobre vulnerabilidades sociales, véase la sección 3.4.

Los mapas 18 y 19 muestran la exposición del municipio a un terremoto por distrito durante un evento de aceleración espectral de periodos de 1.0 Seg. (G) y 0.3 Seg. (G), respectivamente. Los mapas indican que la vulnerabilidad poblacional varía entre distritos según el nivel de aceleración espectral y el número de residentes dentro de cada categoría de riesgo.

Mapa 18. Terremoto: Exposición de La Población a La Aceleración Espectral a 1.0 Segú. (G)

TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 1.0 SEG. (G)



El mapa indica que la aceleración espectral sísmica de 1.0 segundo varía en Aguas Buenas, concentrándose los valores más altos (de Muy Alto a Extremo) en las zonas central y sur del municipio. Los distritos de Mula, Sonadora y Sumidero muestran la

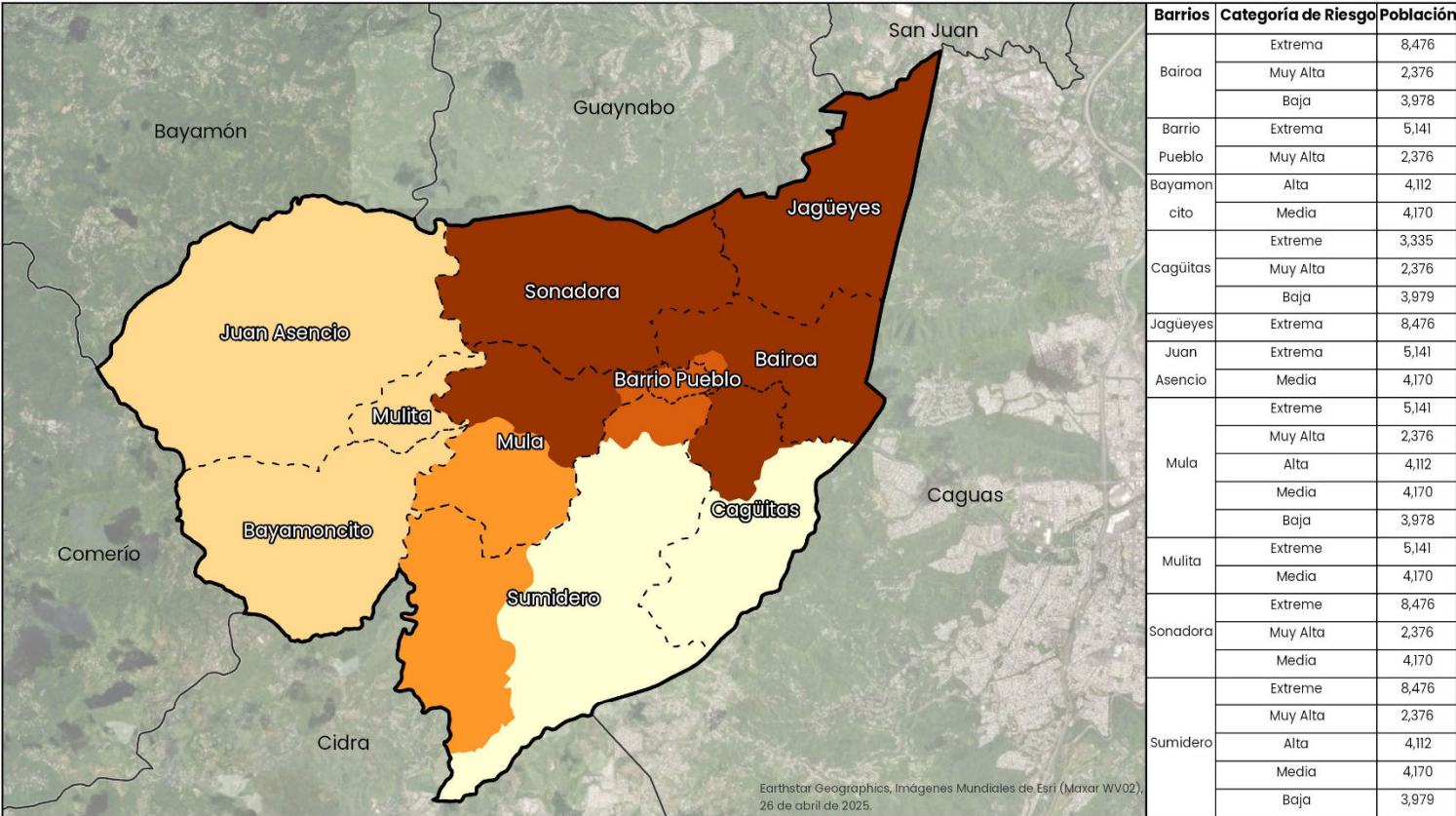


mayor exposición, mientras que Juan Asencio, Bayamoncito y Mulita se clasifican principalmente como Altos a Muy Altos. Los distritos orientales de Bairoa, Cagüitas y Jagüeyes presentan valores de aceleración espectral más bajos, que van de Bajo a Medio.

La exposición poblacional sigue un patrón espacial similar. Las mayores poblaciones expuestas a la categoría Muy Alta se encuentran en Bairoa, Barrio Pueblo, Jagüeyes, Mulita, Sonadora y Sumidero (5,141 habitantes cada una), mientras que Mula y Mulita tienen las poblaciones más expuestas a la categoría Alta (6,546 residentes). Mula es el único distrito con exposición poblacional en la categoría de aceleración espectral extrema (4,112 habitantes), lo que indica el nivel más alto de exposición sísmica al movimiento del suelo mostrado en el mapa.

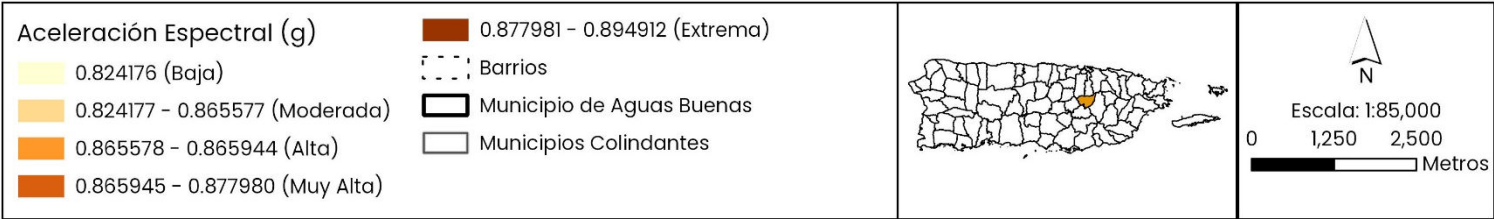
Mapa 19: Terremoto: Exposición de La Población a La Aceleración Espectral a 0.3 Seg. (G)

TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 0.3 SEG. (G)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83



El mapa ilustra que la aceleración espectral de 0.3 segundos es mayor en las zonas norte y noreste de Aguas Buenas. Los distritos de Sonadora, Bairoa, Jagüeyes y la mayor parte del Barrio Pueblo se clasifican en la categoría de aceleración espectral extrema, mientras que Mula se clasifica principalmente como muy alta. Juan Asencio, Bayamoncito y Cagüitas muestran los valores de aceleración espectral más bajos y generalmente se encuentran en las categorías de Baja a Media, con Sumidero mostrando una mezcla de valores Medios y Altos.

La exposición poblacional se concentra en la categoría Extrema en Bairoa, Jagüeyes,

Mulita y Sonadora, cada una con 8,476 residentes expuestos. Barrio Pueblo y Juan Asencio tienen cada uno 5,141 residentes expuestos a la categoría Extrema, mientras que Mula y Sumidero tienen poblaciones distribuidas entre las categorías de Baja, Media, Alta y Muy Alta. En general, los distritos norte y noreste presentan los valores de aceleración espectral cartografiados más altos, mientras que los barrios sur y oeste suelen mostrar niveles de exposición más bajos.

#### *4.6.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

Los terremotos pueden producir una amplia variedad de impactos sobre los recursos naturales y culturales:

- Deslizamientos de tierra e inestabilidad del suelo: Los terremotos pueden provocar deslizamientos, derrumbes de rocas y licuefacción del suelo, alterando paisajes y dañando hábitats.
- Calidad del agua e hidrología: El movimiento del suelo puede alterar los cursos de los ríos, dañar acuíferos y causar sedimentación en los cuerpos de agua, reduciendo la calidad del agua y afectando a los ecosistemas acuáticos.
- Vegetación y fauna: La destrucción y fragmentación del hábitat puede producirse debido a la deformación del suelo y a riesgos secundarios como inundaciones o incendios.
- Ambientes costeros y marinos: Los terremotos submarinos pueden provocar tsunamis, provocando erosión, daños en arrecifes de coral y pérdida de ecosistemas costeros.

Los terremotos también pueden afectar los recursos culturales de las siguientes maneras:

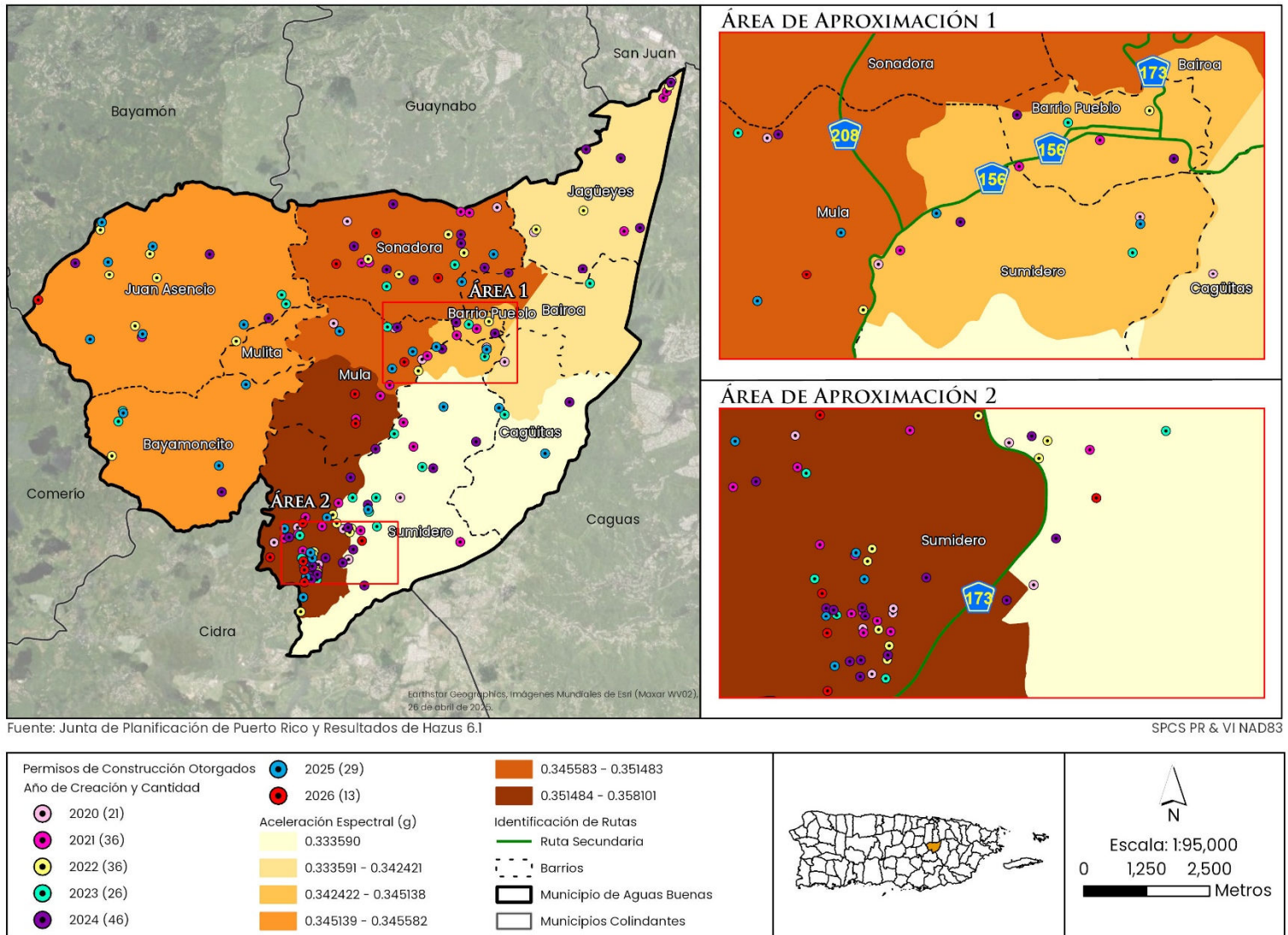
- Edificios y monumentos históricos: Daños estructurales o colapso de edificios patrimoniales, yacimientos arqueológicos y monumentos debido a fuerzas sísmicas.
- Museos y archivos: Pérdida o deterioro de artefactos, documentos y colecciones causada por fallos en edificios o protección sísmica inadecuada.
- Identidad comunitaria y turismo: El daño a los lugares culturalmente significativos puede afectar la identidad local y reducir los ingresos turísticos, afectando la estabilidad económica.

#### *4.6.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)*

Como se comenta en la Sección 3.6, el elevado número de permisos de construcción emitidos por el Municipio refleja un nivel sostenido de actividad económica. Para respaldar aún más este análisis, los Mapas 20 y 21 destacan las áreas con los valores de aceleración espectral más altos en 0.3 y 1.0 segundos junto con la distribución de los permisos de construcción autorizados. En conjunto, estos hallazgos indican que la exposición futura a riesgos sísmicos probablemente no disminuirá a corto plazo, a medida que el desarrollo continúa expandiéndose dentro de zonas de elevada vulnerabilidad sísmica.



## TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE DESARROLLOS RECIENTES A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 1.0 SEG. (G)

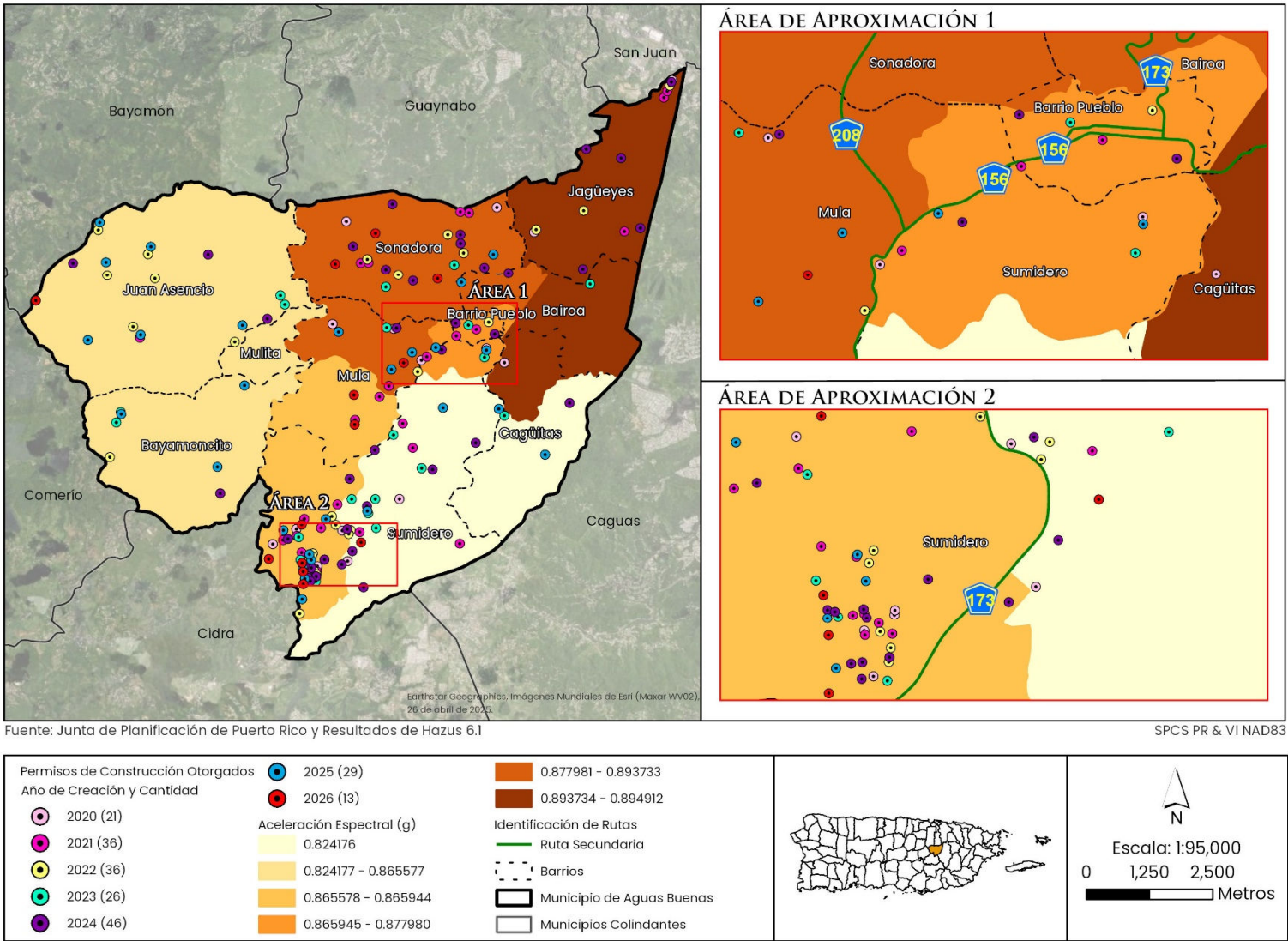


El mapa muestra que los permisos de desarrollo reciente están distribuidos por todo Aguas Buenas, con concentraciones notables en las zonas central y sur del municipio. El mayor grupo de desarrollo reciente se encuentra en Sumidero, especialmente dentro del área caracterizada por la categoría de aceleración espectral extrema, como se destaca en el Área de Aproximación 2. Concentraciones adicionales de desarrollo reciente están presentes cerca de los límites de Mula, Barrio Pueblo y Sonadora, dentro de áreas clasificadas como aceleración espectral de alta a muy alta.

También se observan permisos de desarrollo recientes dispersos en Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Bairoa, Cagüitas y Jagüeyes, aunque a densidades más bajas. En general, el mapa indica que muchas localizaciones recientes de desarrollo se encuentran dentro de áreas mapeadas como aceleración espectral Alta, Muy Alta y Extrema a 1,0 segundos, con la mayor concentración en la parte sur de Sumidero y en la zona central cerca de Mula y Barrio Pueblo.

Mapa 21: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 0.3 Seg. (G)

TERREMOTO: EXPOSICIÓN DE DESARROLLOS RECIENTES A LA ACELERACIÓN ESPECTRAL A 0.3 SEG. (G)



El mapa indica que los permisos de desarrollo recientes están distribuidos en todos los distritos de Aguas Buenas, con la mayor concentración situada en la parte sur de

Sumidero. La mayor parte del desarrollo concentrado en Sumidero se encuentra en áreas clasificadas como de alta aceleración espectral, como se muestra en el Área de Aproximación 2. Concentraciones adicionales de desarrollos recientes están presentes en la parte central del municipio cerca de Mula, Barrio Pueblo, Sonadora y Bairoa, donde los valores de aceleración espectral varían de Alto a Muy Alto.

También se observan permisos de desarrollo recientes dispersos en Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Cagüitas y Jagüeyes. Los barrios noreste de Bairoa y Jagüeyes contienen las áreas mapeadas con la categoría de aceleración espectral extrema, mientras que los distritos occidental y suroeste se clasifican predominantemente como de Baja a Media. En general, el mapa muestra que muchas localizaciones de desarrollo reciente se encuentran dentro de áreas mapeadas como aceleración espectral Alta, Muy Alta y Extrema a 0.3 segundos, particularmente en las zonas central y sur del municipio.

## 4.7 DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

### 4.7.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

Los deslizamientos de tierra se clasifican como un proceso natural causado por el movimiento descendente de una masa de tierra provocado por la inestabilidad de un terreno determinado. Los deslizamientos o fallos de pendientes ocurren cuando las condiciones convergen de modo que la fuerza gravitatoria ejerce su influencia sobre los materiales de la corteza terrestre más allá de la inercia natural de esos materiales. El término "deslizamiento" incluye una amplia variedad de movimientos del terreno, como desprendimientos, fallas de taludes y flujos de escombros. Estos movimientos del terreno ponen en peligro vidas y propiedades, y también pueden interrumpir el tráfico en las carreteras y arrastrar árboles, casas, puentes y coches, entre otros (FEMA, 1997).

El paso de fenómenos meteorológicos que provocan lluvias prolongadas e intensas, como olas tropicales, valles y ciclones tropicales, son causas principales que pueden desencadenar eventos de deslizamientos. Del mismo modo, el crecimiento poblacional y la construcción informal aumentan la susceptibilidad del municipio a los efectos de los deslizamientos. Los sistemas de suministro de agua potable y gestión de residuos (tuberías sanitarias, fosas sépticas y alcantarillado pluvial), tanto en construcciones autorizadas como informales, agravan las condiciones que causan los deslizamientos. La probabilidad de que ocurran deslizamientos aumenta si estos sistemas tienen fugas o están mal ubicados o contruidos (USGS, s.f.).

Entre los muchos factores que causan la formación de deslizamientos se encuentran el tipo de suelo, la pendiente o inclinación del terreno, la saturación de agua del suelo, la erosión, la presencia de depresiones o cavidades, las actividades humanas y la ocurrencia de terremotos. Como se indica en el Informe de Evaluación del Rendimiento del Edificio (BPAR), preparado tras el huracán Georges, "los deslizamientos de tierra se convertirán en un problema importante en el futuro a medida que se construyan más viviendas y se produzca más desarrollo en áreas susceptibles a estos riesgos" (FEMA, 1997).

Muchos de los deslizamientos que ocurren en Puerto Rico pertenecen a una categoría especial conocida como "flujos de escombros". El flujo ocurre en zonas montañosas con pendientes significativas durante lluvias intensas. La lluvia satura el suelo y hace que el subsuelo plano pierda solidez y se desprenda, normalmente donde este subsuelo se encuentra con la roca madre. Existen muchos tipos de deslizamientos; sin embargo, los asociados a la saturación de agua del suelo son los siguientes (PREMB, 2021):

- Deslizamiento lento de tierra: movimiento lento y sostenido de tierra o roca descendiendo por la pendiente. Se reconoce por su contenido de troncos de árboles, trozos de vallas retorcidas o muros de contención, y postes o vallas inclinadas.
- Flujo de escombros: Una masa de movimiento rápido en la que suelos sueltos, rocas y materia orgánica se combinan con aire y agua infiltrados para formar un flujo viscoso que se desliza por la ladera.
- Avalancha de escombros: Una variedad de flujo de escombros muy rápido o extremadamente rápido.
- Flujo de barro: Una masa de flujo rápido que contiene material húmedo con al menos un 50 % de arena, limo y partículas de arcilla.

#### *4.7.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)*

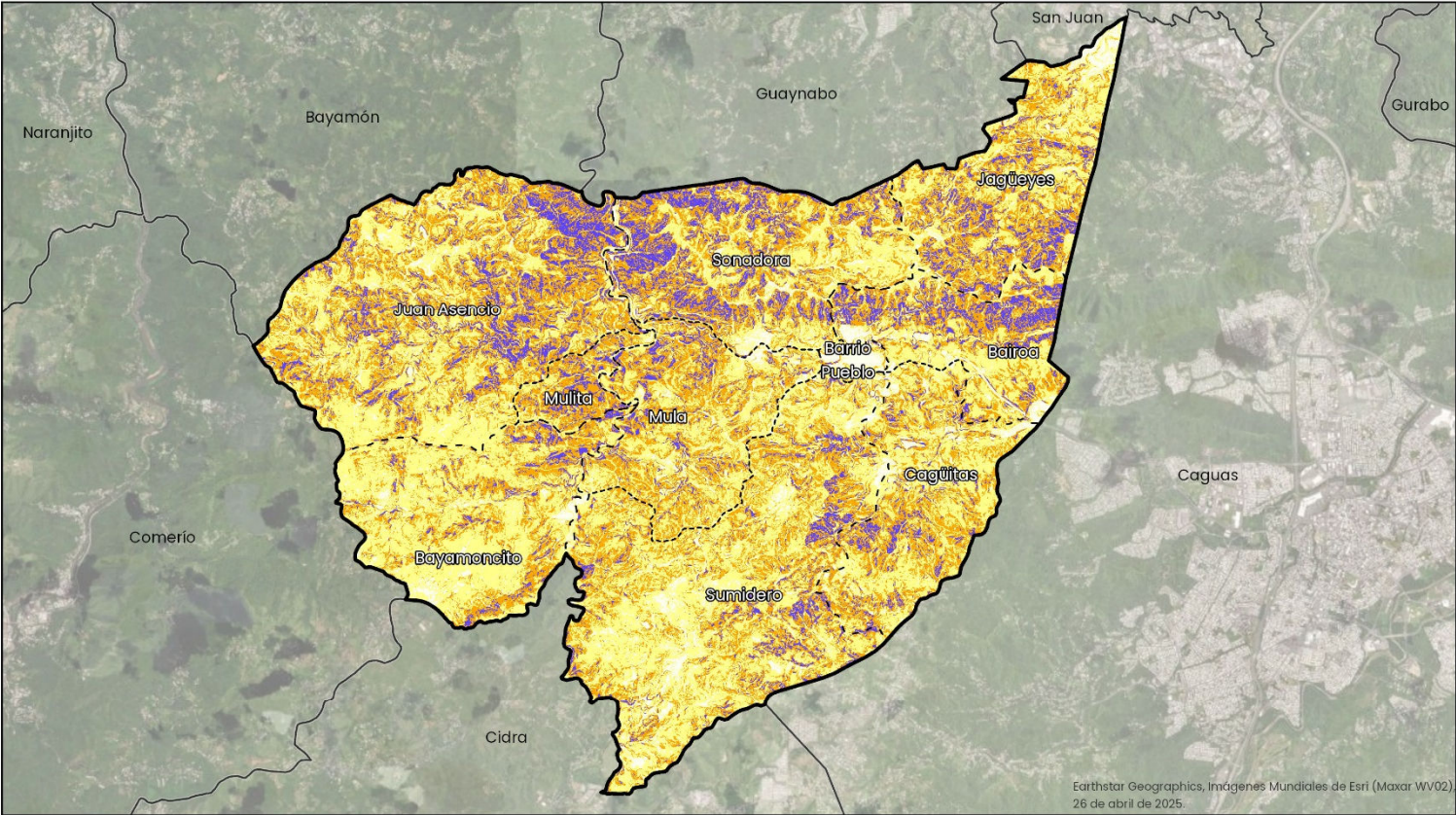
Como ocurre con todos los municipios de la región montañosa de Puerto Rico, Aguas Buenas ha experimentado un alto volumen de deslizamientos en los últimos años. El Mapa 22 muestra las áreas consideradas moderada y altamente



susceptible a deslizamientos en Aguas Buenas. El siguiente mapa identifica las áreas con mayor susceptibilidad a eventos de deslizamientos.

Mapa 22: Susceptibilidad a Deslizamientos

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



Las zonas más susceptibles a los desprendimientos se concentran principalmente en los distritos de Jagüeyes, Sonadora, Bairoa y Juan Asencio, donde se representa la mayor extensión de susceptibilidad muy alta (mostrada en púrpura). También hay zonas adicionales de muy alta susceptibilidad en Mulita, Mula y Cagüitas, mientras que Bayamoncito y Sumidero contienen concentraciones comparativamente menores de estas áreas.

En general, el mapa indica que la susceptibilidad a los deslizamientos se distribuye por todo el municipio, pero las mayores concentraciones de susceptibilidad muy alta se encuentran en las zonas norte y noreste del municipio, especialmente en Jagüeyes, Sonadora, Juan Asencio y Bairoa.

#### *4.7.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)*

Los deslizamientos suelen ocurrir en zonas montañosas y empinadas durante periodos de lluvias intensas. La lluvia satura el suelo y provoca que el drenaje natural pierda su capacidad estructural y falle. Algunas zonas tienden a ser más propensas a deslizamientos que otras. Los lugares con mayor pendiente están entre los más susceptibles a los deslizamientos. La vegetación contribuye a que el suelo permanezca compactado, ayudando a resistir la erosión superficial. Las laderas sin vegetación tienden a ser más propensas a la erosión que las laderas vegetadas. La forma y condición de una ladera pueden afectar la estabilidad. Los factores que influyen en la estabilidad de la ladera incluyen la altura, la inclinación, la vegetación y la geología. En general, un aumento de altura y pendiente se correlaciona con una menor estabilidad del terreno. A continuación, se presentan los factores que influyen en la ocurrencia de los deslizamientos:

- La base del terreno inclinado
- Cerca de la base de pequeñas depresiones donde hay drenaje cercano
- La base de una pendiente que tiene material de relleno
- La base o cresta de una pendiente muy empinada
- Zonas con deslizamientos de tierra previos
- Laderas que se han desarrollado y donde se han utilizado sistemas sépticos
- Laderas pronunciadas en suelos arcillosos
- Colinas o laderas con una inclinación superior a 12 grados y una elevación superior a 300 metros

Las categorías de riesgo provienen del índice utilizado por el USGS. Estas categorías se basan en las características de la pendiente y del suelo definidas por la agencia federal. La Tabla 23 ofrece una descripción del evento según las categorías: bajo, moderado, alto y muy alto.



Tabla 23: Categorías de riesgo de deslizamiento

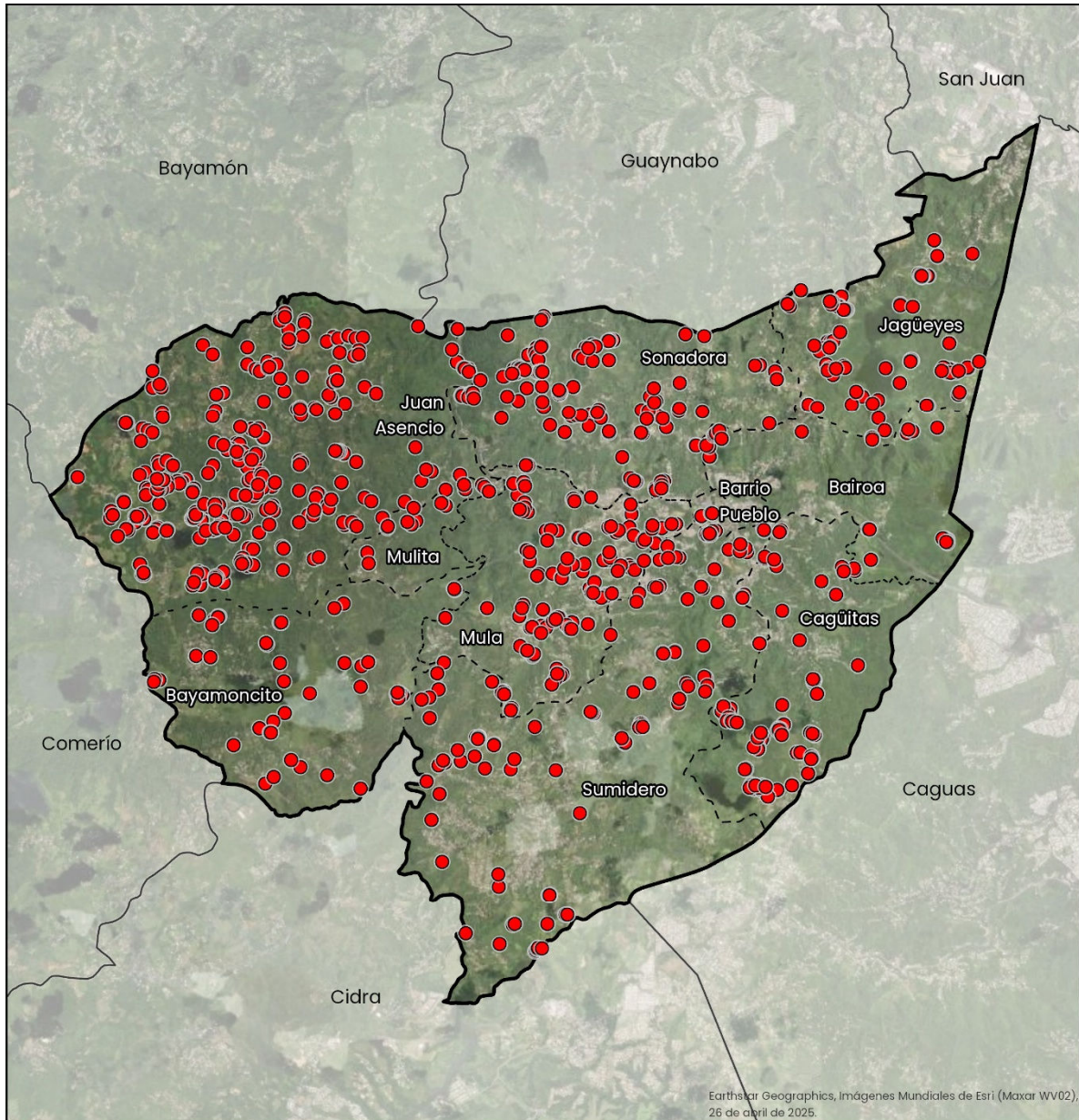
| Categoría | Descripción                                                                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bajo      | Zonas con pendientes mínimas y suelo estable; los deslizamientos de tierra son poco probables salvo en condiciones extremas.      |
| Moderado  | Zonas con cierta susceptibilidad; los deslizamientos pueden producirse durante lluvias prolongadas o intensas.                    |
| Alto      | Zonas con susceptibilidad significativa; los deslizamientos de tierra son probables durante lluvias intensas o actividad sísmica. |
| Muy alto  | Zonas extremadamente propensas a deslizamientos de tierra; eventos frecuentes durante tormentas o terremotos.                     |

El municipio incorpora medidas de prevención y mitigación de deslizamientos como un componente integral de su protocolo de respuesta a terremotos.

#### 4.7.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)

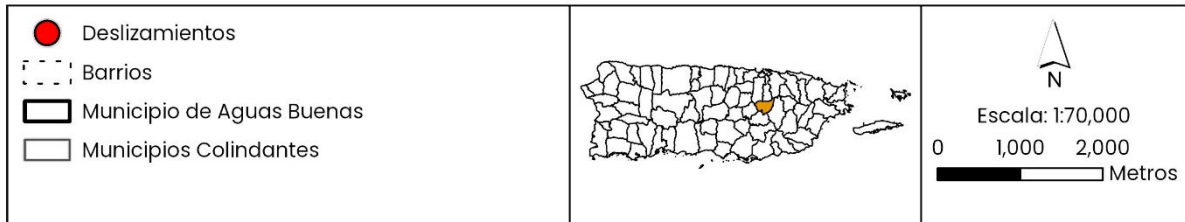
Como se indicó anteriormente, los deslizamientos de tierra se asocian frecuentemente con eventos de lluvias intensas. El mapa 23 ilustra los deslizamientos reportados tras el huracán María en 2017, que coinciden con las áreas de mayor susceptibilidad mostradas en el mapa. El mapa muestra que los deslizamientos reportados tras el huracán María se distribuyeron por todo el municipio, con ocurrencias registradas en todos los distritos. Las mayores concentraciones de deslizamientos reportados son visibles en las zonas noroeste y centro-norte del municipio, especialmente en Juan Asencio, Sonadora y partes de Jagüeyes. Se observan grupos adicionales en Mula, Barrio Pueblo, Bairoa y Cagüitas. Los deslizamientos reportados también están presentes en Mulita, Bayamoncito y Sumidero, aunque parecen más dispersos. En general, el mapa indica una distribución a nivel municipal de los deslizamientos reportados, con mayores concentraciones en la mitad norte del municipio.

## DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL HURACÁN MARÍA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

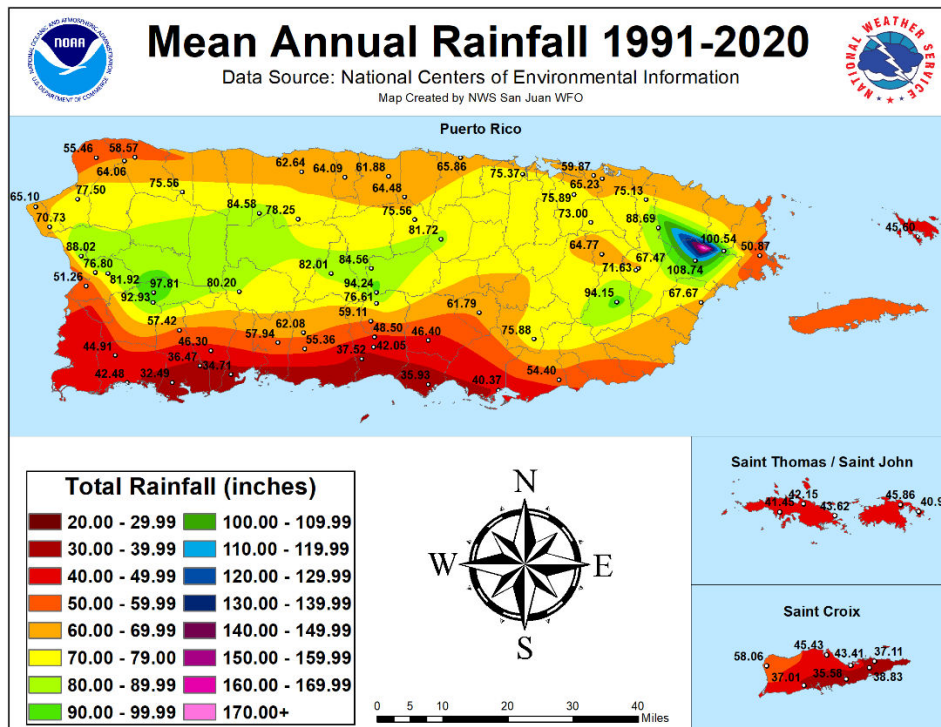
SPCS PR & VI NAD83



#### 4.7.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)

Aunque los deslizamientos pueden ser causados por terremotos o factores antropogénicos, la mayoría de los deslizamientos en Puerto Rico son causados por lluvias. Como se mostró antes, los deslizamientos pueden ocurrir por cualquier tipo de evento de lluvia. La Figura 14 muestra la precipitación media anual para Puerto Rico y las Islas Vírgenes de EE. UU. desde 1991 hasta 2020. El municipio de Aguas Buenas se encuentra completamente dentro de un área donde la precipitación media anual oscila entre 70.00 y 79.00 pulgadas. La exposición continua a lluvias abundantes y a eventos de precipitación intensa puede saturar las laderas, desestabilizar los suelos y contribuir a la ocurrencia de deslizamientos dentro del municipio.

Figura 14: Precipitaciones medias anuales 1991-2020 (PR y EE. UU.)<sup>8</sup>



#### 4.7.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

##### 4.7.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS

En el municipio de Aguas Buenas, como en gran parte de Puerto Rico, los deslizamientos de tierra suelen producirse durante o después de tormentas mayores

<sup>8</sup> Obtenido de [https://www.weather.gov/sju/climo\\_pr\\_usvi\\_normals](https://www.weather.gov/sju/climo_pr_usvi_normals)

con lluvias torrenciales. La ocurrencia de deslizamientos inducidos por lluvias está estrechamente asociada con tormentas severas o eventos de lluvia secuencial que saturan suelos escarpados y vulnerables.

Actualmente, no existen modelos estandarizados para estimar pérdidas estructurales y de contenido causadas por deslizamientos de tierra y otros movimientos masivos. Por esta razón, los índices de susceptibilidad del USGS se aplicaron empíricamente utilizando los mejores datos disponibles para evaluar las posibles pérdidas por movimientos de masa en Aguas Buenas. Estos índices se categorizan en cuatro niveles de riesgo: bajo, moderado, alto y muy alto. Debido a los datos limitados, no es posible estimar actualmente las pérdidas monetarias por daños en edificios.

#### *4.7.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

Los deslizamientos de tierra pueden afectar a las líneas vitales de FEMA de las siguientes maneras:

- Seguridad y protección - Los deslizamientos pueden atrapar y matar a personas por el rápido movimiento de escombros, complicar los esfuerzos de rescate y provocar muertes y amenazas de seguridad debido a servicios de emergencia aislados o destruidos (Center for Disaster Resilient Communities, n.d.).
- Alimentos, hidratación y refugio - La destrucción de viviendas y tierras agrícolas conduce al desplazamiento y a la inseguridad alimentaria; la interrupción del agua y el saneamiento locales aumenta los riesgos de contaminación, especialmente en entornos de refugio temporal.(IFRC, 2023)
- Salud y Medicina - Las lesiones directas (por ejemplo, traumatismos, asfixia) ocurren durante deslizamientos de tierra; los impactos a largo plazo incluyen brotes de enfermedades transmitidas por el agua y vectores, y traumas psicológicos entre los supervivientes (Center for Disaster Resilient Communities, n.d.).
- Los deslizamientos de tierra de energía pueden dañar líneas eléctricas, subestaciones e infraestructuras de combustible, provocando cortes eléctricos de gran alcance que dificultan tanto las respuestas públicas como las de emergencia.
- Comunicaciones - Las interrupciones en el cable, postes derribados y el bloqueo del acceso a las instalaciones de telecomunicaciones pueden afectar los sistemas de alerta, la coordinación de los intervinientes y las redes de información pública.



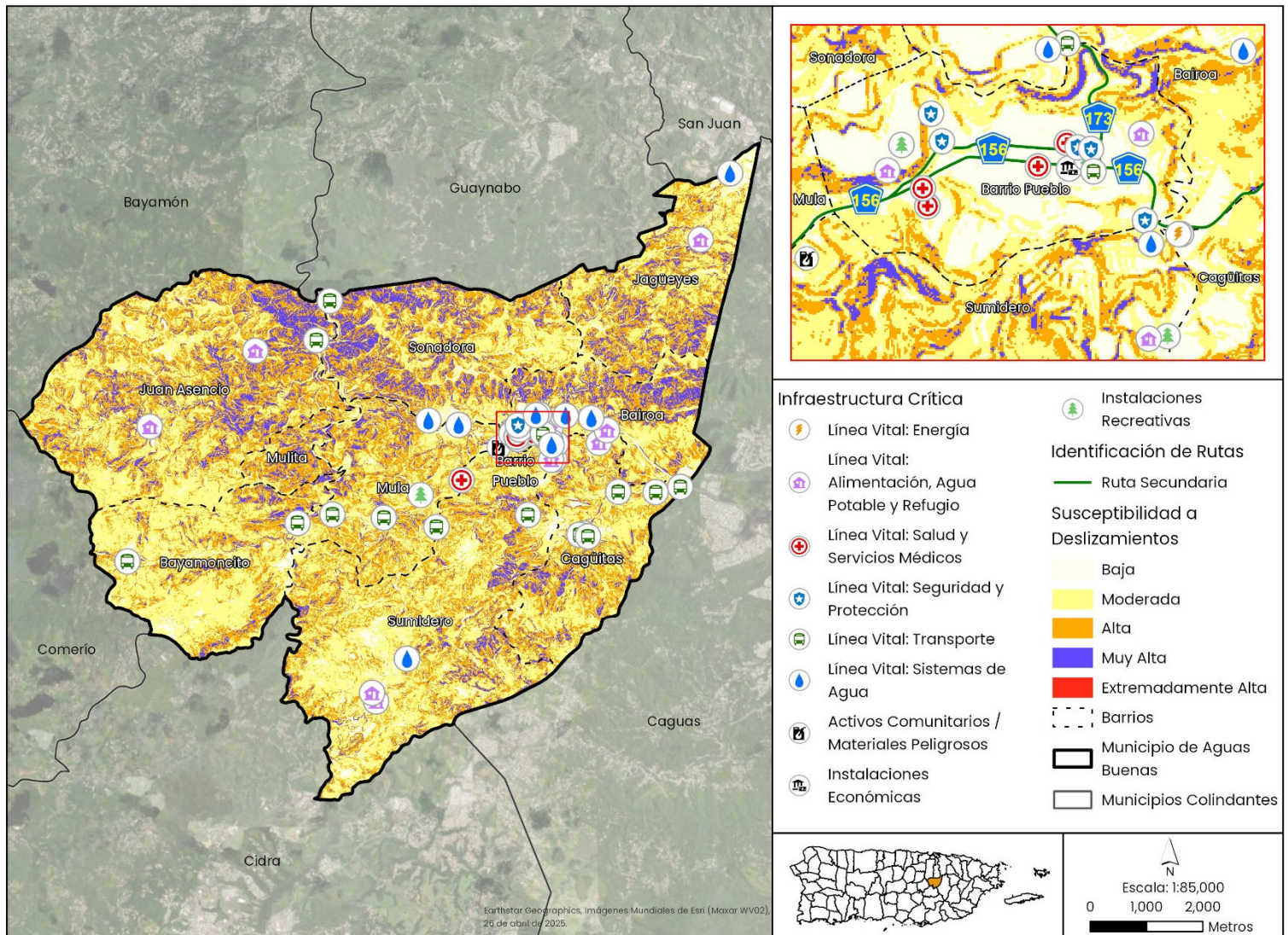
- Transporte - carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles pueden volverse intransitables o destruidos debido a depósitos de deslizamientos, restringiendo gravemente la movilidad tanto del público como de los servicios de emergencia.
- Materiales peligrosos - Los deslizamientos pueden romper unidades de contención, tuberías, tanques o instalaciones industriales, liberar productos químicos o contaminantes y crear emergencias HAZMAT (FEMA, 2024).
- Sistemas de agua - Los daños en las instalaciones de admisión, tratamiento, distribución, recogida y tratamiento de agua residual pueden provocar contaminación, reducción de la presión del agua e interrupción del servicio (IFRC, 2023).

El mapa 24 muestra la infraestructura crítica identificada que podría verse afectada por los deslizamientos de tierra. El mapa ilustra que la infraestructura crítica está distribuida por todo Aguas Buenas, con la mayor concentración situada en y alrededor del Barrio Pueblo, extendiéndose hacia partes de Sonadora, Bairoa, Mula y Sumidero. Varias instalaciones críticas se encuentran dentro de áreas mapeadas como susceptibilidad a deslizamientos altos y muy altos, particularmente a lo largo del corredor central del municipio.

Las instalaciones de transporte están dispersas en varios distritos, incluyendo Bayamoncito, Mula, Cagüitas y Bairoa, mientras que las instalaciones del sistema hídrico se concentran cerca del Barrio Pueblo y repartidas por Sumidero, Bairoa y Jagu'. Las instalaciones sanitarias y médicas, las de seguridad y las instalaciones económicas están concentradas principalmente en el Barrio Pueblo, donde hay zonas de susceptibilidad a deslizamientos de tierra Moderada a Alta y localizada Muy Alta.

En general, el mapa indica que numerosos activos de infraestructura crítica se encuentran dentro o adyacentes a áreas mapeadas como susceptibilidad a deslizamientos altos y muy altos, con la mayor concentración de instalaciones expuestas en la parte central del municipio alrededor de Barrio Pueblo y distritos vecinos.

## DESLIZAMIENTOS: EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA



### 4.7.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL

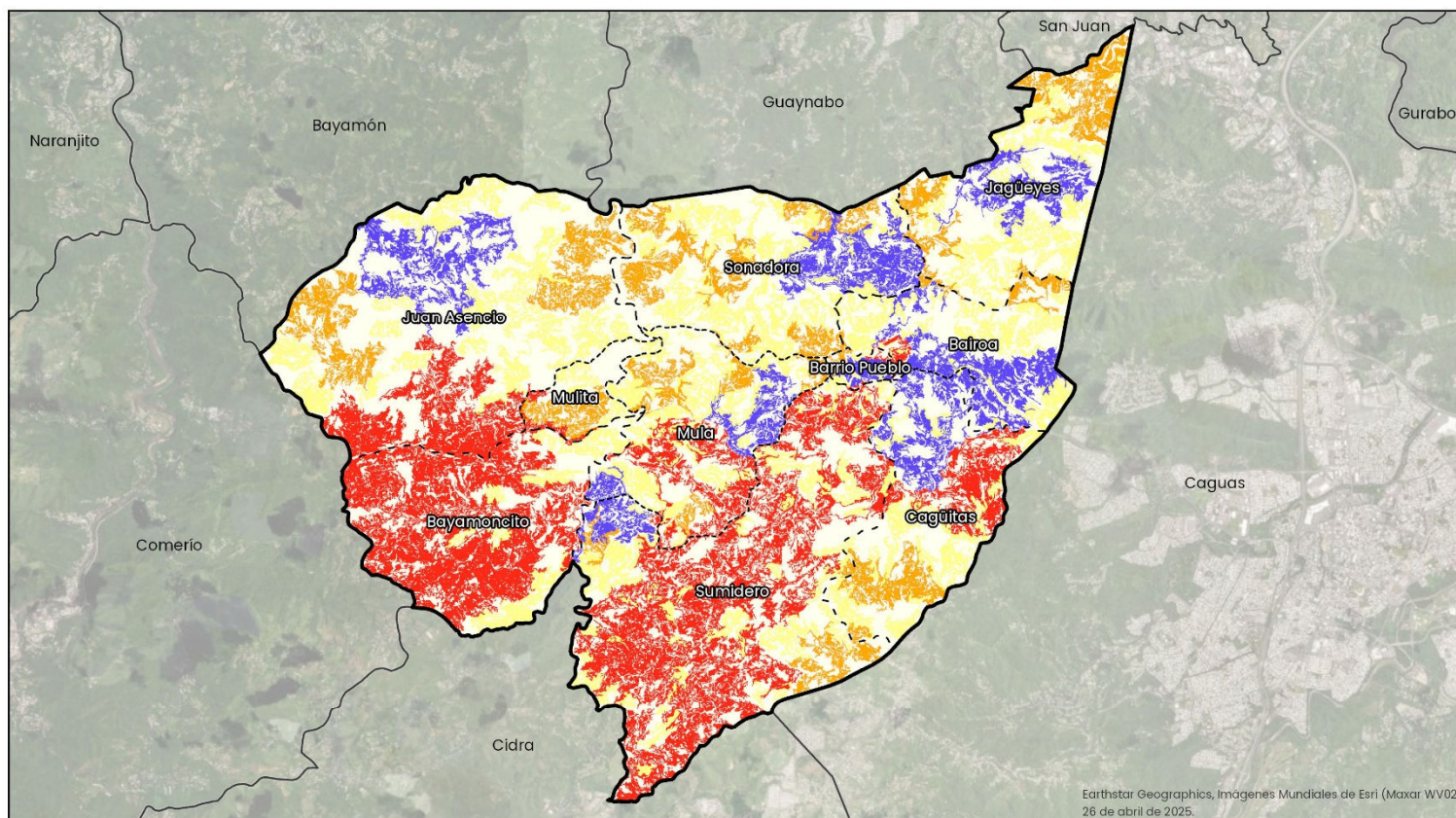
La vulnerabilidad social a los deslizamientos de tierra en Puerto Rico es producto de la topografía, la pobreza, el envejecimiento de la población, la infraestructura frágil y el aislamiento geográfico, todo lo cual determina la gravedad de los impactos tras tormentas importantes o eventos sísmicos. Los análisis académicos y federales muestran consistentemente que los deslizamientos de tierra afectan desproporcionadamente a comunidades que ya luchan por acceder al transporte, la atención sanitaria, la estabilidad de ingresos y la respuesta a emergencias. Para



abordar estas vulnerabilidades se requieren estrategias de mitigación de riesgos que integren análisis de riesgos geoespaciales, indicadores de vulnerabilidad social, planificación comunitaria y refuerzo de infraestructuras adaptadas a municipios rurales y montañosos (West, Rodríguez Cruz, & Hughes, 2023).

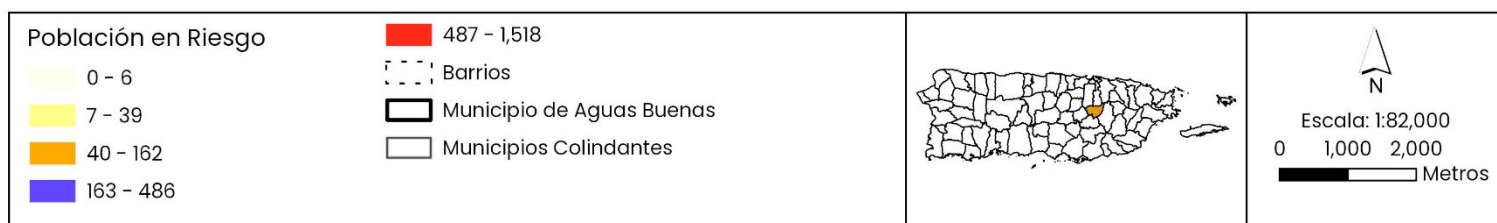
Como se ha comentado antes, una parte significativa de la población de Aguas Buenas se considera vulnerable (38.87%). De particular preocupación, los residentes rurales a menudo dependen de una sola carretera que puede ser destruida o bloqueada por fallos de laderas, aislando comunidades enteras. Los grupos focales sobre el municipio de Utuado destacaron que los deslizamientos de tierra cortaron el acceso a instalaciones médicas, respuesta a emergencias e incluso agua y alimentos, a veces durante meses. Dado el terreno montañoso del municipio y su dependencia similar del acceso por carretera, impactos comparables podrían producirse en Aguas Buenas tras grandes desprendimientos. Esto crea condiciones inmediatas y potencialmente mortales para personas con problemas de salud, limitaciones de movilidad o necesidades médicas de emergencia (West, Rodríguez Cruz, & Hughes, 2023).

## DESLIZAMIENTOS: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83



El Mapa 25 muestra que la exposición de población a riesgos de deslizamientos está distribuida por todo el municipio, con las mayores concentraciones de población expuesta (mostradas en rojo) ubicadas principalmente en Bayamoncito, Sumidero y partes de Cagüitas. Hay áreas adicionales de elevada exposición poblacional en Mula y partes de Juan Asencio. Se observa una exposición poblacional moderada a alta (naranja y morado) en Bairoa, Barrio Pueblo, Sonadora y Jagüeyes, mientras que los niveles de exposición más bajos están dispersos por todo el municipio. En general, el mapa indica que las mayores concentraciones de población expuestas a riesgos de deslizamientos se encuentran en las zonas oeste, sur y sureste del municipio, particularmente en Bayamoncito, Sumidero y Cagüitas.

#### *4.7.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

Los deslizamientos representan uno de los peligros naturales más destructivos, con consecuencias que van más allá del daño físico inmediato. Sus efectos sobre los recursos naturales son profundos y a menudo irreversibles. Cuando ocurre un deslizamiento, vastas áreas de vegetación son arrancadas o enterradas, lo que provoca la pérdida de hábitats críticos y un descenso de la biodiversidad. El desplazamiento del suelo no solo elimina capas fértiles esenciales para la agricultura, sino que también introduce grandes volúmenes de sedimentos en ríos y embalses. Esta sedimentación degrada la calidad del agua, altera los ecosistemas acuáticos y puede comprometer el suministro de agua potable. Además, los deslizamientos de tierra alteran frecuentemente los sistemas hidrológicos al bloquear los cauces fluviales, creando presas temporales que aumentan el riesgo de inundaciones y modifican los patrones de recarga de aguas subterráneas (Eliot, Cloyd, & Philbin, 1994).

La dimensión cultural de los impactos de los deslizamientos es igualmente significativa. Los yacimientos arqueológicos, monumentos históricos y paisajes culturalmente significativos son altamente vulnerables a enterramientos o destrucciones durante estos eventos. Estas pérdidas son insustituibles, borrando los vínculos tangibles con el pasado y disminuyendo el patrimonio cultural. En muchas regiones, los deslizamientos de tierra han dañado estructuras centenarias, incluidas iglesias, edificios coloniales y sitios sagrados, lo que ha provocado costosos esfuerzos de restauración o pérdidas permanentes. Más allá del daño físico, la alteración de paisajes culturales como campos adosados o terrenos ceremoniales socava la identidad y tradiciones comunitarias profundamente ligadas a la tierra. Económicamente, estos impactos afectan a economías locales dependientes del turismo cultural, reduciendo el número de visitantes y los ingresos de las comunidades que dependen de actividades basadas en el patrimonio.

#### *4.7.2.5 CONDICIONES FUTURAS*

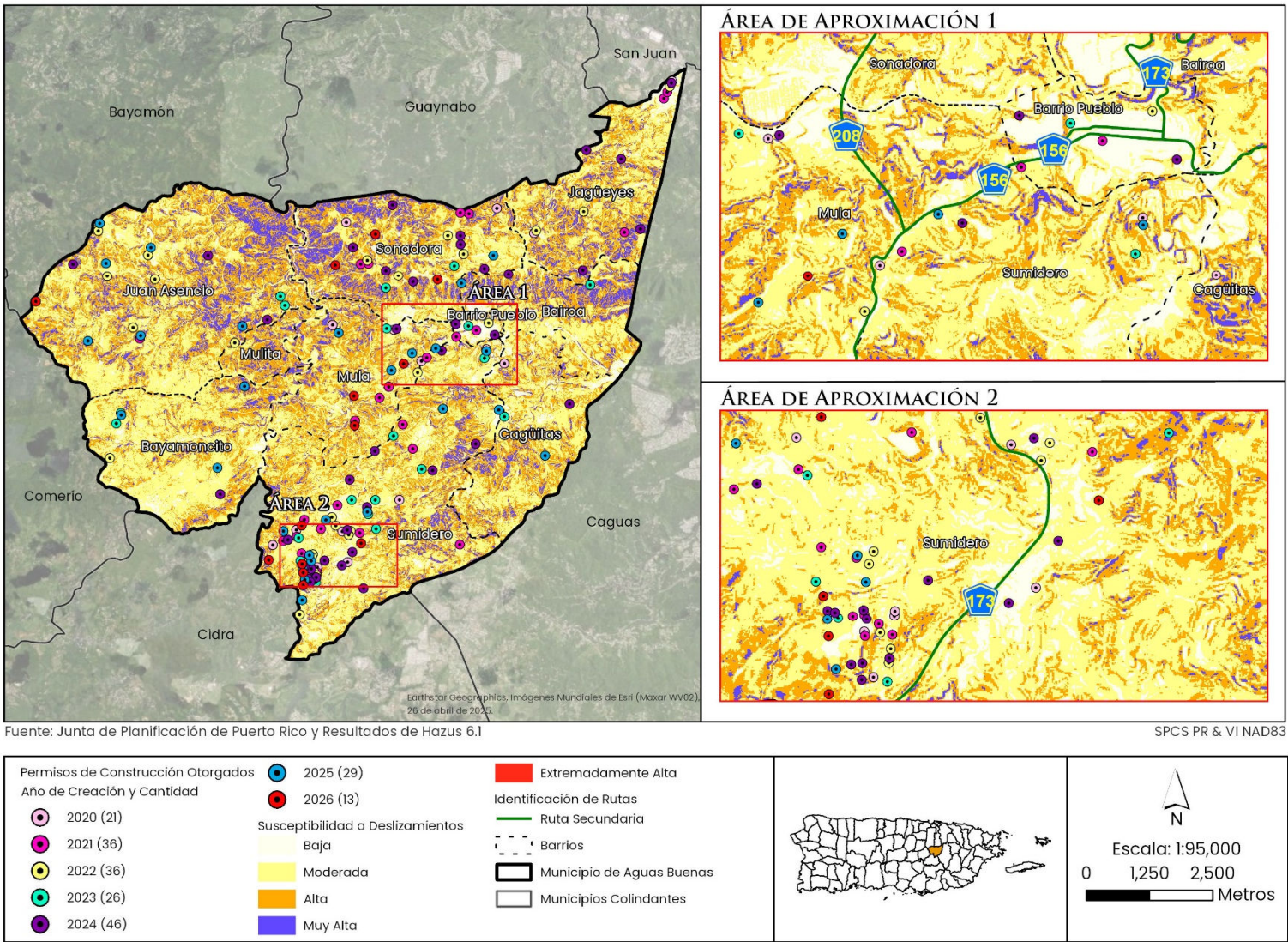
Como muestra el Mapa 26, los permisos de desarrollo reciente están distribuidos por todo el municipio y se encuentran dentro de todas las categorías de susceptibilidad a deslizamientos. La mayor concentración de desarrollos recientes se encuentra en la parte sur de Sumidero, donde numerosos permisos están agrupados en áreas mapeadas como susceptibilidad de deslizamiento bajo a moderado, con áreas adyacentes de alta susceptibilidad. Concentraciones adicionales de desarrollos recientes están presentes en Barrio Pueblo, Mula, Sonadora, Bairoa y Jagüeyes, donde



los permisos se intercalan con áreas de susceptibilidad a deslizamientos altos y muy altos. En general, el mapa indica que el desarrollo reciente ha ocurrido en todo el municipio, incluyendo ubicaciones con susceptibilidad elevada a deslizamientos.

Mapa 26: Deslizamientos: Exposición de Desarrollos Recientes

DESLIZAMIENTOS: EXPOSICIÓN DE DESARROLLOS RECIENTES



## 4.8 INUNDACIONES

### 4.8.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

Las inundaciones, generalmente causadas por precipitaciones excesivas (FEMA, 1997), se clasifican en dos categorías principales: inundaciones generales y riadas repentinas.

- Las inundaciones generales son eventos de larga duración que pueden durar varios días e incluir inundaciones fluviales, costeras y urbanas. Las inundaciones costeras están asociadas a marejadas ciclónicas, olas y lluvias intensas generadas por huracanes y tormentas tropicales, mientras que las inundaciones urbanas resultan de la alteración del drenaje natural debido al desarrollo urbano. Las inundaciones fluviales ocurren cuando los ríos se desbordan debido a un exceso de escorrentía de agua a través de lluvias o fallos estructurales, provocando que el agua se derrame en las tierras circundantes. Las inundaciones repentinas suelen derivar de tormentas estacionarias, huracanes o fallos de presas, afectando tanto a zonas montañosas como a zonas urbanizadas.
- Las inundaciones repentinas ocurren cuando cae lluvia prolongada sobre una cuenca hidrográfica (cuenca hidrográfica). Estas últimas resultan de precipitaciones intensas durante un corto periodo en áreas específicas. La magnitud de los eventos de inundaciones repentinas depende de factores como la topografía y fisiografía de la cuenca, los patrones meteorológicos, la saturación del suelo y la impermeabilidad superficial. Las inundaciones repentinas se originan principalmente por tormentas de movimiento lento en áreas específicas o por lluvias intensas asociadas a huracanes y tormentas tropicales (NMEAD, 2021). Sin embargo, también pueden ocurrir tras el colapso de presas o diques en minutos u horas, debido a lluvias extremas o a la liberación repentina de agua de cuencas de retención u otras instalaciones de control de aguas pluviales. Aunque son más frecuentes en arroyos de montaña, estos eventos pueden ocurrir en áreas urbanas donde las superficies impermeables limitan la infiltración.

La inundación periódica de terrenos adyacentes a ríos, arroyos y costas, conocida como llanuras de inundación, es un fenómeno natural predecible basado en intervalos de recurrencia. Estos intervalos representan el tiempo medio, en años, entre eventos de magnitud igual o mayor. Cuanto más largo es el intervalo de recurrencia,

mayor es la magnitud del evento, lo que implica un aumento significativo del riesgo y de la extensión del área afectada. Las llanuras de inundación se inundan periódicamente según intervalos de recurrencia, definidos como el tiempo medio entre eventos de igual magnitud. Por ejemplo, una crecida de 100 años tiene una probabilidad anual del 1%, mientras que una de 500 años corresponde al 0,2%. Estas frecuencias se calculan mediante análisis estadístico de registros históricos de caudales y eventos extremos.

La Tabla 24 muestra las diferentes clasificaciones de zonas de inundación para Puerto Rico adoptadas por la PRPB (PRPB, 2021).

*Tabla 24: Zonas de inundación de Puerto Rico*

| Zona de inundación | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zona A             | Área especial de riesgo de inundación con un periodo recurrente de cien (100) años determinado mediante metodologías aproximadas sin determinación de la elevación base de la inundación ni canal de inundación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zona AE            | Áreas Especiales de Riesgo de Inundación con un periodo recurrente de cien (100) años determinado por metodologías detalladas con indicadas elevaciones base de inundación. Según el alcance del estudio, puede incluir la determinación del canal de inundación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zona AO/AH         | Áreas Especiales de Riesgo de Inundación Poco Profundas con un periodo recurrente de cien (100) años, con una profundidad base de inundación que fluctúa entre 0,30 metros (un (1) pie) y 0,91 metros (tres (3) pies). Las profundidades medias de inundación se obtienen mediante análisis hidráulicos detallados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zona A99           | Zonas propensas a inundaciones por un evento con un uno por ciento (1%) de probabilidad anual de ocurrencia. Estas áreas especiales están dentro de un sistema de protección o control de inundaciones donde se ha avanzado lo suficiente en su construcción, aunque no se haya completado, pero se ha alcanzado un progreso legal específico para completarla. Esta zona no detalla las elevaciones base ni las profundidades de inundación, por lo que se recomienda utilizar, si es necesario, la elevación anterior de la Zona 99. Se aplican requisitos obligatorios para la compra de un seguro contra inundaciones. |
| Zona D             | Zona de inundación que no está determinada, pero es posible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zona VE            | Zona costera de alto riesgo de inundación con un periodo recurrente de cien (100) años con velocidad y energía (marejada ciclónica) y una elevación base determinada de inundación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



| Zona de inundación    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zona X sombreada      | zona de inundación con un 0,2% de probabilidad de ocurrir cada año o la inundación de cien (100) años con una profundidad de agua inferior a 0,3 metros, con áreas de drenaje de menos de 2,6 kilómetros cuadrados o áreas protegidas por diques contra la inundación de cien (100) años. |
| Zona X (sin sombrear) | Se determinó que el área estaba fuera de la inundación tormentosa de quinientos (500) años.                                                                                                                                                                                               |

#### 4.8.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)

##### Mapa de Seguros de Riesgo de Inundación

El mapa 27 muestra las áreas afectadas por las inundaciones en Aguas Buenas. El mapa indica que las áreas de riesgo de inundación dentro de Aguas Buenas se concentran a lo largo de los principales corredores fluviales y arroyos. La zona anual de riesgo de inundación del 1% sigue un curso de agua norte-sur que se extiende por partes de Sonadora, Mulita, Bayamoncito, Mula y Sumidero, continuando hacia el límite municipal con Cidra. Se cartografiaron áreas adicionales de riesgo de inundación a lo largo de un corredor de arroyo que cruza Barrio Pueblo y se extiende hacia el este hasta Bairoa.

El canal de desagüe regulatorio está cartografiado a lo largo de una parte del tramo norte del arroyo cerca del límite entre Sonadora y Mulita, lo que indica un área más limitada dentro del corredor más amplio de riesgo de inundación. No se muestran otras áreas de riesgo de inundación cartografiadas en Juan Asencio, Jagüeyes ni en la mayor parte de Cagüitas. En general, las zonas de riesgo de inundación cartografiadas se limitan a cauces de ríos y arroyos que atraviesan las porciones central, occidental y noreste del municipio.

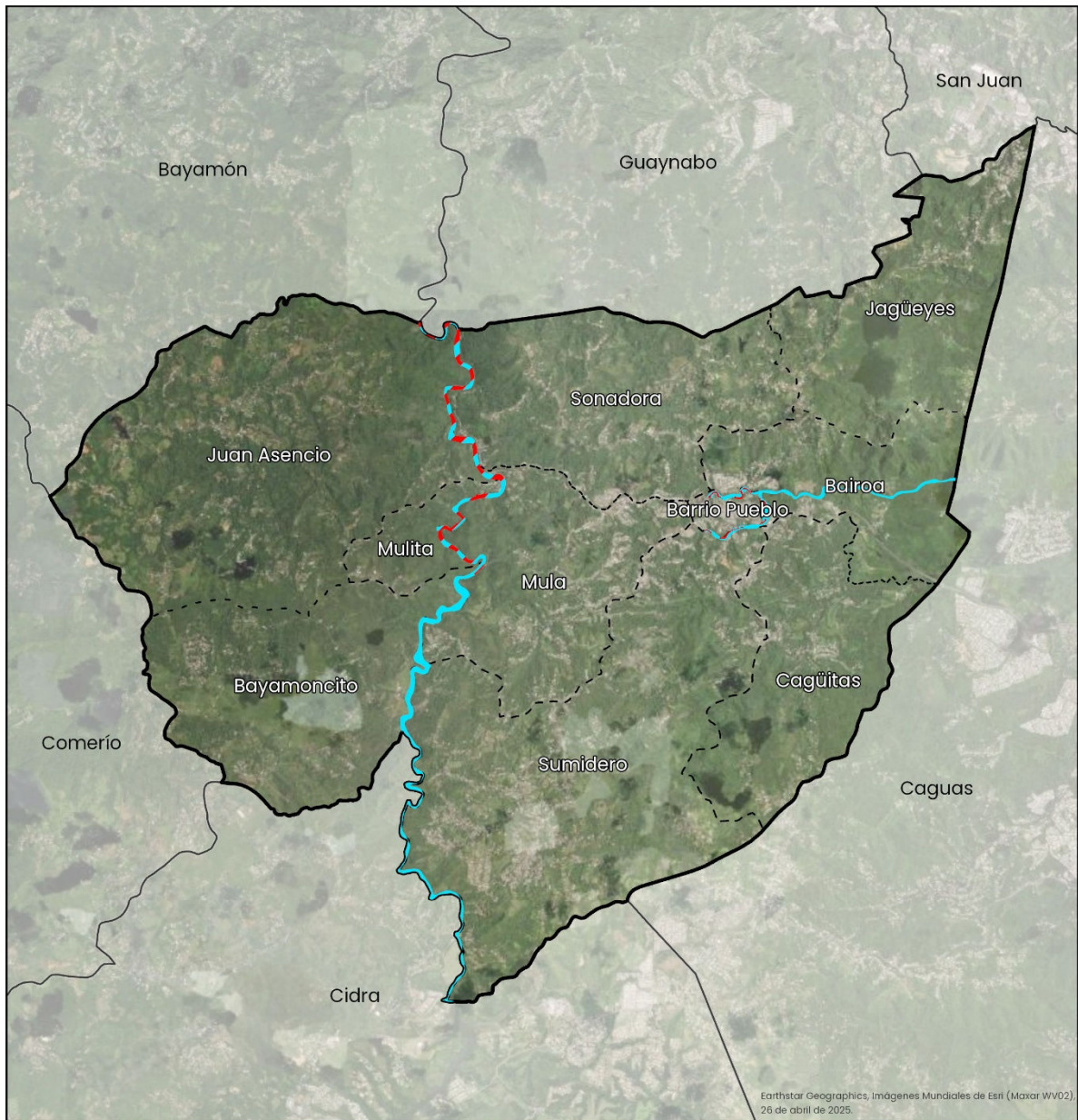
Las figuras 15 a 17 muestran varios "FIRMette" que muestran áreas específicas de inundaciones en el municipio.

- La Figura 15 muestra un área de estudio compuesta por una cuenca mixta urbana y boscosa situada dentro del municipio. Un arroyo serpenteante discurre de este a oeste a través de un valle densamente vegetado, con barrios residenciales, calles locales, instalaciones públicas y campos recreativos situados cerca del curso de agua. Gran parte del paisaje circundante está cubierto por bosque tropical y colinas empinadas típicas de la región interior

de Puerto Rico.

- La Figura 16 muestra el área de estudio situada dentro del núcleo urbano de Aguas Buenas, Puerto Rico. El uso del suelo es principalmente residencial, comercial y cívico, rodeado de laderas boscosas. Un arroyo serpenteante rodea el centro del pueblo, con llanuras de inundación designadas como Zona AE designadas por FEMA y canales de desagüe regulatorios que se extienden a lo largo del canal. La zona contiene infraestructuras desarrolladas, instalaciones recreativas, carreteras locales y comunidades residenciales que pueden verse afectadas durante inundaciones significativas.
- La Figura 17 muestra el área de estudio concentrada principalmente a lo largo de los principales corredores de arroyos y ríos. La zona más propensa a inundaciones sigue una alineación norte-sur a través de la parte central del municipio, extendiéndose desde el límite municipal con Cidra a través de partes de Mula y Mulita y continuando hacia el norte hasta el límite municipal con Guaynabo. Este corredor de inundación incluye tanto el área de riesgo anual de riesgo de inundación del 1 % como el canal regulatorio asociado. Áreas adicionales propensas a inundaciones se encuentran a lo largo de cursos de agua en los distritos de Barrio Pueblo y Bairoa, donde zonas de riesgo de inundación más pequeñas siguen la red natural de drenaje hacia la parte oriental del municipio. El mapa demuestra que los riesgos de inundación en Aguas Buenas están estrechamente asociados a los sistemas fluviales y arroyos del municipio, en lugar de estar ampliamente distribuidos por todo el territorio. Como resultado, el desarrollo, la infraestructura de transporte, los servicios públicos y otros activos situados junto a estas vías fluviales pueden estar expuestos a impactos relacionados con inundaciones durante eventos de lluvias significativos.

## ZONAS DE INUNDACIÓN



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA)

SPCS PR & VI NAD83

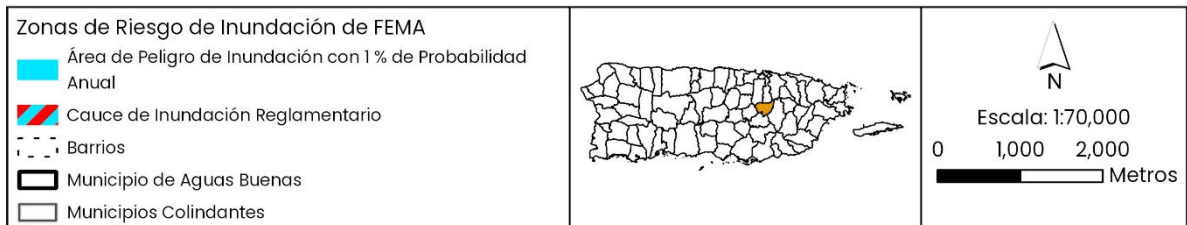




Figura 15: Capa Nacional de Riesgo de Inundación FIRMette

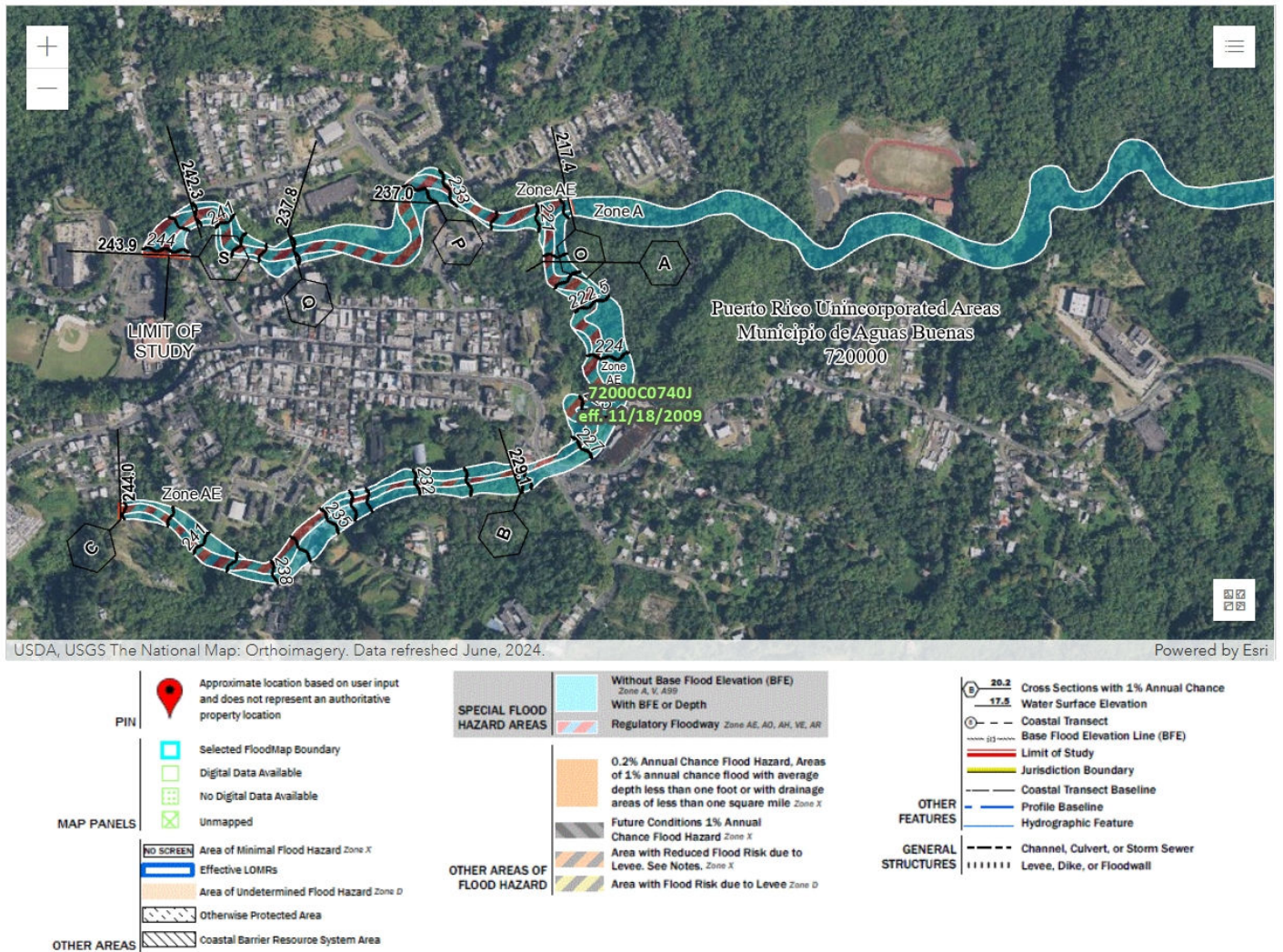




Figura 16: Capa Nacional de Riesgo de Inundación FIRMette (Aguas Buenas Casco Urbano)

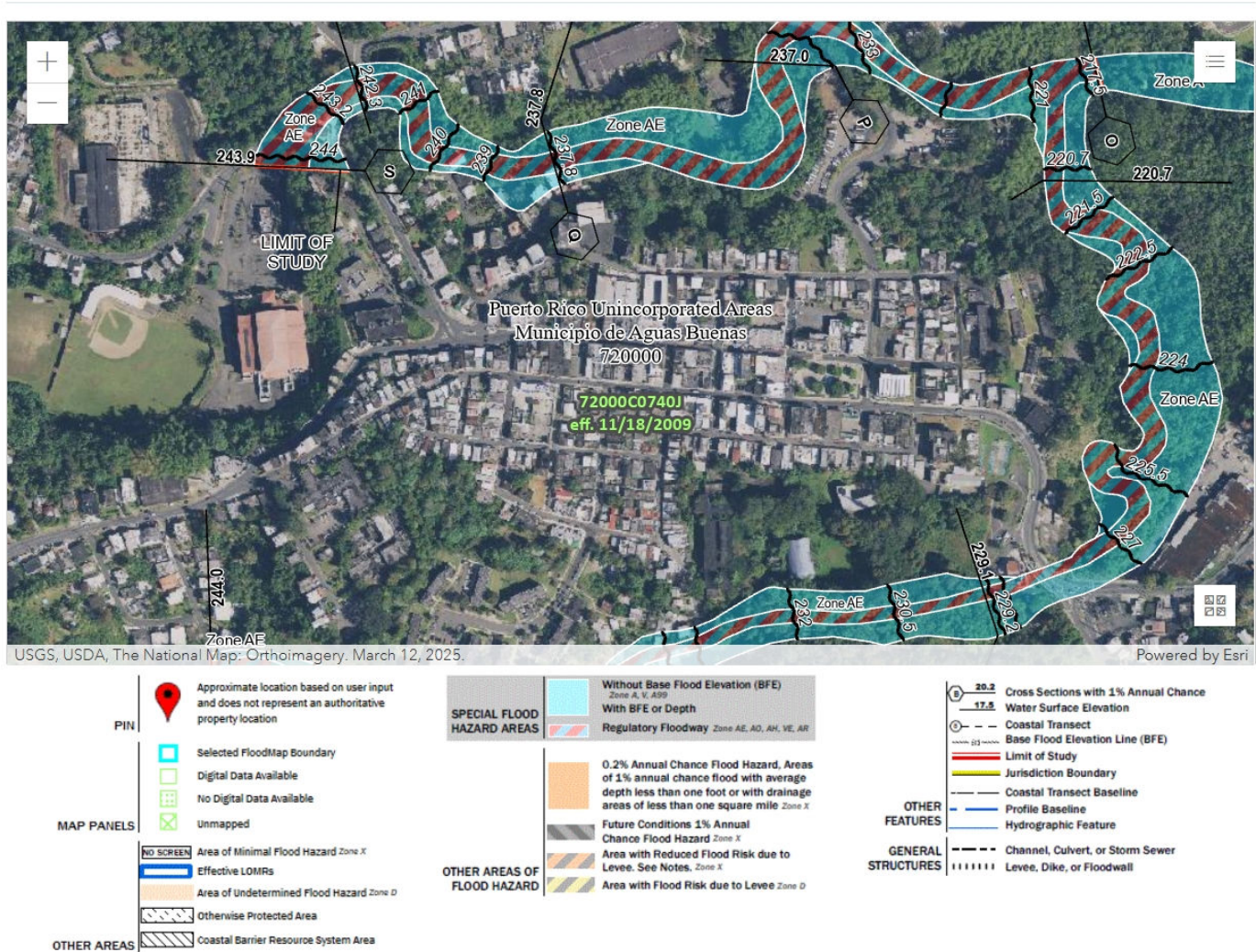
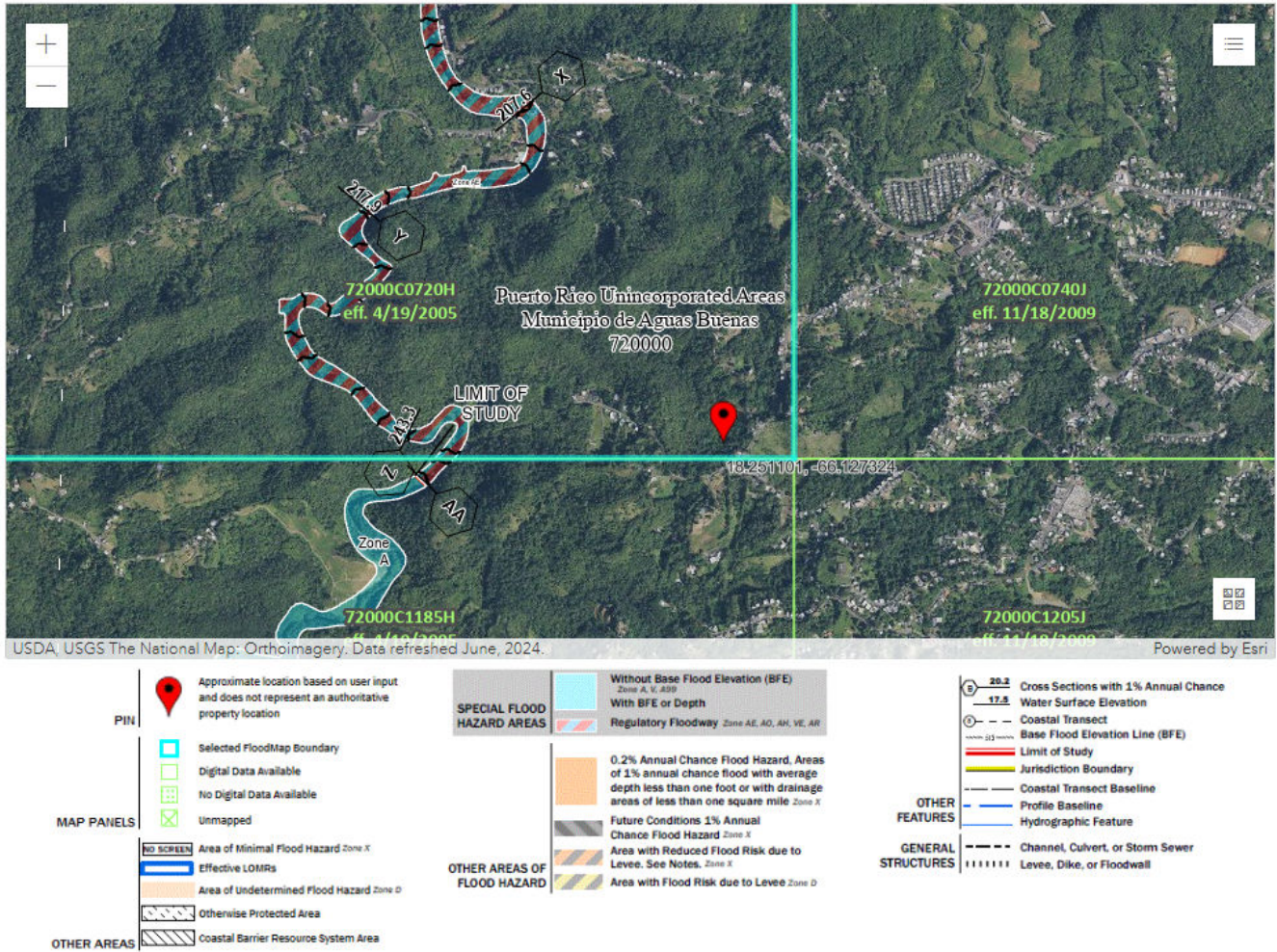




Figura 17: FIRMette Nacional de Capa de Riesgo de Inundación (Aguas Buenas)



## Elevación de Inundación de la Base Asesora (ABFE)

Asimismo, FEMA utiliza otro tipo de mapa para desarrollar regulaciones y permisos de construcción conocidos como Mapas de Elevación de Base Asesora (ABFE). Los ABFE se desarrollan tras la ocurrencia de un evento atmosférico de alto impacto, y se tienen en cuenta varios factores relacionados con el último análisis de ingeniería para determinar si es necesario un análisis. Algunos de los factores considerados en el análisis incluyen la antigüedad del análisis, el territorio cubierto por el análisis y los modelos/datos de ingeniería utilizados en el análisis. Se han producido ABFE para estados como Mississippi (huracán Katrina), Nueva York y Nueva Jersey (huracán Sandy). Tras el paso del huracán María por Puerto Rico en 2017, y gracias a la disponibilidad de mejores datos, FEMA desarrolló ABFE para Puerto Rico. Cabe señalar que la Junta de Planificación de Puerto Rico adoptó los ABFE en modo de emergencia

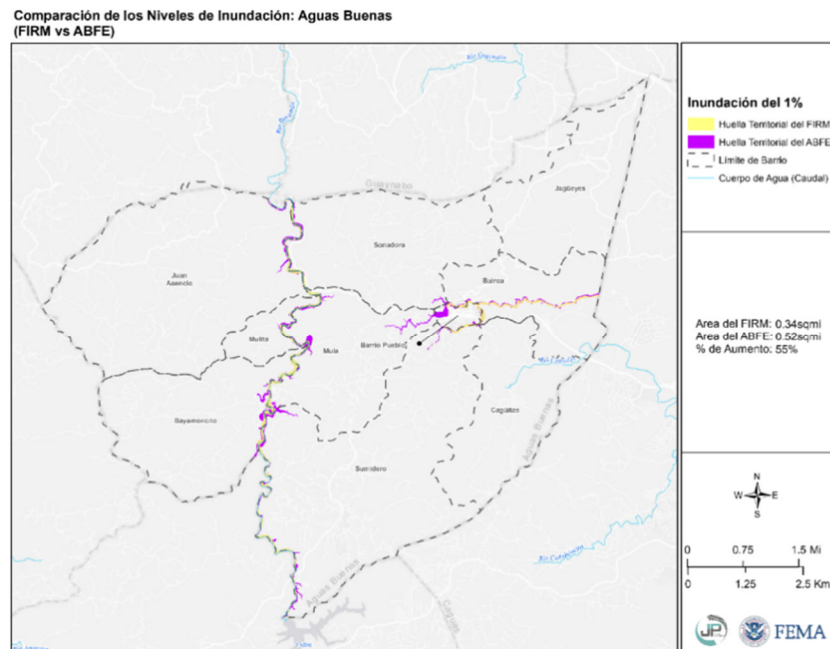


en marzo de 2018. Actualmente, Puerto Rico cuenta con dos (2) tipos de mapas de inundaciones: los FIRMs (2009), que se utilizan exclusivamente para las tarifas de seguro contra inundaciones, y los ABFE (2018), que se emplean para regular la construcción en la isla.

Para fines de comparación, esta subsección incluye la diferencia en la extensión de terreno afectada por inundaciones según las FIRMs previas al huracán María en septiembre de 2017 y las ABFE desarrolladas por FEMA para Puerto Rico. Tras el huracán María en 2017, las áreas designadas como propensas a inundaciones en toda la isla aumentaron un 20%. Así, esto reflejó un incremento del 41%.

La siguiente figura (en español) muestra la comparación entre los mapas de extensión anual de inundación del 1% de probabilidad de FIRM y ABFE muestra que la huella de inundación ABFE es mayor que la huella de inundación FIRM en Aguas Buenas. El mapa indica que la extensión de inundación de FIRM cubre aproximadamente 0.34 millas cuadradas, mientras que la extensión de inundación ABFE cubre aproximadamente 0.52 millas cuadradas, lo que representa un aumento del 55%. Las diferencias más notables se dan a lo largo de los corredores fluviales cartografiados en las zonas central y sur del municipio, donde la extensión de inundación ABFE se extiende más allá de los límites de la extensión de inundación FIRME.

*Figura 18: ABFE vs EMPRESA 1% (100 años)*



Según las instrucciones de PRPB, el análisis de riesgos se realizó utilizando los mapas ABFE.

## **Modelado HAZUS**

La identificación de fuentes de inundación y la estimación de pérdidas por riesgo se realizaron utilizando la plataforma Hazus de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), una herramienta estandarizada a nivel nacional para la evaluación de riesgos multi-peligro. El módulo de inundación Hazus se utilizó para delimitar arroyos en áreas donde no se han desarrollado estudios de ingeniería y para estimar posibles pérdidas económicas asociadas a daños estructurales.

Los datos de entrada incluyeron cuadrículas de profundidad producidas por un estudio de Ingeniería de Nivel Base (BLE) en 2018 tras los huracanes Irma y María. Este estudio de la BLE no revisó todas las posibles fuentes de inundación fluvial, por lo que se desarrolló modelización adicional con hidrología e hidráulica de Hazus para revisar otras pérdidas potenciales asociadas a arroyos con áreas de drenaje de una milla cuadrada o más.

Los datos topográficos utilizados por Hazus para cálculos de profundidad y estimación de daños se obtuvieron del Modelo Digital de Elevación (DEM) de 1/3 de segundo de arco (1/3) del USGS 3D Elevation Program, con una resolución aproximada de 10 pies. Este conjunto de datos ofrece cobertura para todo Puerto Rico y sus islas adyacentes.

El DEM continuo del programa 3DEP para Puerto Rico deriva de dos campañas de adquisición de datos lidar: un estudio lidar USGS 2016–2017 y un estudio lidar USGS posterior al huracán María en 2018. La colección de 2018, realizada tras los significativos cambios geomorfológicos costeros causados por el huracán María, representa la información topográfica más reciente disponibles para la isla y constituye la base principal de la capa de elevación 3DEP utilizada en este análisis.

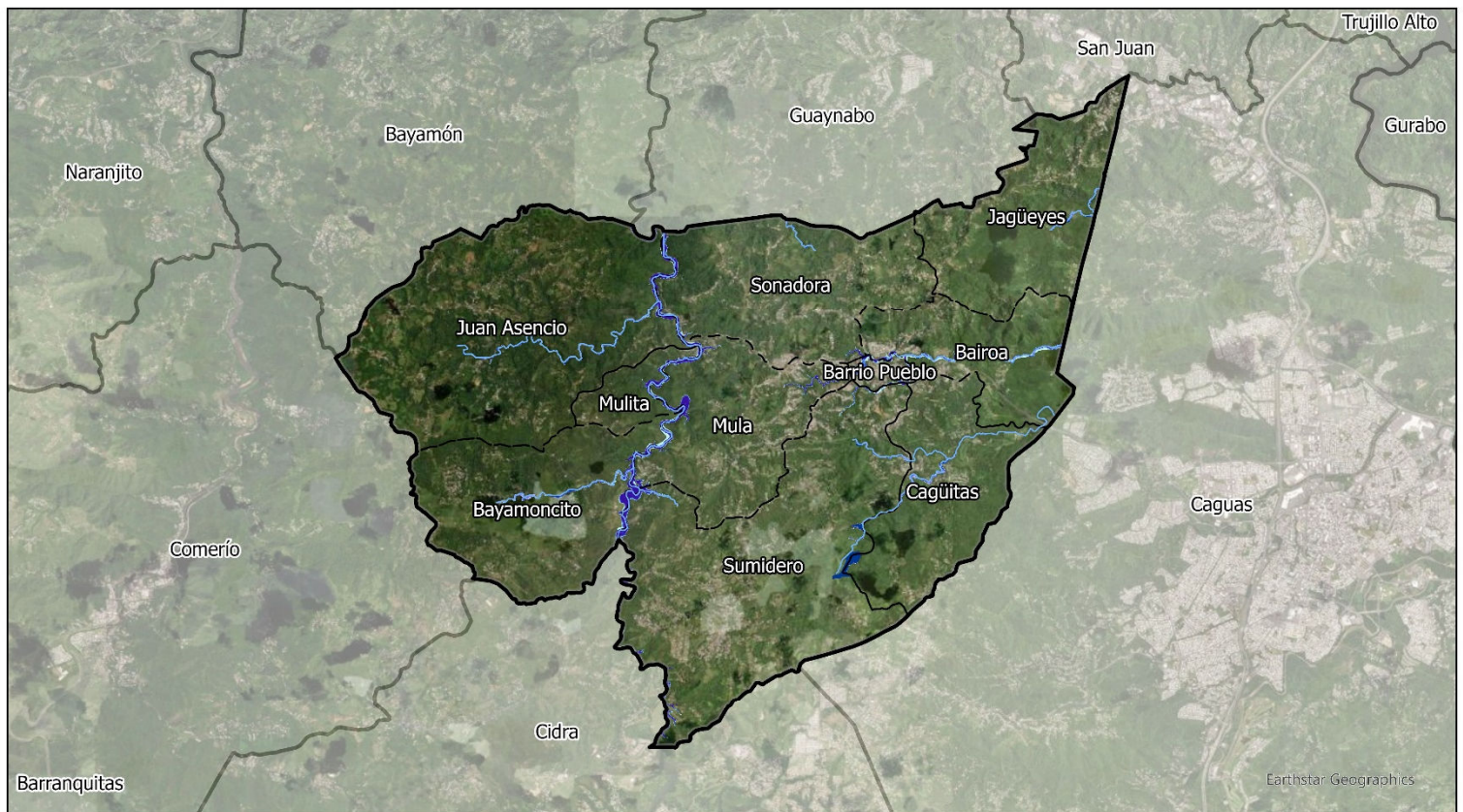
Las áreas documentadas en los mapas incluidos dentro del LHMP pueden tener líneas de corriente representadas, pero sin cuadrículas de profundidad asociadas. Debido a la inconsistencia de las ecuaciones de regresión disponibles y otros datos necesarios para el cálculo del riesgo y pérdidas de inundación con los modelos hidrológicos e hidráulicos de Hazus, algunos arroyos delimitados no pudieron completarse durante las pruebas de modelado. Estas áreas de arroyo pueden necesitar ser revisadas para futuros estudios de inundaciones e identificación de posibles riesgos de inundación,

pero, debido a la falta de datos, no pudieron incluirse en los estudios de Hazus.

El siguiente mapa muestra el resultado de la Hazus Run. La corrida Hazus más actualizada muestra que las inundaciones pueden extenderse más allá de lo determinado en la ABFE de 2018.

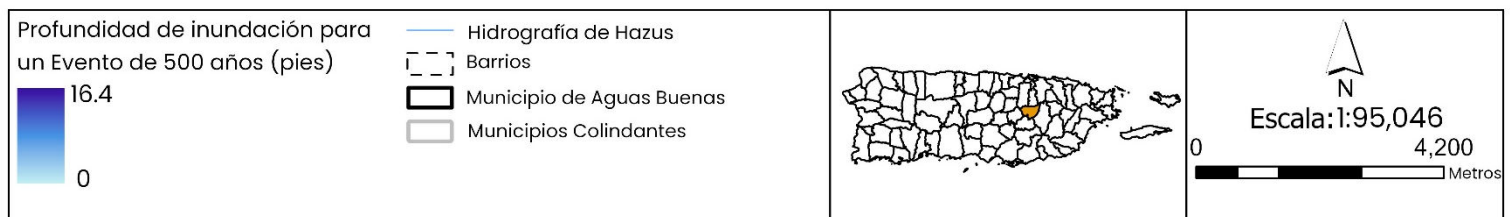
Mapa 28: Análisis de Hazus para un evento de inundación de 500 años

## ANÁLISIS HAZUS PARA UN EVENTO DE INUNDACIÓN DE 500 AÑOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD 83



El mapa muestra profundidades de inundación modeladas para un evento de inundación de 500 años en Aguas Buenas. Las áreas con profundidades de

inundación cartografiadas se concentran a lo largo de corredores de ríos y arroyos en todo el municipio, con las zonas más propensas a inundaciones situándose en las zonas central, occidental y sureste de Aguas Buenas. Las mayores profundidades de inundación, mostradas en tonos azul oscuro, se encuentran a lo largo de segmentos de los principales cursos de agua, mientras que las profundidades de inundación más bajas se extienden hacia fuera a lo largo de canales de drenaje conectados. Las zonas de profundidad de inundación están presentes en múltiples distritos, incluyendo Juan Asencio, Mulita, Mula, Bayamoncito, Barrio Pueblo y Cagüitas.

#### *4.8.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)*

Los eventos de inundación pueden representar una de las amenazas atmosféricas más graves, ya que no existe otro evento en el mundo que cause mayores pérdidas de vidas (FEMA, 1997). Esto se debe a la alta frecuencia de estos eventos y a la falta de conciencia de la población sobre la magnitud de los daños que pueden causar, ya sean daños físicos o materiales graves. Cabe señalar que la mayoría de las declaraciones de desastres en EE. UU. están relacionadas con eventos de inundación. La mayoría de los incidentes relacionados con inundaciones implican que personas son arrastradas, junto con sus vehículos, por las corrientes de agua (FEMA, 1997). Cada año, la devastación causada por las inundaciones resulta en miles de millones de dólares en pérdidas de activos. Las regiones con mayor densidad de población son aquellas con alto riesgo de inundaciones repentinas, ya que la construcción de edificios, carreteras y aparcamientos crea superficies impermeables, reduciendo la capacidad del terreno para absorber agua (NSWL, s.f.).

Las inundaciones son el desastre natural más común, ocurriendo cuando el agua desborda y sumerge tierras que suelen estar secas. A menudo se desencadenan por lluvias intensas, deshielo rápido o marejadas ciclónicas o tsunamis tropicales en regiones costeras.

Las inundaciones pueden causar una destrucción extensa, incluyendo la pérdida de vidas y graves daños en viviendas, propiedades e infraestructuras críticas de salud pública. Entre 1998 y 2017, las inundaciones afectaron a más de 2.000 millones de personas en todo el mundo. Quienes viven en llanuras de inundación, en edificios mal contruidos o sin acceso a sistemas de alerta y conciencia sobre riesgos son los más vulnerables (WHO, 2025).

Tres tipos comunes de inundaciones incluyen:

- Inundaciones repentinas: Resultado de lluvias repentinas e intensas que elevan rápidamente el nivel del agua, saturando ríos, arroyos, canales o carreteras.
- Inundaciones de ríos: Se producen cuando las lluvias prolongadas o el deshielo hacen que los ríos excedan su capacidad.
- Inundaciones costeras: Causadas por marejadas ciclónicas relacionadas con ciclones tropicales o tsunamis.

En cuanto al impacto en la vida, la propiedad y las operaciones, las inundaciones causan pérdidas y daños materiales, incluyendo viviendas, edificios, infraestructuras, agricultura y sistemas de saneamiento y drenaje. Tras una inundación, las consecuencias pueden aumentar la aparición de diversas enfermedades, como la leptospirosis, y provocar un aumento del agua contaminada (Malilay, 2000).

Según un informe de la Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO), "En los últimos 10 años, los daños por inundaciones en Estados Unidos han sido de media de 46.000 millones de dólares al año (en dólares de 2023)" (CBO, 2024). Esta estimación incluye costes como:

- La sustitución de propiedades residenciales y comerciales;
- Reparaciones o reconstrucción de infraestructuras públicas;
- Medidas de respuesta de emergencia;
- Costes asociados a la pérdida continua del uso de la propiedad (por ejemplo, la provisión de vivienda temporal);
- Pérdidas en el sector comercial debido a interrupciones en el negocio.
- Daños a cultivos, ganado y madera;" (CBO, 2024)

Aunque el impacto de los proyectos de adaptación puede variar significativamente, las estimaciones del Cuerpo sugieren que aproximadamente dos tercios de sus proyectos, excluyendo el sexto superior y el inferior en relación beneficio-coste, se espera que reduzcan los daños por inundación entre 2 y 6 dólares por cada dólar invertido durante una vida útil de 50 años (CBO, 2024).

#### *4.8.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)*

En su mayoría, los eventos de inundación en Puerto Rico están relacionados con sistemas tropicales (olas tropicales, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes). Por ello, los riesgos de inundación ocurren principalmente durante la temporada de huracanes, que va del 1 de junio al 30 de noviembre.



Sin embargo, los eventos de inundación pueden producirse fuera de este periodo, como se muestra en el caso de las inundaciones de abril a mayo de 2024, las de febrero de 2022 y las inundaciones de los Reyes de 1992.

La siguiente tabla muestra los principales eventos de inundación en el periodo 2010–2025.

Tabla 25: Grandes Inundaciones en Puerto Rico 2010-2025

| Evento                    | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tormenta tropical Ernesto | 8/14/2025 – 8/16/2025 | DR-4850- PR                       | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – No | <p>El lento movimiento de la tormenta y su entorno rico en humedad contribuyeron a una precipitación prolongada, especialmente en municipios centrales y orientales. Partes del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas.</p> <p>El municipio de Barranquitas midió 11,20 pulgadas en un periodo de 48 horas, mientras que Villalba reportó 10,20 pulgadas. Los municipios del este, incluyendo Vieques y Culebra, observaron entre 8 y 10 pulgadas de lluvia. Varios ríos excedieron sus orillas, incluido el río La Plata, lo que provocó una inundación significativa de comunidades adyacentes. Se produjeron inundaciones repentinas en zonas urbanas y rurales, haciendo intransitables las carreteras primarias y secundarias. Las aguas de las inundaciones provocaron fallos estructurales en puentes y arrastraron tramos críticos de carretera, aislando varias comunidades. Los sistemas de</p> |

| Evento                                                                                                                | Fecha                        | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                       |                              |                                   |                                                                  | <p>drenaje pluvial en áreas metropolitanas, especialmente en San Juan, quedaron sobrepasados, lo que provocó inundaciones urbanas localizadas.</p> <p>Respuesta de emergencia y interrupciones</p> <p>Se realizaron evacuaciones en zonas propensas a inundaciones como Toa Baja para mitigar la pérdida de vidas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Puerto Rico</p> <p>Tormentas Severas,</p> <p>Inundaciones, Deslizamientos de Tierra y Deslizamientos de Tierra</p> | <p>4/29/2024 – 5/10/2024</p> | <p>DR-4808-PR</p>                 | <p>Asistencia Pública – No</p> <p>Asistencia Individual – No</p> | <p>En abril de 2024, Puerto Rico fue golpeado por una serie de tormentas severas que provocaron lluvias intensas prolongadas —algunas zonas recibieron más de 10 pulgadas— provocando inundaciones generalizadas y deslizamientos de tierra. Los municipios centrales y occidentales vieron desbordarse ríos, con los ríos Manatí y Cívico desbordando sus orillas e inundando carreteras como la PR2. Las zonas urbanas, especialmente en el suroeste (Cabo Rojo, Mayagüez, Ponce), recibieron alertas de inundaciones repentinas debido a que las fuertes lluvias vespertinas desbordaron los sistemas de drenaje. Las aguas de inundación convirtieron las calles en torrentes, atrapando a los residentes en</p> |

| Evento                                                                  | Fecha                   | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         |                         |                                   |                                                           | azoteas y provocando evacuaciones de emergencia en más de 20 municipios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Huracán Fiona                                                           | 9/17/2022–<br>9/21/2022 | DR-4671-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – Sí | El huracán Fiona azotó Puerto Rico en septiembre de 2022, desatando lluvias torrenciales—hasta 31,22 pulgadas de lluvia en 72 horas en Ponce, casi igualando la acumulación del huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con entre 7 y 20 pulgadas comunes en la mayor parte de la isla y zonas localizadas que superan las 30 pulgadas.                                                                                                                                                                         |
| Tormenta severa, inundaciones y deslizamientos de tierra en Puerto Rico | 2/4/2022 –<br>2/6/2022  | DR-4649-PR                        | Asistencia Pública – No<br><br>Asistencia Individual – No | En febrero de 2022, Puerto Rico sufrió una tormenta severa que trajo lluvias intensas prolongadas, provocando inundaciones generalizadas en toda la isla. Los totales de precipitaciones oscilaron entre 3 y 10 pulgadas en muchas zonas, con picos localizados que alcanzaron hasta 16 pulgadas en Toa Alta. La intensa precipitación desbordó los sistemas de drenaje, provocando inundaciones urbanas en San Juan, Guaynabo y localidades costeras como Dorado y Vega Baja. Los ríos se hincharon más allá de sus orillas, inundando |

| Evento                                        | Fecha     | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |           |                                   |                                                           | carreteras y aislando comunidades, mientras que los deslizamientos de tierra agravaron los daños en las regiones montañosas. Los servicios de emergencia emitieron alertas de inundaciones repentinas y realizaron evacuaciones mientras viviendas y negocios quedaban sumergidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tormenta severa e inundaciones en Puerto Rico | 9/13/2020 | DR-4571-PR                        | Asistencia Pública - No<br><br>Asistencia Individual - No | Puerto Rico fue azotado por una tormenta y una inundación severas el 13 de septiembre de 2020, lo que provocó daños generalizados por inundaciones y alteraciones en infraestructuras. Las lluvias torrenciales sobrepasaron los sistemas de drenaje y provocaron que los ríos se desbordaran en zonas como Arecibo, donde una casa fue destruida, más de 100 sufrieron daños graves y más de 20 sufrieron pequeñas inundaciones. Las carreteras y puentes quedaron sumergidos o dañados, lo que aisló a las comunidades y dificultó los esfuerzos de respuesta de emergencia. Las aguas inundaron viviendas e instalaciones públicas, lo que provocó órdenes de evacuación y advertencias de inundaciones repentinas en varios |



| Evento                      | Fecha                    | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                          |                                   |                                                           | municipios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tormenta tropical<br>Isaías | 7/29/2020 -<br>7/30/2020 | DR-4560-PR                        | Asistencia Pública - No<br><br>Asistencia Individual - No | Aunque el centro de la tormenta tropical Isaías no tocó tierra en la isla, el sistema dejó una gran cantidad de lluvia a su paso, causando inundaciones en todo Puerto Rico. Se registró una acumulación de precipitaciones de hasta 10 pulgadas alrededor de la isla.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Huracán María               | 9/20/2017                | DR-4339-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – Sí | Las inundaciones generalizadas afectaron gravemente a toda la isla. Por ejemplo, en San Juan, los niveles de agua alcanzaron hasta 6 pies en algunas zonas y numerosas estructuras perdieron sus techos. El barrio costero de La Perla quedó en gran parte destruido, mientras que Cataño sufrió daños extensos, con la comunidad de Juana Matos estimada en un 80% destruida. Fuertes vientos, lluvias intensas e inundaciones repentinas cerca de la presa del lago La Plata en Toa Baja afectaron a miles de residentes. Los supervivientes informaron que el agua de la inundación subió 6 pies en solo 30 minutos, y algunas zonas experimentaron profundidades de hasta 15 pies (4,6 m). |

| Evento                               | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Huracán Irma                         | 9/5/2017              | DR-4336-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – No | El 5 de septiembre de 2017, el huracán Irma afectó a Puerto Rico; se emitió una Declaración de Emergencia para la isla. El 6 de septiembre de 2017 se emitió una Declaración de Desastre Mayor tras el paso del huracán Irma. Dos personas murieron debido a lluvias torrenciales antes del huracán: un hombre murió en Orocovis tras caerse de su escalera mientras reparaba su tejado; otro hombre en la costa en Capitanejo murió tras ser alcanzado por un rayo. Las alturas de las olas en Puerto Rico alcanzaron los 9 metros, y se registraron vientos sostenidos de 111 mph en Culebra. |
| Tormenta tropical María <sup>9</sup> | 9/8/2011 – 9/114/2011 | DR-4040-PR                        | Asistencia Pública – No<br><br>Asistencia Individual – No | La tormenta tropical (más tarde huracán) María se formó a principios de septiembre de 2011 y pasó cerca de Puerto Rico, trayendo lluvias intensas significativas y condiciones de tormenta tropical a la isla. La tormenta provocó inundaciones generalizadas que inundaron numerosas carreteras y viviendas; las aguas de la inundación                                                                                                                                                                                                                                                        |

<sup>9</sup> La tormenta tropical María fue un sistema tropical que pasó al noreste de Puerto Rico en 2011 y que causó inundaciones en la isla. No debe confundirse con el huracán María de 2017. El nombre "María" fue retirado de la lista oficial de nombres de la temporada de huracanes del Atlántico después de 2017.

| Evento                                                | Fecha                   | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       |                         |                                   |                                                           | cerca de Patillas destruyeron varias viviendas y puentes, y aproximadamente 150 casas en Yabucoa quedaron inundadas y dañadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Huracán Irene                                         | 8/22/2011               | DR-4017-PR                        | Asistencia Pública - Sí<br><br>Asistencia Individual - Sí | La precipitación total alcanzó las 22 pulgadas en tres días, siendo la región oriental la más afectada—la misma zona que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto durante el paso cercano de la tormenta tropical Emily. El Río Grande de Manatí en Manatí registró su tercer nivel más alto en la historia, superado solo durante el huracán Hortense (1996) y el huracán Georges (1998). El río Puerto Nuevo, cerca de Hato Rey, alcanzó su cuarto nivel más alto registrado. Las inundaciones fueron lo suficientemente graves como para causar estrés en la infraestructura y condiciones peligrosas en varios municipios. Trágicamente, hubo una muerte directa atribuida a Irene, debido a ahogamientos. |
| Puerto Rico<br>Tormentas<br>severas,<br>Inundaciones. | 5/20/2021 –<br>6/8/2021 | DR-4004-PR                        | Asistencia Pública - No                                   | En mayo de 2021, Puerto Rico experimentó una serie de intensos episodios de lluvia que provocaron inundaciones repentinas, desbordamientos de ríos,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Evento                                              | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deslizamientos de tierra y deslizamientos de tierra |                       |                                   | Asistencia Individual - No                                | deslizamientos de tierra y deslizamientos de tierra, especialmente en regiones montañosas e interiores. Aunque mayo suele ser uno de los meses más lluviosos del año, varios sistemas de tormentas produjeron lluvias de corta duración pero alta intensidad, saturando los sistemas de drenaje local y desestabilizando terrenos empinados.                                                                                     |
| Tormenta subtropical Otto                           | 10/3/2010 – 10/8/2010 | DR-1946-PR                        | Asistencia Pública - No<br><br>Asistencia Individual - No | Una extensa banda de lluvia cubrió Puerto Rico mientras Otto se desplazaba como un ciclón tropical lejano al norte de la isla (NOAA). Esto provocó lluvias intensas y continuas que provocaron graves inundaciones (Eco Exploratorio).                                                                                                                                                                                           |
| Tormentas e inundaciones severas en Puerto Rico     | 5/26/2010 – 5/31/2010 | DR-1919-PR                        | Asistencia Pública - No<br><br>Asistencia Individual - No | En mayo de 2010, Puerto Rico fue golpeado por una serie de tormentas severas que provocaron lluvias torrenciales e inundaciones generalizadas en toda la isla. Las precipitaciones superaron las 12 pulgadas en algunas zonas, saturando los sistemas de drenaje y provocando que los ríos desbordaran sus orillas. Las comunidades bajas y los centros urbanos sufrieron inundaciones significativas, con carreteras sumergidas |

| Evento | Fecha | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas? | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |       |                                   |                          | <p>y puentes dañados, aislando varios municipios. Inundaciones repentinas arrasaron zonas residenciales, obligando a evacuaciones y dejando casas y negocios bajo el agua. Los deslizamientos de tierra provocados por suelos saturados agravaron la crisis, bloqueando las rutas de acceso y retrasando los esfuerzos de respuesta de emergencia. El evento provocó daños extensos en infraestructuras y puso de manifiesto la isla ante lluvias intensas prolongadas durante la temporada de lluvias.</p> |



En resumen, en el periodo 2010-2025 se han declarado un total de 13 desastres mayores causados por inundaciones o eventos que provocaron daños relacionados con las inundaciones. De estas, el municipio de Aguas Buenas fue elegible para asistencia pública o asistencia individual en cinco ocasiones.

#### *4.8.1.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES: FORMACIÓN CÁRSTICA*

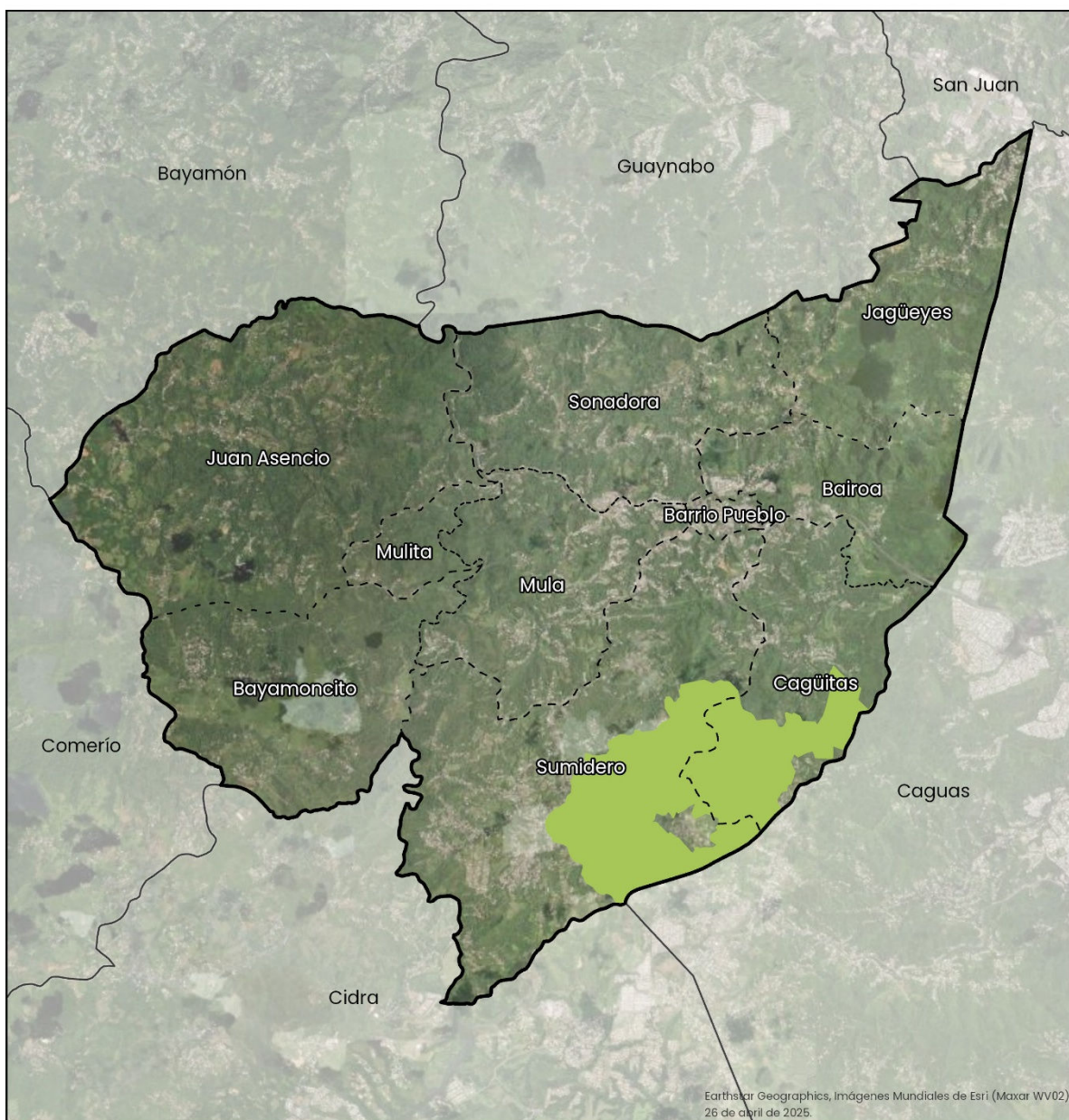
La formación cárstica en Puerto Rico es una región caliza que cubre aproximadamente el 27.5% de la superficie de la isla e incluye áreas calizas del norte, sur e incluso, con características cársticas presentes en toda la zona. La topografía cárstica más pronunciada se encuentra en la caliza del norte, conocida como la "franja cárstica", que abarca aproximadamente 142,544 hectáreas, o el 65% de esa región. Los procesos de solución tropical han dado forma a esta franja en un paisaje de mogotes, colinas cónicas, sumideros, valles ciegos, cuevas, paredes escarpadas de cañones y arroyos que desaparecen, formados por la disolución de la caliza oligocena y miocena bajo condiciones tropicales (Lugo, et al., 2021)(PRPB, 2014). Este terreno sostiene los mayores acuíferos de agua dulce de la isla, bosques maduros, humedales, estuarios y extensos sistemas de cuevas, todos vitales para la hidrología y la biodiversidad. Su topografía accidentada y suelos poco profundos limitan la agricultura y el asentamiento denso, dejando gran parte de la zona relativamente intacta. Sin embargo, la región cárstica sigue siendo vulnerable a actividades humanas como la limpieza de vegetación, el drenaje de humedales, el pavimento, la extracción de aguas subterráneas y la contaminación, que amenazan su estabilidad y funciones ecológicas (Lugo, et al., 2021) (PRPB, 2014).

La franja cárstica se encuentra en el norte de Puerto Rico, de la cual parte se encuentra en Aguas Buenas. El Carso es un paisaje único de piedra caliza moldeado por procesos de solución tropical, con mogotes, socavones, cuevas y acuíferos subterráneos. Proporciona las mayores reservas de agua dulce de la isla, alberga bosques maduros, humedales y ecosistemas diversos, y desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la calidad del agua y la biodiversidad (Lugo, et al., 2021)(PRPB, 2014).

Económicamente, la región reduce los riesgos de inundaciones, sostiene la agricultura en las zonas circundantes y ofrece oportunidades recreativas y turísticas. Su terreno accidentado ha limitado el desarrollo urbano, preservando la integridad ecológica, pero sigue siendo vulnerable a la deforestación, la extracción de aguas subterráneas y la contaminación. Según Lugo, al proteger esta región es esencial para la seguridad hídrica (Lugo, et al., 2021)(PRPB, 2014).

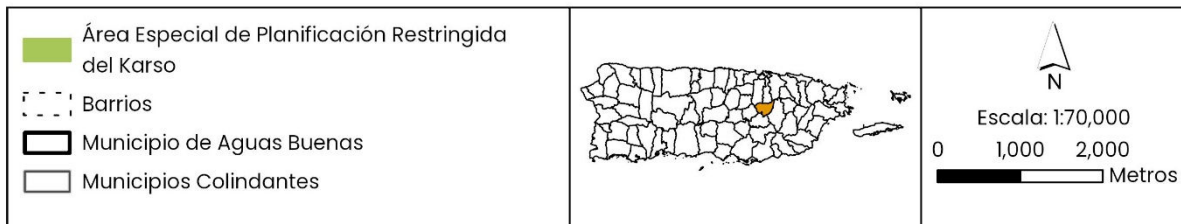
Para Aguas Buenas, el Área Restringida de Planificación Especial del Carso se encuentra en la parte sureste del municipio, abarcando gran parte de Sumidero y extendiéndose a partes de Cagüitas.

## REGIÓN CÁRSTICA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83



#### *4.8.1.5 CONSIDERACIÓN ESPECIAL: INUNDACIONES CAUSADAS POR DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES*

Los sistemas de drenaje urbano que son naturales o contruidos transportan la esorrentía superficial hacia quebradas, ríos, lagos u otros cuerpos de agua receptores. Cuando los drenajes, canales o zanjas pluviales se obstruyen o son insuficientes debido a fuertes lluvias o urbanización, pueden desbordarse e inundar las áreas circundantes. Las aguas de inundación pueden extenderse más allá de las llanuras de inundación cartografiadas por FEMA, incluso entrando en zonas que normalmente se consideran de bajo o moderado riesgo (Zonas B, C o X) (FEMA, Reducing Damage from Localized Flooding, 2025).

La esorrentía pluvial de Puerto Rico está condicionada por el clima, la topografía y la cobertura terrestre de la isla. La precipitación anual varía desde menos de 1.000 milímetros (mm) hasta más de 4.000 mm (40 a 157 pulgadas). Sus cuencas mayormente montañosas se caracterizan por pendientes relativamente pronunciadas. Los valles de los arroyos suelen estar bien incisos y estrechos, y las tormentas mayores tienden a ser intensas pero breves; por ello, las inundaciones son rápidas con caudales máximos varios órdenes de magnitud por encima del caudal base. Todas las cuencas hidrográficas de Puerto Rico han experimentado alteraciones significativas. Se estima que más del 11% de la isla está compuesta por superficies urbanizadas, alcanzando hasta el 40% en regiones como el Área Metropolitana de San Juan. Estos cambios han modificado significativamente los patrones de drenaje de aguas pluviales y los niveles aguas abajo (FEMA, 2024).

Las superficies pavimentadas limitan severamente la infiltración de agua de lluvia. Esto no solo aumenta el volumen de esorrentía que se mueve inicialmente como flujo de lámina sobre la tierra, sino también su velocidad. Los drenajes pluviales pueden verse fácilmente sobrepasados por los caudales aumentados resultantes. Además, el agua pluvial que fluye sobre superficies pavimentadas llega mucho más rápido a los arroyos y ríos, superando la capacidad de estos cuerpos de agua para recibir y gestionar un mayor volumen de agua dentro de sus configuraciones actuales de canales, lo que podría provocar niveles de inundación más frecuentes y altos en terrenos adyacentes. Además, los contaminantes tanto de fuentes puntuales como difusas de contaminación tienen más probabilidades de llegar a cuerpos de agua superficiales cuando son transportados por esorrentía sobre superficies pavimentadas en lugar de ser parcial o totalmente degradados por suelos vegetados. Los caudales más altos también tienen una mayor capacidad para

eliminar y transportar suelo y otros materiales sueltos de las orillas y lechos de ríos, facilitando la erosión y el transporte de sedimentos (FEMA, 2024).

Paradójicamente, el caudal del río tiende a ser menor entre episodios de lluvia tras la urbanización. Las superficies pavimentadas actúan como barrera que aísla el suelo, impidiendo la infiltración de agua de lluvia que de otro modo habría desembocado gradualmente del suelo en los arroyos días después, un proceso fundamental para mantener los caudales base de especies ribereñas de peces y fauna, pero también para sostener el suministro público de agua. En respuesta, diversas medidas de infraestructura dura (estaciones de bombeo de control de inundaciones, canalones laterales curvos, canales trapezoidales de hormigón, etc.) se han adoptado ampliamente en toda la isla para abordar las inundaciones relacionadas con la escorrentía pluvial con mínima consideración a los impactos ecológicos, sociales, culturales o estéticos. Estas prácticas a menudo implican costes significativos de operación y mantenimiento y, en muchos casos, incluso podrían promover la erosión, la erosión y el deterioro de la calidad del agua más abajo y en otros cuerpos de agua receptores.

Una posible alternativa sería aprovechar los servicios ecológicos que ofrecen las áreas verdes y otras prácticas sostenibles para gestionar los caudales de escorrentía y mejorar la calidad del agua, que es más vital que nunca para salvaguardar el bienestar de las comunidades, especialmente frente a los crecientes impactos relacionados con el agua asociados al cambio climático en Puerto Rico (FEMA, 2024).

#### *4.8.1.6 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)*

En las últimas décadas se ha identificado un aumento histórico sostenido en la frecuencia de lluvias extremas, como se indicó anteriormente: la Isla de Puerto Rico ha tenido 13 declaraciones de desastre mayor relacionado con inundaciones en los últimos quince años. Esto significa que la frecuencia media de un evento de inundación es aproximadamente cada 14 meses.

Cualquier acción de mitigación adoptada para reducir los efectos de las inundaciones en el municipio de Aguas Buenas debe considerar, por ejemplo, que los eventos de retorno a 100 años o aquellos con una probabilidad anual del 1% podrían convertirse en eventos de retorno a 50 años o tener una probabilidad anual del 2% en el futuro. Esto significa que los eventos de inundación de cierta magnitud e impacto en el municipio pueden aumentar, especialmente en zonas de alto riesgo. Aunque

existen muchos proyectos de control de inundaciones en Aguas Buenas, la probabilidad de eventos futuros se considera alta."

4.8.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

4.8.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS

El Mapa 30 muestra la pérdida potencial de edificaciones por exposición a una inundación de 500 años en el municipio de Aguas Buenas. Las pérdidas estimadas se representan mediante una escala de colores que va desde \$12,000 hasta \$1,691,000, donde los tonos más oscuros indican mayores pérdidas potenciales. Las áreas con pérdidas potenciales se concentran principalmente en los barrios Cagüitas, Bairoa, Mula, Mulita, Juan Asencio y Bayamoncito, siguiendo sectores cercanos a la hidrografía identificada por HAZUS. El recuadro de detalle resalta el bloque censal con la mayor pérdida potencial, estimada en \$1,691,000.

El Mapa 31 presenta la pérdida potencial de edificaciones por exposición a una inundación de 100 años en el municipio de Aguas Buenas. Las pérdidas estimadas se distribuyen en varias áreas del municipio y se clasifican en rangos que van desde \$5,000 hasta \$797,000, representados mediante una escala de colores. Las zonas con pérdidas potenciales identificadas se localizan principalmente en los barrios Juan Asencio, Mulita, Mula, Bairoa, Cagüitas, Bayamoncito y Sumidero, siguiendo la hidrografía mostrada en el mapa. El recuadro de detalle destaca el bloque censal con la mayor pérdida potencial, cuyo valor máximo estimado es de \$797,000.

Como recordatorio, este mapa no mide la extensión de las inundaciones, sino las pérdidas económicas estimadas derivadas de las inundaciones. En esta sección norte hay varios ríos que pueden sobrepasar puentes y afectar estructuras cercanas.

La siguiente tabla muestra la exposición del municipio a inundaciones según el NRI.

Tabla 26: Exposición a inundaciones

| Exposición - Zona afectada (millas cuadradas) | Exposición - Valor del edificio | Exposición - Población | Exposición - Equivalencia de Población | Exposición - Total |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| 0.027021                                      | \$18,975,306.23                 | 113                    | \$1,307,937,319.83                     | \$1,326,912,626.06 |



Fuente: NRI de FEMA

La Tabla 27 presenta las pérdidas anuales esperadas relacionadas con las inundaciones tanto para edificios como para la población.

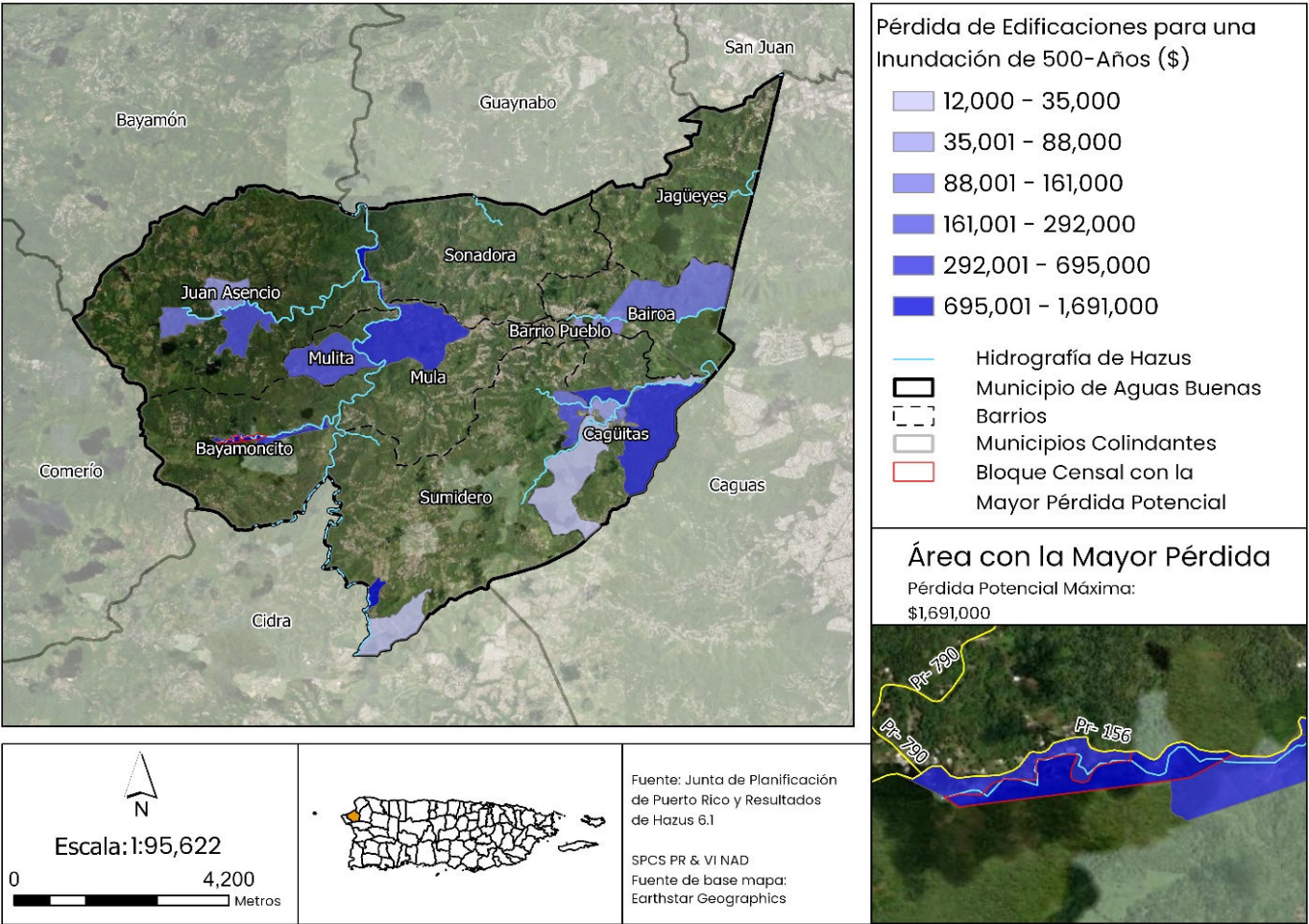
Tabla 27: Pérdida anual esperada por inundación

| Pérdida anual esperada - Valor de construcción | Pérdida anual esperada - Población | Pérdida anual esperada - Equivalencia poblacional | Pérdida anual esperada - Total |
|------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| \$269,229.57                                   | 0.002                              | \$22,957.43                                       | \$292,187.01                   |

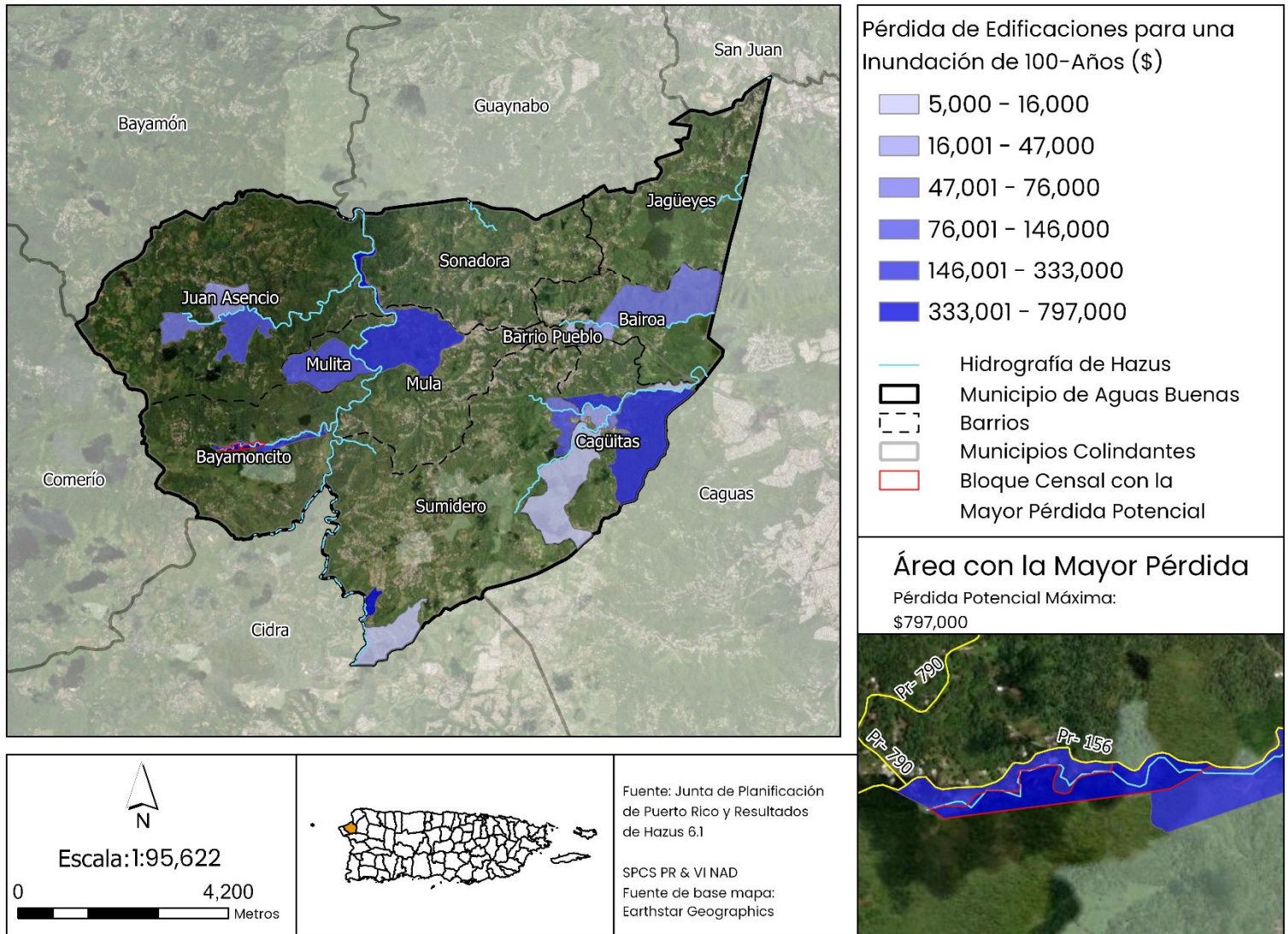
Fuente: NRI de FEMA

Mapa 30: Pérdida de Edificaciones por Exposición a un Evento de Inundación de 500 Años

PÉRDIDA DE EDIFICACIONES POR EXPOSICIÓN A UN EVENTO DE 500-AÑOS



## PÉRDIDA DE EDIFICACIONES POR EXPOSICIÓN A UN EVENTO DE 100-AÑOS



Tras ejecutar el modelo Hazus, se determinaron las siguientes pérdidas por inundaciones en Aguas Buenas:

- Un total de 10,247 estructuras sufrirían pérdidas (véase la Tabla 28).
- Se proyecta un total estimado de 14.621.000,00 dólares en pérdidas para un evento de 100 años (1%) y 17,826,000.00 dólares para un evento de 500 años (0.2%) (véase la Tabla 29).
- Específicamente, para estructuras no residenciales, las pérdidas totales se estiman en 3,873,000.00 dólares para eventos de 100 años (1%) y 4,505,000.00



dólares para eventos de 500 años (0.2%) (véase la Tabla 30).

- Para usos residenciales, las pérdidas se estiman en 10.748.000,00 dólares para eventos de 100 años (1%) y 13,321,000.00 dólares para eventos de 500 años (0.2%) (véase la Tabla 31).

Tabla 28: Estructuras totales en riesgo

| Estructuras    |               |
|----------------|---------------|
| No residencial | 18            |
| Residencial    | 10,229        |
| <b>Total</b>   | <b>10,247</b> |

Tabla 29: Pérdidas agregadas en dólares para eventos del 1% (100 años) y del 0,2% (500 años)

| Tipo de ocupación | Pérdidas en dólares. Evento del 1% | Pérdidas en dólares. 0,2% Evento |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| No residencial    | \$3,873,000.00                     | \$4,505,000.00                   |
| Residencial       | \$10,748,000.00                    | \$13,321,000.00                  |
| <b>Total</b>      | <b>\$14,621,000.00</b>             | <b>\$17,826,000.00</b>           |

Tabla 30: Pérdida detallada para edificios no residenciales

| Ocupación    | Pérdidas en dólares, evento del 1% | Pérdidas en dólares, 0,2% de evento |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Comercial    | \$412,000.00                       | \$412,000.00                        |
| Educación    | \$544,000.00                       | \$1,090,000.00                      |
| Gobierno     | \$2,917,000.00                     | \$3,003,000.00                      |
| Religioso    | \$0                                | \$0                                 |
| Agricultura  | \$0                                | \$0                                 |
| Industrial   | \$0                                | \$0                                 |
| <b>Total</b> | <b>\$3,873,000.00</b>              | <b>\$4,505,000.00</b>               |

Tabla 31: Pérdida detallada para edificios residenciales

| Pérdidas residenciales y detalladas | Pérdidas en dólares, evento del 1% | Pérdidas en dólares, 0,2% de evento |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Estructura                          | \$4,664,000.00                     | \$6,019,000.00                      |
| Índice                              | \$2,597,000.00                     | \$3,304,000.00                      |
| Reubicación                         | \$1,972,000.00                     | \$2,333,000.00                      |
| Ingresos por alquiler               | \$1,515,000.00                     | \$1,665,000.00                      |
| <b>Total</b>                        | <b>\$10,748,000.00</b>             | <b>\$13,321,000.00</b>              |

#### 4.8.2.2 *LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

Las inundaciones son uno de los peligros naturales más disruptivos, afectando a las ocho Líneas Vitales Comunitarias de FEMA. Estas líneas de vida representan servicios esenciales que apoyan la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. A continuación, se presenta un análisis de algunos de los impactos que las inundaciones pueden tener en las líneas vitales:

- Seguridad y protección - Las inundaciones pueden dañar infraestructuras de servicios de emergencia como estaciones de policía, bomberos y centros de operaciones de emergencia. Las rutas de evacuación bloqueadas y las carreteras sumergidas dificultan los esfuerzos de rescate, mientras que los cortes prolongados aumentan la vulnerabilidad a la delincuencia y los disturbios civiles.
- Comida, agua, refugio - Las aguas de inundación a menudo contaminan los suministros de agua potable y dañan las instalaciones de tratamiento de agua. Las redes de distribución de alimentos se ven interrumpidas cuando almacenes y supermercados se inundan. La destrucción residencial provoca desplazamientos masivos, creando una demanda urgente de refugios temporales.
- Salud y Medicina - Los hospitales y clínicas pueden quedar inaccesibles o quedarse sin electricidad durante inundaciones. Las enfermedades transmitidas por el agua y las enfermedades relacionadas con el moho aumentan significativamente. Las cadenas de suministro médicas se ven interrumpidas, retrasando la atención de emergencia y los tratamientos rutinarios.
- Energía (Energía y Combustible): Las inundaciones pueden sumergir subestaciones eléctricas y transformadores, causando cortes generalizados. Las redes de distribución de combustible se interrumpen debido a carreteras intransitables, y la pérdida prolongada de energía afecta a instalaciones críticas como hospitales y plantas de tratamiento de agua.
- Comunicaciones - Los daños por inundaciones en torres de telefonía móvil, cables de fibra óptica y sistemas de comunicación de emergencia reducen la capacidad de coordinar las operaciones de rescate y recuperación. Esta

interrupción puede retrasar el intercambio de información crítica durante emergencias.

- Transporte – Las carreteras, puentes y vías férreas suelen ser arrastrados o bloqueados por las inundaciones. Los aeropuertos y puertos marítimos pueden cerrar, retrasando la evacuación y la entrega de suministros de emergencia. Las interrupciones en el transporte amplifican el impacto global del desastre.
- Materiales peligrosos Las aguas de inundación pueden propagar productos químicos desde instalaciones industriales, sistemas de aguas residuales y depósitos de combustible, aumentando el riesgo de contaminación ambiental. Las labores de limpieza se vuelven costosas y llevan mucho tiempo, suponiendo riesgos para la salud a largo plazo.
- Sistemas de agua – Las aguas de inundación a menudo contaminan los suministros de agua potable y dañan las instalaciones de tratamiento de agua. El flujo excesivo de aguas de inundación satura los sistemas de alcantarillado, provocando que las aguas residuales sin tratar refluyan hacia calles y viviendas. Las inundaciones superan la capacidad de diseño de los drenajes pluviales y las cuencas de retención, provocando inundaciones urbanas y daños en infraestructuras. Los sedimentos y escombros obstruyen los sistemas de drenaje, reduciendo la eficacia y aumentando el riesgo de inundación durante tormentas posteriores.

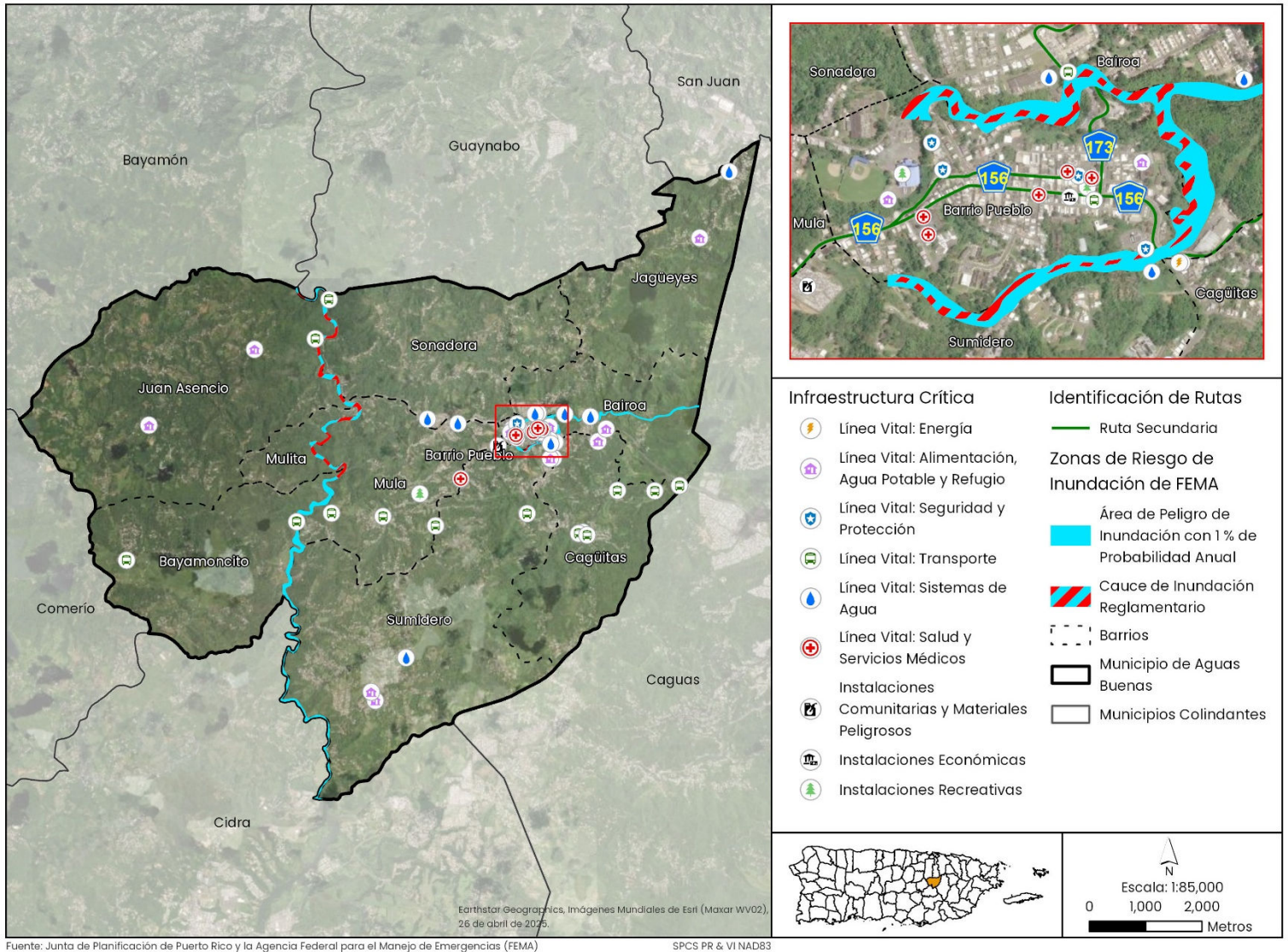
El Mapa 32 muestra que la infraestructura crítica expuesta a riesgos de inundación se concentra principalmente en y alrededor de Barrio Pueblo, donde el área de riesgo anual de inundación del 1% mapeada interseca un conjunto de instalaciones. Las instalaciones asociadas a servicios de salud y medicina, seguridad y protección, sistemas de agua, transporte, actividades económicas, alimentos, hidratación y servicios de refugio se encuentran dentro o inmediatamente adyacentes al corredor de riesgo de inundación.

Sistemas adicionales de agua e instalaciones de transporte se encuentran cerca de corredores de arroyos propensos a inundaciones que atraviesan Sonadora, Mulita, Mula, Sumidero y Bairoa. El canal de inundación regulatorio cartografiado se encuentra a lo largo de una parte del corredor norte del arroyo, mientras que la zona más amplia de riesgo de inundación sigue los cauces de los arroyos a través de las partes central y noreste del municipio.

En general, el mapa indica que la mayor concentración de infraestructuras críticas expuestas a áreas de riesgo de inundación cartografiadas se encuentra en Barrio Pueblo, con instalaciones adicionales expuestas situadas a lo largo de los corredores de los arroyos que atraviesan Sonadora, Mulita, Mula, Sumidero y Bairoa.



## INUNDACIÓN: EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA



### 4.8.2.3 VULNERABILIDADES SOCIALES

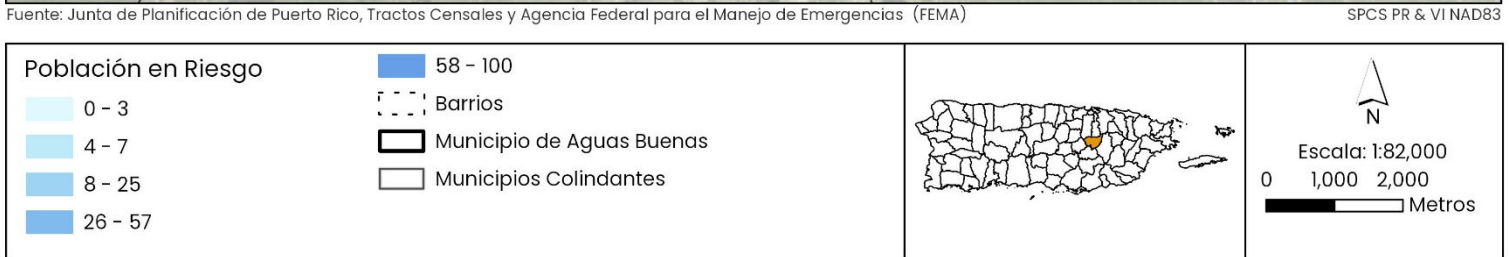
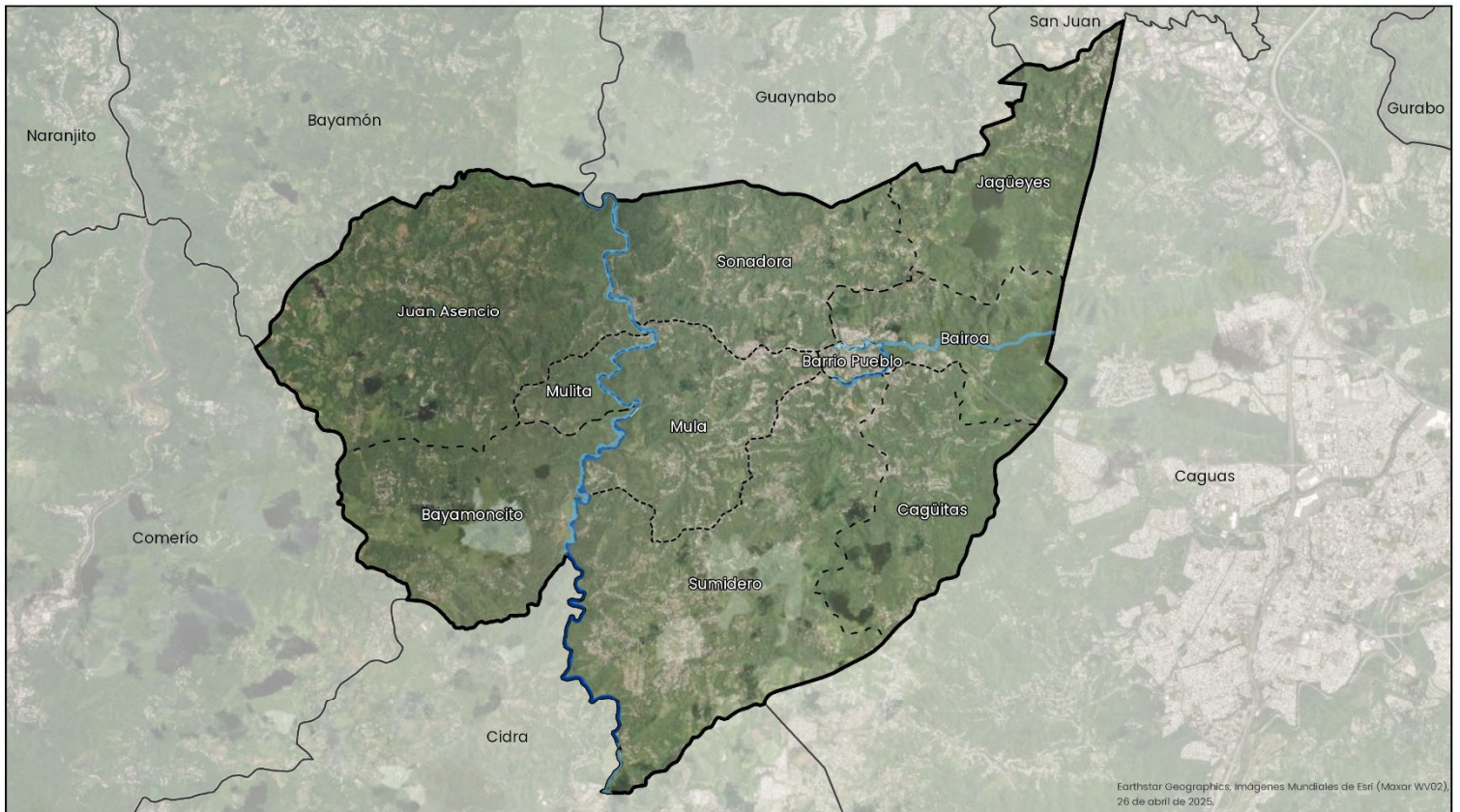
El mapa 33 muestra la población en riesgo de desplazamiento tanto en escenarios de inundación de 100 años como de 500 años, organizados por sección censal. Los sectores censales donde la mayor exposición de población a inundaciones se encuentra alrededor del corredor central del río del municipio, que se extiende desde el límite sur hacia el norte a través de los distritos centrales. La categoría de mayor exposición (58-100 personas en riesgo) se encuentra en una zona limitada cerca de la porción centro-norte del municipio. Niveles moderados de exposición (26-57 y 8-

25 personas en riesgo) se dan en varios sectores censales adyacentes al corredor fluvial, mientras que la mayor parte del municipio se caracteriza por categorías de baja exposición (0–7 personas en riesgo). Las áreas de exposición poblacional se distribuyen en varios distritos, con la mayor concentración cerca de los principales cursos de agua que atraviesan el municipio.

Las investigaciones en comunidades puertorriqueñas propensas a inundaciones muestran que el acceso a recursos económicos, materiales y sociales influye fuertemente en la capacidad adaptativa, y los residentes de bajos ingresos se enfrentan a barreras significativas para elevar viviendas, comprar seguros o trasladarse lejos de zonas de alto riesgo. Estas mismas comunidades experimentan frecuentemente una "falsa seguridad" debido a medidas estructurales de control de inundaciones que reducen el riesgo percibido, pero no eliminan la exposición subyacente, lo que puede agravar la vulnerabilidad a largo plazo cuando los residentes subestiman el potencial de inundación futura. Los impactos de las inundaciones también afectan de forma desproporcionada a personas con movilidad limitada —incluidos adultos mayores, residentes con discapacidad y personas con enfermedades crónicas— que pueden no poder evacuar rápidamente o acceder a refugios de emergencia durante el aumento del agua. Las estimaciones de resiliencia comunitaria de la Oficina del Censo indican que el acceso a vehículos, el apoyo a los cuidadores, las brechas en el seguro de salud y la prevalencia de la discapacidad están entre los componentes de vulnerabilidad más extendidos en el estado, factores que determinan directamente si las personas pueden huir o recuperarse de inundaciones (Oficina del Censo de EE. UU., 2024) (López Marrero, 2010).



## INUNDACIÓN: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN



### 4.8.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES

En la mayoría de los eventos de inundación, los recursos hídricos están expuestos a altos niveles de contaminantes asociados al aumento del agua, la acumulación de aguas residuales y otras sustancias peligrosas o tóxicas que quedan tras las inundaciones (Malilay, 2000). Esta situación puede aumentar el riesgo de exposición a enfermedades transmitidas por agua contaminada y afectar negativamente la salud pública, así como la flora y fauna locales. Por ejemplo, el agua estancada prolongada tras una inundación puede favorecer enfermedades como el dengue y

la leptospirosis. Tras el huracán María, el agua estancada contribuyó a brotes de leptospirosis y al aumento de la reproducción de mosquitos, lo que pone de manifiesto las posibles consecuencias para la salud pública asociadas a las condiciones ambientales posteriores a las inundaciones. La leptospirosis es una enfermedad bacteriana que afecta tanto a humanos como a animales y puede propagarse a través de la orina de animales infectados. Estos residuos contaminados suelen permanecer en aguas estancadas tras las inundaciones.

Las inundaciones también provocan la acumulación de restos, incluidos restos estructurales, suelo, sedimentos, residuos orgánicos y pertenencias personales. Si no se gestionan adecuadamente, estos escombros pueden contaminar la tierra y el agua cuando se queman, abandonan, se entierran o se vierten en cuerpos de agua.

*4.8.2.5 CONSIDERACIÓN ESPECIAL: PÉRDIDAS REPETITIVAS Y PÉRDIDAS REPETITIVAS GRAVES*

En Aguas Buenas hay propiedades aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP). La sección 6.5 proporciona más detalles sobre cómo el municipio puede utilizar el NFIP como mecanismo para la planificación de mitigación.

El Municipio ha incluido propiedades que han sufrido pérdidas repetidas y/o pérdidas severas situadas en áreas identificadas de riesgo de inundación. Actualmente, estas propiedades carecen de descripciones del tipo de estructuras (residenciales, comerciales, institucionales, entre otras). Incluir esta información ayuda a comprender la vulnerabilidad de las propiedades afectadas por inundaciones dentro de la jurisdicción y aumenta la probabilidad de calificar para subvenciones para control o prevención de inundaciones a través de programas como la Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA), el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD), CDBG-DR, entre otros.

A mayo de 2026, la información sobre la cobertura del NFIP para el Municipio de Aguas Buenas es la siguiente:

*Tabla 32: Pólizas NFIP vigentes y en cobertura*

| Políticas en vigor | Cobertura total |
|--------------------|-----------------|
| 4                  | \$0             |

*Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico*

Según los datos disponibles del NFIP, el municipio no contiene propiedades con antecedentes de Pérdida Repetitiva (RL) o Pérdida Repetitiva Severa (SRL) dentro de áreas identificadas de riesgo de inundación.

*Tabla 33: Pérdidas repetitivas y pérdidas repetitivas severas en NFIP*

| Número de políticas NFIP | Estructuras con pérdidas repetitivas (RL) | Estructuras aseguradas (RL) | Pérdidas Repetitivas (RL) | Estructuras con pérdidas repetitivas severas (SRL) | Estructuras aseguradas (SRL) | Pérdidas Repetitivas Severas (SRL) | Total desembolsado para combinados RL y SRL |
|--------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0                        | 0                                         | 0                           | 0                         | 0                                                  | 0                            | 0                                  | 0                                           |

*Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico*

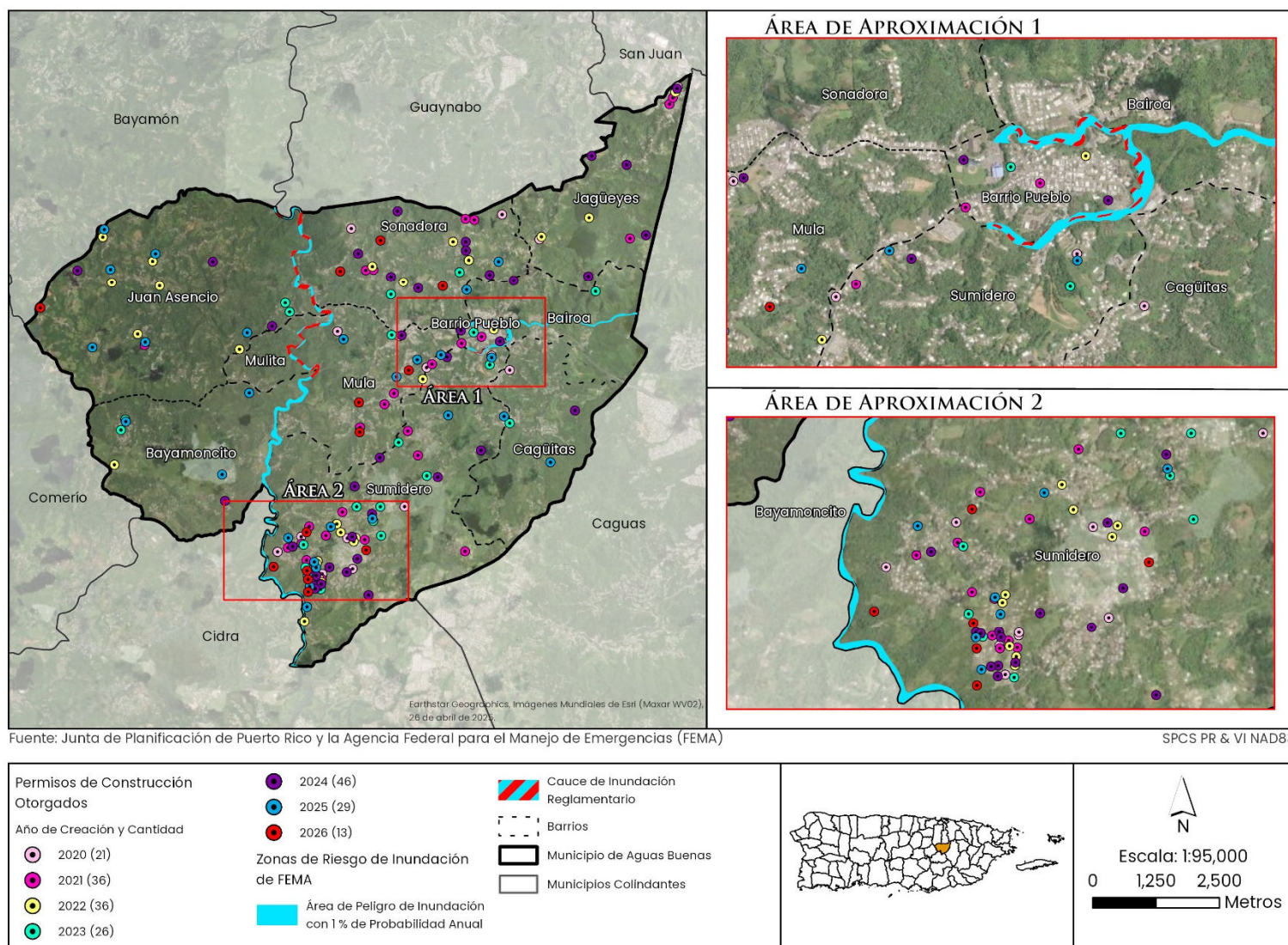
#### *4.8.2.6 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)*

El siguiente mapa muestra las ubicaciones de los permisos de construcción recientes en Aguas Buenas en relación con la zona conocida de inundación. El mapa muestra que los permisos de desarrollo recientes están distribuidos por todo Aguas Buenas, con la mayor concentración situada en la parte sur de Sumidero, cerca del límite municipal con Cidra. Otros grupos de desarrollo reciente están presentes en Barrio Pueblo, Bairoa, Sonadora, Mula y Cagüitas, mientras que un número menor de permisos está disperso por los ojos de Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita y Jagüeyes.

Varios permisos de desarrollo recientes se encuentran dentro o inmediatamente adyacentes a las áreas de riesgo anual de riesgo de inundación cartografiadas del 1%, especialmente en el corredor Barrio Pueblo-Bairoa mostrado en el Área de Acceso 1. Se encuentra desarrollo adicional cerca del corredor de riesgo de inundación que se extiende por Mulita, Mula, Bayamoncito y Sumidero, como se muestra en el Área de Acceso 2. En general, el mapa indica que la actividad de desarrollo reciente se concentra en las zonas central y sur del municipio, con algunos permisos que se realizan cerca de áreas de riesgo de inundación cartografiadas y vías de desagüe regulatorias.



## INUNDACIÓN: EXPOSICIÓN DE DESARROLLOS RECIENTES



## 4.9 CICLONES TROPICALES Y OTROS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

### 4.9.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

Los vientos son corrientes de aire generadas en la atmósfera debido a variaciones de presión. Aunque estas corrientes están presentes constantemente, cuando su intensidad aumenta, pueden convertirse en un peligro de alto nivel. Para los fines de este Plan, nos centraremos en eventos capaces de producir vientos severos,

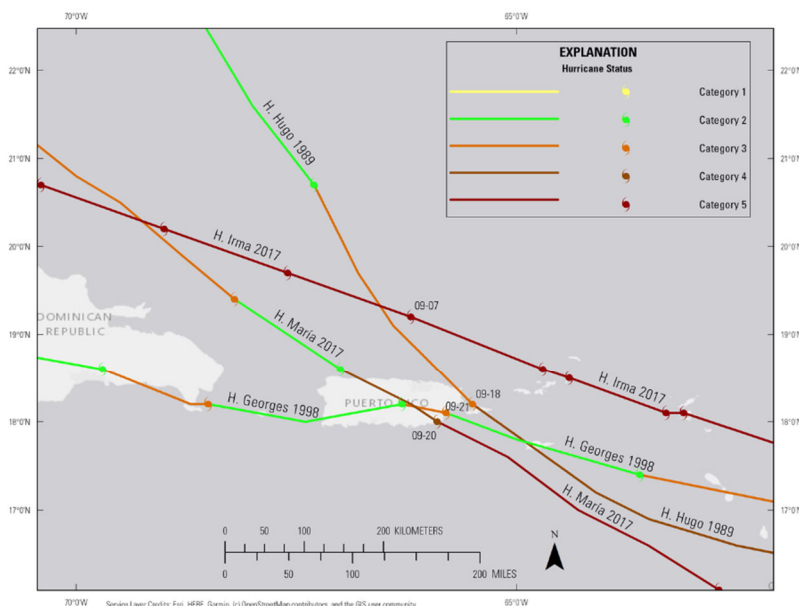


específicamente ciclones tropicales y su fuerza extrema.(Castro Rivera & López Marrero, Cartilla de los Ciclones, 2018)

Este subcapítulo ha sido denominado ciclones tropicales para incluir fenómenos como tormentas y depresiones tropicales; sin embargo, los huracanes son especialmente peligrosos debido a su potencial destructivo, su capacidad para impactar grandes áreas, su formación espontánea y su movimiento impredecible. Los huracanes suelen ir acompañados de mareas altas, marejadas ciclónicas y lluvias intensas, que pueden desencadenar deslizamientos de tierra e inundaciones por desbordamiento de ríos. Dado que estos riesgos asociados se abordan en secciones separadas, esta sección se centrará exclusivamente en los efectos del viento sobre el municipio.

La Figura 19 muestra la trayectoria de huracanes de categoría 2–5 que han afectado a Puerto Rico desde 1993.<sup>10</sup>

Figura 19: Huracanes 1989–2017 (solo categorías 2–5) <sup>11</sup>



Sources/Usage: Public Domain. [View Media Details](#)

**Figure 1.** Hurricane tracks for Hugo (1989), Georges (1998), Irma (2017) and Maria (2017). Data provided by NOAA. Base image is intellectual property of Esri and is used herein under license. Copyright Esri and its creator.

**Figura 1:** Trayectorias de los huracanes Hugo (1989), Georges (1998), Irma (2017) y María (2017). Datos provistos por la NOAA. La imagen de base es propiedad intelectual de Esri y se usa aquí bajo licencia. Los derechos de autor y reproducción son propiedad de Esri y sus licenciatarios.

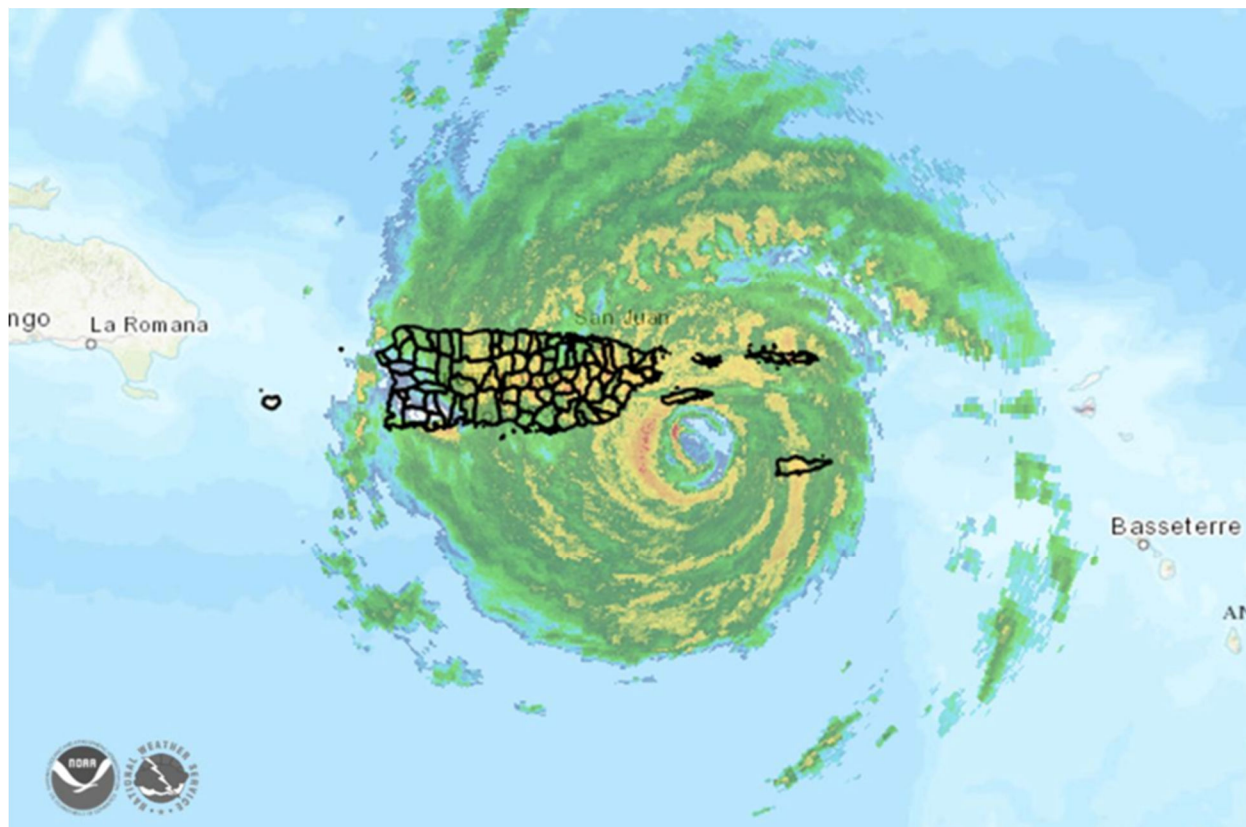
<sup>10</sup> Hortense (1996) y Fiona (2022) no aparecen porque eran huracanes de categoría 1 cuando azotaron Puerto Rico.

<sup>11</sup> <http://www.usgs.gov/mission-areas/natural-hazards/science/Puerto-rico-natural-hazards-hurricanes-peligros-naturales-de>

#### 4.9.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)

Los ciclones tropicales son sistemas atmosféricos que pueden afectar a toda la isla. Por ejemplo, la Figura 20 muestra el tamaño del huracán María (2017) al acercarse a Puerto Rico.

Figura 20: Huracán María (2017) mientras se acerca a Puerto Rico<sup>1</sup>



#### 4.9.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)

Los ciclones tropicales son el peligro natural más frecuente en Puerto Rico, siendo los huracanes los más peligrosos. Los huracanes son sistemas atmosféricos tropicales caracterizados por velocidades sostenidas de viento superiores a setenta y cuatro (74) millas por hora. Se desarrollan sobre aguas cálidas del océano y resultan de la inestabilidad causada por la interacción de masas de aire cálido y frío. Los ciclones tropicales se clasifican según la intensidad sostenida del viento de la siguiente manera:

- Depresión tropical: Un sistema organizado de nubes con una circulación definida y vientos máximos sostenidos por debajo de 39 mph. Esto representa la etapa formativa de un ciclón tropical.
- Tormenta tropical: Un sistema organizado de nubes con una circulación definida y vientos máximos sostenidos que oscilan entre 39 y 73 mph.
- Huracán: La forma más intensa de un ciclón tropical, con vientos sostenidos de 74 mph o más. Los huracanes tienen un centro bien definido con una presión barométrica muy baja. Se clasifican de uno (I) a cinco (V), y los más fuertes pueden alcanzar velocidades de viento superiores a 155 mph (Castro Rivera & López Marrero, Cartilla de los Ciclones, 2018).

La Tabla 34 muestra la escala de huracanes Saffir - Simpson y ofrece ejemplos históricos de esos huracanes que pasaron por o cerca de Puerto Rico.

*Tabla 34: Escala de huracán Saffir-Simpson*

| Categoría         | Velocidad del viento | Descripción                                                                                                                                                | Ejemplo histórico                                                                                      |
|-------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tormenta tropical | 39 – 73 mph          | Lo suficientemente fuerte como para causar daños en árboles, cortes de luz e inundaciones localizadas, pero generalmente menos destructivo que un huracán. | Jeanne (2004)<br>Irene (2011)<br>Isaías (2020)<br>Frederik (1979)<br>Claudette (1979)<br>Eloise (1975) |
| 1                 | 74–95 mph            | Los vientos pueden causar daños menores en tejados, revestimientos y árboles, con potencial de cortes de luz.                                              | Santa Clara <sup>12</sup> (1956)<br>Hortense (1996)<br>Fiona (2022)                                    |
| 2                 | 96–110 mph           | Los vientos fuertes pueden causar daños extensos en tejados y árboles, provocando una pérdida generalizada de energía.                                     | Marilyn (1995)                                                                                         |
| 3                 | 111–129 mph          | Los vientos devastadores pueden destruir tejados y paredes de viviendas, arrancar árboles y causar cortes prolongados.                                     | Hugo (1989)<br>Georges (1998)                                                                          |
| 4                 | 130–156 mph          | Los vientos catastróficos pueden causar graves daños estructurales, la mayoría de los                                                                      | San Ciriaco (1899)<br>San Ciprian (1932)<br>Donna (1960)                                               |

<sup>12</sup> Oficialmente conocido como Huracán Betsy

|   |               |                                                                                                                                                        |                                     |
|---|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|   |               | árboles se rompen o arrancan de raíz, y los cortes de luz duran semanas.                                                                               | David (1979)<br>María (2017)        |
| 5 | 157 mph o más | Los vientos catastróficos pueden provocar el fallo total del tejado y el colapso de edificios, dejando las zonas inhabitables durante semanas o meses. | San Felipe II (1928)<br>Irma (2017) |

Para evaluar la vulnerabilidad que representan los huracanes, este LHMP utilizará eventos de viento de 100 años y eventos de viento de 500 años. Un evento de viento de 100 años se refiere a una velocidad del viento que tiene un 1% de probabilidad de igualar o superar en un año dado, mientras que un evento de viento de 500 años tiene un 0.2% de probabilidad anual. Estos términos se basan en probabilidades estadísticas, no en intervalos de tiempo reales, y se utilizan en ingeniería, evaluación de riesgos y códigos de construcción para diseñar estructuras que puedan resistir tormentas de viento raras pero severas. El cálculo implica analizar datos históricos de viento y aplicar modelos estadísticos de valor extremo para estimar velocidades del viento para periodos específicos de retorno.

Estos valores son fundamentales para estándares de diseño estructural como la Norma 7 de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE 7), que especifican cargas de viento para diferentes categorías de riesgo, y para las compañías de seguros que evalúan posibles daños por tormenta. Por ejemplo, las ráfagas típicas de viento de 3 segundos a 33 pies sobre el suelo (Categoría de Exposición C) son de aproximadamente 100 mph para un evento de 100 años y aproximadamente 110–115 mph para un evento de 500 años. Estas velocidades de diseño garantizan la seguridad de edificios, puentes e infraestructuras críticas, y ayudan a guiar la planificación de emergencias y la gestión de riesgos financieros.

#### *4.9.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)*

La siguiente tabla muestra los eventos de viento extremo que recibieron una declaración de desastre entre 1989 y 2025. Una columna identifica si el Municipio de Aguas Buenas fue designado para Asistencia Pública (PA), Asistencia Individual (IA) o ambos bajo cada declaración. La Tabla 35 muestra una lista de declaraciones presidenciales de desastre desde 1987.

Tabla 35: Declaraciones de desastre por ciclón tropical

| Evento                    | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tormenta tropical Ernesto | 8/14/2024 – 8/16/2024 | DR-4850- PR                       | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – No | <p>El lento movimiento de la tormenta y su entorno rico en humedad contribuyeron a una precipitación prolongada, especialmente en municipios centrales y orientales. Partes del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas.</p> <p>El municipio de Barranquitas midió 11,20 pulgadas en un periodo de 48 horas, mientras que Villalba reportó 10,20 pulgadas. Los municipios del este, incluyendo Vieques y Culebra, registraron entre 8 y 10 pulgadas de lluvia. Múltiples ríos excedieron sus orillas, incluido el río La Plata, lo que provocó una inundación significativa de comunidades adyacentes. Se produjeron inundaciones repentinas en zonas urbanas y rurales, haciendo intransitables las carreteras primarias y secundarias. Las aguas de inundación causaron fallos estructurales en puentes y arrastraron tramos críticos de carretera, aislando varias comunidades. Los sistemas de drenaje pluvial en áreas metropolitanas, especialmente en San Juan, quedaron desbordados, lo que provocó</p> |



| Evento                   | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                       |                                   |                                                       | inundaciones urbanas localizadas. Respuesta de emergencia e interrupciones Se realizaron evacuaciones en zonas propensas a inundaciones como Toa Baja para mitigar la pérdida de vidas.                                                                                                                                                                         |
| Huracán Fiona            | 9/17/2022 - 9/21/2022 | DR-4671-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br>Asistencia Individual – Sí | El huracán Fiona azotó Puerto Rico en septiembre de 2022, desatando lluvias torrenciales—hasta 31,22 pulgadas de lluvia en 72 horas en Ponce, casi igualando la acumulación del huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con entre 7 y 20 pulgadas comunes en la mayor parte de la isla y zonas localizadas que superan las 30 pulgadas. |
| Tormenta tropical Isaías | 7/29/2020- 7/30/2020  | DR-4560-PR                        | Asistencia Pública – No<br>Asistencia Individual – No | Aunque el centro de la tormenta tropical Isaías no tocó tierra en la isla, el sistema dejó una gran cantidad de lluvia a su paso, causando inundaciones en todo Puerto Rico. Se registró una acumulación de precipitaciones de hasta 10 pulgadas alrededor de la isla.                                                                                          |
| Huracán María            | 9/20/2017             | DR-4339-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br>Asistencia Individual – Sí | Las inundaciones generalizadas afectaron gravemente a toda la isla. Por ejemplo, en San Juan, los niveles de agua alcanzaron hasta 6 pies en algunas zonas y numerosas estructuras perdieron sus techos. El barrio costero de La Perla quedó en gran parte                                                                                                      |

| Evento       | Fecha    | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------|----------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |          |                                   |                                                       | destruido, mientras que Cataño sufrió daños extensos, con la comunidad de Juana Matos estimada en un 80% destruida. Fuertes vientos, lluvias intensas e inundaciones repentinas cerca de la presa del lago La Plata en Toa Baja afectaron a miles de residentes. Los supervivientes informaron que el agua de la inundación subió 6 pies en solo 30 minutos, y algunas zonas experimentaron profundidades de hasta 15 pies (4,6 m).                                                                                                                                                             |
| Huracán Irma | 9/5/2017 | DR-4336-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br>Asistencia Individual – No | El 5 de septiembre de 2017, el huracán Irma afectó a Puerto Rico; se emitió una Declaración de Emergencia para la isla. El 6 de septiembre de 2017 se emitió una Declaración de Desastre Mayor tras el paso del huracán Irma. Dos personas murieron debido a lluvias torrenciales antes del huracán: un hombre murió en Orocovis tras caerse de su escalera mientras reparaba su tejado; otro hombre en la costa en Capitanejo murió tras ser alcanzado por un rayo. Las alturas de las olas en Puerto Rico alcanzaron los 9 metros, y se registraron vientos sostenidos de 111 mph en Culebra. |

| Evento                                | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tormenta tropical María <sup>13</sup> | 9/8/2011 – 9/114/2011 | DR-4040-PR                        | Asistencia Pública – No<br>Asistencia Individual – No | La tormenta tropical (más tarde huracán) María se formó a principios de septiembre de 2011 y pasó cerca de Puerto Rico, trayendo lluvias intensas significativas y condiciones de tormenta tropical a la isla. La tormenta provocó inundaciones generalizadas que inundaron numerosas carreteras y viviendas; las aguas de la inundación cerca de Patillas destruyeron varias viviendas y puentes, y aproximadamente 150 casas en Yabucoa quedaron inundadas y dañadas.                                                                                  |
| Huracán Irene                         | 8/22/2011             | DR-4017-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br>Asistencia Individual – No | La precipitación total alcanzó las 22 pulgadas en tres días, siendo la región oriental la más afectada—la misma zona que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto durante el paso cercano de la tormenta tropical Emily. El Río Grande de Manatí en Manatí registró su tercer nivel más alto en la historia, superado solo durante el huracán Hortense (1996) y el huracán Georges (1998). El río Puerto Nuevo, cerca de Hato Rey, alcanzó su cuarto nivel más alto registrado. Las inundaciones fueron lo suficientemente graves como |

<sup>13</sup> La tormenta tropical María fue un sistema tropical que pasó al noreste de Puerto Rico en 2011 y que causó inundaciones en la isla. No debe confundirse con el huracán María de 2017. El nombre "María" fue retirado de la lista oficial de nombres de la temporada de huracanes del Atlántico después de 2017

| Evento                   | Fecha                 | Número de Declaración de Desastre | ¿Aguas Buenas Incluidas?                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                       |                                   |                                                           | para causar estrés en la infraestructura y condiciones peligrosas en varios municipios. Trágicamente, hubo una muerte directa atribuida a Irene, debido a ahogamientos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tormenta tropical Jeanne | 9/14/2004 – 9/19/2004 | DR-1552-PR                        | Asistencia Pública – Sí<br><br>Asistencia Individual – Sí | <p>La tormenta tropical Jeanne cruzó Puerto Rico el 15 de septiembre de 2004 como una fuerte tormenta tropical con vientos máximos sostenidos alrededor de 70 mph (110 km/h), produciendo rachas de hasta 72 mph (≈116 km/h). Los vientos provocaron cortes generalizados de electricidad y agua, con numerosos informes de daños estructurales en viviendas, árboles arrancados, postes de servicios públicos caídos e impactos significativos en la infraestructura de toda la isla.</p> <p>La tormenta causó ocho muertes en Puerto Rico: cuatro directas y cuatro indirectas, incluyendo muertes durante preparativos y intoxicación por monóxido de carbono. Los daños se estimaron en aproximadamente 169,5 millones de dólares (USD de 2004), convirtiendo a Jeanne en el ciclón tropical más destructivo que ha afectado Puerto Rico desde el huracán Georges en 1998.</p> |

4.9.1.4 TORNADOS

Según los Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI) de la NOAA, no se ha registrado ningún tornado en Aguas Buenas.

4.9.1.5 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)

Según el equipo de Ciclones Tropicales, Radar, Modelado Atmosférico y Software de la Universidad Estatal de Colorado, se aplican las siguientes probabilidades anuales medias para tormentas que lleguen o pasen a menos de 50 millas de Puerto Rico (Colorado State University, 2026):

- Probabilidad media de que una tormenta con nombre desembarque o esté a menos de 50 millas de Puerto Rico: 40%.
- Probabilidad media de que un huracán llegue a tierra o a menos de 50 millas de Puerto Rico: 24%.
- Probabilidad media de que un huracán importante llegue a tierra o a menos de 50 millas de Puerto Rico: 9%.

4.9.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

4.9.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS

La Tabla 36 presenta la exposición a ciclones tropicales, según el registro del Índice Nacional de Riesgo de FEMA.

Tabla 36: Exposición a ciclones tropicales

| Exposición - Zona afectada (millas cuadradas) | Exposición - Valor del edificio | Exposición - Población | Exposición Equivalencia Población | - deExposición - Total |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 30.399675                                     | \$2,867,086,255.94              | 24,189                 | \$280,591,561,714.31              | \$283,458,647,970.25   |

Fuente: NRI de FEMA

La pérdida anual esperada para cada sector o jurisdicción censal representa el impacto económico medio anual, expresado en dólares, anticipado por eventos de peligro natural.



La Tabla 37 presenta las pérdidas anuales esperadas relacionadas con ciclones tropicales tanto para edificios como para la población.

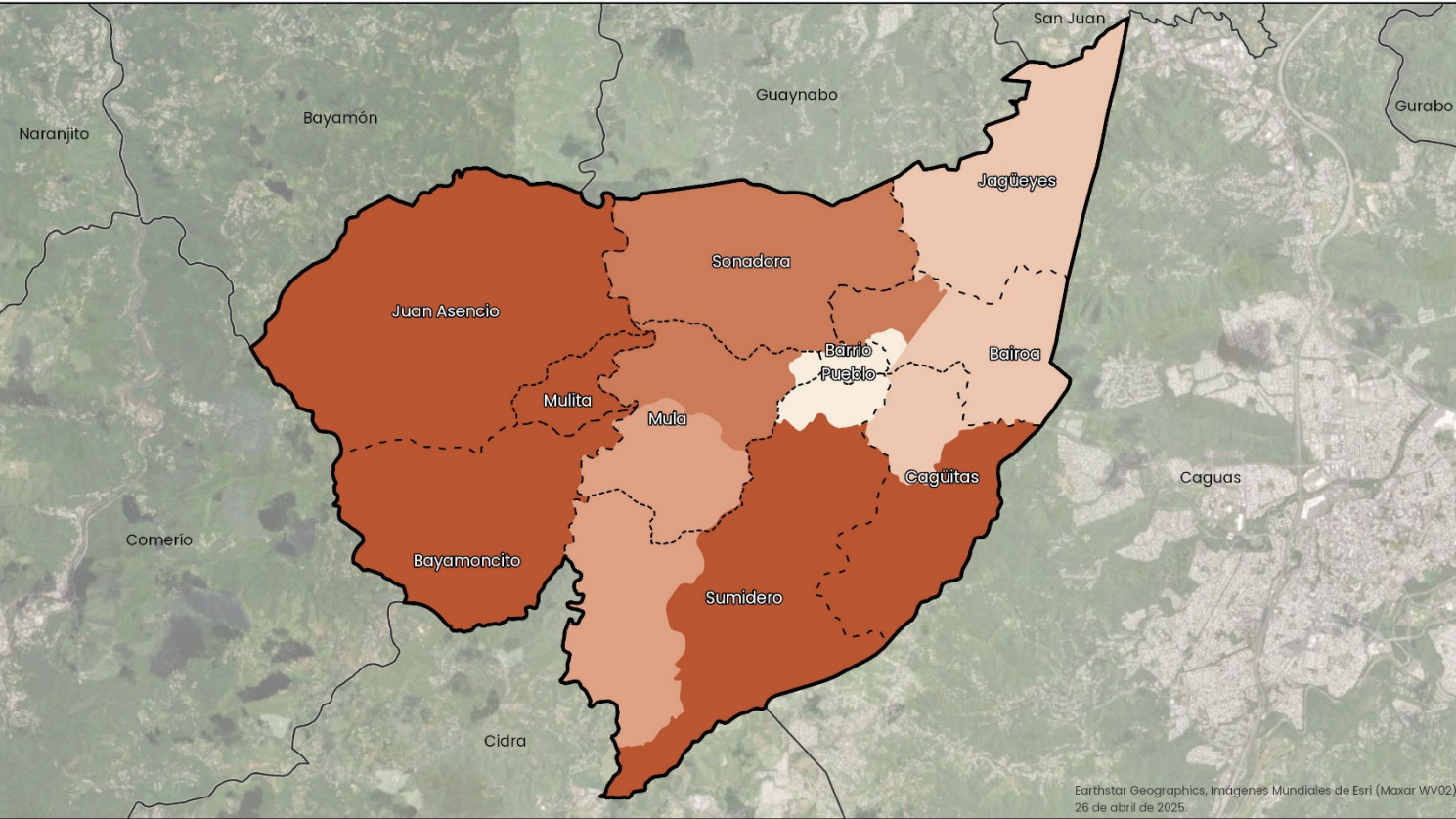
*Tabla 37: Pérdida anual esperada por ciclones tropicales*

| Pérdida anual esperada - Valor de construcción | Pérdida anual esperada Población | Pérdida anual esperada - equivalencia poblacional | Pérdida anual esperada - Total |
|------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| \$11,843,903.16                                | 0.0402                           | \$466,355.26                                      | \$12,310,258.43                |

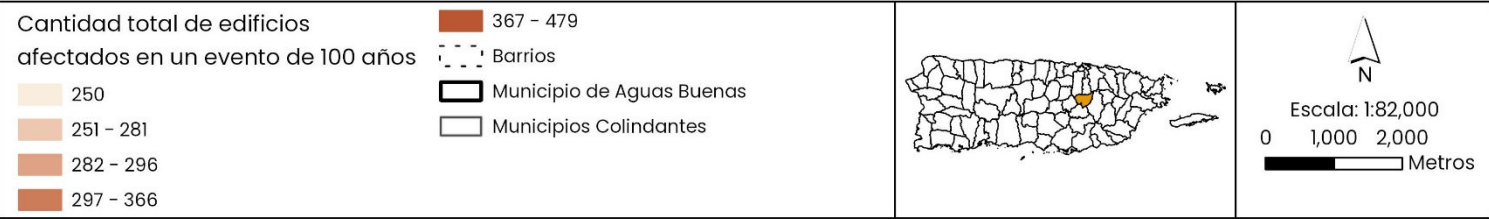
*Fuente: NRI de FEMA*

Los siguientes mapas muestran las pérdidas esperadas derivadas del impacto de un huracán.

CICLÓN TROPICAL: TOTAL DE EDIFICACIONES AFECTADAS EN UN EVENTO DE 100 AÑOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1 SPCS PR & VI NAD83

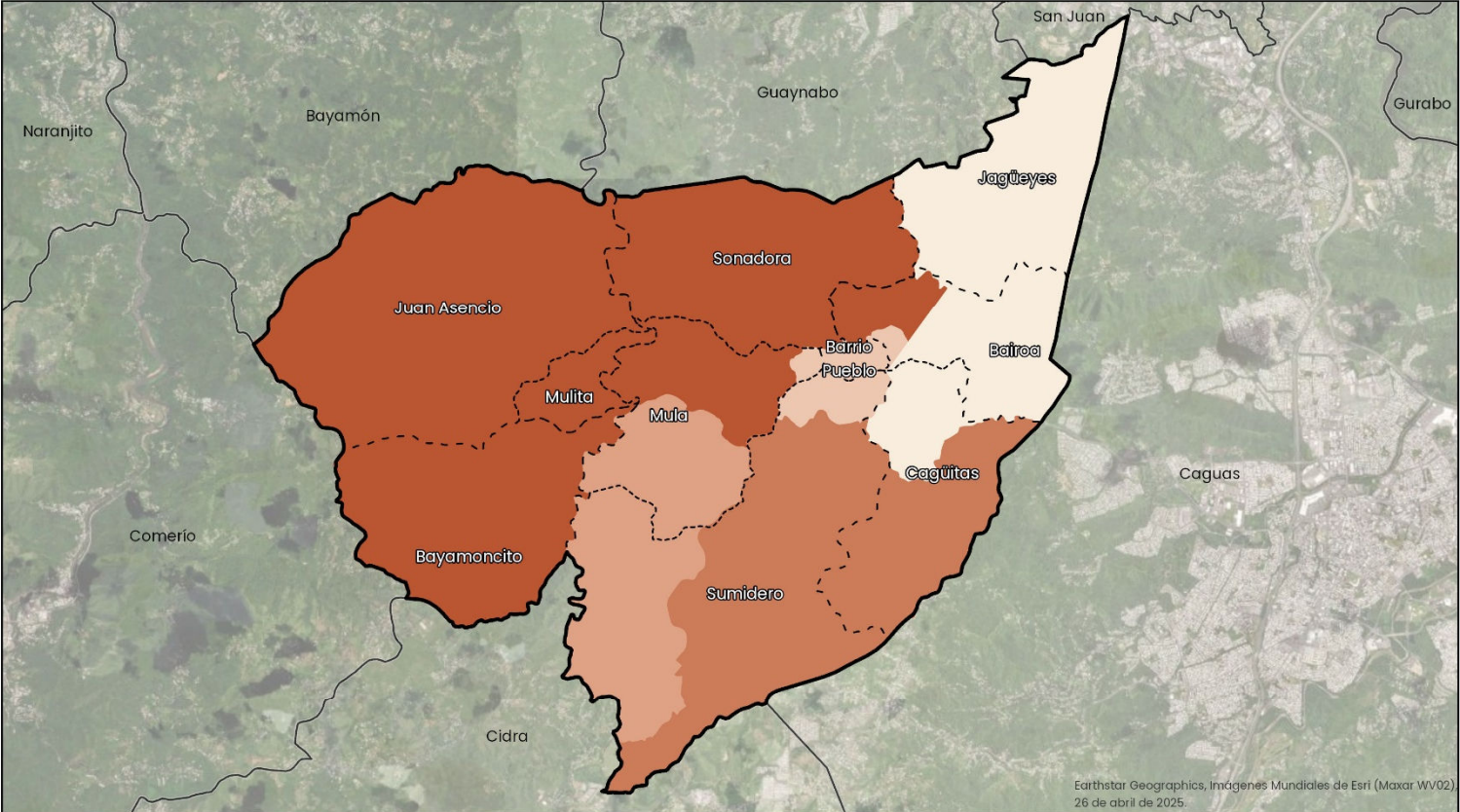


El mapa 35 muestra los daños totales a edificios derivados de un evento de viento de 100 años. El mapa indica que se proyecta la mayor concentración de daños en edificios en las zonas oeste, norte y sureste del municipio, especialmente en los distritos de Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Sumidero y Caguitas, donde el número estimado de estructuras dañadas oscila entre 367 y 479 edificios. Se proyectan niveles moderados de daños, que oscilan entre 297 y 366 edificios dañados, para Sonadora y partes de Mula y Bairoa. Se esperan niveles menores de daños, que van de 251 a 296 edificios, en Jagüeyes y partes de Bairoa y Barrio Pueblo, mientras que el daño más bajo proyectado, aproximadamente 250 estructuras, se produce en la

parte central del Barrio Pueblo. En general, el mapa sugiere que un ciclón tropical significativo podría causar daños estructurales generalizados en Aguas Buenas, siendo los distritos occidental y sureste los que experimentan el mayor número de edificios dañados bajo el escenario de eventos eólicos de 100 años.

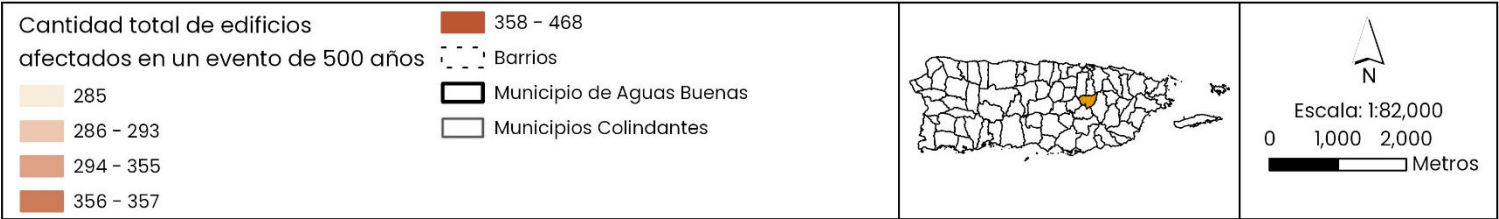
Mapa 36: Ciclón Tropical: Evento Total de Edificaciones Afectadas en un Evento de 100 años

CICLÓN TROPICAL: TOTAL DE EDIFICACIONES AFECTADAS EN UN EVENTO DE 500 AÑOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



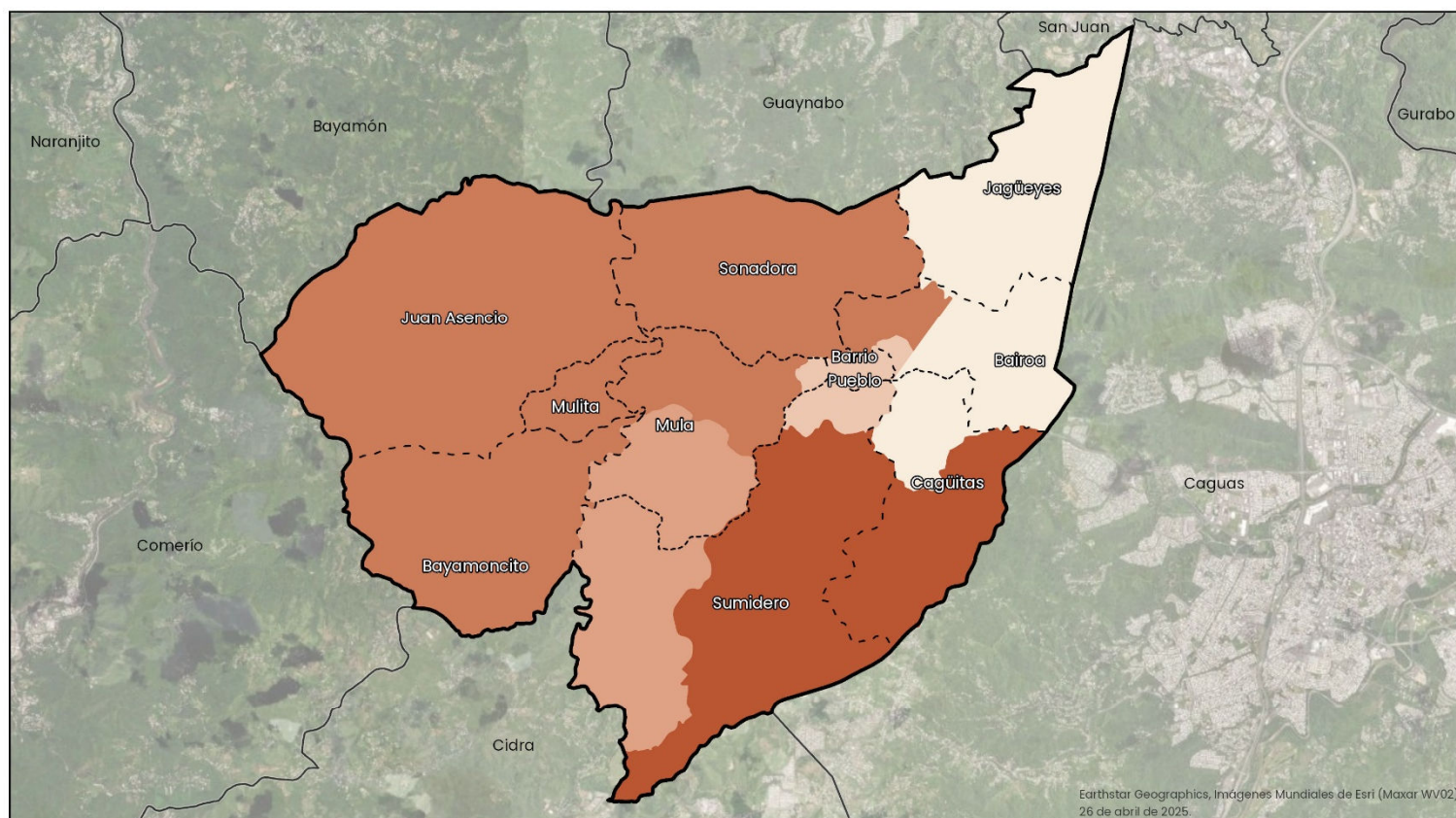
El evento de 500 años muestra resultados similares al mapa de eventos de 100 años. El mapa 36 muestra que se proyecta la mayor concentración de edificios dañados en las zonas occidental y norte del municipio, especialmente en los distritos de Juan Asencio, Bayamoncito, Sonadora, Mulita y partes de Mula, donde el número estimado

de estructuras dañadas oscila entre 358 y 468 edificios. Se proyectan niveles moderados de daños en edificios, que oscilan entre 294 y 355 estructuras, para Cagüitas y Sumidero, mientras que se esperan niveles menores de daños en Mula y partes del barrio Pueblo, donde las pérdidas estimadas oscilan entre 286 y 293 edificios. El menor número de edificios dañados se proyecta en Jagüeyes y Bairoa, donde se espera que se vean afectados aproximadamente 285 estructuras. En general, el mapa indica que un ciclón tropical severo podría causar daños generalizados en edificios en Aguas Buenas, aunque los barrios occidental y norte parecen ser los más vulnerables bajo el escenario de eventos eólicos de 500 años.

El Mapa 37 muestra la Pérdida Económica Total para un Evento de 100 Años, mientras que el Mapa 38 muestra la Pérdida Económica Total para un Evento de 500 Años.

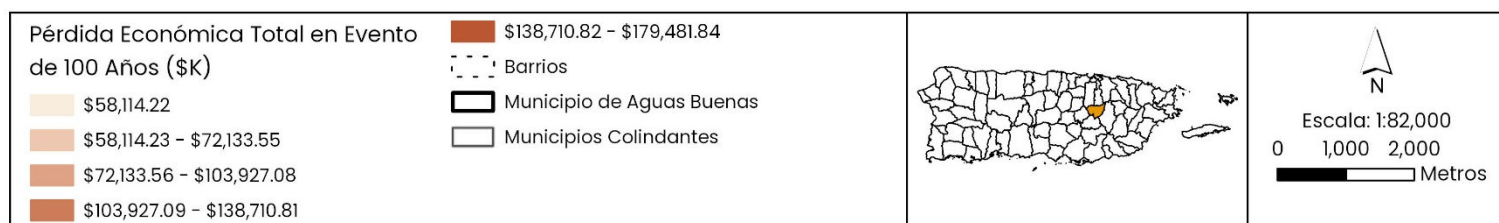


## CICLÓN TROPICAL: PÉRDIDA ECONÓMICA TOTAL ESTIMADA EN UN EVENTO DE 100 AÑOS (\$K)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



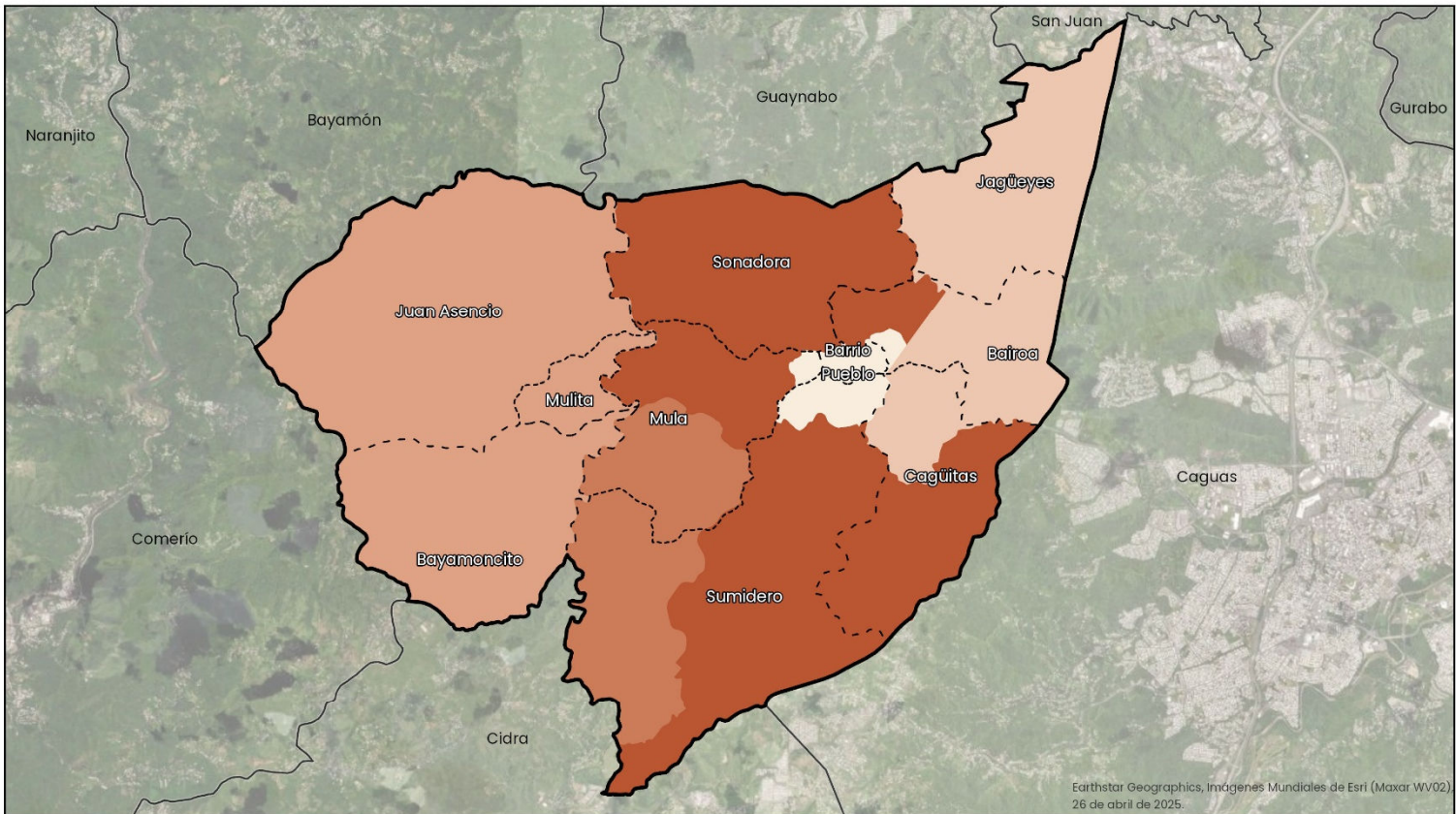
El Mapa 37 muestra la pérdida económica total estimada asociada a un ciclón tropical de 100 años en Aguas Buenas. Las mayores pérdidas proyectadas se concentran en los distritos de Cagüitas y Sumidero, donde las pérdidas estimadas oscilan entre aproximadamente \$138,710.82 y \$179,481.84. La siguiente categoría de mayor pérdida, que oscila entre \$103,927.09 y \$138,710.81, incluye a Juan Asencio, Bayamoncito, Mulita, Sonadora y partes del Barrio Pueblo y Mula. Las pérdidas proyectadas menores se observan en partes de Mula y Sumidero, mientras que los valores de pérdida más bajos se concentran en Jagüeyes, Bairoa y partes del centro urbano. En general, el mapa indica que las pérdidas económicas proyectadas por un ciclón tropical de 100 años varían en todo el municipio, con las mayores pérdidas



concentradas en la parte sureste de Aguas Buenas.

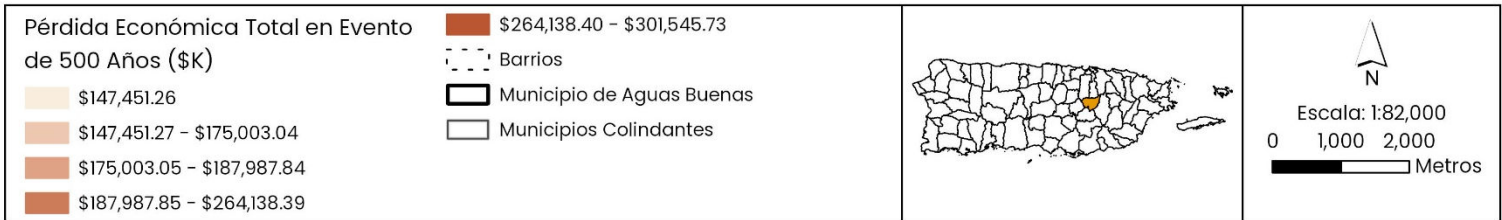
Mapa 38: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Total Estimada en un Evento de 500 Años (\$K)

CICLÓN TROPICAL: PÉRDIDA ECONÓMICA TOTAL ESTIMADA EN UN EVENTO DE 500 AÑOS (\$K)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



El Mapa 38 muestra la pérdida económica total estimada asociada a un ciclón tropical de 500 años en Aguas Buenas. Las mayores pérdidas proyectadas, que oscilan entre aproximadamente \$264,138.40 y \$301,545.73, se concentran en los distritos de Sonadora, Cagüitas y Sumidero. Se proyectan pérdidas que van de \$187,987.85 a \$264,138.39 para Mula y partes del Barrio Pueblo. Se observan valores de pérdidas más bajos, que van de \$175,003.05 a \$187,987.84, en Juan Asencio, Bayamoncito y Mulita. Las pérdidas proyectadas más bajas, que oscilan entre \$147,451.26 y \$175,003.04, se producen en Jagüeyes, Bairoa y partes del Barrio Pueblo.

En general, el mapa indica que las pérdidas económicas proyectadas por un ciclón tropical de 500 años varían en todo el municipio, concentrándose las mayores pérdidas en los distritos central, sureste y norte de Aguas Buenas.

#### *4.9.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

Los vientos huracanes tienen efectos profundos en las ocho Líneas Vitales Comunitarias de FEMA, interrumpiendo servicios e infraestructuras esenciales.

- Los sistemas de seguridad se ven comprometidos cuando los fuertes vientos dañan comisarías de policía, bomberos y centros de operaciones de emergencia, mientras que los escombros y las líneas eléctricas caídas obstruyen las rutas de emergencia, retrasando los esfuerzos de rescate.
- Las líneas vitales de alimentos, hidratación y refugio sufren cuando los vientos destruyen campos agrícolas, dañan las instalaciones de almacenamiento de alimentos y arrancan techos de casas y refugios, dejando a las comunidades vulnerables y desplazando a miles de personas.
- En el sector de la salud y la medicina, los hospitales y clínicas sufren fallos en los tejados y daños estructurales, lo que obliga a evacuaciones e interrumpe los cuidados críticos, mientras que las farmacias y cadenas de suministro sufren graves interrupciones.
- La línea vital energética es especialmente vulnerable, ya que los vientos de huracanes derriban torres de transmisión, rompen postes de servicios y dañan subestaciones, provocando cortes de energía generalizados que se propagan a otras líneas vitales.
- Los sistemas de comunicación fallan cuando las torres y antenas de telecomunicaciones son derribadas, cortando la conectividad celular e internet y dificultando la coordinación de emergencias.
- Las redes de transporte están paralizadas por carreteras bloqueadas, puentes dañados y destrucción causada por el viento en aeropuertos y puertos marítimos, lo que retrasa los esfuerzos de ayuda y la entrega de suministros.
- Las instalaciones que manejan materiales peligrosos se enfrentan a riesgos mayores cuando los escombros impulsados por el viento rompen tanques o tuberías, creando riesgos medioambientales y complicando las operaciones de limpieza.
- Finalmente, los sistemas de agua se ven alterados cuando las plantas de tratamiento y las estaciones de bombeo sufren daños en tejados y equipos, mientras que los tanques de almacenamiento elevados y la infraestructura de distribución colapsan, interrumpiendo el acceso a agua potable y sanitaria.

Estas fallas en cascada subrayan la necesidad crítica de estándares de diseño resistentes al viento y una planificación proactiva para proteger las líneas vitales y mantener la resiliencia de la comunidad durante los huracanes.

Para fines de planificación, este LHMP asumirá que toda la infraestructura crítica está igualmente expuesta a este peligro.

#### *4.9.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

Como se ha discutido anteriormente en la Sección 4.9.1.1, un ciclón tropical puede afectar a toda la isla. Para este LHMP vamos a asumir que toda la población de Aguas Buenas es vulnerable a este peligro. Para más detalles sobre la vulnerabilidad social del Municipio, véase la sección 3.4.4.

#### *4.9.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

Los vientos huracanes causaron daños extensos tanto a los recursos naturales como culturales al ejercer fuerzas mecánicas extremas sobre paisajes y entornos construidos. En entornos naturales, los vientos fuertes arrancan árboles, desmenuzan el follaje y rompen ramas, lo que provoca deforestación y pérdida de hábitat. Esta alteración afecta a la biodiversidad y puede alterar las funciones del ecosistema durante años. La vegetación costera, como los manglares, es especialmente vulnerable, ya que las fuerzas impulsadas por el viento debilitan los sistemas radiculares y reducen su capacidad para proteger las costas. Las zonas agrícolas también sufren pérdidas severas, con cultivos aplastados o destruidos, afectando al suministro de alimentos y a las economías locales.

Los recursos culturales, incluidos edificios históricos, monumentos y yacimientos arqueológicos están igualmente en riesgo por los vientos de huracanes. Las altas velocidades del viento pueden desalojar materiales de tejado, derrumbar muros y dañar la integridad estructural, especialmente en construcciones antiguas o sin reforzar. Los museos, archivos y sitios patrimoniales pueden sufrir daños irreparables si las medidas de protección son insuficientes. La pérdida de estos bienes culturales no solo afecta a la identidad comunitaria, sino que también tiene implicaciones económicas para el turismo y los esfuerzos de preservación. Comprender los umbrales de velocidad del viento e incorporarlos en los estándares de diseño y la planificación de conservación es esencial para mitigar estos riesgos y salvaguardar tanto el patrimonio natural como cultural.

#### 4.9.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)

El riesgo de huracán es un riesgo municipal a nivel municipal. Cada parte del desarrollo reciente aprobado por el municipio corre el mismo riesgo de verse afectada por un ciclón tropical.

### 4.10 CALOR EXTREMO

#### 4.10.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

No existe una definición universalmente aceptada para el calor extremo o las olas de calor. Para los fines de este Plan, se utiliza la definición adoptada por el Departamento de Seguridad Nacional (DHS). Se define como un periodo prolongado de 48 a 72 horas de calor y humedad intensos, con temperaturas superiores a 90 °F. Bajo estas condiciones, la evaporación se reduce y el cuerpo se ve obligado a hacer un esfuerzo significativo para mantener su temperatura normal, lo que ha causado la muerte de muchas personas en intentos de estabilizarse físicamente. En general, el calor extremo representa la tasa más alta de muertes entre los peligros relacionados con el clima.

El estudio titulado *Percepción del riesgo de calor y vulnerabilidad en Puerto Rico: Perspectivas para la adaptación climática en el Caribe*, publicado en la revista académica *International Journal of Environmental Research and Public Health*, analiza cómo los residentes de Puerto Rico perciben los riesgos para la salud asociados al calor extremo y cómo estas percepciones se relacionan con la vulnerabilidad y los comportamientos protectores durante eventos de calor extremo ocurridos en el verano de 2020 (Guzmán-Colón, Guido, Amaya-Ardilla, Cabrera-Rivera y Méndez-Lázaro, 2025). La investigación se llevó a cabo mediante una encuesta telefónica transversal a 500 adultos en áreas metropolitanas y no metropolitanas. Este estudio definió el área metropolitana como los municipios de Bayamón, Carolina, Cataño, Toa Baja y Trujillo Alto. La zona no metropolitana está compuesta por los municipios restantes de Puerto Rico.

El cuestionario incluyó variables sociodemográficas, estado de salud, exposición previa al calor, percepción del riesgo y estrategias de mitigación. El análisis estadístico empleó pruebas de chi cuadrado y modelos de regresión multinomial y logística. Los resultados revelan que, aunque la mayoría de los participantes expresaron preocupación por el cambio climático y las altas temperaturas, menos de la mitad percibió el calor como un alto riesgo para la salud, y solo una cuarta parte

consideró probable que sufriera una enfermedad relacionada con el calor en los próximos cinco años. La percepción del riesgo fue significativamente mayor entre los hombres, las personas de 50 a 64 años, los desempleados, personas con salud regular, múltiples enfermedades crónicas y quienes habían experimentado síntomas relacionados con el calor. En contraste, los adultos mayores (65+) reportaron bajos niveles de percepción del riesgo a pesar de su alta vulnerabilidad.

El 44 por ciento de los encuestados indicó haber sufrido síntomas relacionados con el calor durante el verano, y el 68 % reportó molestias térmicas nocturnas, un factor estrechamente vinculado a problemas de salud. Las estrategias más comunes para mitigar el calor fueron el uso de ventiladores (84%) y aire acondicionado (64%), aunque las limitaciones económicas y la inestabilidad del sistema eléctrico redujeron su eficacia. También fueron notables las diferencias regionales: los residentes en áreas no metropolitanas mostraron una mayor percepción del riesgo que los de las zonas metropolitanas.

El estudio concluye que existe una brecha significativa entre la vulnerabilidad real y la percepción del riesgo, especialmente entre los adultos mayores. Recomienda reforzar la comunicación sobre riesgos dirigida a grupos vulnerables, abordar la exposición al calor nocturno y mejorar la infraestructura eléctrica para garantizar un acceso equitativo a los sistemas de refrigeración. Las soluciones propuestas incluyen sistemas energéticos descentralizados, centros de refrigeración con energía de respaldo y diseños pasivos que reduzcan la dependencia eléctrica, contribuyendo así a la resiliencia comunitaria ante el aumento de eventos de calor extremo.

#### *4.10.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)*

Los eventos de calor extremo pueden afectar a todo el municipio, especialmente en zonas urbanizadas donde puede producirse el efecto isla de calor. Según la información presentada anteriormente, se han observado efectos climáticos adversos, incluyendo sequías severas, mayor frecuencia de vientos fuertes e inundaciones, niveles más altos de índice de calor, entre otros. Debido a la geografía y ubicación del municipio, toda la región es altamente susceptible a condiciones de calor extremas.

La isla de calor urbana se refiere a las zonas urbanizadas donde estructuras como edificios, carreteras y otras infraestructuras absorben y emiten el calor solar más que los paisajes naturales como bosques y cuerpos de agua. Las temperaturas diurnas



en las zonas urbanas son aproximadamente 1–7 °F más altas que las de las zonas periféricas; las temperaturas nocturnas son entre 2 y 5 °F más altas (EPA, 2025).

Las islas de calor se desarrollan debido a una combinación de factores:

- Pérdida de paisajes naturales – Las zonas urbanas suelen sustituir árboles, vegetación y cuerpos de agua —elementos naturales que enfrían el aire mediante sombra, transpiración y evaporación— por superficies duras y secas como carreteras, tejados y aparcamientos. Estas superficies proporcionan poca sombra o humedad, lo que conduce a temperaturas más altas.
- Propiedades de los materiales urbanos – Los materiales de construcción comunes como el asfalto y el hormigón absorben y retienen más calor que las superficies naturales. Reflejan menos energía solar y liberan calor lentamente, haciendo que las temperaturas se mantengan elevadas, especialmente después del atardecer.
- Diseño urbano y geometría – La distribución de los edificios afecta al flujo de aire y a la retención de calor. Los desarrollos densos con calles estrechas y estructuras altas crean "cañones urbanos" que atrapan el calor y bloquean los vientos refrigerantes, convirtiendo los edificios en masas térmicas que liberan calor gradualmente.
- Calor generado por el ser humano – Actividades como el transporte, las operaciones industriales y el aire acondicionado añaden calor residual al medio ambiente, intensificando el efecto isla de calor.
- Clima y condiciones geográficas – Un tiempo despejado y calmado amplifica las islas de calor al maximizar la absorción de energía solar y limitar la dispersión del calor. Por el contrario, el viento y la cobertura de nubes ayudan a reducir el efecto. Características geográficas como las montañas también pueden influir en los patrones de viento, bloqueando las brisas frescas o canalizando el calor a través de zonas urbanas (EPA, 2025).

Según el Plan Territorial del Municipio de Aguas Buenas y los datos de clasificación de tierras de la Junta de Planificación de Puerto Rico, aproximadamente el 11,12% del territorio del municipio está clasificado como Suelo Urbano. Como resultado, solo una parte limitada del municipio probablemente se verá directamente afectada por las condiciones urbanas de isla de calor típicamente asociadas a áreas densamente desarrolladas. Sin embargo, la ocurrencia e intensidad del calor extremo están influenciadas por una compleja interacción de factores, incluyendo la cobertura del suelo, la vegetación, la topografía, la densidad de edificios y la distribución de la población. Por lo tanto, sería necesario un análisis más detallado a escala urbana

para evaluar plenamente hasta qué punto el calor extremo puede afectar a los residentes, la infraestructura y las áreas desarrolladas dentro del municipio.

#### *4.10.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)*

Las oficinas locales del NWS suelen colaborar con agencias comunitarias para decidir cuándo deben emitirse las alertas de calor. Debido a que Estados Unidos es tan diverso geográficamente y culturalmente, la tolerancia al calor varía según la región. Por ejemplo, los residentes de Puerto Rico suelen estar más acostumbrados a temperaturas superiores a 90°F que quienes viven en Alaska.

No obstante, el NWS utiliza las siguientes alertas estándar (NWS, s.f.):

- Advertencia de calor excesivo – Emitida 12 horas antes de que se esperen condiciones de calor peligrosas. Esto ocurre cuando se pronostica que el índice de calor alcance los 105°F o más durante más de tres horas en dos días consecutivos, o 115°F o más durante cualquier periodo.
- Vigilancia por calor excesivo – Se emite cuando es posible un evento de calor extremo en las próximas 24 a 72 horas.
- Aviso de calor – Emitido 12 horas antes de condiciones en las que el índice de calor sea al menos de 105°F, pero inferior a 115°F durante tres días consecutivos.
- Perspectiva de calor extremo – Se emite cuando existe potencial de calor extremo en los próximos tres a siete días, proporcionando aviso previo a quienes necesiten tiempo extra para prepararse.

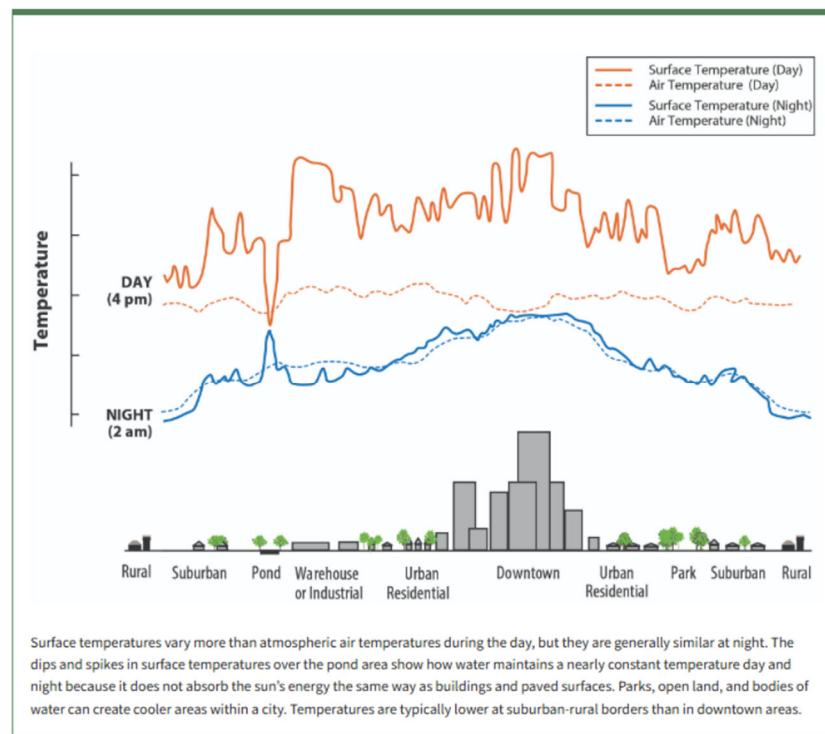
Debe enfatizarse que los fenómenos de islas de calor urbanas (UHI) pueden ocurrir independientemente de si hay un evento de advertencia de calor extremo. UHI es una diferencia relativa de temperatura entre las áreas urbanas y rurales circundantes causada por factores como superficies absorbentes de calor, falta de vegetación y actividades humanas. Existe durante todo el año, incluso durante clima templado o frío, porque las ciudades retienen consistentemente más calor que los paisajes naturales. Los eventos de calor extremo pueden amplificar el UHI, haciendo que los efectos de UHI sean más peligrosos, pero UHI no requiere que se forme calor extremo— simplemente significa que las áreas urbanas son más cálidas que su entorno en condiciones similares.

Las UHI suelen evaluarse comparando las temperaturas en áreas urbanas con las de las regiones circundantes. Incluso dentro de una ciudad, las temperaturas pueden variar significativamente. Algunos barrios son más calurosos debido a las densas

concentraciones de superficies absorbentes de calor como edificios y aceras, mientras que las zonas con árboles y vegetación permanecen más frescas. Estas variaciones crean lo que se conoce como islas de calor intraurbanas. En los diagramas que ilustran este efecto, los parques urbanos, estanques y zonas residenciales generalmente parecen más frescos que los distritos centrales del centro.

El siguiente diagrama, tomado de una publicación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), ilustra el comportamiento de la temperatura asociado al efecto de isla de calor urbana.

*Figura 21: Diagrama del efecto de isla de calor (EPA, 2025)*



#### 4.10.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)

Méndez Lázaro et al. (2015) identificaron varios años en los que se registraron temperaturas de calor extremo en el área metropolitana de San Juan. Según sus hallazgos, los periodos de calor extremo ocurrieron en 1983, 1995, 2012 y 2013. Cabe destacar que el verano de 2012 fue el más caluroso en un siglo, con 42 días de valores

de temperatura extrema. Durante junio, julio y agosto, el índice máximo de calor alcanzó 98.06° F, 98.96° F y 102.02° F, respectivamente (Méndez Lázaro et al., 2015).

#### *4.10.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)*

Las evaluaciones oficiales de la NOAA en el Resumen Climático Estatal de Puerto Rico e Islas Vírgenes de EE. UU. de 2018 informan de un aumento tanto en la temperatura media ( $\approx 1.5^\circ\text{F}$  desde 1950) como en la frecuencia de eventos de calor extremo. Además, las proyecciones climáticas de CMIP6 (a través del Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial) muestran aumentos constantes en verano y temperaturas máximas anuales para Puerto Rico, lo que indica un mayor riesgo futuro de olas de calor (NOAA, 2022)(World Bank, n.d.).

### *4.10.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)*

#### *4.10.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS*

El calor extremo causa principalmente tensión en el material y el sistema más que en la falla estructural inmediata. Por ejemplo:

- Carreteras y pavimentos: El asfalto puede ablandarse y deformarse bajo altas temperaturas prolongadas, provocando surcos y daños superficiales (Highways Industry, n.d.)(EPA, 2012).
- Sistemas ferroviarios: Las vías de acero se expanden con calor extremo, lo que puede causar riesgos de pandeo y descarrilamiento (USDOT – FRA, 2013).
- Infraestructura eléctrica: Las redes eléctricas sufren mayores cargas por la demanda de aire acondicionado, y los transformadores o cables pueden sobrecalentarse, reduciendo la eficiencia o provocando cortes.
- Materiales de construcción: La expansión y contracción del hormigón, acero y vidrio puede provocar grietas o fallos en las juntas con el tiempo. Los materiales de cubierta pueden degradarse más rápido bajo calor intenso.
- Sistemas de refrigeración: Los sistemas HVAC trabajan más duro, aumentando el consumo energético y el riesgo de fallo, lo que puede comprometer el confort y la seguridad en interiores.

Aunque las olas de calor rara vez provocan el derrumbe de edificios, aceleran el desgaste, aumentan los costes de mantenimiento y pueden provocar fallos en el sistema que interrumpen servicios esenciales. Por ahora, el municipio no dispone de un método para calcular las pérdidas por eventos de calor extremo.

#### *4.10.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

El calor extremo supone riesgos sistémicos en los sistemas energéticos, de transporte y de comunicaciones, provocando fallos compuestos precisamente cuando la demanda de servicios alcanza su punto máximo. En la línea vital de energía, las altas temperaturas provocan aumentos bruscos en la demanda de electricidad para refrigeración mientras disminuyen simultáneamente la eficiencia de generación y entrega. Las centrales termoeléctricas pueden verse obligadas a reducir la producción cuando el agua de refrigeración es demasiado caliente, los paneles solares producen menos electricidad a temperaturas elevadas de módulos y las líneas de transmisión pierden capacidad de carga a medida que los conductores se calientan y se desploman, condiciones que aumentan la probabilidad de caídas de tensión y apagones durante las olas de calor (Jessen, 2025). La combinación de cargas récord de refrigeración y suministro disminuido subraya un problema creciente de "riesgo máximo" para las redes que no fueron diseñadas para los extremos térmicos actuales (Jessen, 2025) (American Society of Civil Engineers, 2024)

De manera similar, la Línea vital del transporte es igualmente vulnerable. Las altas temperaturas superficiales prolongadas ablandan el asfalto, acelerando el surco y la deformación; los rieles de acero se expanden térmicamente y pueden doblarse, provocando órdenes lentas relacionadas con el calor que interrumpen el servicio; y la catenaria u otras líneas aéreas pueden hundirse con el calor, limitando aún más las operaciones. Los aeropuertos se enfrentan a dos limitaciones: los pavimentos de las pistas pueden deformarse bajo calor extremo, y la reducción de la densidad del aire en días calurosos afecta el rendimiento de las aeronaves, afectando al peso y al calendario de despegue. Estos efectos se observan ahora comúnmente en los sistemas estadounidenses durante eventos de calor sostenido, requiriendo restricciones operativas y mantenimiento de emergencia que afectan las cadenas de suministro y la movilidad de pasajeros (American Society of Civil Engineers, 2024).

La línea vital de comunicación también enfrenta un aumento del estrés térmico. Los centros de datos, las instalaciones de conmutación y los nodos de red dependen de la refrigeración continua; el sobrecalentamiento aumenta los riesgos de cortes y puede degradar la vida útil de los equipos. Las interrupciones relacionadas con el calor en el suministro eléctrico y las condiciones microclimáticas localizadas agravan estos riesgos, con impactos en cascada en otros sectores de la línea vital que dependen de la conectividad para operaciones y respuesta a emergencias. Las evaluaciones federales subrayan que el clima extremo —incluido el calor extremo— puede interrumpir redes de fibra, degradar el rendimiento inalámbrico y limitar el



acceso a los centros de datos, afectando a los demás sectores críticos de infraestructuras y complicando la coordinación de la respuesta ante desastres.(Public-Private Analytic Exchange Program, 2025)

En general, el calor extremo actúa como un multiplicador de tensiones: lleva los materiales más allá de los umbrales de diseño, reduce la eficiencia del equipo y reduce los márgenes de seguridad operativa, todo ello mientras aumenta la demanda de servicios. La evidencia de organizaciones de ingeniería y observadores del mercado energético indica que, sin una adaptación específica –como estándares de diseño resistentes al calor, refuerzo estratégico de la red, mejora de la gestión térmica para infraestructuras digitales y operaciones sensibles al calor– los sistemas enfrentarán interrupciones de servicio más frecuentes y mayores costes de ciclo de vida a medida que los eventos térmicos se intensifiquen (American Society of Civil Engineers, 2024).

#### *4.10.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

Un estudio académico reciente examina la relación entre estrés térmico y mortalidad en Puerto Rico (Méndez - Lázaro, et al., 2025). Los investigadores analizaron datos horarios de temperatura del aire a 2 metros de la reanálisis ERA5 para 2015–2020 y derivaron valores mínimos, máximos y medios diarios para calcular dos índices de estrés térmico: el Índice de Calor (HI) y el Índice Climático Térmico Universal (UTCI). Los resultados muestran que las condiciones de calor extremo son comunes durante ocho meses al año, siendo agosto y septiembre los meses más calurosos, y que los efectos de isla de calor urbana agravan la exposición en áreas metropolitanas (Méndez - Lázaro, et al., 2025). El riesgo de mortalidad aumentó significativamente en días con alto estrés térmico: las muertes fueron un 23% más altas en el tercil más alto de HI y un 47% más alto en el tercil más alto de UTCI en comparación con el más bajo. Las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la insuficiencia cardíaca y las condiciones respiratorias fueron algunas de las principales causas de muerte asociadas al estrés térmico. El estudio destaca las vulnerabilidades socioeconómicas de Puerto Rico, el envejecimiento de la población y la infraestructura limitada que amplifican los riesgos para la salud durante eventos de calor extremo (Méndez - Lázaro, et al., 2025).

#### *4.10.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

El calor extremo, específicamente las islas de calor urbanas, puede tener los siguientes impactos en los recursos naturales:

- Mayor consumo energético – Las islas de calor aumentan la demanda eléctrica para aire acondicionado y la demanda máxima de energía. El aumento de la demanda eléctrica para aire acondicionado oscila entre el 1 y el 9% por cada aumento de 2°F en la temperatura, siendo el mayor en países donde la mayoría de los edificios disponen de aire acondicionado, como Estados Unidos. Este aumento de la demanda contribuye a mayores gastos eléctricos. La demanda máxima suele producirse en tardes excepcionalmente calurosas, cuando oficinas y hogares están usando sistemas de aire acondicionado, luces y electrodomésticos. Este aumento de la demanda puede sobrecargar los sistemas y obligar a una compañía eléctrica a implementar cortes o cortes controlados para evitar cortes de luz.
- Emisiones elevadas de contaminantes atmosféricos – Para cubrir las necesidades eléctricas, las compañías eléctricas suelen depender de centrales de combustibles fósiles como fuente de energía. El aumento del uso de combustibles fósiles incrementa las emisiones de contaminantes en el aire, como el dióxido de carbono, que pueden tener problemas de salud, especialmente en personas que sufren enfermedades respiratorias.
- Impactos en la salud y el bienestar de la población – Los eventos de calor contribuyen a muertes y enfermedades relacionadas con el calor. Las zonas que sufren islas de calor contribuyen además a temperaturas más altas durante el día y a una reducción del enfriamiento nocturno. El calor es la principal preocupación para grupos como adultos mayores, niños pequeños, poblaciones con bajos ingresos, personas que trabajan al aire libre y personas con enfermedades crónicas, discapacidades, limitaciones de movilidad o que toman ciertos medicamentos. De 2004 a 2018, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades registraron una media de 702 muertes por calor al año.
- Deteriorada calidad del agua – Las altas temperaturas en el pavimento y las superficies de tejados pueden calentar la escorrentía pluvial, que drena hacia las alcantarillas pluviales. Esta escorrentía eleva la temperatura del agua al

liberarse en arroyos, ríos, estanques y lagos. La temperatura del agua afecta al metabolismo y la reproducción de muchas especies acuáticas.

Los cambios rápidos de temperatura también pueden ser estresantes e incluso fatales para la vida acuática. Un estudio encontró que los arroyos urbanos sufren picos de temperatura más frecuentes que los arroyos en zonas boscosas. Los picos de temperatura en los arroyos urbanos fueron hasta 18°F más altos debido al escorrentía caliente de las zonas urbanas, mayores volúmenes de caudal debido a superficies impermeables y temperaturas base más cálidas de los arroyos (EPA, 2025).

#### *4.10.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)*

El mapa de permisos de construcción aprobados (Sección 3.6) muestra que la mayor concentración de actividad urbanística reciente se encuentra en la parte sur de Aguas Buenas, principalmente dentro del distrito Sumidero cerca del límite municipal con Cidra.

Solo una parte limitada del municipio se espera actualmente que experimente condiciones de isla de calor urbana típicamente asociadas al desarrollo urbano concentrado. Sin embargo, futuros cambios en el uso del suelo podrían alterar estas condiciones. El Plan de Uso de Terrenos identifica áreas designadas para futuros desarrollos urbanos, incluyendo terrenos clasificados como Suelo Urbanizable No Programado (SUNP), que podrían contribuir a la expansión de la huella urbana con el tiempo. Además, los permisos de desarrollo aprobados recientemente pueden resultar en un aumento de la cobertura superficial impermeable y en reducciones de la cobertura vegetal en áreas específicas. En conjunto, estos factores podrían aumentar la retención local de calor y potencialmente intensificar las condiciones de isla de calor urbanas en el futuro. Por lo tanto, se recomienda continuar el monitoreo de las tendencias de desarrollo y análisis a escala urbana más detallados para evaluar los posibles efectos del crecimiento futuro sobre la exposición al calor extremo y la vulnerabilidad. Esto significa que el efecto isla de calor urbana seguirá presente en el municipio.

## 4.11 SEQUÍA

### 4.11.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

La sequía se describe como una irregularidad temporal en la lluvia o en el flujo natural de agua, donde una falta prolongada de precipitación provoca un desequilibrio hidrológico significativo. Esta condición puede o no provocar interrupciones en el suministro regular de agua potable, fallos de cosechas y efectos adversos sobre la fauna y la vegetación. La gravedad de una sequía se determina por el nivel de deficiencia de humedad, su duración y la extensión geográfica del área afectada (Colón, 2009).

La sequía representa uno de los riesgos climatológicos más complejos y uno de los eventos más severos (DRNA, 2016). La sequía es el resultado de una reducción natural de la cantidad esperada de precipitación durante un periodo prolongado, normalmente una estación o más. Las altas temperaturas, los vientos fuertes y los bajos niveles de humedad pueden agravar los efectos de la sequía en áreas donde ya son prevalentes. Del mismo modo, la sequía puede provocar incendios forestales severos (FEMA, 1997). Las acciones humanas y las exigencias que imponen a los recursos hídricos pueden acelerar los impactos relacionados con la sequía. Las sequías se producen de diferentes formas en toda la isla, lo que significa que algunas regiones pueden experimentar un mayor impacto mientras que otras permanecen normales.

Según FEMA, existen cuatro tipos de sequías (FEMA, 1997):

*Tabla 38: Tipos de sequías*

|                       |                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sequía meteorológica  | Un periodo caracterizado por una deficiencia significativa de precipitaciones en comparación con las condiciones normales en un periodo específico (por ejemplo, mensual, estacional, anual). |
| Sequía agrícola       | Ocurre cuando la humedad del suelo se vuelve insuficiente para sostener las necesidades de cultivos o ganado, normalmente tras sequías meteorológicas.                                        |
| Sequía hidrológica    | Se define por niveles reducidos de agua en arroyos, ríos, embalses y sistemas de aguas subterráneas, a menudo con sequías meteorológicas rezagadas.                                           |
| Sequía socioeconómica | Refleja el impacto en los sistemas humanos y la economía, que surge cuando la escasez de agua —debido a cualquier tipo de sequía— no satisface la demanda social de agua y otros recursos     |

En 1999 se implementó el programa Federal de Monitor de Sequía, una herramienta que publica datos y mapas sobre las condiciones de sequía en Estados Unidos, incluyendo Puerto Rico y Hawái. Este sistema integra información de diversas agencias, como la NOAA, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Centro Nacional de Mitigación de Sequías de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Además, el monitor ha desarrollado indicadores estandarizados que permiten clasificar las categorías de sequía a nivel nacional, proporcionando una referencia uniforme para la evaluación y gestión de riesgos.

El indicador de sequía a corto plazo se centra en la precipitación durante 1–3 meses. El indicador de sequía a largo plazo se centra en un periodo de 6–60 meses. Otros índices utilizados, especialmente durante la temporada de crecimiento, incluyen la "Humedad del Suelo Superficial USDA/NASS", el Índice de Sequía Keetch-Byram (KBDI) y los índices satélites de salud de la vegetación NOAA/NESDIS. Otros indicadores incluyen niveles de agua subterránea, capacidad de embalses y condiciones de pasto.

En Puerto Rico, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (PRASA), la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA) y el Departamento de Recursos Naturales y Medioambientales (DRNA) son responsables de monitorizar constantemente las represas y embalses utilizados para el suministro de agua potable. Una vez alcanzados niveles críticos, la primera estrategia adoptada a nivel del sistema de suministro es reducir la presión del agua. Si no se restablecen niveles adecuados, comienza el racionamiento de agua. Esto se implementa en fases de 12 horas y, en casos extremos, hasta 48 horas. El área afectada se divide en sectores, y las diferentes fases de racionamiento de una duración determinada se implementan inicialmente localmente, generalmente en municipios con mayor consumo. En circunstancias extremas, varios municipios y regiones enteras pueden verse afectados.

#### *4.11.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)*

El límite administrativo de Aguas Buenas está influenciado de forma única por su topografía, ya que coincide en gran medida con los límites naturales de las cuencas formadas por el terreno montañoso circundante. Las crestas empinadas y valles cerrados del municipio definen los patrones de drenaje de tal manera que la mayor parte del flujo de agua superficial se origina y permanece dentro de su propio territorio, en lugar de recibir entradas significativas de cuencas externas. Aunque esta configuración ayuda a contener la escorrentía durante los episodios de lluvia,



también genera una mayor vulnerabilidad durante periodos de sequía. Debido a que Aguas Buenas depende principalmente de la precipitación que cae dentro de sus límites, las condiciones secas prolongadas pueden reducir significativamente la disponibilidad de agua, con oportunidades limitadas para compensar la escasez mediante caudales de regiones vecinas. Esto hace que las sequías localizadas sean especialmente críticas, ya que el suministro de agua se vincula directamente a las condiciones climáticas internas y a la capacidad de las cuencas locales para sostener la demanda.

#### 4.11.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)

La sequía es un peligro de aparición lenta, pero con el tiempo puede tener efectos muy perjudiciales en los cultivos, los suministros municipales de agua, los usos recreativos y la fauna. Si las condiciones de sequía persisten durante varios años, el impacto económico directo e indirecto puede ser significativo. La sequía también puede proporcionar condiciones favorables para que ocurra otro peligro, el incendio forestal.

El Centro Nacional de Monitoreo de Sequías utiliza las siguientes categorías para describir la magnitud de las condiciones de sequía (US Drought Monitor, 2025).

Tabla 39: Categorías de Monitores de Sequía de EE. UU.

| Categoría              | Descripción                                                                                   | Impactos típicos                                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Ninguno                | Condiciones normales/húmedas                                                                  | Sin impactos de sequía                            |
| D0 - Anormalmente seco | Los primeros signos de sequedad pueden ralentizar la plantación y afectar al agua superficial | Sequedad a corto plazo; tensión menor             |
| D1 - Sequía moderada   | Agotamiento notable de la humedad del suelo; baja agua; restricciones voluntarias             | Estrés en los cultivos; reducción del caudal      |
| D2 - Sequía severa     | Escasez común de agua; probable pérdida de cultivos/pastos                                    | Posibles restricciones obligatorias               |
| D3 - Sequía extrema    | Grandes pérdidas de cultivos/pastos;                                                          | prohibiciones de incendios; estrés hídrico severo |

| Categoría               | Descripción                                                  | Impactos típicos                         |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                         | restricciones generalizadas                                  |                                          |
| D4 - Sequía Excepcional | Pérdidas excepcionales y generalizadas; emergencias por agua | medidas de emergencia; impactos críticos |

#### 4.11.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)

Puerto Rico tiene un clima tropical húmedo caracterizado por dos estaciones bien definidas: una estación de lluvias, que se extiende de mayo a noviembre, y una estación seca, que va de diciembre a abril. Las regiones interior oriental y occidental registran la mayor precipitación anual, mientras que la zona norte recibe significativamente más lluvia que el sur. El USGS identificó que condiciones de sequía importante se han producido en 1967 – 1969, 1974, 1994, 1997, 2001-2002 y 2013-2016. Según registros históricos, el gobierno federal ha activado sus recursos para hacer frente a las condiciones de sequía (USGS, 2014)(DNER, 2016);

- Condiciones de sequía extrema en Puerto Rico (DR-170-PR) – Fecha de declaración: 26 de mayo de 1964.
- Impacto de la sequía en Puerto Rico (EM-3002-PR) – Fecha de la declaración: 29 de agosto de 1974.

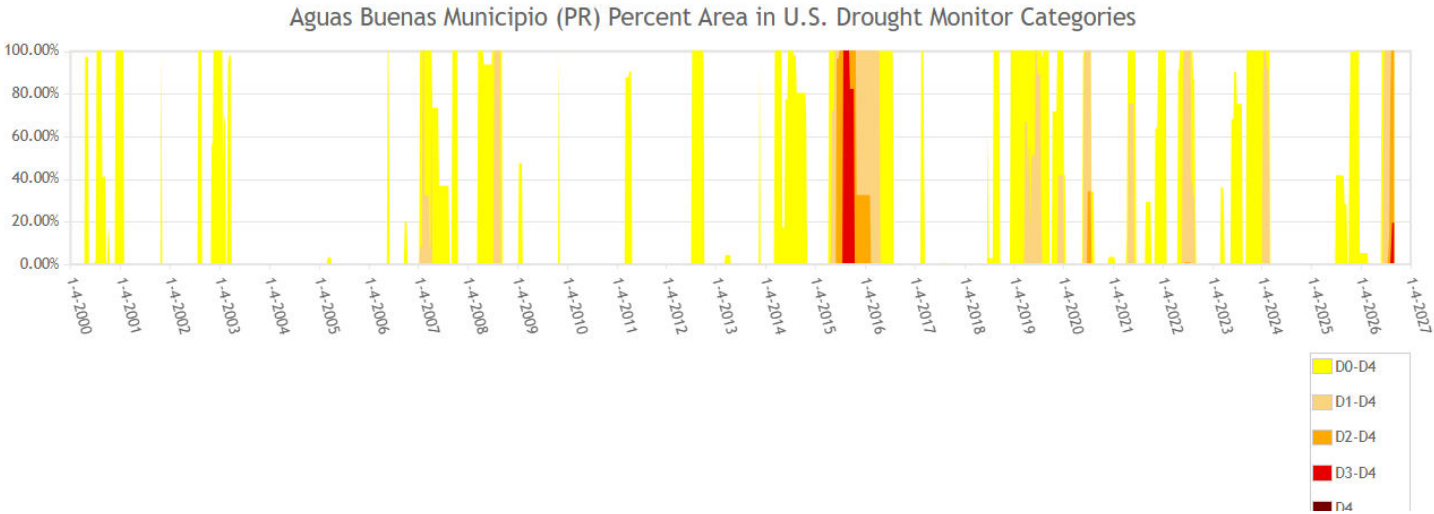
Durante la estación de lluvias, la precipitación proviene principalmente de procesos locales de convección, efectos orográficos, olas tropicales y ciclones. En contraste, las precipitaciones durante la estación seca están mayormente asociadas a la influencia de frentes fríos y valles (CEACC, 2024).

La Figura 22 muestra el porcentaje de Aguas Buenas clasificadas dentro de las categorías de Monitores de Sequía de EE. UU. (D0-D4) desde 2000 hasta 2026. La mayoría de las ocurrencias de sequía están representadas por D0-D4 (anormalmente secas o peores) y periódicamente alcanzan el 100% del área municipal, lo que indica que todo el municipio se vio afectado durante varios eventos.

La sequía más destacada ocurrió durante 2015-2016, cuando el municipio alcanzó una cobertura del 100% en las categorías más severas, incluyendo D3-D4 y D4. Se pueden observar otros periodos con cobertura generalizada de sequía durante 2007-2008, 2014-2015, 2018-2020, 2021-2024 y 2026, con varios casos en los que un gran porcentaje del municipio se vio afectado. En general, el gráfico indica condiciones de

sequía recurrentes de diversa severidad a lo largo del periodo registrado, con el evento más grande y severo ocurriendo en 2015-2016.

Figura 22: Porcentaje de área de Aguas Buenas Municipio (PR) en las categorías de Monitores de Sequía de EE. UU.



Fuente: Monitor de Sequías de EE. UU.

#### 4.11.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)

El USGS informa que, en Puerto Rico, la sequía ocurre en 15 de cada 18 años (USGS, 2016)(USGS, 2014). Datos científicos recientes muestran que la región del Caribe enfrenta una mayor vulnerabilidad a los riesgos de sequía. (USGCRP, 2018). La probabilidad de ocurrencia de sequía es difícil de prever o prever a largo plazo. Sin embargo, como muestra la figura 22, los periodos de sequía moderada se han vuelto más frecuentes desde 2018.

#### 4.11.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

Si la sequía provoca racionamiento de agua potable, el municipio podría experimentar pérdidas económicas hasta el punto en que los servicios se vean afectados inmediatamente por el cierre parcial o total de escuelas, negocios, zonas industriales y oficinas públicas y privadas.

El posible impacto económico de una sequía prolongada surgiría de la necesidad de movilizar al municipio para satisfacer las necesidades básicas de su población durante el periodo de emergencia. Este coste está asociado a la movilización de

recursos como personal y equipos para la distribución de agua a las comunidades e instalaciones municipales. Sin embargo, el municipio no ha podido cuantificar el impacto económico de este gasto, ni el impacto en la agricultura, debido a la falta de información. Dado que la sequía es un peligro que no afecta directamente a las estructuras, no se genera una estimación en dólares de las pérdidas estructurales.

Entre otros efectos, se traduce en un aumento de los precios de los alimentos, pérdida de producción agrícola, impactos en los sectores industrial, comercial y de servicios, pérdidas en la energía hidroeléctrica y pérdidas en la industria turística, ya sea nacional o visitantes extranjeros.

#### *4.11.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS*

Documentar el impacto fiscal de una sequía es un proceso complejo debido a la amplia variedad de formas en que este evento climático afecta a la sociedad (DNER, 2015). Por ejemplo, durante la sequía de 2015 (véase la Figura 22) se implementó un plan de racionamiento de agua potable para el Área Metropolitana de San Juan (SJMA), de la que forma parte Aguas Buenos.

Otra forma de documentar las pérdidas causadas por el periodo de sequía es observando el impacto en el sector agrícola. El Departamento de Agricultura de Puerto Rico informó que la sequía 2015-2016 tuvo un impacto neto de 14.000.000,00 de dólares en el sector agrícola.

#### *4.11.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

La sequía puede poner a duras penas las infraestructuras críticas al reducir la disponibilidad de agua para los sistemas municipales, forzando racionamiento e interrupciones de servicios. La escasez prolongada de agua puede interrumpir las operaciones en escuelas, hospitales y empresas, provocando pérdidas económicas y reducción de los servicios públicos. La infraestructura energética también se ve afectada, ya que la generación hidroeléctrica disminuye cuando bajan los niveles de embalses, aumentando la dependencia de alternativas costosas. Los sistemas de transporte pueden sufrir impactos indirectos, como daños en las carreteras por la contracción del suelo y un aumento del riesgo de incendios forestales cerca de las autopistas. Los servicios de comunicación y emergencia se enfrentan a desafíos cuando la escasez de agua limita los sistemas de refrigeración y las capacidades de extinción de incendios. En general, la sequía genera efectos en cascada en las redes

de infraestructuras, amplificando vulnerabilidades y requiriendo estrategias coordinadas de mitigación.

Como se mencionó anteriormente, si se produce una sequía que provoca el racionamiento de agua potable, el municipio sufrirá pérdidas económicas en la medida en que el funcionamiento normal de las operaciones gubernamentales se vea inmediatamente afectado por el cierre parcial o total de escuelas, negocios, zonas industriales y oficinas públicas y privadas. Esto tiene un efecto directo principalmente sobre las operaciones normales de los activos, ya que los servicios que proporcionan se ven negativamente afectados por el racionamiento o la falta de servicios de agua. A medida que aumentan los episodios de sequía, su impacto en estas operaciones se vuelve mayor. Sin embargo, la sequía no tiene un efecto directo sobre las instalaciones y activos críticos del municipio.

El municipio de Aguas Buenas se encuentra en varias cuencas clave, incluyendo las de los ríos Bayamón, Guaynabo y Bairoa, y se encuentra en tres de las cuencas hidrológicas más importantes de Puerto Rico: el río La Plata, el río más largo; el río Grande de Loíza, el más voluminoso y el tercero más largo; y el río Bayamón (también conocido como río Hondo). Estos sistemas fluviales alimentan los embalses Carraízo y La Plata que, junto con el lago Cidra, suministran agua a aproximadamente un tercio de la población de la isla. Como resultado, Aguas Buenas desempeña un papel fundamental en la gestión de los recursos hídricos de Puerto Rico y en las condiciones de sequía en el municipio, que pueden tener impactos de gran alcance a escala isleña.

#### *4.11.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

Como se menciona en la Sección 3.4.2, la población vulnerable estimada de Aguas Buenas es del 38.87%. Si el patrón iniciado en 2019 continúa, la población vulnerable seguirá enfrentando grandes desafíos en cuanto al acceso al agua potable. Las comunidades experimentarán una disminución en la disponibilidad de agua, esencial para la producción industrial y agrícola, así como para el uso personal de los residentes. También puede afectar a la salud pública. Esto resulta en una reducción de la calidad de vida, el estrés mental y físico, y el malestar social, con posibles riesgos de desnutrición, deshidratación y enfermedades. Dado que los efectos de un periodo de sequía pueden afectar a toda la población (incluso periodos de sequía que no afecten directamente al territorio municipal), es recomendable que la administración municipal considere a toda la población de Aguas Buenas como expuesta a este peligro.



#### *4.11.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

Cuando una región experimenta periodos prolongados y acumulativos de poca o ninguna lluvia, comienza una sequía. Este peligro natural tiene efectos adversos sobre la biodiversidad y los suministros de agua. Por ejemplo, un déficit de precipitaciones reduce los niveles de agua en cuerpos de agua superficiales, incluidos ríos, arroyos y embalses, afectando a los ecosistemas locales y a la flora y fauna asociadas. El daño a la vegetación afecta directamente a los hábitats animales, creando un desequilibrio en la disponibilidad de alimento para la fauna. La agricultura en la zona también se ve gravemente afectada por la falta de agua.

Cuando la precipitación está significativamente por debajo de los niveles normales, provoca graves desequilibrios hidrológicos que afectan negativamente a los sistemas de productividad de la tierra. De manera similar, el crecimiento y las cosechas de los cultivos disminuyen, al igual que la disponibilidad y calidad del agua potable. La sequía también puede provocar la degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y especies, la erosión eólica y un aumento del riesgo de incendios forestales.

#### *4.11.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)*

A largo plazo, los desafíos que plantean las sequías podrían aumentar debido a cambios en los patrones de precipitación. Esto significa que cuando ocurren sequías, pueden ser más intensas, durar más y cubrir áreas geográficas más amplias que las experimentadas en el pasado, aumentando así la vulnerabilidad poblacional.

En general, las tendencias demográficas en el municipio de Aguas Buenas muestran un descenso en los patrones poblacionales a nivel de barrio. Sin embargo, se estima que la población municipal de 65 años o más creció (véase la Sección 3.4). Este aumento de la población mayor, un sector particularmente vulnerable, requiere especial atención al abordar el riesgo de sequía.

A medida que se desarrollen futuras estructuras, es fundamental señalar que aprobar proyectos cerca de sumideros o que utilicen sistemas sépticos aumenta el potencial de contaminación. En condiciones de sequía, esto limita considerablemente el uso de agua subterránea. Otro factor que reduce la disponibilidad de agua subterránea como fuente alternativa durante la sequía es la impermeabilización superficial del

suelo y la obstrucción o relleno de aberturas de sumideros. Estas acciones suelen aumentar la escorrentía superficial y reducir la recarga natural del acuífero.

## 4.12 INCENDIOS FORESTALES (E1-A)

### 4.12.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

Los incendios forestales son incendios incontrolados que se propagan a través de combustibles vegetativos, amenazando y potencialmente consumiendo estructuras, además de afectar a la salud humana y a los ecosistemas. Estos incendios suelen comenzar desapercibidos y propagarse rápidamente. Normalmente se caracterizan por un humo denso que cubre las áreas circundantes. Los incendios pueden producirse bajo diversas condiciones meteorológicas en cualquier época del año, pero la mayor actividad se produce cuando los combustibles finos están latentes y en su punto más seco debido a la baja precipitación.

En 2021, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico publicó su Plan de Acción Forestal (DNER, 2021). En este documento, la agencia sostiene que la gestión de incendios forestales es un tema urgente tanto a nivel local como global debido a las complejas interacciones entre la actividad humana, la dinámica del fuego y los paisajes naturales. Aunque la investigación ha demostrado que el fuego influye en la estructura y función de los ecosistemas, sus efectos sobre los servicios ecosistémicos siguen siendo inciertos debido a factores interrelacionados como cambios en la cobertura del suelo, especies invasoras y clima extremo (Gould, 2008).

Una comprensión clara de los impactos ecológicos y sociales de los incendios forestales en los ecosistemas naturales de Puerto Rico es esencial para guiar estrategias efectivas de conservación y gestión. Los esfuerzos de prevención deben extenderse tanto a los propietarios privados de bosques como al público, ya que la mayoría de los incendios en la isla son causados por humanos (Gould, 2008). Históricamente, la monitorización y la investigación de incendios en la región han recibido poca atención. Actualmente, los incendios ocurren predominantemente en zonas de bosques secos, donde el riesgo es mayor. Sin embargo, el clima extremo, las sequías prolongadas y la fragmentación del paisaje inducida por el ser humano podrían expandir las condiciones propensas al fuego hacia bosques tropicales húmedos y húmedos, así como hacia áreas tradicionalmente no afectadas por el fuego (Gould, 2008).

La mayoría de los incendios se encuentran en zonas de bosques secos. Sin embargo, el aumento de las temperaturas, las sequías más frecuentes y la propagación de

especies invasoras están haciendo que los bosques sean más susceptibles a los incendios forestales. Este cambio ya es evidente en todo Puerto Rico, donde los incendios son cada vez más frecuentes y ocurren en zonas sin antecedentes de tales eventos (Robbins, Eckelmann, & Quiñones, 2009). El clima extremo, las sequías prolongadas y la fragmentación del paisaje causada por las acciones humanas han ampliado las zonas propensas a incendios, incluyendo bosques tropicales húmedos y regiones no boscosas que tradicionalmente enfrentaban poco riesgo de incendios (DNER, 2021).

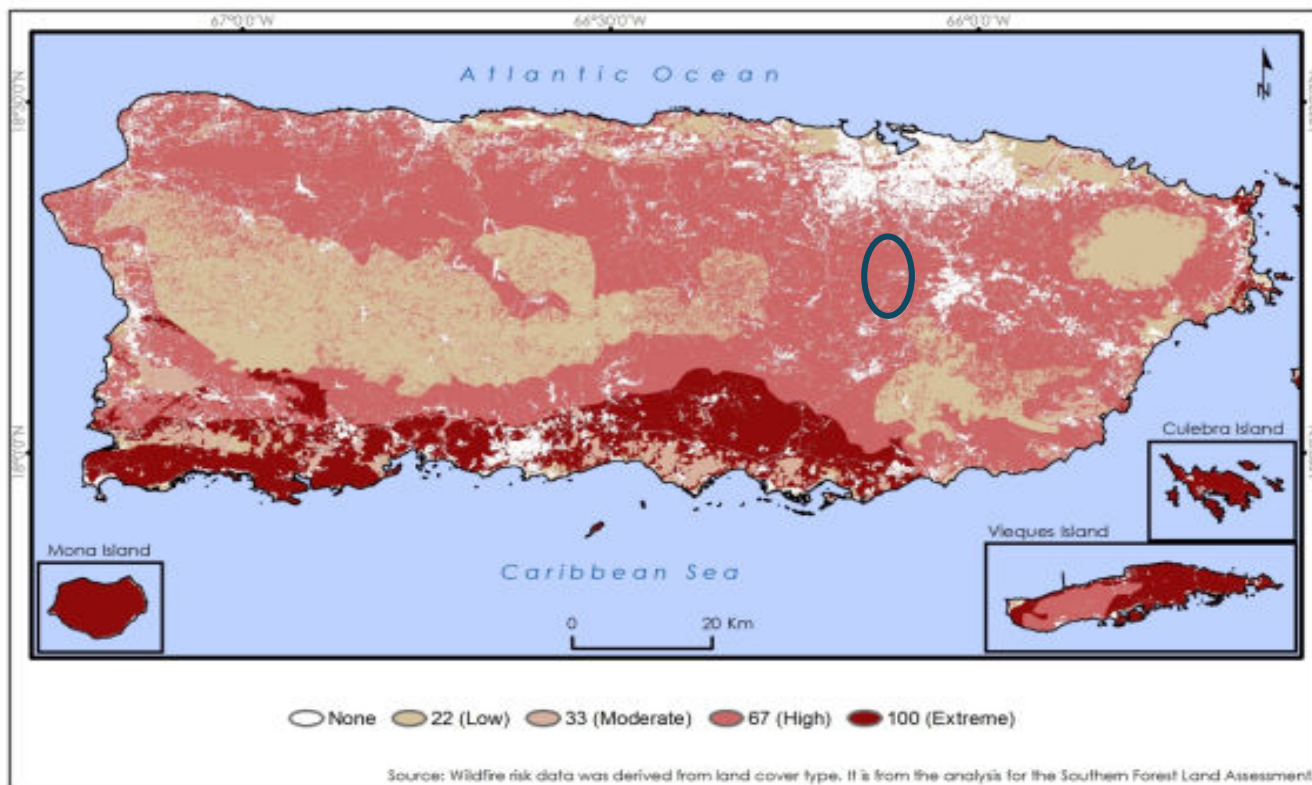
El aumento de las temperaturas, las sequías más frecuentes y la propagación de especies invasoras están haciendo que los bosques sean más susceptibles a los incendios forestales. Este cambio ya es evidente en Puerto Rico, donde los incendios son cada vez más frecuentes y ocurren en zonas sin antecedentes de tales eventos (Robbins, Eckelmann y Quiñones, 2009).

#### *4.12.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)*

La figura 23 (DNER, 2021) ofrece una visión general de las áreas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo distintos niveles de incidencia de incendios forestales, según lo definido por la Evaluación Federal de Tierras del Sur (SFLA). Esta información proporciona el estado del conocimiento de lo que se conoce como paisajes propensos al fuego. La combinación de presencia humana, combustibles secos y condiciones climáticas explica el alto número de incendios en la llanura costera sur.

Dentro del municipio de Aguas Buenas —generalmente correspondiente a la ubicación destacada por el óvalo azul— el paisaje se caracteriza predominantemente por una alta incidencia de incendios forestales.

*Figura 23: Visión general de las zonas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes niveles de incidencia de incendios forestales según la SFLA*



La figura indica que Aguas Buenas se encuentra en un área que va desde baja hasta extrema susceptibilidad a incendios forestales. El municipio se encuentra en la parte centro-este de la isla principal y principalmente dentro de un área clasificada como de alto riesgo de incendios forestales (mostrada en rosa). También son visibles pequeñas áreas dispersas de riesgo moderado (amarillento) y áreas localizadas sin riesgo cartografiado (blanco) cercanas. Las concentraciones más altas de riesgo extremo de incendios forestales (rojo oscuro) se encuentran principalmente a lo largo de la parte sur de Puerto Rico y no son prevalentes dentro del área circundada.

En Puerto Rico, las áreas potencialmente afectadas por incendios forestales incluyen las llanuras costeras secas del sur, zonas de interfaz entre zonas silvestres y urbanas y comunidades situadas cerca de pastizales, bosques u otra vegetación propensa al fuego. Dentro de estas áreas, los incendios pueden afectar estructuras residenciales, instalaciones críticas, infraestructuras de servicios, sistemas de comunicación y rutas de evacuación. Los desarrollos situados cerca de vegetación combustible pueden enfrentarse a una mayor exposición, especialmente durante condiciones de sequía y periodos de vientos fuertes. La extensión del área afectada puede expandirse

rápidamente cuando la vegetación, el clima y los patrones de desarrollo facilitan la propagación del fuego.

#### *4.12.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)*

La clasificación principal del Servicio Forestal de los Estados Unidos para tipos de incendios es: (USFS, n.d.)

- **Incendio en el suelo** – Fuego que quema en el material orgánico bajo la capa de hojarasca, principalmente por combustión humeante. Los incendios de sotobosque, turba, musgo muerto y líquenes, y madera podrida suelen ser fuego en el suelo. Este tipo de incendio afecta a la vegetación baja (pastizales, arbustos y bases de árboles). Dependiendo de factores ambientales (composición y densidad de la vegetación, orientación y pendiente de la pendiente, velocidad del viento, entre otros), estos incendios pueden variar en intensidad, pero generalmente liberan menos energía térmica que los incendios que se propagan por los doseles arbóreos.
- **Incendios de corona** – Fuego que ardió en las copas de árboles y arbustos. Este tipo de incendio suele ser provocado por un incendio superficial. Los incendios de corona son comunes en bosques de coníferas y matorrales tipo chaparral. En los incendios de corona, el fuego trepa por ramas bajas hasta alcanzar el dosel arbóreo. Sin embargo, su propagación se mantiene principalmente en superficie, a menudo porque los árboles son escasos y sus doseles están demasiado separados.
- **Fuego superficial** – Fuego que ardió en la basura y otros combustibles vivos y muertos en o cerca de la superficie del suelo, principalmente por combustión en llamas.

Mientras que FEMA sigue una tipología de cuatro clasificaciones (FEMA, 1997):

- **Incendios forestales** – Alimentados casi exclusivamente por vegetación natural. Normalmente ocurren en bosques y parques nacionales, donde las agencias federales son responsables de la gestión y supresión de incendios.
- **Incendios de interfaz o mezclados** – Incendios que ocurren en áreas urbanas y/o forestales donde la vegetación y el entorno integrado proporcionan el combustible.

- **Tormentas de fuego** – Eventos de tal intensidad extrema que la supresión efectiva es prácticamente imposible. Las tormentas de fuego ocurren en condiciones meteorológicas severas y generalmente arden hasta que cambian las condiciones o se agota el combustible disponible.
- **Quemas intencionadas y prescripciones** – Incendios causados por intervención humana e incendios naturales permitidos intencionadamente para quemar vegetación con fines de gestión.

Otra tipología es la distinción entre incendios forestales e incendios de interfaz urbano-forestal (WUI). Los incendios se producen en áreas con desarrollo mínimo, excepto en infraestructuras como carreteras o líneas eléctricas. Los incendios WUI, en cambio, implican situaciones en las que el fuego se propaga a áreas con estructuras u otros desarrollos humanos. En los incendios de WUI, las llamas se alimentan tanto de la vegetación como de los elementos estructurales de las zonas urbanas. La Administración de Incendios de EE. UU. define WUI como la zona o área donde las estructuras y desarrollos humanos se encuentran o se mezclan con vegetación y combustibles forestales (US Fire Administration, 2025).

Los incendios forestales tienden a estar asociados con áreas de clima modelo, como California o Canadá. Sin embargo, la experiencia reciente en el Estado de Hawái demostró que los incendios forestales rápidos y mortales pueden ocurrir incluso en zonas tropicales húmedas. El catastrófico incendio de Lahaina de agosto de 2023 envió llamas rápidas y devastadoras a barrios densamente construidos, revelando graves vulnerabilidades en los sistemas de alerta temprana, la planificación de evacuaciones y la preparación comunitaria. Impulsado por vegetación seca, fuertes vientos y condiciones de sequía récord, el incendio incendió rápidamente estructuras y sobrepasó los esfuerzos de respuesta a emergencias. Una investigación independiente del Instituto de Investigación en Seguridad contra Incendios destaca que la resiliencia insuficiente de infraestructuras, las redes de comunicación insuficientes y la falta de planificación interinstitucional coordinada amplificaron significativamente el impacto del desastre.

Los incendios forestales en Puerto Rico pueden aumentar rápidamente en magnitud cuando la vegetación seca, las condiciones de sequía y los fuertes vientos coinciden, especialmente en áreas densamente desarrolladas de la interfaz entre zonas silvestres y urbanas. En estas condiciones, un incendio podría extenderse a barrios residenciales, dañar viviendas e instalaciones críticas, interrumpir infraestructuras



eléctricas y de comunicaciones, obstruir las rutas de evacuación y saturar las capacidades locales de respuesta a emergencias. El incendio de Lahaina demuestra que las ubicaciones tropicales o húmedas pueden experimentar impactos catastróficos de incendios cuando condiciones meteorológicas extremas se combinan con infraestructuras vulnerables, capacidad limitada de alerta y opciones de evacuación limitadas. En consecuencia, un gran incendio forestal en Puerto Rico podría causar pérdidas estructurales extensas, interrupciones en el servicio, desplazamientos, lesiones y pérdida de vidas.

#### *4.12.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)*

Citando datos de la Oficina de Bomberos de Puerto Rico (PRFB), el Plan de Acción Forestal de Puerto Rico indica que se reportaron un total de 7,099 incendios forestales en Puerto Rico entre 2018 y 2020. El mayor número de incidentes ocurrió en 2020, con 5,077 incendios registrados. Las regiones más afectadas fueron Ponce, Guayama y Mayagüez (DNER, 2021).

Dentro de las Áreas Naturales Protegidas del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DNER), la incidencia de incendios aumentó en 2019 en comparación con 2018. Los lugares afectados destacados incluyeron el Bosque Estatal de Guánica, el Refugio de Vida Silvestre Boquerón, la Reserva Natural Punta Cuchara, la Reserva Natural Caño Tiburones y la Reserva Natural de la Laguna Tortuguero. La mayoría de estos incendios estaban relacionados con actividades humanas, como hogueras desatendidas, cigarrillos desechados, quemas intencionadas, quemaduras inapropiadas de residuos y quemaduras prescritas mal gestionadas en pastizales (DNER, 2021).

La alta frecuencia de incendios forestales en Puerto Rico pone de manifiesto la urgente necesidad de una educación específica y de esfuerzos de divulgación pública para aumentar la concienciación. Cuando se combinan con una gestión activa de la tierra y un enfoque de conservación a escala paisajística, estas iniciativas pueden ayudar a reducir la ocurrencia de incendios y mitigar presiones adicionales sobre los ecosistemas forestales.

Según la información disponible de la Oficina de Bomberos de Puerto Rico, se reportaron incidentes de incendios forestales durante 2024. Dado que los registros pueden no representar un registro completo de todos los incidentes de incendios, la siguiente tabla resume los incidentes para los que había información disponible en el momento de la actualización del Plan.

Tabla 40: Incendios forestales registrados

| Número de caso | Fecha de descubrimiento    | Fecha de contención           | Coordenadas del incidente |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| BPR010724-462  | 2024-01-07 12:25:26.236000 | 2024-01-07 12:54:29.279000    | -66.117,<br>18.4315       |
| PR021124-424   | 2024-02-11 12:00:28.640000 | 2024-02-11 14:09:26.109000    | 0.0, 0.0                  |
| PR021724-429   | 2024-02-17 11:10:41.453000 | 2024-02-17 11:41:29.255000    | -66.13206,<br>18.2577     |
| BPR060824-597  | 2024-06-08 12:46:22.995000 | 2024-06-08<br>13:52:49.930000 | -66.1283,<br>18.2462      |
| PR071324-906   | 2024-07-13 19:54:26.630000 | 2024-07-13 21:18:20.022000    | -66.16229,<br>18.2796     |

Fuente: Oficina de Bomberos de Puerto Rico

#### 4.12.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)

Las tendencias a largo plazo en los patrones de lluvia, como las causadas por fluctuaciones en la Oscilación El Niño–Sur (ENSO), pueden conducir a períodos secos prolongados (CCOF, 2026), reducción de la humedad del suelo y aumento del estrés vegetal. Cuando se combinan con el aumento de las temperaturas, estas condiciones aceleran la evapotranspiración y secan aún más los combustibles, aumentando significativamente la probabilidad de ignición y propagación del fuego. Como resultado, las zonas que históricamente no han sido propensas a incendios pueden volverse cada vez más susceptibles bajo estas condiciones climáticas cambiantes.

### 4.12.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

#### 4.12.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS

Los incendios forestales son causados tanto por factores naturales, como ciertas especies vegetales, como por acciones intencionadas, en las que los humanos utilizan el fuego deliberadamente. Estas variables desempeñan un papel fundamental en la determinación de la magnitud de un evento de incendio. Las pérdidas potenciales aumentan en función de la densidad poblacional, el número de estructuras y los ecosistemas situados en la zona afectada. La magnitud y gravedad del incendio dependen en gran medida de las condiciones climáticas y la actividad humana.

Actualmente no hay datos suficientes para estimar las pérdidas económicas por daños en edificios causados por este peligro. Del mismo modo, en el momento de actualizar este Plan, el municipio no disponía de una estimación oficial de los daños. El municipio adoptará un enfoque proactivo e incluirá esta información en la próxima actualización del Plan, si está disponible.

#### *4.12.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

Los incendios forestales suponen una amenaza significativa para las infraestructuras críticas, generando impactos en cascada en sistemas eléctricos, comunicaciones, suministro de agua, transporte y el entorno construido. La red eléctrica es especialmente vulnerable. Investigaciones de los Laboratorios Nacionales Sandia (Sandia National Laboratories, n.d.) y otras instituciones muestran que los incendios pueden dañar componentes de la red y ser provocados por ellos, como se vio en el incendio de 2018, que causó daños por valor de 9.300 millones de dólares. Para abordar esto, el Departamento de Energía de EE. UU. ha invertido 3.460 millones de dólares a través de su programa de Alianzas para la Resiliencia de la Red e Innovación (DOE, 2023), financiando proyectos que incluyen la instalación de cables eléctricos subterráneos, la instalación de postes resistentes al fuego y el despliegue de sensores avanzados.

La infraestructura de comunicaciones enfrenta riesgos similares. Un estudio realizado por investigadores de la Universidad de Wisconsin–Madison encontró que, aunque las torres de telefonía móvil suelen permanecer físicamente intactas durante los incendios, las interrupciones en el servicio son generalizadas debido a cortes de electricidad (Anderson, Barford, & Barford, 2020).

Los sistemas de agua y las cuencas hidrográficas también se ven significativamente afectados. Tras un incendio, la pérdida de vegetación y el desarrollo de suelos repelentes al agua aumentan la probabilidad de inundaciones y flujo de escombros. Estos procesos pueden introducir sedimentos, nutrientes y metales pesados en los suministros de agua.

La infraestructura de transporte sufre tanto impactos directos como indirectos. Las carreteras, puentes y sistemas de drenaje suelen verse dañados o debilitados por inundaciones posteriores al incendio y flujos de escombros. Al mismo tiempo, los edificios y otras estructuras situados en la interfaz entre zonas silvestres y urbanas se enfrentan a un riesgo creciente a medida que el cambio climático y la expansión urbana siguen aumentando la exposición a los riesgos de incendios forestales.

En general, los incendios forestales crean amenazas complejas e interconectadas para las infraestructuras críticas. Abordar estos riesgos requiere una combinación de soluciones de ingeniería, modelado avanzado, reformas políticas y una participación de la comunidad. Tanto fuentes académicas como gubernamentales destacan la importancia de medidas proactivas como el fortalecimiento de infraestructuras, la mejora de las prácticas de gestión de la tierra e implementación de una planificación de resiliencia para reducir la vulnerabilidad y apoyar la recuperación.

Los incendios forestales en Puerto Rico ocurren con mayor frecuencia durante los periodos de sequía, especialmente en la región sur de la isla. Estos eventos tienen consecuencias sociales y económicas sustanciales, principalmente debido a daños o pérdida de propiedades e infraestructuras. Cuando las zonas afectadas funcionan como centros económicos o de empleo, los incendios pueden provocar la pérdida de empleos y una interrupción económica más amplia. Además, el aumento del riesgo de incendios forestales suele provocar primas de seguro más altas a medida que aumenta la demanda de cobertura para compensar posibles pérdidas. En conjunto, estos impactos suponen una presión significativa sobre las economías y comunidades locales y contribuyen a un declive social más general.

#### *4.12.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

Las vulnerabilidades sociales desempeñan un papel fundamental en la configuración de cómo las comunidades experimentan y se recuperan de los incendios forestales. Las investigaciones muestran consistentemente que las poblaciones con mayores niveles de pobreza, adultos mayores, personas con discapacidad, dominio limitado del inglés y hogares sin transporte fiable enfrentan mayores dificultades para prepararse, evacuar y recuperarse tras incendios forestales. El Índice de Vulnerabilidad Social (SVI) del CDC/ATSDR identifica estas condiciones demográficas y socioeconómicas como factores clave que aumentan la susceptibilidad a los impactos de desastres, incluidos los incendios forestales, al limitar la capacidad de adaptación y afrontamiento de una comunidad antes, durante y después de un evento. Estudios a escala nacional demuestran además que las comunidades estadounidenses que sufren ocurrencia o exposición a incendios tienden a tener niveles sistemáticamente más altos de vulnerabilidad social, incluyendo mayor desempleo, menor nivel educativo y mayores concentraciones de poblaciones con necesidades médicas o de asistencia social (Schumann, III, et al., 2024).

Los incendios forestales también agravan las desigualdades existentes mediante

impactos indirectos como desplazamientos prolongados, pérdida de medios de vida y efectos en la salud por la exposición al humo. Estudios revisados por pares muestran que las poblaciones socialmente vulnerables experimentan cargas desproporcionadas para la salud por el humo de los incendios, incluyendo mayores tasas de enfermedades respiratorias y cardiovasculares y un mayor riesgo de mortalidad, debido a condiciones de salud preexistentes y acceso limitado a atención médica. FEMA y la Administración de Bomberos de EE. UU. enfatizan que los adultos mayores, hogares de bajos ingresos, personas que viven en casas móviles y personas sin acceso a vehículos privados enfrentan un mayor riesgo de lesiones o muerte durante evacuaciones por incendios, lo que subraya la importancia de incorporar la vulnerabilidad social en la mitigación, planificación de evacuación y estrategias de recuperación (Dennin, Nock, Muller, Akindele, & Adams, 2025). Una parte significativa de la población de Aguas Buenas se considera vulnerable (38.87%), y el aumento del riesgo de incendios puede afectar desproporcionadamente a estos residentes al amenazar hogares, limitar el acceso a servicios esenciales y agravar los riesgos para la salud asociados a la exposición al calor y al humo.

#### *4.12.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES*

La gravedad, escala y consecuencias de los incendios forestales pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Impacto en el paisaje – El efecto más visible tras un incendio forestal es la pérdida de calidad paisajística causada por la destrucción de la cobertura vegetal y su regreso a etapas ecológicas anteriores.
- Impacto en la fauna – Los incendios forestales afectan inmediatamente a la fauna, matando a animales incapaces de escapar, como invertebrados, pequeños vertebrados, animales jóvenes con movilidad limitada e incluso grandes herbívoros y carnívoros atrapados por las llamas y las vallas. Los incendios también provocan migración debido a la pérdida de pastos, hábitats y especies en peligro.
- Impacto en el suelo – Los incendios forestales alteran la estructura del suelo y aumentan considerablemente su vulnerabilidad a la erosión. La materia orgánica se pierde mediante la combustión, desestabilizando los agregados del suelo y causando una desintegración progresiva. Las partículas sólidas son eliminadas por la erosión por lluvia o viento. A menudo se forman capas hidrofóbicas, causadas por sustancias orgánicas repelentes al agua y cambios en la

composición mineral, que impiden la infiltración de agua y aceleran la erosión. Pérdidas significativas de suelo y materia orgánica reducen los niveles de nutrientes, disminuyendo la fertilidad. El calor también mata a muchos organismos, reduciendo la actividad biológica y alterando los ciclos biogeoquímicos. Sin embargo, no todos los efectos son negativos. Los incendios naturales (ahora cada vez más raros) pueden beneficiar la salud del bosque al movilizar nutrientes y controlar las plagas. Los incendios de baja intensidad ayudan a retener carbono en el suelo, evitando su liberación en forma de dióxido de carbono.

- Alteración del ciclo del agua - La pérdida de suelo cambia drásticamente el ciclo hidrológico. La reducción de la infiltración disminuye las reservas de agua subterránea que alimentan a los acuíferos esenciales para la agricultura y el uso urbano. La escorrentía superficial aumenta, intensificando la erosión y contribuyendo a inundaciones tras lluvias intensas.
- Aumento de las emisiones de carbono - La combustión durante incendios forestales libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y partículas en suspensión. Estas emisiones causan daños ambientales significativos y afectan negativamente a personas con enfermedades respiratorias (asma, EPOC, etc.).

Los incendios forestales pueden tener numerosas consecuencias ambientales, incluyendo la destrucción de la cobertura vegetal, la muerte o desplazamiento de la fauna, la pérdida de suelos fértiles y un aumento de los eventos de erosión. También pueden causar pérdidas significativas de vidas y propiedades, resultando en costes económicos considerables asociados a los esfuerzos de extinción y recuperación de incendios.

El impacto de los incendios forestales en los ecosistemas es severo y varía según la magnitud y frecuencia de estos eventos. Causan daños extensos a la vegetación, alteran los ecosistemas y conducen a la pérdida de fauna en las zonas afectadas. Además, los incendios forestales contribuyen a un aumento de la erosión del suelo, alteraciones en el ciclo hidrológico y mayores emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Estos factores aceleran colectivamente la degradación ambiental y del suelo.

En cuanto a los recursos culturales, los incendios forestales suponen una grave amenaza para ellos, incluidos los edificios históricos y los yacimientos arqueológicos. El calor intenso y las llamas pueden destruir estructuras, artefactos y archivos



insustituibles, borrando siglos de patrimonio en cuestión de horas. El humo y el agua utilizados en las labores de extinción pueden dañar aún más materiales delicados, mientras que la erosión y las inundaciones tras incendios pueden exponer o arrasar restos arqueológicos. Además, la pérdida de monumentos culturales altera la identidad y tradiciones comunitarias, afectando al turismo y a las economías locales. Proteger estos recursos requiere una planificación proactiva, medidas resistentes al fuego y colaboración entre agencias de emergencia y expertos en preservación cultural.

Más allá del daño físico, la pérdida de monumentos culturales altera la identidad y tradiciones de la comunidad, además de afectar al turismo y a las economías locales. Proteger estos recursos requiere una planificación proactiva, medidas resistentes al fuego y colaboración entre agencias de emergencia y expertos en preservación cultural.

#### *4.12.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)*

Puerto Rico ya experimenta una alta probabilidad anual de condiciones de apoyo a incendios forestales. Según la plataforma- ¡Think Hazard! apoyada por el Banco Mundial, el riesgo de incendios forestales en Puerto Rico está clasificado como Alto, lo que significa que hay una probabilidad superior al 50% en cualquier año de condiciones meteorológicas capaces de soportar un incendio forestal significativo que pueda causar impactos en la vida o la propiedad. Esta evaluación incorpora la ocurrencia histórica de incendios, variables climáticas, tipo de vegetación y condiciones de sequía, y se utiliza ampliamente en la planificación de infraestructuras y mitigación de riesgos a nivel mundial (World Bank, n.d.).

En conjunto, la mejor evidencia científica disponible indica que Puerto Rico enfrenta actualmente una probabilidad superior al 50% anual de las condiciones meteorológicas favorables a los incendios forestales, con probabilidades y gravedad futuras que se espera que aumenten debido al aumento de temperaturas, la expansión de las tierras secas y las sequías estacionales más largas. Aunque los porcentajes precisos de probabilidad de ignición no pueden proyectarse de forma fiable a escala municipal, hay alta confianza en que la ocurrencia de incendios, los días de clima de incendios y la superficie quemada aumentarán a mediados de siglo, especialmente en las regiones sur, occidental e interior de la isla (World Bank, n.d.).

## 4.13 PANDEMIA/EPIDEMIA

### 4.13.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

Una epidemia ocurre cuando la incidencia de una enfermedad o evento relacionado con la salud aumenta repentinamente y significativamente por encima de lo esperado en una comunidad o región específica. Según los CDC, una epidemia representa un aumento repentino de casos respecto a la línea base normal en una población, y los brotes —a menudo usados indistintamente— se refieren a tales eventos en áreas geográficas más limitadas (CDC, 2012).

Una pandemia es esencialmente una epidemia que se ha extendido a múltiples países o continentes, afectando a una gran parte de la población mundial. Los CDC la describen como una epidemia con amplia extensión geográfica, mientras que la Organización Mundial de la Salud la define como la transmisión mundial de una nueva enfermedad ante la que las personas generalmente tienen poca o ninguna inmunidad (CDC, 2012).

Estos términos enfatizan tanto la magnitud de los casos como su distribución geográfica: una epidemia es localizada, pero una pandemia se extiende a través de fronteras internacionales y afecta a los sistemas de salud pública globales. Por tanto, las respuestas de emergencia deben escalar desde intervenciones regionales durante epidemias hasta coordinar la acción global en pandemias.

#### 4.13.1.1 ZONA AFECTADA (B1-B)

Este LHMP considera que todas las áreas del municipio son igualmente vulnerables al Peligro Epidémico/Pandémico.

#### 4.13.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-C)

Aunque todos pueden causar pérdida de vidas y alteraciones económicas, es importante aclarar los términos:

- Epidemia se refiere a un aumento repentino en el número de casos de enfermedad más allá de lo que normalmente se espera dentro de una población y área geográfica específica.
- El término de brote comparte la misma definición que la epidemia, pero normalmente se utiliza para una zona más localizada.

- Clúster describe un agrupamiento de casos en un lugar y tiempo determinados que parece superar el número esperado, incluso si ese número esperado es desconocido.
- Pandemia se refiere a una epidemia que se ha extendido por varios países o continentes, afectando generalmente a una gran población (CDC, 2012).

#### 4.13.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-D)

La siguiente tabla que enumera epidemias y pandemias en Puerto Rico ha sido recopilada de diversas fuentes. Esta lista no pretende ser exhaustiva:

*Tabla 41: Pandemias y epidemias en Puerto Rico, 1855–2020*

| Enfermedad                                | Fecha       | Clasificación | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|-------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Epidemia de cólera                        | 1855 - 1856 | Epidemia      | Entre 1855 y 1856, Puerto Rico sufrió un gran brote de cólera que se cobró más de 25.820 vidas, representando aproximadamente entre el 4 y el 10% de la población de la isla en ese momento (Vega Lugo, 2021).                                                                                                                             |
| Sarampión y desnutrición                  | 1917 - 1918 | Epidemia      | Entre 1917 y 1918 se produjo un grave brote de sarampión, que resultó en casi 9.000 casos y aproximadamente 2.000 muertes. La alta mortalidad infantil—el 59% de las muertes en seis meses se producían en niños menores de dos años—se debió a la desnutrición y a las malas condiciones de vida (Rigau-Pérez & Vallejo - Calzada, 2020). |
| Gripe Española (pandemia de gripe A/H1N1) | 1918 - 1919 | Pandemia      | Puerto Rico se vio afectado por la pandemia global de gripe A/H1N1, también conocida como gripe española. A partir de junio de 1918, la propagación comunitaria produjo hasta 1.000 casos en cuatro días en zonas como Puerta de Tierra. El diagnóstico erróneo como dengue inicialmente ocultó                                            |

| Enfermedad    | Fecha       | Clasificación | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|-------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |             |               | el verdadero impacto (Rosario Urrutia, 2021).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Poliomielitis | 1960        | Epidemia      | La epidemia de polio de 1960 en Puerto Rico fue el brote de polio paralizante más grave en el hemisferio occidental en ese momento. Afectó a 68 de los 76 municipios, causando 495 casos de parálisis, principalmente entre niños en edad escolar (Timothee, Morris, Filiberti, & Mainardi, 1963).                                                                                                                                                                                                                          |
| Dengue        | 2013, 2024  | Brote         | El dengue es endémico en Puerto Rico, con brotes significativos que ocurrieron en 2013 y de nuevo en 2024. El brote de 2024 desencadenó una emergencia de salud pública, con 6.291 casos confirmados, una tasa del 4,2% de dengue grave y 11 muertes reportadas (Rodríguez, et al., 2024)(Ware-Gilmore, et al., 2025).                                                                                                                                                                                                      |
| Chikunguña    | 2014        | Epidemia      | El primer caso de Chikunguña adquirido localmente en Puerto Rico fue confirmado el 5 de mayo de 2014, lo que desencadenó una ampliación de los esfuerzos de vigilancia utilizando la infraestructura del dengue de Puerto Rico. Entre el 5 de mayo y el 12 de agosto de ese año, se notificaron 10.201 casos sospechosos (aproximadamente 282 por cada 100.000 habitantes), de los cuales 1.975 (68%) fueron confirmados en laboratorio. Durante este periodo, también se registraron cuatro muertes (Sharp, et al., 2014). |
| Zika          | 2015 - 2016 | Epidemia      | El primer caso de Zika de transmisión local en Puerto Rico se notificó en diciembre de 2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Enfermedad | Fecha       | Clasificación | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|-------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |             |               | Para abril de 2016, se habían evaluado más de 6.000 casos sospechosos, con 683 casos confirmados. Las mujeres embarazadas y problemas neurológicos relacionados (por ejemplo, síndrome de GuillainBarré) eran motivo de preocupación particular (Thomas, et al., 2016)(Dirlikov, et al., 2016). |
| COVID - 19 | 2020 - 2022 | Pandemia      | Ver narración más abajo                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## Pandemia de COVID-19

Puerto Rico confirmó su primer caso COVID19 —un turista europeo— el 8 de marzo de 2020. En respuesta, el Gobierno de Puerto Rico declaró el estado de emergencia el 12 de marzo e implementar medidas tempranas, incluyendo controles aeroportuarios y aislamiento obligatorio, según se detalla en los informes de situación epidémica del Departamento de Salud de Puerto Rico (PRDH, 2022) (COR3, n.d.). Para el 6 de abril de 2022, los datos oficiales informaron de 270,485 casos confirmados y 4,171 muertes por COVID-19 en Puerto Rico, según hojas de cálculo y paneles gubernamentales detallados mantenidos por el Departamento de Salud de Puerto Rico (PRDH, 2022)(COR3, n.d.).

El territorio experimentó importantes alteraciones económicas y sociales: un análisis bayesiano reveló una clara relación causal entre el aumento de las infecciones por COVID-19 y el incremento del desempleo, y estudios de ingeniería de la Universidad de Puerto Rico–Mayagüez estimaron que el desempleo superó el 17%, señalando también el elevado coste operativo para las empresas debido a los EPI y las medidas de seguridad (Hernández - Padilla & Méndez-Piñero, 2020).

Investigaciones posteriores en salud pública revelaron consecuencias generalizadas para la salud mental: un estudio encontró que el 31% de los trabajadores sanitarios obtuvieron puntuaciones en el rango de sintomatología depresiva tras el estrés combinado de desastres previos (por ejemplo, huracanes) y la pandemia; otro identificó altos niveles de ansiedad (26.9%) y estrés (69.9%) entre los médicos durante la segunda COVID19 ola (Hernández - Torres, et al., 2023)(Sánchez - Plazas, García - De Jesús, Martínez - González, Amaya - Ardila, & Almodóvar - Rivera, 2024).

#### *4.13.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)*

La susceptibilidad de Puerto Rico a futuras pandemias o epidemias queda subrayada por su clima subtropical, la distribución de la población y la infraestructura sanitaria. Un modelo de preparación para emergencias desarrollado por la universidad — encargado por el Departamento de Salud de Puerto Rico— simuló pandemias de gripe y demostró cómo las variaciones en la transmisibilidad de enfermedades, la capacidad sanitaria y los esfuerzos de mitigación pueden influir significativamente en las trayectorias de los brotes y en la probabilidad de sobrecarga del sistema sanitario. Además, el Programa de Preparación Hospitalaria (HPP) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. en Puerto Rico opera bajo la supervisión del Subsecretario de Preparación y Respuesta, con coaliciones coordinadas de atención sanitaria y sistemas especiales de patógenos diseñados explícitamente para reducir el riesgo pandémico reforzando la capacidad ante el aumento de la capacidad y el control de infecciones. Estos esfuerzos combinados reflejan un reconocimiento basado en datos de que, sin una inversión sostenida en infraestructura de salud pública y modelado de preparación, Puerto Rico sigue teniendo una probabilidad elevada de experimentar otra epidemia o pandemia (Hirsh & Centeno - Marín, 2015)(ASPR, n.d.).

### *4.13.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)*

#### *4.13.2.1 PÉRDIDAS ESTIMADAS*

La pandemia de COVID-19 provocó una mortalidad significativa en todo Puerto Rico, subrayando la importancia de los riesgos para la salud pública en la planificación local de mitigación. Los datos oficiales del Departamento de Salud de Puerto Rico indican que la mortalidad COVID-19 se rastrea a través de un sistema de vigilancia epidemiológica que recopila datos de certificados de defunción e investigaciones de casos, y se pone a disposición pública a través de portales de datos gubernamentales. A nivel territorial, miles de muertes se han atribuido a COVID-19 desde 2020, según se informan en conjuntos de datos oficiales y resúmenes federales. Sin embargo, los totales acumulativos de mortalidad para municipios individuales, incluyendo Aguas Buenas, no se publican de forma consistente como cifras estáticas únicas en los informes oficiales. En su lugar, los conteos de muertes a nivel municipal deben obtenerse consultando conjuntos de datos descargables proporcionados por el Departamento de Salud de Puerto Rico, que permiten a los usuarios filtrar los resultados por municipio.



Estos conjuntos de datos se consideran provisionales y están sujetos a retrasos en la notificación y validación continua de los registros de defunciones, según reconocen las autoridades sanitarias públicas. En consecuencia, aunque la mortalidad específica de COVID19 en Aguas Buenas no se registró como cifra fija publicada. Con base en los datos disponibles actualmente, no se puede determinar de forma fiable el número total de muertes relacionadas con COVID-19 en el municipio.

#### *4.13.2.2 LÍNEAS VITALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA*

La línea vital más afectada en caso de pandemia o epidemia es la línea de atención sanitaria y medicamentosa. Esto se debe a que, en respuesta a una pandemia/epidemia, hospitales, clínicas y otros centros sanitarios pueden verse desbordados por la alta demanda de servicios. Hay escasez de EPI, dispositivos médicos (ventiladores en caso de COVID-19) y personal médico. Dado que la pandemia/epidemia es la prioridad, habrá retrasos en la atención médica no relacionada. Por último, pueden surgir serios desafíos en la gestión de los servicios de mortalidad.

Sin embargo, otras líneas vitales pueden verse afectadas, como la Línea de Alimentación, Hidratación y Refugio, debido al aumento de la inseguridad alimentaria por el desempleo y los cierres económicos o la reducción de refugios por requisitos de control de infecciones. Las Líneas de Seguridad y Protección pueden verse afectadas por un alto ausentismo debido a enfermedades, cuarentena o responsabilidades de cuidado, y un aumento de los niveles de estrés y agotamiento entre los primeros intervinientes y los agentes de la ley.

Otras líneas vitales e infraestructuras críticas pueden verse afectadas por el aumento de la demanda, como el aumento de la demanda residencial de agua) o la falta de personal capacitado para mantener las operaciones existentes.

#### *4.13.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL*

Ante este peligro, se considera igualmente vulnerable a toda la población de Aguas Buenas. No obstante, además de la edad y la pobreza, la ACS de 2024 muestra que un total de 760 personas en Aguas Buenas no tenían seguro médico. Esto significa

que el 3.23% de la población total de Aguas Buenas no tiene seguro (US Census Bureau, 2025).

De esos, la mayoría del grupo sin seguro pertenecía a la cohorte de 55 a 44 años (3,252 personas), seguida por la cohorte de 6 a 18 años (3,219 personas). Los resultados de la ACS muestran que la población adulta joven es la más vulnerable en cuanto a personas sin seguro ante una pandemia o epidemia.

La Tabla 42 muestra la distribución de personas sin seguro en Aguas Buenas según el ACS 2020 - 2024.

Tabla 42: Número de personas en Aguas Buenas sin cobertura médica

| Cohorte de edad | Número de personas sin seguro |
|-----------------|-------------------------------|
| Menos de 6 años | 0                             |
| De 6 a 18 años  | 78                            |
| De 19 a 25 años | 78                            |
| De 26 a 34 años | 222                           |
| De 35 a 44 años | 165                           |
| 45 a 54 años    | 77                            |
| De 55 a 64 años | 119                           |
| De 65 a 74 años | 21                            |
| 75 años o más   | 0                             |

Fuente: Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense del Censo de EE. UU. 2020-2024

Esto se consideraría población en riesgo en caso de pandemia o epidemia. Más información sobre vulnerabilidad social puede encontrarse en la Sección 3.4.4.

#### 4.13.2.4 RECURSOS NATURALES Y CULTURALES

La literatura científica muestra que la pandemia de COVID-19 fue una mezcla de aspectos medioambientales. Por un lado, los confinamientos sin precedentes relacionados con la pandemia tuvieron efectos negativos en el entorno físico. Estos

impactos incluyeron un aumento de la contaminación por el uso generalizado de equipos de protección individual, deforestación, caza furtiva ilegal y tala, sobrepesca e interrupciones en programas y proyectos de conservación. Los hallazgos también señalan que la propagación de las pandemias puede intensificarse por la contaminación ambiental y el rápido crecimiento poblacional mundial (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022)(Guo & Lee, 2021).

Al mismo tiempo, a pesar de estos impactos adversos, el periodo de reducción de la actividad humana—a menudo denominado como el *Antropausia*—también produjo varios efectos positivos sobre los recursos naturales. Estos incluyeron reducciones a corto plazo de contaminantes del aire interior y exterior ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$  y  $CO_2$ ) y la disminución de la contaminación acústica por barcos, embarcaciones, vehículos y aeronaves. En conjunto, estos cambios beneficiaron a los ecosistemas acuáticos y a la calidad del agua, influyeron en el comportamiento de las aves, apoyaron la biodiversidad de la fauna y contribuyeron a la recuperación temporal de ecosistemas (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022).

En lo que respecta a los sitios culturales y patrimoniales, un informe de la UNESCO afirma que la crisis ha producido efectos tanto negativos como positivos en diferentes tipos de propiedades Patrimonio de la Humanidad. El cese repentino de los viajes y el turismo interrumpió el flujo de visitantes y eliminó una fuente crítica de ingresos para muchos sitios, donde los ingresos turísticos son esenciales para apoyar actividades de conservación, mantenimiento rutinario y salarios del personal. Las comunidades locales que rodean estas propiedades se vieron afectadas de forma similar, con una pérdida generalizada de empleo e ingresos (UNESCO, 2021).

Por el contrario, en algunos casos el menor nivel de actividad humana permitió que los esfuerzos de rehabilitación y restauración avanzaran de forma más eficiente, mientras que las presiones antropogénicas se redujeron temporalmente en muchas áreas naturales. Este contraste pone de relieve los diversos y desiguales impactos de la crisis en las propiedades Patrimonio de la Humanidad. Al mismo tiempo, presenta una oportunidad para aprovechar los beneficios asociados al alivio de presiones específicas en ciertos lugares, al tiempo que se avanza en la investigación específica y la planificación estratégica de la recuperación (Guo & Lee, 2021) (Guibert & Hyde, 2021) (UNESCO, 2021).

#### 4.13.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)

Puerto Rico se enfrenta a condiciones estructurales y ambientales que aumentan su exposición y vulnerabilidad a futuras pandemias en comparación con muchas localidades del continente estadounidense. Como isla tropical con alta densidad de población en corredores urbanos, frecuentes viajes internacionales y condiciones climáticas favorables a vectores y patógenos, Puerto Rico es especialmente susceptible a enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, especialmente aquellas con orígenes zoonóticos o vectoriales. El CDC e investigaciones revisadas por pares documentan la transmisión continua de enfermedades como el dengue y brotes previos de Zika y Chikunguña, demostrando la exposición continua de la isla a patógenos con potencial de brote y epidemia. Esta exposición se mantiene independientemente del patrón de desarrollo del municipio.

#### 4.14 REPRESAS DE ALTO POTENCIAL DE RIESGO

La Ley Robert T. Stafford, enmendada por la Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA2K), estableció la planificación de mitigación como la piedra angular para reducir el riesgo de desastres. Los gobiernos locales con un plan de mitigación que identifique los riesgos naturales evalúen riesgos y vulnerabilidades, y describe estrategias para implementar acciones de mitigación son elegibles para las subvenciones de mitigación de FEMA. Los requisitos específicos para estos planes se detallan en el Código de Regulaciones Federales<sup>14</sup> y además respaldado por las políticas y directrices de FEMA (FEMA, 2024).

La Ley Nacional de Seguridad de represas, con su enmienda, creó el Programa de Subvenciones para la Rehabilitación de represas con Alto Potencial de Riesgo (HHPD). La financiación para los proyectos del HHPD estuvo disponible por primera vez en el año fiscal 2020 (FY20) y ha aumentado desde entonces. Los criterios de elegibilidad para estas subvenciones, en relación con la planificación de mitigación, se detallan en la Guía de Política Local de Planificación de Mitigación de FEMA (FEMA, 2024).

Es importante enfatizar que una presa con estatus de HHPD no significa necesariamente que una falla sea inminente.

La Asociación de Oficiales de Seguridad de Represas Estatales (ASDSO) proporcionó la siguiente clasificación de peligro de represa (ASDSO, 2022):

---

<sup>14</sup> 44 CFR § 201.6

- Alto potencial de riesgo – "Normalmente definido como una presa cuya falla o mala operación causará la pérdida de vidas humanas y una destrucción significativa de propiedades".
- Potencial de Riesgo Significativo – "Normalmente definido como una presa cuyo fallo o mala operación causará una destrucción significativa de la propiedad".
- Bajo potencial de riesgo – "Normalmente definido como una represa cuya falla o mala operación causará una destrucción mínima de la propiedad".

Según ASDSO, de las 37 represas reportadas en Puerto Rico, 36 se consideran HHPD.

#### 4.14.1 DESCRIPCIÓN (B1-A)

La Ley 133-1986, según su enmendada, define una represa como una barrera artificial, junto con sus obras accesorias, construida con el propósito de retener, almacenar o desviar agua o cualquier otro líquido o semilíquido, y cuya altura supere los veinticinco (25) pies respecto al lecho natural del cuerpo de agua o al nivel natural del suelo. Mientras que un embalse se define como una cuenca artificial donde se recogen las aguas de un río o arroyo, o la esorrentía pluvial, y que supera un volumen de cincuenta (50) acres-pie.<sup>15</sup> Las represas pueden representar un peligro potencial en casos de fallo (rotura) o mala operación (como liberaciones no programadas o no controladas) (FEMA, 2024).

##### 4.14.1.1 ZONA AFECTADA (HHPD2-A)

Como se indica en la sección 3.3.3, hay tres cuencas principales en el municipio de Aguas Buenas; la cuenca del río Aguas Buenos, la cuenca del río La Plata y la cuenca del estuario de la bahía de San Juan, específicamente las Tierras Hidrográficas de Ciénegas. Las siguientes tablas muestran la información disponible en el Inventario Nacional de Represas para las estructuras de represas en los ríos Aguas Buenas y La Plata que podrían tener un impacto en Aguas Buenas en caso de rotura de una represa en (USACE, 2022).

Las siguientes tablas resumen la información disponible del Inventario Nacional de Represas (NID) para estructuras de represas asociadas a estas cuencas hidrográficas y sus respectivas subcuencas. Las siguientes tablas muestran la información disponible en el Inventario Nacional de Represas para las estructuras de la presa que podrían afectar a Barranquitas en caso de rotura de la presa (USACE,

---

<sup>15</sup> 22 L.P.R.A. § 401

2022).

## Represa del embalse de Cidra

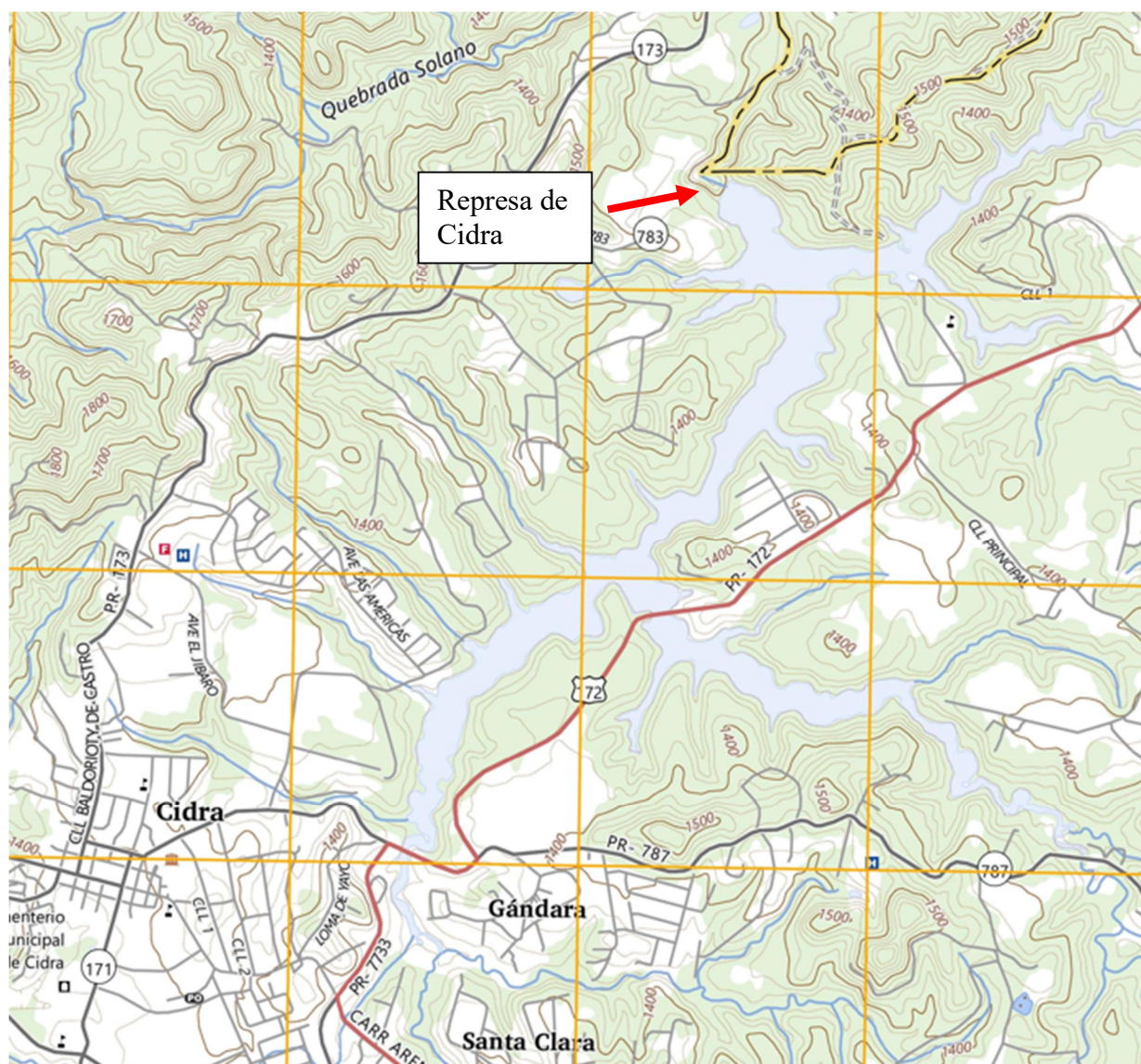
Tabla 43: Datos NID de la presa Cidra

| Represa de Cidra                          |                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Cuenca hidrográfica                       | Cuenca del río Aguas Buenas |
| Propósitos                                | Suministro de agua          |
| Cuerpo de agua principal                  | Río Aguas Buenas            |
| Municipio                                 | Cidra                       |
| Fecha de finalización de la construcción  | 1946                        |
| Tipo de represa                           | Gravedad                    |
| Clasificación del potencial de peligro    | Alto                        |
| NID ID                                    | PR00020                     |
| Coordenadas según el NID                  | 18.18583, -66.13472         |
| Coordenadas estimadas usando Google Earth | 18.197029, -66.140659       |
| Altura según el NID                       | 115 pies                    |
| Almacenamiento según NID                  | 10.800 acres pies.          |
| Plan de Acción de Emergencia              | Sí                          |
| Última inspección registrada del NID      | 3/17/2022                   |
| Evaluación de la condición                | Satisfactorio               |
| Operador                                  | PRASA                       |

La Figura 24 muestra el embalse de Cidra tal como aparece en el último mapa topográfico del USGS.



Figura 24: Embalse de Cidra USGS<sup>16</sup> Cuadrángulo Topográfico Comerío 2024



El mapa 39 muestra el escenario de la ruptura de la represa durante un día soleado desarrollado para la represa de Cidra. Este escenario fue modelado utilizando el software DSS-WISE. El mapa muestra la represa de Cidra (PR00020) situada al sur de Aguas Buenas cerca del límite municipal con Cidra. La zona de impacto cartografiada se extiende hacia el norte desde la represa a lo largo de un corredor estrecho que sigue un canal de drenaje a través de la parte centro-occidental del municipio.

La zona de impacto atraviesa partes de Sumidero, Mula y Mulita, continúa hacia el

<sup>16</sup> No a escala

norte a través de Sonadora y llega al límite norte del municipio. El corredor cartografiado se limita a la vía de drenaje y ocupa solo una pequeña porción del municipio en relación con el total de la superficie terrestre. Sin embargo, el corredor afectado puede contener zonas residenciales, rutas de transporte, servicios públicos y otras infraestructuras críticas que podrían experimentar impactos significativos durante un evento de rotura de la represa. En conjunto, la zona impactada forma un corredor norte-sur continuo que se extiende desde la represa de Cidra hasta el límite norte de Aguas Buenas.

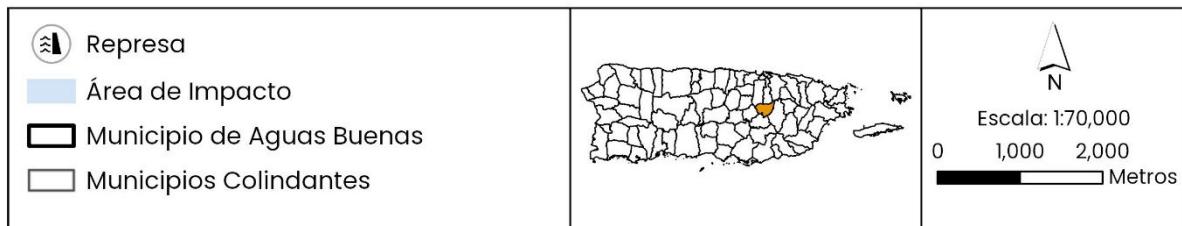


## REPRESA CON ALTO POTENCIAL DE PELIGRO: ÁREA DE IMPACTO



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



#### *4.14.1.2 MAGNITUD DE RIESGO (B1-B)*

Múltiples factores influyen tanto en la exposición como en el impacto general de los riesgos relacionados con las represas. Cada presa es única y requiere una evaluación individual para comprender los riesgos que supone y los que enfrenta. Las represas también pueden operar en serie, donde el agua liberada desde una represa aguas arriba afecta al rendimiento de una represa aguas abajo. En estos casos, se recomienda modelar las represas conjuntamente (AtkinsRéalis, 2024).

La exposición al riesgo puede resultar de la expansión del peligro, inundaciones aguas arriba, grandes liberaciones en embalses, brechas controladas o parciales, fallos de diseño o construcción, impactos en cascada de tormentas, actividad sísmica, deslizamientos de tierra, incendios forestales y mantenimiento o rehabilitación diferida. Estos riesgos pueden afectar poblaciones, infraestructuras, instalaciones críticas, estabilidad económica, recursos medioambientales y sociales, y pueden conllevar consecuencias multijurisdiccionales (AtkinsRéalis, 2024).

El riesgo de represa consta de tres componentes principales: riesgo incremental, riesgo de no brecha y riesgo residual.

- El riesgo incremental se refiere a la probabilidad y consecuencias para el área del embalse y la llanura de inundación aguas abajo que resultan de la presencia de la represa si esta falla, ya sea por desbordamiento, mal funcionamiento estructural o mal funcionamiento. Estas consecuencias van más allá de lo que ocurriría sin una ruptura de represa y normalmente implican inundaciones aguas abajo, aunque la pérdida del embalse también puede afectar significativamente a las zonas aguas arriba.
- El riesgo de no brecha es el riesgo asociado a las operaciones normales de la represa o a escenarios en los que la represa se sobrepasa sin fallar. Por ejemplo, una represa con rejas puede liberar agua antes de una tormenta para gestionar los caudales de entrada, lo que podría provocar inundaciones aguas abajo si las descargas superan la capacidad del canal.
- El riesgo residual es el riesgo restante después de que se hayan implementado todas las medidas de mitigación y reducción de riesgos. FEMA define esto como "riesgo que persiste en cualquier momento", es decir, el riesgo remoto vinculado a condiciones consideradas no creíbles para la seguridad de la represa tras haber tomado acciones prudentes (AtkinsRéalis, 2024).

Aunque las represas no son peligros naturales en sí mismas, pueden verse afectadas por eventos de riesgo natural. En condiciones extremas, una presa puede fallar, provocando inundaciones en la zona de inundación aguas abajo. Riesgos como inundaciones, deslizamientos de tierra, incendios forestales, terremotos, vientos fuertes y sequías pueden comprometer la seguridad de las represas. Cada peligro introduce riesgos que pueden provocar impactos en cascada asociados a incidentes de represas.

- **Inundaciones:** Las represas de Puerto Rico han sido históricamente vulnerables a las inundaciones. Las fuertes lluvias de ciclones tropicales, tormentas severas o sistemas estancados pueden afectar a varias represas simultáneamente, creando emergencias hidrológicas. Cuando varias represas se ven afectadas a la vez, los recursos se ven limitados y priorizar la respuesta se vuelve difícil sin información clara sobre las condiciones de las represas y sus posibles consecuencias. Muchas represas en Puerto Rico están organizadas en series, lo que significa que las liberaciones de una represa aguas arriba pueden afectar a las represas aguas abajo, requiriendo acciones de emergencia coordinadas.
- **Deslizamientos:** Los deslizamientos pueden alterar los canales de los ríos aguas arriba o aguas abajo, afectando las entradas y salidas del embalse. Los deslizamientos cerca de una represa pueden minar su estabilidad, lo que puede provocar un fallo. Los deslizamientos dentro del embalse también pueden generar olas que se desbordan y dañan o rompen la represa.
- **Incendios forestales:** Los incendios pueden cambiar las características de la cuenca al eliminar la vegetación, reducir la absorción de agua y aumentar la velocidad y el volumen de escorrentía. Las condiciones posteriores al incendio aumentan los riesgos de inundaciones repentinas, deslizamientos de tierra y flujos de escombros, todos los cuales pueden amenazar el funcionamiento de las represas y la integridad estructural.
- **Eventos sísmicos:** Los terremotos pueden comprometer la estabilidad de las represas y, al igual que las inundaciones, pueden afectar a varias represas en una amplia área.
- **Viento:** Los huracanes y tornados pueden arrancar árboles, debilitar las estructuras de las represas y aumentar los riesgos de filtraciones o erosión. Combinado con lluvias intensas, los daños por viento pueden amenazar significativamente la seguridad de las represas.
- **Sequía:** Las sequías prolongadas reducen los niveles de embalse, lo que puede hacer que las represas de suministro de agua sean inoperativas. La

sequía también reduce la cobertura vegetal, aumentando la susceptibilidad a inundaciones repentinas y flujos de escombros cuando regresan las lluvias, como en condiciones posteriores a incendios forestales.

- **Deficiencias de represas:** Más allá de los riesgos naturales, las deficiencias estructurales suponen riesgos graves. Las represas envejecidas requieren mayor mantenimiento; sin ella, pueden desarrollar grietas, filtraciones o problemas de erosión. Las compuertas defectuosas pueden impedir descargas controladas antes de inundaciones o permanecer abiertas, causando bajos niveles de embalses e inundaciones aguas abajo. Un mal funcionamiento también puede comprometer la integridad estructural o provocar impactos aguas abajo.

## Modos de fallo

Los modos de fallo son procesos físicos plausibles que pueden llevar a la falla de la represa debido a una debilidad o defecto existente. Estos pueden deberse a condiciones naturales de cimentación, fallos de diseño, problemas de construcción, deficiencias de materiales, problemas operativos o de mantenimiento, o envejecimiento, y pueden provocar una liberación incontrolada del yacimiento. Por ejemplo, una grieta en la represa puede empeorar bajo lluvias extremas, causando finalmente la falla. Aunque el análisis de modos de fallo es altamente técnico y requiere una investigación detallada, para fines de planificación de mitigación de riesgos, los modos de fallo suelen agruparse en tres categorías: estáticos, hidrológicos y sísmicos.

Los modos de fallo estático incluyen (pero no se limitan a):

- Erosión interna
- Problemas de estabilidad de taludes como socavones, deslizamientos de tierra y grietas
- Fallo en la puerta o el equipo
- Erosión o erosión

Los modos de fallo hidrológico incluyen (pero no se limitan a):

- Desbordamiento
- Niveles elevados de embalses que exceden la capacidad estructural
- Rápido descenso
- Fallo del aliviadero
- Cargas de impacto durante inundaciones



Los modos de fallo sísmico incluyen (pero no se limitan a):

- Licuefacción
- Fallas de ladera

#### *4.14.1.3 EVENTOS PASADOS (B1-C)*

Construida en 1928, la represa Guajataca mide 984 pies de largo y 120 pies de altura, situada en la región noroeste de la isla, entre los municipios de San Sebastián, Camuy, Quebradillas e Isabela. El 20 de septiembre de 2017, el huracán María provocó la falla de la estructura del aliviadero y dañó tanto la línea de suministro de agua como las obras de salida de la represa. El 3 de octubre de 2017, FEMA asignó a USACE una Ley Misión Stafford para evitar el fallo de la represa, que suponía una amenaza inmediata para unos 1.000 residentes río abajo y ponía en riesgo cortar el suministro de agua a más de 250.000 personas. La Ley Stafford otorgó a USACE la autoridad y la financiación para ejecutar estas medidas (USACE, 2023).

USACE abordó la situación en la represa Guajataca en tres etapas basadas en el riesgo:

- Fase 1: Amenaza de inundación inminente
- Fase 2: Implementación de Medidas Provisionales de Reducción de Riesgos (IRRM)
- Fase 3: Reparaciones Permanentes

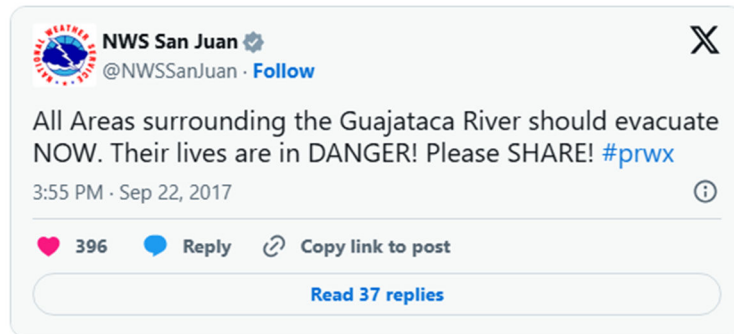
Durante la Fase 1, el USACE realizó una estabilización de emergencia limitada para evitar el fallo de la represa. Sin embargo, el vertedero seguía presentando un riesgo inaceptable de fallo durante futuros eventos de inundación. En consecuencia, se implementaron seis IRRM críticos en la Fase 2:

- Reparación de juntas y grietas bajo el aliviadero de hormigón
- Instalación de anclajes para estabilizar el aliviadero
- Reparación de compuertas de salida
- Reconexión de la línea de suministro de agua
- Refuerzo estructural del aliviadero y el canal
- Estabilización de taludes en las proximidades de la torre de toma

A finales de 2018, se completaron cuatro IRRM, logrando un nivel de protección contra inundaciones de aproximadamente 100 años. Los dos restantes se finalizaron en septiembre de 2019, aumentando la protección a un nivel de aproximadamente 1.000

años y reduciendo aún más el riesgo público. El coste estimado de estas obras osciló entre 900 millones y 1.100 millones de dólares (USACE, 2023).

*Figura 25: Publicación en redes sociales de NWS advirtiendo sobre la ruptura de la represa Guajataca<sup>1</sup>*



*Figura 26: Ruptura de la represa de Guajataca 23/09/2017<sup>1</sup>*



#### *4.14.1.4 PROBABILIDADES DE EVENTOS FUTUROS (B1-E)*

Puerto Rico enfrenta riesgos significativos de futuras fallas de represas debido al envejecimiento de la infraestructura, riesgos medioambientales y desafíos operativos. La isla cuenta con 36 represas, todas clasificadas como de alto riesgo potencial, lo que significa que cualquier fallo podría resultar en una grave pérdida de

vidas y bienes (Inventario Nacional de Represas, 2022). Muchas de estas estructuras tienen décadas de antigüedad y han sido calificadas en condiciones malas o insatisfactorias, lo que indica deficiencias críticas que requieren atención inmediata (Programa de Seguridad de Represas de Puerto Rico, 2022).

Las amenazas relacionadas con el clima agravan aún más estos riesgos. Los huracanes y los eventos de lluvias extremas, como los experimentados durante los huracanes María (2017) y Fiona (2022), han ejercido una enorme presión sobre los sistemas de represas. Aunque no se produjeron fallos durante estas tormentas, fueron necesarias liberaciones de agua de emergencia para evitar el sobresalto. Las proyecciones futuras de precipitaciones más intensas aumentarán la probabilidad de inundaciones repentinas, desafiando la capacidad de los aliviaderos y la resiliencia estructural (Laboratorio Nacional Argonne & FEMA, 2023; Torres-Alavez et al., 2023).

La actividad sísmica añade otra capa de vulnerabilidad. Puerto Rico se encuentra en una zona sísmicamente activa con una probabilidad anual estimada del 5–10% de un terremoto de magnitud 7,0. Estos eventos podrían comprometer los cimientos de las represas y la integridad estructural (FEMA, 2022). Además, estudios basados en satélites han detectado hundimiento y asentamiento diferencial en algunas represas, señalando una inestabilidad gradual que podría llevar a fallos con el tiempo (De la Paz-Bonilla et al., 2021; Virginia Tech, 2022).

Los sistemas de monitorización y alerta temprana han mejorado desde el huracán María, con FEMA apoyando la instalación de sensores, mejoras en las comunicaciones y sirenas para represas de alto riesgo. Sin embargo, la cobertura sigue siendo incompleta, dejando lagunas en la monitorización en tiempo real y la preparación ante emergencias. Las limitaciones presupuestarias y el personal limitado dificultan aún más las inspecciones y el mantenimiento consistentes, aumentando el riesgo operativo (FEMA, 2022; USACE, 2023).

En resumen, las represas de Puerto Rico enfrentan peligros convergentes: infraestructuras envejecidas, inundaciones provocadas por el clima, amenazas sísmicas e inestabilidad geotécnica. Mientras se están llevando a cabo los esfuerzos de modernización, reparaciones estructurales y programas de gestión de riesgos, son esenciales mejoras integrales y una planificación de emergencias sólida para proteger a las comunidades y garantizar la fiabilidad a largo plazo de estos activos críticos de agua y energía.

#### 4.14.2 ANÁLISIS DE RIESGOS (B2-A, B2-B)

La siguiente sección analiza un análisis de la ruptura en días soleados y escenario en la represa de Cidra. El análisis de riesgo para este peligro difiere de los demás porque sigue un formato recomendado diferente desarrollado para Puerto Rico.

##### *4.14.2.1 METODOLOGÍA Y LIMITACIONES DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS (HHPD2-A Y HHPD2-B)*

Este análisis corresponde a un escenario de día soleado ejecutado entre el 23 y el 25 de septiembre de 2017, para cuantificar los efectos de posibles roturas de represas en Puerto Rico debido a los huracanes Irma y María. Los ingenieros y especialistas en SIG de STARR II prepararon estos archivos, informes y gráficos a petición de la Región FEMA. II bajo el Número de Contrato HSFE60-15-D-0005, Número de Orden de Tarea HSFE60-17-J-0008.

El sistema de apoyo a la toma de decisiones para paréntesis de seguridad de infraestructuras hídricas (DSS-WISE) es un sistema web financiado por FEMA para modelado automático de rotura de represas y fallos de impuestos, mapeo y análisis de consecuencias humanas para apoyar la planificación de emergencias y la resiliencia de infraestructuras. Desarrollado por el Centro Nacional de Ciencias y Ingeniería Hidroeléctrica Computacional (NCCHE) de la Universidad de Mississippi, DS-wise proporciona modelado y mapeo de inundaciones bidimensionales sin requerir conocimientos avanzados de modelado numérico por parte de los usuarios. Está financiado y apoyado por FEMA para mejorar la preparación ante emergencias, la evaluación de riesgos y la toma de decisiones informada por riesgos.

DSSWISE modela eventos de rotura de represa usando un marco de apoyo a la decisión basado en escenarios en lugar de actuar como un modelo hidráulico independiente de inundaciones. Primero, los usuarios definen escenarios de fallo de represa (como sobrepaso, fallo estructural o colapso causado por terremotos) junto con características de represas, niveles de embalses y condiciones desencadenadas. DSSWISE incorpora luego salidas de rupturas de represa de modelos hidráulicos externos (por ejemplo, extensión, profundidad, velocidad y tiempo de llegada generados por software especializado de modelado de inundaciones) como conjuntos de datos de entrada. Estos resultados se evalúan dentro de DSSWISE usando métricas de riesgo y consecuencias, incluyendo impactos en población, infraestructuras críticas, recursos ambientales y activos económicos. La herramienta

aplica análisis de decisiones multicriterio para comparar escenarios de rotura de represas, opciones de mitigación y estrategias de respuesta a emergencias bajo incertidumbre. Al integrar resultados de modelado con juicio experto y prioridades de los interesados, DSSWISE ayuda a los responsables a comprender los riesgos y compensaciones relativos asociados con los riesgos de rotura de represas. En esencia, DSSWISE traduce los resultados técnicos de la rotura en decisiones accionables de planificación y seguridad.

En el caso del ejercicio de modelización de 2017, los datos de entrada para las simulaciones se obtuvieron del LIDAR del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) de 2013 para Puerto Rico, con un espaciado de celdas de 10 metros, y de las bases de datos contenidas en DSS-WISE para tamaños de represas, tamaños de puentes y terreno. Hubo conflictos ocasionales entre estas dos fuentes de información. Sin embargo, todas pudieron resolverse con éxito para generar simulaciones de rotura de represa. El conflicto más frecuente fueron las diferencias en la elevación superior de la represa respecto a los datos de LIDAR frente a los datos de elevación del embalse DSS-WISE. Esto se resolvió calculando un hidrograma usando la siguiente hoja de cálculo del Servicio de Conservación de Recursos Naturales de EE. UU. (NRCS).

#### *4.14.2.2 PÉRDIDAS ESTIMADAS (HHPD2-A)*

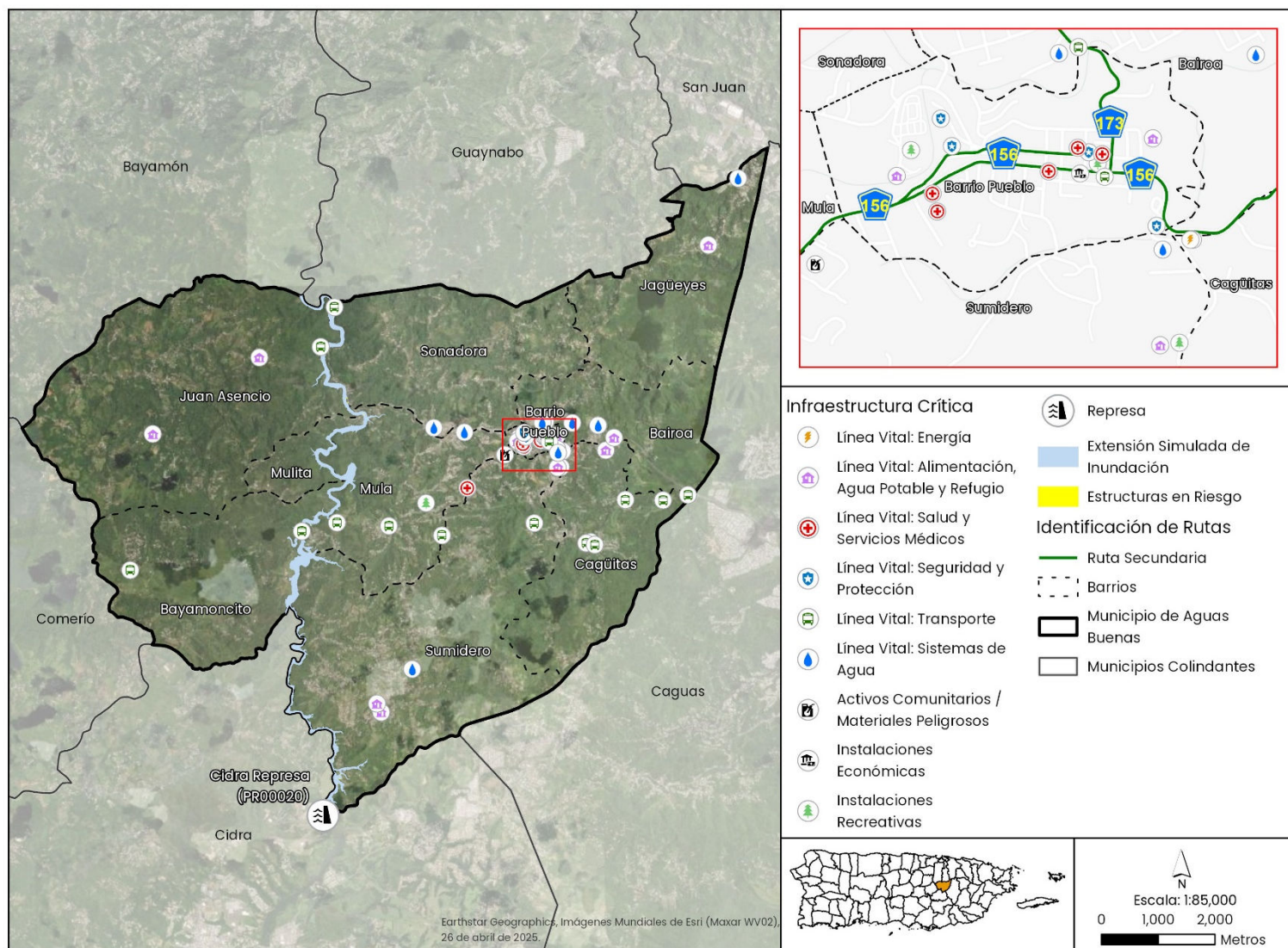
El escenario de días soleados que se ejecutó en 2026 no incluye una estimación de pérdidas. Se recomienda que esto se realice como un proyecto futuro para este municipio.



#### 4.14.2.3 INFRAESTRUCTURA CRÍTICA (HHPD2-A)

Mapa 40: Represa con Alto Potencial de Peligro: Exposición de Infraestructura Crítica

### REPRESA CON ALTO POTENCIAL DE PELIGRO: EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

Según el Mapa 40, la extensión simulada de inundación asociada a la represa de Cidra (PR00020) sigue un corredor norte-sur a través de la parte centro-occidental de Aguas Buenas. La zona de inundación se extiende desde el límite municipal con Cidra hacia el norte a través de partes de Sumidero, Mula, Mulita y Sonadora.

La mayoría de las infraestructuras críticas se encuentran fuera de la extensión de inundación cartografiada. Un pequeño número de instalaciones de transporte se



encuentran cerca del corredor de inundación en Mula y Bayamoncito, mientras que la mayor concentración de instalaciones críticas se encuentra en Barrio Pueblo y áreas adyacentes fuera del área de inundación cartografiada. En general, el mapa indica que la extensión simulada de inundación se concentra a lo largo de un estrecho corredor de drenaje, mientras que la infraestructura crítica se concentra principalmente en la parte central del municipio.

#### *4.14.2.4 VULNERABILIDAD SOCIAL*

La vulnerabilidad social influye fuertemente en cómo las comunidades experimentan las inundaciones como resultado de una rotura de represa, determinando a menudo quién está más en riesgo de lesiones o pérdida de vidas. Las investigaciones muestran que los hogares de bajos ingresos, las poblaciones mayores y las personas con discapacidad tienen más probabilidades de vivir en zonas de alto riesgo y enfrentan mayores dificultades para recibir advertencias y evacuar rápidamente (Cutter, Boruff y Shirley, 2003) . Las barreras lingüísticas y el acceso limitado al transporte reducen aún más la eficacia de las comunicaciones de emergencia durante inundaciones de ruptura de represa que se desarrollan rápidamente (Baker, Cohen, Coulson, Durden, & Rossman, n.d.). El Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI), desarrollado por Cutter y colegas, destaca cómo el estatus socioeconómico, la edad y las condiciones de vivienda aumentan la susceptibilidad a los impactos de las inundaciones (Cutter, Boruff, & Shirley, 2003). Las directrices de FEMA y USACE enfatizan que las poblaciones socialmente vulnerables a menudo tienen menos capacidad para responder durante los breves tiempos de advertencia típicos de los eventos de fallo de represas. Como resultado, el riesgo de brecha de represa no es solo un problema hidráulico, sino también una preocupación social y de equidad significativa (Cutter, Emrich, Morath, & Dunning, 2013).

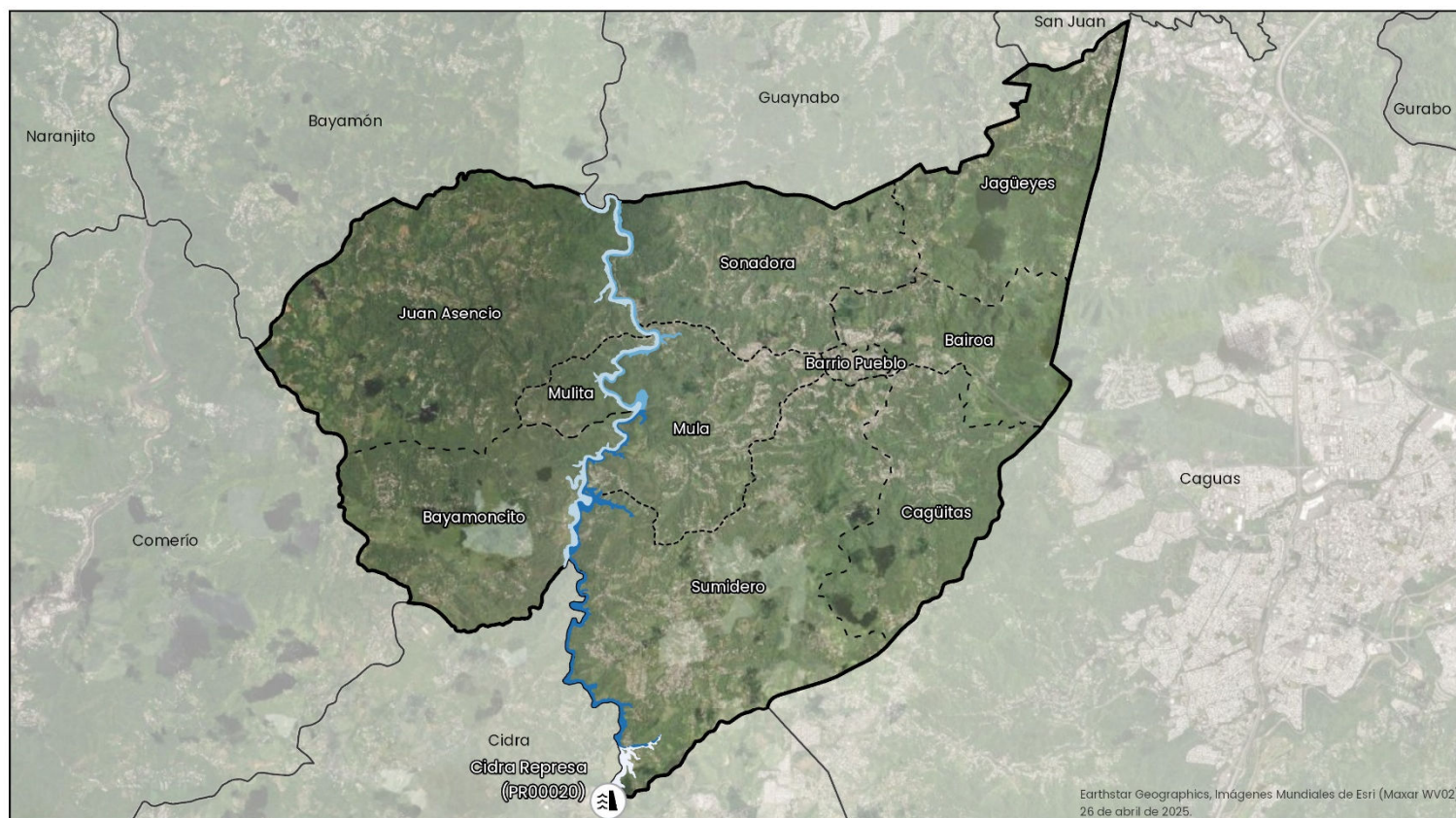
Tras una inundación de brecha en la represa, las comunidades socialmente vulnerables a menudo experimentan desafíos de recuperación desproporcionados y prolongados. Los estudios muestran que los hogares de bajos ingresos y los hogares alquilados enfrentan mayores dificultades para acceder a la asistencia ante desastres, reemplazar viviendas perdidas y volver a la actividad económica normal. Las interrupciones en la sanidad, la educación y las infraestructuras críticas tienden a tener efectos duraderos en comunidades que ya carecen de sistemas de apoyo social sólidos. La investigación académica demuestra que las pérdidas por inundaciones agravan las desigualdades sociales existentes al aumentar la pobreza y reducir la resiliencia a largo plazo. La guía de USACE subraya la importancia de identificar e implicar a las poblaciones socialmente vulnerables durante la

planificación de la seguridad de las represas para reducir resultados desiguales. Incorporar la vulnerabilidad social en las evaluaciones de riesgos de brechas ayuda a los responsables de la toma de decisiones a diseñar estrategias de planificación, mitigación y recuperación de emergencias más eficaces (Aqilah, Karmilla, Tamanna, Ali, & Mat, 2024).

El mapa 41 muestra la densidad de población y el área de impacto modelada. El mapa muestra que la exposición poblacional asociada al área de impacto de la represa de Cidra (PR00020) se concentra a lo largo de un estrecho corredor norte-sur que se extiende desde el límite municipal con Cidra pasando por partes de Bayamoncito, Mulita, Mula y Sonadora. La población en riesgo se distribuye en concentraciones variables a lo largo de este corredor, como indican los diferentes tonos de azul.

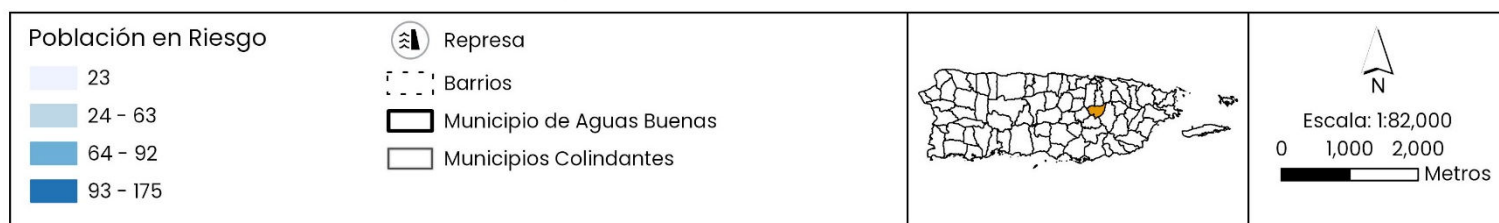
La categoría de mayor exposición poblacional (93-175 personas) se concentra cerca de la parte sur del área de impacto, cerca del límite municipal con Cidra. Otras áreas de exposición poblacional moderada se encuentran a lo largo de las porciones centrales del corredor en Bayamoncito, Mulita y Mula, mientras que las categorías de menor exposición poblacional se distribuyen por el resto del área de impacto cartografiada. En general, la exposición poblacional se limita al corredor de impacto de la represa y no se extiende a los distritos orientales del municipio.

## REPRESA CON ALTO POTENCIAL DE PELIGRO: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83



### 4.14.2.5 CONDICIONES FUTURAS (E1-A)

El siguiente mapa muestra la exposición reciente de desarrollo para un escenario de rotura de represa en días soleados. Muestra que los permisos de desarrollo recientes están distribuidos por todo Aguas Buenas, con la mayor concentración ubicada en la parte sur de Sumidero, cerca de la represa Cidra (PR00020) y la extensión simulada de inundación cartografiada. Permisos de desarrollo recientes adicionales están dispersos por Juan Asencio, Sonadora, Jagüeyes, Barrio Pueblo, Bairoa, Cagüitas, Mula, Mulita y Bayamoncito.



La extensión simulada de inundación sigue un corredor norte-sur a través de Sumidero, Mula, Mulita y Sonadora. Varios permisos de desarrollo recientes se encuentran dentro o adyacentes a este corredor, especialmente en la parte sur de Sumidero, como se destaca en el mapa insertado. En general, el mapa indica que la actividad urbanística reciente ocurre en todo el municipio, con un grupo notable de permisos situado cerca del área de inundación de la represa cartografiada en Sumidero.

Mapa 42: Represa con Alto Potencial de Peligro: Exposición de La Población

### REPRESA CON ALTO POTENCIAL DE PELIGRO: EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN



#### *4.14.2.6 CONSIDERACIONES ESPECIALES: COORDINACIÓN CON LOS PROPIETARIOS LOCALES DE REPRESAS Y LAS AGENCIAS ESTATALES DE SEGURIDAD DE REPRESAS (HHPD1-A Y HHPD1-B)*

La coordinación interinstitucional eficaz es ampliamente reconocida como esencial para prevenir, mitigar y gestionar rupturas de represas y rupturas de diques, ya que estos eventos implican un inicio rápido, impactos en cascada y responsabilidades compartidas entre jurisdicciones. La guía federal enfatiza que los riesgos de represas y diques no pueden ser gestionados por una sola entidad y requieren colaboración entre propietarios de represas, oficinas estatales de seguridad de represas, agencias de gestión de emergencias, organizaciones de predicción hidrológica y gobiernos locales (FEMA, 2025) (USACE, n.d.). Las mejores prácticas comienzan durante la preparación, cuando las agencias establecen roles y responsabilidades claras mediante Planes de Acción de Emergencia (PAE), memorandos de entendimiento y protocolos formales de comunicación (FEMA, 2013). Las investigaciones han demostrado que las jurisdicciones con marcos de coordinación predefinidos experimentan una toma de decisiones más rápida y menos fallos de comunicación durante emergencias por inundaciones (Cutter, Emrich, Morath, & Dunning, 2013). La formación conjunta regular, los ejercicios de mesa y las simulaciones de escenarios ayudan a las agencias a construir un entendimiento compartido y confianza operativa. Estas acciones preparatorias forman la base para una prevención, respuesta y recuperación efectivas.

Las actividades de prevención y mitigación se benefician de una planificación coordinada e informada sobre riesgos entre las agencias. El Programa de Seguridad de Represas de USACE promueve el uso de marcos compartidos de evaluación de riesgos que integran condiciones estructurales, cargas hidrológicas y consecuencias aguas abajo, identificando la seguridad vital como la máxima prioridad (USACE, 2016; USACE, 2020). La literatura académica indica que el uso de herramientas analíticas comunes —como el mapeo de inundaciones y el análisis de consecuencias— mejora la transparencia y la coherencia en la priorización de inversiones en mitigación (Cutter et al., 2015). La coordinación con planificadores de uso del suelo y agencias de transporte reduce la exposición futura al desalentar el desarrollo en zonas de inundación de alto riesgo (FEMA, Reducing Damage from Localized Flooding, 2025). La comunicación conjunta de riesgos por parte de agencias técnicas y de gestión de emergencias mejora la comprensión y confianza pública, especialmente en eventos de baja probabilidad y altas consecuencias como fallos de represas. Cuando las estrategias de mitigación se desarrollan de forma colaborativa, es más probable que aborden tanto el riesgo físico como la vulnerabilidad social.

Durante amenazas de fallo inminente o rupturas reales de represas y roturas de diques, la coordinación interinstitucional debe transicionar rápidamente a la alineación operativa. La guía de FEMA identifica el Sistema de Mando de Incidentes (ICS) como el marco estándar para gestionar emergencias de inundación multiagencia, permitiendo objetivos unificados, conciencia situacional compartida y despliegue coordinado de recursos (FEMA, National Incident Management System, 2021). La guía de seguridad de las represas de USACE enfatiza la importancia del intercambio oportuno de información entre expertos técnicos y gestores de emergencias, especialmente en lo que respecta al desarrollo de brechas, los tiempos de llegada a inundaciones y el riesgo para las poblaciones aguas abajo (USACE, 2016). Los estudios sobre desastres por inundaciones muestran consistentemente que las estructuras de mando poco claras y la comunicación fragmentada contribuyen principalmente al aumento de la pérdida de vidas durante eventos de rápido desarrollo (Cutter et al., 2017). La planificación coordinada de evacuaciones que involucre a agencias de seguridad, transporte y obras públicas es fundamental para garantizar el movimiento seguro y oportuno de poblaciones en riesgo. La comunicación pública coherente entre agencias reduce aún más la confusión y aumenta el cumplimiento de las directrices de emergencia.

La recuperación y el aprendizaje a largo plazo son componentes igualmente importantes de la coordinación interinstitucional. FEMA y USACE recomiendan revisiones estructuradas posteriores a la acción tras incidentes relacionados con represas o diques para documentar las lecciones aprendidas y actualizar los PAE, productos cartográficos y procedimientos de comunicación (FEMA, 2013); (USACE, 2020) Las investigaciones indican que los esfuerzos coordinados de recuperación aceleran la reparación de infraestructuras y reducen los impactos sociales y económicos a largo plazo, especialmente para comunidades socialmente vulnerables (Fox, Agyemang, Hawker, & Neal, 2024). Integrar los hallazgos posteriores al evento en la formación y la planificación apoya la gestión adaptativa del riesgo y la mejora continua. La transparencia y la colaboración interinstitucional durante la recuperación también ayudan a reconstruir la confianza pública. En última instancia, las mejores prácticas tratan la seguridad de represas y diques como una responsabilidad compartida y continua, en lugar de una secuencia de acciones aisladas de las agencias.

En el caso de la represa de Cidra, es operada por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (PRASA).



## 4.15 PRIORIZACIÓN DE RIESGOS

Tras recibir comentarios del público y de las partes interesadas (véanse las secciones 2.6–2.7), junto con su propia experiencia, el comité de planificación ha determinado que la siguiente es la priorización del riesgo discutido en este LHMP.

*Tabla 44: Priorización de peligros*

| Hazard                                 | Prioridad       |
|----------------------------------------|-----------------|
| Terremoto                              | Baja prioridad  |
| Deslizamiento de tierra                | Alta Prioridad  |
| Inundaciones                           | Alta Prioridad  |
| Ciclones tropicales y vientos extremos | Alta Prioridad  |
| Calor extremo                          | Baja prioridad  |
| Sequía                                 | Prioridad Media |
| Incendios forestales                   | Baja prioridad  |
| Pandemia/Epidemia                      | Prioridad Media |

## 4.16 MECANISMO DE PLANIFICACIÓN

Comprender y reconocer las capacidades regulatorias y de planificación permite una gestión más eficaz del uso del suelo y del crecimiento económico. Estas capacidades consisten en los marcos legales y disposiciones de política pública que influyen en el uso del suelo para guiar el desarrollo sostenible, al tiempo que apoyan acciones que mitiguen la vulnerabilidad de las comunidades y sus recursos ante los riesgos naturales.

Además de las Políticas Públicas ya discutidas en la Sección 1.1, a continuación, se presenta una lista en orden cronológico de los mecanismos regulatorios y de planificación disponibles para el municipio para la implementación de este LHMP.

#### 4.16.1 PLAN Y REGLAMENTO DE ÁREAS ESPECIALES DE PLANIFICACIÓN KÁRSTICA (PRAPEC, POR SU ACRÓNIMO ESPAÑOL) – 2014)

Figura 27: (Portada de PRAPEC, por su sigla en español)



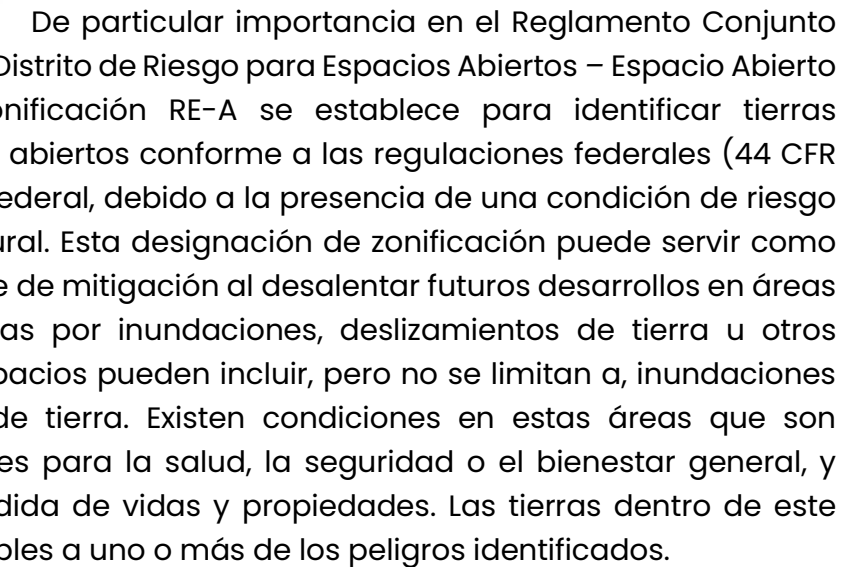
En cumplimiento de la Ley 292-1999, este plan y reglamento establecen dos distritos superpuestos en las zonas kársticas de Puerto Rico. El distrito superpuesto del Área Especial de Planificación Kárstica Restringida (APE-RC) tiene como objetivo proteger las tierras dentro del Área Kárstica Restringida. De acuerdo con la Ley 292-1999, las tierras bajo este distrito no pueden utilizarse para la extracción de materiales de la corteza terrestre, salvo en casos en los que tales actividades ya hayan sido reconocidas por las autoridades competentes en el momento de la adopción de PRAPEC. Además, la APE-RC impone otras restricciones, como prohibiciones de subdivisión en ciertos distritos subyacentes.

Por otro lado, el Área Especial de Planificación para la Zona Kárstica (APE-ZC) incluye terrenos dentro de la fisiografía kárstica que no forman parte de la APE-RC. Su propósito es permitir la extracción de materiales de la corteza terrestre con fines comerciales bajo condiciones adecuadas, en áreas de la zona kárstica que no forman parte de la APE-RC, y abordar tierras que, aunque forman parte de la fisiografía kárstica, no están incluidas en el área restringida.

#### 4.16.2 REGULACIÓN CONJUNTA PARA LA EVALUACIÓN Y EMISIÓN DE PERMISOS RELACIONADOS CON EL DESARROLLO, USO DEL SUELO Y OPERACIONES EMPRESARIALES (2023)

El Reglamento Conjunto para la Evaluación y Emisión de Permisos Relacionados con el Desarrollo, el Uso del Suelo y las Operaciones Empresariales es un instrumento regulador creado por la Junta de Planificación en cumplimiento de la Ley Número 161, según su enmienda. Su principal propósito es regular el uso del suelo, la planificación territorial y la concesión de permisos relacionados con el desarrollo, la construcción y las operaciones empresariales dentro de un marco uniforme y centralizado. El Reglamento Conjunto tiene como objetivo armonizar la política pública sobre la planificación del uso del suelo con los principios del desarrollo sostenible, buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar

social. Este reglamento establece las normas para clasificar la tierra, definir distritos de zonificación, regular la zonificación y determinar los usos permitidos en cada categoría. Además, establece los procedimientos para evaluar proyectos, emitir permisos y supervisar el cumplimiento de las disposiciones aplicables. Su propósito es proporcionar un marco regulatorio uniforme para la evaluación y emisión de permisos, garantizar el uso adecuado de la tierra, proteger los recursos naturales y facilitar el desarrollo económico bajo criterios de competitividad y sostenibilidad, integrando la planificación con la gestión de permisos.



Página | 250

#### 4.16.3 REGLAMENTO DE ÁREAS ESPECIALES DE RIESGO DE INUNDACIÓN (2021)

El reglamento de 2021 fue adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico bajo su autoridad de la Ley Pública Número 75 de 1975 y la Ley Pública Número 3 de 1961 para controlar el desarrollo en zonas propensas a inundaciones. Alinea los requisitos de gestión de llanuras de inundación de Puerto Rico con los estándares mínimos del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP), administrado por FEMA. El reglamento establece criterios actualizados para construcción, uso del suelo y desarrollo dentro de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (SFHAs), incluyendo requisitos como elevar estructuras por encima de la Elevación Base de Inundación y presentar certificaciones técnicas. Se aplica a nuevas construcciones, mejoras sustanciales y cambios en el uso del suelo en zonas designadas como AE y VE, utilizando los Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs) y los Estudios de Seguro contra Inundaciones (FIS) de FEMA para la identificación de zonas. La revisión aclara y amplía las disposiciones regulatorias para mejorar la seguridad pública y prevenir desarrollos dañinos en áreas de alto riesgo.

#### 4.16.4 CÓDIGO DE CONSTRUCCIÓN DE PUERTO RICO

El Código de Construcción de Puerto Rico establece requisitos mínimos para el diseño, construcción, modificación y mantenimiento de edificios para garantizar la seguridad, salud y bienestar del público. Se deriva de códigos modelo reconocidos a nivel nacional e internacional y se actualiza periódicamente para incorporar mejoras en las prácticas constructivas y lecciones aprendidas de eventos de peligro pasados. El código incluye disposiciones que abordan la seguridad estructural, la protección contra incendios, la accesibilidad, la conservación de energía y la resistencia a riesgos naturales como terremotos, huracanes, inundaciones y vientos fuertes. El cumplimiento del Código de Construcción es obligatorio para todas las nuevas construcciones y renovaciones sustanciales en todo Puerto Rico. La aplicación se realiza mediante permisos locales, revisión de planificación e inspección para verificar el cumplimiento de las normas establecidas. En general, el Código de Construcción de Puerto Rico es un instrumento clave para promover un desarrollo resiliente, seguro y sostenible en toda la isla.

#### 4.16.5 REGULACIÓN PARA EL DISEÑO, CRITERIOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUAS PLUVIALES EN PUERTO RICO

Figura 30: Portada del Reglamento 40



Adoptado en 2023 como Reglamento de Planificación número 40, este reglamento actualiza y reemplaza los anticuados estándares de 1975 de la isla para abordar las prácticas de ingeniería actuales, consideraciones medioambientales y el aumento del riesgo de inundaciones. El reglamento está diseñado para proporcionar a promotores, ingenieros, contratistas y municipios criterios técnicos modernos para diseñar, operar y mantener sistemas públicos y privados de aguas pluviales, incorporando conocimientos científicos actualizados y metodologías necesarias para gestionar la infraestructura de aguas pluviales en las condiciones actuales. Sus objetivos incluyen minimizar los daños relacionados con las inundaciones, mejorar la captura y gestión de escorrentía, reducir los

impactos sobre los recursos hídricos y ecosistemas, y apoyar un desarrollo comunitario más seguro y resiliente. La regulación integra principios de gestión de riesgos y se alinea con las políticas de adaptación climática de Puerto Rico, requiriendo la consideración de inundaciones urbanas, hidrología kárstica, prácticas de desarrollo de bajo impacto y estructuras de control de aguas pluviales como sistemas de retención y retención. También establece consideraciones mínimas de diseño para todos los proyectos de desarrollo de suelos y proporciona un marco integral para planificar, monitorizar y mantener sistemas de aguas pluviales en toda la isla.

Figura 29: Página de portada del Plan de Uso del

#### 4.16.6 PLAN TERRITORIAL DE AGUAS BUENAS (2026)

De acuerdo con el Código Municipal de Puerto Rico y el marco de planificación del uso de terreno establecido por la Junta de Planificación de Puerto Rico (JP), el Plan Territorial (PT) de Aguas Buenas constituye el principal instrumento de planificación para la organización y gestión del uso del suelo en todo el territorio municipal. Este instrumento establece los elementos fundamentales para la planificación física del municipio, así



como los programas, políticas y acciones necesarios para orientar su desarrollo a largo plazo. El PT originalmente adoptado para Aguas Buenas fue aprobado en 2011. Posteriormente, el municipio inició un proceso de revisión integral en coordinación con la Junta de Planificación, el cual culminó con la aprobación de la Revisión Integral del Plan Territorial por la Legislatura Municipal en junio de 2026. La revisión actualiza las políticas de uso de suelo, incorpora información revisada sobre riesgos naturales y resiliencia, y establece una visión actualizada para el desarrollo futuro del municipio.

#### 4.16.7 PLAN DE OPERACIONES DE EMERGENCIA DE AGUAS BUENAS

Este Plan de Operaciones de Emergencia (EOP) describe cómo se estructuran las operaciones de emergencia a través del Sistema de Mando de Incidentes, permitiendo un mando unificado y una asignación eficiente de recursos. Detalla los niveles de activación del Centro Municipal de Operaciones de Emergencia, que escala desde la monitorización rutinaria hasta la respuesta completa multiagencial a desastres. El municipio destaca la importancia de la colaboración interinstitucional, incluyendo la coordinación con agencias estatales y federales cuando se superan las capacidades locales. La implicación comunitaria, la información pública y el apoyo a poblaciones vulnerables —como personas con discapacidad, niños y ancianos— son componentes esenciales integrados en todas las fases de la gestión de emergencias. Además, el plan incorpora estrategias de recuperación a largo plazo, haciendo hincapié en evaluaciones de daños, restauración de servicios críticos y alineación con los procesos federales de asistencia. En última instancia, presenta un enfoque estructurado y centrado en la comunidad para garantizar que Aguas Buenas pueda responder, resistir y recuperarse de una amplia gama de emergencias.

#### 4.16.8 PROGRAMA NACIONAL DE SEGURO CONTRA INUNDACIONES

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones entra en la categoría de mecanismos de planificación, ya que impone ciertos requisitos de gestión de las zonas inundables. FEMA proporciona seguro contra inundaciones a comunidades que siguen los criterios del NFIP. Esto incluye adoptar y hacer cumplir prácticas de gestión de las zonas inundables que promuevan un desarrollo adecuado en estas zonas propensas a inundaciones.

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias permite a propietarios de viviendas, negocios e inquilinos en



comunidades NFIP participantes contratar un seguro contra inundaciones respaldado por el gobierno federal. Este seguro ayuda a cubrir los costes de reparar los daños causados por las inundaciones a los edificios y su contenido. Este es un programa de seguro creado para ayudar a propietarios, inquilinos y empresas a recuperarse más fácilmente y a menor coste. Asimismo, el programa pretende reducir el impacto de las inundaciones tanto en estructuras públicas como privadas. Estos esfuerzos ayudan a mitigar los efectos de las inundaciones en estructuras nuevas y mejoradas dentro de cada comunidad.

El NFIP tiene varios componentes, entre ellos:

- Gestión de llanuras de inundación — para la cual la comunidad debe adoptar y hacer cumplir medidas para gestionar tierras propensas a inundaciones conforme a las normativas NFIP;
- la preparación de Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs); y
- Seguro contra inundaciones.

El Municipio de Aguas Buenas dispone de una colección de mapas FIRM que pueden consultarse para determinar si su propiedad se encuentra en una zona de alto riesgo o en una zona de bajo a moderado riesgo. Los FIRM se refieren al mapa oficial desarrollado y aprobado por FEMA y adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico para designar áreas en riesgo de una inundación de 100 años (o un 1% de probabilidad anual de ocurrencia). Además, estos mapas sirven como herramienta para gestionar áreas especiales debido a su susceptibilidad a eventos de inundación.

Mientras que el Programa Escribe Tu Propio Programa (WYO) comenzó en 1983 como una asociación entre compañías de seguros y FEMA. Este acuerdo permite a las compañías de seguros de propiedad y responsabilidad civil suscribir y administrar pólizas federales de seguro contra inundaciones a nombre de su propia empresa. Una característica clave de este tipo de póliza es que todas las compañías que participan en el programa WYO ofrecen la misma cobertura, y sus tarifas deben cumplir con las normas y regulaciones del NFIP.

Las comunidades, por su parte, adoptan y exigen el cumplimiento de los estándares mínimos del NFIP para construcción y desarrollo en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación designadas. Sin embargo, muchas comunidades buscan lograr un nivel más alto de seguridad y protección para sus residentes más allá de los estándares mínimos del NFIP. Para ello, las comunidades tienen la opción de participar en el Sistema de Calificación Comunitaria (CRS) del NFIP, que les permite obtener reducciones en las primas del seguro contra inundaciones.

Esto se debe a que el CRS reconoce esfuerzos comunitarios adicionales para: 1) reducir los daños por inundaciones a las propiedades asegurables; 2) fortalecer y apoyar las disposiciones de seguro del NFIP; y 3) fomentar un enfoque integral para la gestión de las zonas inundables. Estos esfuerzos adicionales proporcionan a los residentes mayor seguridad, reducen los daños a la propiedad, mejoran la resiliencia comunitaria y promueven una mejor calidad de vida. La participación del municipio en el NFIP se discutirá en la Sección 6.6.

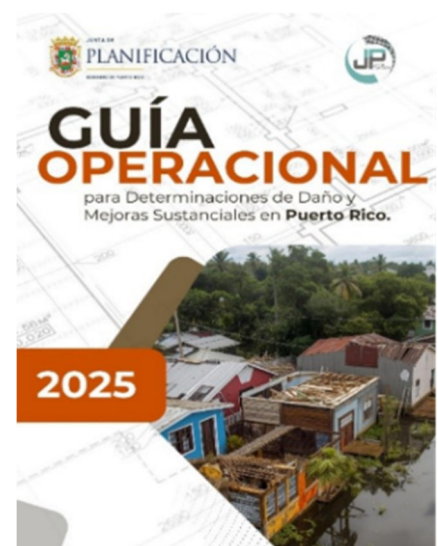
#### 4.16.9 SISTEMA NACIONAL DE ELIMINACIÓN DE VERTIDOS DE CONTAMINANTES (NPDES)

El NPDES es un programa autorizado bajo la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos y administrado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Este programa requiere que los Sistemas Municipales Separados de Alcantarillado Pluvial (MS4) obtengan un permiso para la descarga de aguas pluviales en cuerpos de agua. En el caso de Puerto Rico, la EPA emitió un permiso general en 2016, bajo el cual los municipios pueden obtener cobertura presentando un Aviso de Intención (NOI) y adoptando un Programa de Gestión de Aguas Pluviales (SWMP). Si alguna de las medidas de mitigación enumeradas en la Sección 6.5 modifica la NOI o el SWMP, serán debidamente modificadas.

#### 4.16.10 GUÍA OPERACIONAL PARA DETERMINAR DAÑOS Y MEJORAS SUSTANCIALES EN PUERTO RICO (2025)

El Administrador de Zonas Inundables o la Comunidad Participante podrá revisar, requerir y auditar permisos conforme a las disposiciones de la Ley Número 3 del 27 de septiembre de 1961, conocida como la "Ley de Control de Edificios en Llanura de Inundación"; la Ley Número 75, la "Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico"; la Ley Número 161 de 1 de diciembre de 2009, con su enmienda, la "Ley de Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico"; y la Ley Número 38 de 30 de junio de 2017, la "Ley Uniforme de Procedimiento Administrativo del Gobierno", enmendada y en cumplimiento con las regulaciones del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), Título 44 del Código de Regulaciones Federales (CFR), Parte

Figura 31: Guía Operacional



60.3 [d, e y Subparte B], y sus secciones relacionadas.

A partir de la fecha de vigencia de esta guía, será necesaria una evaluación de daños o mejoras sustanciales como parte de los requisitos de permisos en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación. El Administrador de Zonas Inundables exigirá que tanto nuevas estructuras como mejoras sustanciales se construyan de manera que minimice o prevenga daños durante una inundación regulatoria.

#### 4.16.11 INFRAESTRUCTURA VERDE Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

La Sección 502 de la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos define la infraestructura verde como el conjunto de medidas que utilizan sistemas de plantas o suelos, pavimento permeable u otras superficies o sustratos permeables, captación y reutilización de aguas pluviales, o paisajismo para almacenar, infiltrar o evapotranspirar aguas pluviales y reducir los caudales a sistemas de alcantarillado o aguas superficiales.

La infraestructura verde es un enfoque rentable y resiliente para gestionar los impactos del clima húmedo que aporta muchos beneficios a la comunidad. Mientras que la infraestructura convencional de aguas pluviales grises de un solo propósito (como los sistemas de drenaje de tuberías y tratamiento de agua) está diseñada para alejar las aguas pluviales urbanas del entorno construido, la infraestructura verde reduce y trata las aguas pluviales en su origen, proporcionando beneficios ambientales, sociales y económicos.

La escorrentía pluvial es una causa principal de contaminación del agua en las zonas urbanas. Cuando llueve en tejados, calles y aparcamientos en ciudades y suburbios, el agua no puede absorber el suelo como lo haría de forma natural. En su lugar, las aguas pluviales drenan a través de canaletas, alcantarillados pluviales y otros sistemas de recogida y se vierten en cuerpos de agua cercanos. Esta escorrentía transporta basura, bacterias, metales pesados y otros contaminantes del paisaje urbano. Los caudales más altos causados por lluvias intensas también pueden causar erosión e inundaciones en los arroyos urbanos, dañando el medio ambiente, las propiedades y las infraestructuras.

Cuando la lluvia cae en áreas naturales no desarrolladas, el agua es absorbida y filtrada por el suelo y la vegetación. La escorrentía pluvial es más limpia y menos

problemática. La infraestructura verde utiliza vegetación, suelo y otros elementos y prácticas para restaurar algunos de los procesos naturales necesarios para gestionar el agua y crear entornos urbanos más saludables. A escala municipal, la infraestructura verde es una red de áreas naturales que proporcionan hábitat, protección contra inundaciones, aire más limpio y agua más limpia. A escala vecinal, desarrollo o sector, gestionar los sistemas de aguas pluviales de manera que imiten procesos naturales ayuda a absorber y almacenar escorrentía que de otro modo podría causar inundaciones localizadas (EPA, 2019).

Algunas medidas de infraestructura verde que pueden considerarse para mitigar los problemas de inundaciones incluyen:

- Captación de agua de lluvia
- Jardines de lluvia (bio-retención/bio-infiltración)
- Jardines urbanos de lluvia ("jardineras")
- Canales de biorretención
- Pavimentos porosos
- Calles verdes
- Aparcamientos verdes
- Tejados verdes
- Conservación de la tierra
- Creación o mantenimiento del dosel arbóreo urbano
- Restauración de humedales
- Rehabilitación de zonas ribereñas
- Restauración de dunas de arena, entre otros.

El Municipio considerará medidas de infraestructuras verdes al desarrollar o defender medidas de control de inundaciones con el gobierno estatal o federal. Además del control de inundaciones, la infraestructura verde ofrece beneficios como la mejora de la calidad del agua, el suministro de agua, la reducción de costes de gestión de aguas pluviales (públicas y privadas), la mejora de la calidad del hábitat, el aumento de espacios para la recreación y la actividad física, la creación de empleo en el mantenimiento de áreas naturales y el aumento del valor de las propiedades (EPA, 2019).

#### 4.16.12 PROGRAMA DE INVERSIÓN DE CUATRO AÑOS

El Programa de Inversiones a Cuatro Años 2022–2023 a 2025–2026 (en adelante, la

PICA) es un instrumento de planificación a corto y mediano plazo diseñado para guiar, coordinar y dirigir las inversiones públicas durante el periodo que abarca. A través de este instrumento, la Junta de Planificación integra los esfuerzos de diversas entidades gubernamentales destinadas a mejorar la calidad de vida del pueblo de Puerto Rico, en línea con las políticas públicas establecidas.

El Marco de Referencia para el Programa de Inversiones a Cuatro Años para el periodo 2022–2023 a 2025–2026 guía a las agencias y corporaciones públicas en la preparación de sus programas de inversión y mejora de capital. El marco incluye un perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico en su conjunto y por organización regional, un diagnóstico del desempeño reciente de la economía e información sobre los patrones de desarrollo y los proyectos prioritarios para el competitivo Puerto Rico al que aspiran todos.

El documento completo de PICA para el periodo 2022–2023 a 2025–2026 incorpora toda la información sobre proyectos de mejora de capital que serán llevados a cabo por entidades gubernamentales. Incluye un análisis detallado de la distribución de recursos recomendados por áreas de programa y el origen de esos recursos. Este análisis es el resultado de un proceso de integración diseñado para guiar las recomendaciones presupuestarias formuladas por la Oficina de Gestión y Presupuesto respecto al Programa Anual de Mejoras de Capital incluido en el presupuesto de Puerto Rico.

Este programa sirve como herramienta de planificación a corto y medio plazo para guiar, coordinar y dirigir inversiones públicas durante su periodo de efectividad. Utiliza el perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico, junto con un análisis regional establecido por la Junta de Planificación (JP, 2022).

En lo que respecta al Plan de Mitigación de Riesgos del municipio, el PICA se utiliza para integrar información sobre el desempeño actual de la economía de Puerto Rico, incluyendo datos sobre deuda pública y tendencias de desarrollo, así como proyectos designados como prioridades para su implementación en la isla. Dentro de este marco, el PICA proporciona a los municipios información de entidades gubernamentales sobre las asignaciones de fondos e inversiones en mejoras de las que son responsables implementar, que contribuyen a los esfuerzos municipales para mitigar los riesgos naturales.

Como parte de los proyectos que influyen en todas las Áreas Funcionales de Puerto Rico, se incluye la revisión de los Planes de Mitigación municipales. La Junta de

Planificación fue designada por el Representante Autorizado del Gobierno (GAR) como la agencia responsable de revisar y desarrollar los Planes de Mitigación de Riesgos en coordinación con los 78 municipios<sup>20</sup>.



## 5. CAPACIDADES MUNICIPALES

### 5.1 MECANISMOS REGULATORIOS Y DE PLANIFICACIÓN (C1-A)

Estas capacidades se refieren a las disposiciones legales que influyen en la tierra utilizada para gestionar el crecimiento económico y que podrían apoyar al municipio en sus esfuerzos por mitigar la vulnerabilidad de sus comunidades y recursos ante los riesgos naturales. El municipio identificó las normativas y documentos de planificación existentes que podrían respaldar sus acciones, así como oportunidades para promover el desarrollo de estudios o planes con el mismo propósito de avanzar en sus objetivos de mitigación. Estas herramientas regulatorias y de planificación se describen en la Sección 4.16.

### 5.2 CAPACIDADES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS (C1-A)

El Municipio cuenta con un buen personal para implementar este LHMP. Una copia de este organigrama puede encontrarse como parte del Apéndice E.

La Tabla 45 muestra la capacidad técnica y administrativa del municipio.

*Tabla 45: Recursos Humanos Técnicos y Administrativos Municipales*

| Equipo de Personal / Recursos                                | Sí | No | Cargos futuros                                      | Departamento o Agencia | Oportunidades para integrarse en LHMP | Comentarios                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|----|----|-----------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planificadores con experiencia en uso del suelo y mitigación |    | X  | A través de servicios contractuales si es necesario | N/A                    | N/A                                   | Actualmente, el municipio no cuenta con un departamento de planificación. Cualquier asunto relacionado con la planificación se gestiona a través de la oficina del alcalde o del |

|                                                                                                                |   |   |                                                            |                                                                                            |                                                 |                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                |   |   |                                                            |                                                                                            |                                                 | personal subcontratado.                                                                                                                            |
| Ingenieros o profesionales formados en prácticas de construcción relacionadas con edificios e infraestructuras |   | X | A través de servicios contractuales si es necesario        | N/A                                                                                        | N/A                                             | Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será ocupado por servicios profesionales externos.       |
| Planificadores o ingenieros con un amplio conocimiento de los peligros naturales                               |   | X | A través de servicios contractuales si es necesario        | N/A                                                                                        | N/A                                             | Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será ocupado por servicios profesionales externos.       |
| Gestor de Emergencias                                                                                          | X |   | Director de la Oficina Municipal de Gestión de Emergencias | Oficina Municipal de Gestión de Emergencias, Departamento de Seguridad Pública             | El LHMP puede utilizarse para actualizar el EOP | Ninguno                                                                                                                                            |
| Científicos familiarizados con los peligros naturales                                                          |   | X | A través de servicios contractuales si es necesario        | Universidad de Puerto Rico, Red Sísmica de Puerto Rico, otras universidades en Puerto Rico |                                                 | Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será proporcionado por servicios profesionales externos. |

|                                                                                                                 |   |   |                                             |                                          |                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Personal con experiencia o formación sobre las vulnerabilidades y peligros naturales que afectan a la comunidad |   | X | Representante de la comunidad               | N/A                                      | N/A                                                                                                                           | Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será proporcionado por servicios profesionales externos. |
| Personal de desarrollo de recursos o redactores de subvenciones                                                 | X |   | Director de Programas federales municipales | Oficina Municipal de Programas Federales | Este personal puede redactar y administrar subvenciones para cubrir las estrategias de mitigación mencionadas a continuación. | N/A                                                                                                                                                |

### 5.3 CAPACIDAD FINANCIERA (C1-A)

El Municipio tiene experiencia en la administración de fondos federales de diversas fuentes y mantiene una oficina dedicada responsable de la administración y supervisión de programas financiados federalmente.

#### 5.3.1 FUENTES DE FINANCIACIÓN DE FEMA

Para proyectos de mitigación de riesgos, el municipio ha identificado las siguientes fuentes de financiación administradas por FEMA de las que podría beneficiarse.

#### **Ley Stafford - Sección 404**

La Sección 404 se refiere a la Sección 404 de la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Desastres y Asistencia de Emergencia, que autoriza el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), administrado por FEMA. Su objetivo principal es

reducir las pérdidas futuras por desastres financiando proyectos de mitigación a largo plazo tras la declaración de un desastre mayor.

Según la Sección 404, se dispone de fondos para estados, territorios, tribus y gobiernos locales para implementar medidas de mitigación que reduzcan los impactos de peligros futuros como inundaciones, terremotos, huracanes, incendios forestales y sequías. A diferencia de la Sección 406, los proyectos de la Sección 404 no tienen que vincularse a instalaciones dañadas por el desastre declarado. Esto permite a las comunidades adoptar un enfoque proactivo invirtiendo en acciones de mitigación que aborden riesgos conocidos antes de que ocurran daños.

Los proyectos elegibles bajo la Sección 404 pueden incluir actividades como elevación o adquisición de estructuras propensas a inundaciones, mejoras en el drenaje, rehabilitaciones sísmicas, salas seguras, medidas de mitigación de incendios forestales y planificación de mitigación de riesgos. Los proyectos deben ser rentables, técnicamente viables y coherentes con un Plan de Mitigación de Riesgos aprobado. El programa suele proporcionar hasta el 75 por ciento de financiación federal, con la parte restante proporcionada por fuentes no federales.

Bajo la Sección 404 también se encuentra el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), que puede apoyar el desarrollo de planes, la recopilación de datos, las evaluaciones de riesgos y las actividades de participación necesarias para mantener la aprobación de FEMA tras una declaración presidencial de desastre.

### **Ley Stafford – Sección 406**

La Sección 406 de la Ley Stafford apoya los proyectos de mitigación permitiendo que estas se incorporen directamente a la reparación o sustitución de instalaciones públicas dañadas durante un desastre declarado. Esta disposición permite a las comunidades reforzar la infraestructura dañada frente a riesgos futuros, como elevar edificios dañados por inundaciones, reforzar estructuras para resistir fuertes vientos o mejorar los sistemas de drenaje durante las reparaciones. Las medidas de mitigación financiadas bajo la Sección 406 deben ser rentables y estar directamente relacionadas con la instalación dañada. Al integrar la mitigación en las actividades de recuperación, la Sección 406 ayuda a reducir la probabilidad de daños repetitivos y los costes futuros de reparación. En general, garantiza que los esfuerzos de reconstrucción contribuyan a la resiliencia a largo plazo en lugar de simplemente restaurar las condiciones previas al desastre.

## **Ley Stafford – Sección 428**

La Sección 428 de la Ley Stafford puede apoyar proyectos de mitigación al permitir que las comunidades integren directamente medidas de resiliencia y reducción de riesgos en proyectos de recuperación ante desastres financiados a través del Programa de Asistencia Pública de FEMA. A través de sus procedimientos alternativos, la Sección 428 permite un diseño flexible de proyectos, financiación de costes fijos y consolidación de instalaciones dañadas, facilitando la incorporación de mejoras de mitigación como reubicación, elevación, impermeabilización o endurecimiento estructural. Los solicitantes también pueden reinvertir los ahorros de los proyectos gestionados eficientemente en características adicionales de mitigación, si se cumplen los objetivos del proyecto. Al enfatizar los resultados en lugar de la reembolso estricta de costes, la Sección 428 fomenta la reconstrucción que reduzca el riesgo futuro en lugar de simplemente restaurar las condiciones previas al desastre. Este enfoque permite que la mitigación se convierta en una parte integral de la recuperación, fortaleciendo la resiliencia y reduciendo la probabilidad de pérdidas repetidas.

## **Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones**

El Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA) reduce los riesgos de inundación proporcionando financiación para ayudar a las comunidades a identificar e implementar medidas que disminuyan el riesgo de inundación a largo plazo para las propiedades aseguradas por el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP). El programa se centra en proyectos como elevar, adquirir, reubicar o impermeabilizar estructuras propensas a inundaciones, con prioridad a propiedades de pérdidas repetidas y pérdidas graves de pérdidas repetidas. Al mitigar los daños por inundaciones antes de que ocurran desastres, la FMA ayuda a proteger vidas y propiedades, reduce futuras reclamaciones de seguro contra inundaciones y disminuye el coste total de la asistencia ante desastres. El programa fomenta la reducción proactiva de riesgos alineando inversiones en mitigación con la gestión de zonas inundables y la planificación local de mitigación de riesgos.

## **Ley Stafford – Sección 203 (BRIC)**

El programa Building Resilient Infrastructure and Communities (BRIC) apoya proyectos de mitigación proporcionando financiación previa al desastre para ayudar a las comunidades a reducir riesgos derivados de riesgos naturales antes de que ocurran los desastres. Administrado por FEMA, BRIC se centra en inversiones a largo

plazo y rentables que mejoran la resiliencia de infraestructuras críticas, líneas vitales y comunidades. El programa financia actividades como remodelaciones de infraestructuras, proyectos de control de inundaciones, mejoras sísmicas y soluciones basadas en la naturaleza, así como la planificación de mitigación de riesgos y el desarrollo de capacidades. BRIC enfatiza proyectos innovadores y a gran escala que abordan múltiples peligros y proporcionan beneficios medibles a la comunidad. Al invertir en mitigación antes de desastres, el programa BRIC ayuda a proteger vidas y propiedades, reducir los costes futuros de desastres y apoyar un desarrollo más resiliente y sostenible.

### 5.3.2 FUENTES DE FINANCIACIÓN FEDERAL NO PERTENECIENTES A FEMA

Las fuentes de financiación federal no pertenecientes a la FEMA pueden incluir:<sup>17</sup>

#### **CDBG-DR**

El programa Community Development Block Grant–Disaster Recovery (CDBGDR) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano puede financiar la planificación y proyectos de mitigación de riesgos apoyando actividades que reduzcan el riesgo de desastres a largo plazo y aborden necesidades de recuperación no cubiertas tras un desastre mayor. Los fondos CDBGDR pueden utilizarse para desarrollar o actualizar planes de mitigación de riesgos, realizar evaluaciones de riesgos y apoyar esfuerzos de resiliencia y planificación de mitigación que guíen futuras inversiones. Además, el programa puede financiar proyectos de mitigación como mejoras en el drenaje, infraestructuras de control de inundaciones, elevación o adquisición de propiedades propensas a inundaciones, endurecimiento de servicios públicos y otras medidas que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos naturales. A diferencia de algunos programas de recuperación, CDBGDR permite a las comunidades dirigir acciones de mitigación incluso si las instalaciones no resultaron dañadas en el desastre más reciente, siempre que las actividades aborden riesgos identificados.

#### **CDBG-MIT**

El programa Community Development Block Grant–Mitigation (CDBG-MIT) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano apoya la planificación y proyectos de mitigación de riesgos proporcionando fondos federales específicamente dedicados

---

<sup>17</sup> Tenga en cuenta que la siguiente lista no pretende ser exhaustiva.



a reducir los riesgos futuros de desastres en comunidades que han experimentado grandes desastres. Los fondos de CDBG-MIT pueden utilizarse para actividades de planificación de mitigación como evaluaciones de riesgos, análisis de datos y desarrollo de estrategias que guíen inversiones en resiliencia a largo plazo. El programa también financia una amplia gama de proyectos de mitigación, incluyendo reducción del riesgo de inundaciones, gestión de aguas pluviales, mitigación de incendios forestales, mejoras de infraestructuras resilientes y soluciones basadas en la naturaleza. CDBG-MIT enfatiza abordar vulnerabilidades identificadas y áreas de pérdida repetida, incluso si no fueron dañadas directamente en un desastre reciente. Al centrarse en la reducción de riesgos prospectiva, el programa ayuda a las comunidades a adaptarse proactivamente a los impactos climáticos y a los riesgos futuros. En general, CDBGMIT integra la mitigación en los esfuerzos de recuperación y desarrollo a largo plazo, fortaleciendo la resiliencia comunitaria y reduciendo pérdidas futuras por desastres.

Cabe señalar que CDBG-DR y CDBG-MIT difieren principalmente en su propósito y en cómo apoyan la planificación y proyectos de mitigación de riesgos. CDBG-DR se centra en la recuperación post-desastre, con actividades de mitigación integradas en los esfuerzos de reconstrucción para abordar necesidades no cubiertas y reducir riesgos futuros a medida que las comunidades se recuperan. Bajo CDBG-DR, la planificación y los proyectos de mitigación deben estar estrechamente vinculados a los objetivos de recuperación ante desastres y justificados por impactos o evaluaciones de recuperación. En cambio, CDBG-MIT está específicamente dedicado a la mitigación de riesgos y la reducción a largo plazo, permitiendo a las comunidades financiar la planificación y proyectos de mitigación incluso si áreas o instalaciones no resultaron dañadas en el desastre más reciente.

## **Programas de Resiliencia y Ayuda de Emergencia**

Los Programas de Resiliencia y Ayuda de Emergencia de la Administración Federal de Carreteras (FHWA) apoyan los Planes de Mitigación de Riesgos promoviendo la identificación y reducción de riesgos para la infraestructura de transporte debido a riesgos naturales. A través del Programa de Ayuda de Emergencia, la FHWA permite que medidas de mitigación y resiliencia—como la mejora del drenaje, la elevación de las carreteras y el refuerzo de puentes—se incorporen a las reparaciones posteriores al desastre. Las iniciativas de resiliencia de la FHWA también fomentan evaluaciones de vulnerabilidad y planificación basada en riesgos que se alinean con los componentes de evaluación de riesgos y estrategias de mitigación de los HMP aprobados por FEMA. Al integrar la mitigación de riesgos y la resiliencia climática en

la planificación del transporte, estos programas ayudan a garantizar que las carreteras y puentes se aborden como líneas vitales críticas. En general, los programas de la FHWA complementan los Planes de Mitigación de Riesgos apoyando acciones de mitigación centradas en el transporte que reducen futuros costes de interrupción y reparación.

### **Servicio Nacional de Conservación de Recursos**

El Programa de Incentivos de Calidad Ambiental (EQIP) y el programa de Operaciones de Prevención de Cuencas e Inundaciones (WFPO) apoyan proyectos de mitigación de riesgos abordando riesgos a escala paisajística y cuenca mediante conservación y mejoras en infraestructuras. EQIP, administrado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del USDA (NRCS), proporciona asistencia financiera y técnica a los propietarios para implementar prácticas de conservación que reduzcan la erosión, gestionen la escorrentía, mejoren la salud del suelo y mitiguen riesgos de inundaciones, sequías e incendios. Estas prácticas —como la gestión de la vegetación, la estabilización de las riberas y la retención de agua— ayudan a reducir los impactos de las inundaciones aguas abajo y a mejorar la resiliencia a la variabilidad climática. El programa de Operaciones de Prevención de Cuencas y Inundaciones apoya la mitigación a mayor escala mediante medidas estructurales y no estructurales, incluyendo pequeñas presas, estructuras retardadoras de inundaciones, mejoras de canales y planificación de cuencas. Juntos, estos programas reducen la exposición a riesgos aguas arriba, protegen comunidades e infraestructuras aguas abajo, e integran la gestión de recursos naturales en estrategias a largo plazo de mitigación de inundaciones y sequías.

### **5.3.3 FONDOS LOCALES**

Aguas Buenas, como otros municipios de Puerto Rico, recibe ingresos del Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (MRCC). Otras fuentes de financiación incluyen los ingresos del Impuesto sobre Ventas y Uso (IVU, por su acrónimo español), fondos legislativos que pueden asignarse de vez en cuando y otras fuentes. Dependiendo del estado de las finanzas municipales, el municipio podría determinar que existen fondos que pueden utilizarse para pagar o cubrir fondos locales equivalentes a proyectos de mitigación.

Sin embargo, la mayoría de los grandes proyectos de mejora de capital dependen de transferencias de fondos federales. El uso de los fondos federales varía mucho de un año a otro. En algunos casos, estos fondos se utilizan para cubrir los costes asociados

a la creación y supervisión de programas específicos (por ejemplo, la Sección 8 o programas de vivienda). En otros casos, los fondos se utilizan para financiar grandes proyectos de mejora de capital.

## 5.4 DIVULGACIÓN Y COMUNICACIONES (C1-A)

Construir una capacidad sólida de divulgación y comunicación es esencial para la implementación exitosa de un Plan de Mitigación de Riesgos, ya que una comunicación eficaz de riesgos permite a los residentes reconocer sus riesgos, participar activamente en los procesos de planificación y tomar decisiones informadas para reducir posibles impactos. La guía de FEMA subraya la importancia de estrategias de participación tempranas y cuidadosamente diseñadas para garantizar que los principales actores intercambien información en el momento adecuado, promoviendo la conciencia compartida sobre los riesgos y un amplio apoyo a las acciones de mitigación. La comunicación es una capacidad fundamental de preparación porque proporciona información oportuna y práctica que ayuda a individuos y comunidades a actuar para limitar el daño. Las investigaciones demuestran además que los esfuerzos de divulgación tienen más éxito cuando los mensajes están claramente definidos, personalizados para audiencias específicas y transmitidos a través de fuentes confiables. Las comunidades que priorizan la divulgación—colaborando con líderes locales, aprovechando diversos canales de comunicación y adaptando los mensajes a diferentes grupos poblacionales—tienden a lograr una mayor participación pública e incorporar de forma más eficaz la retroalimentación comunitaria en la planificación de mitigación de riesgos. Estas prácticas contribuyen finalmente a planes más efectivos y comunidades más resilientes (FEMA, 2025).

El Municipio demuestra una capacidad adecuada para llevar a cabo actividades efectivas de divulgación y comunicación. La Oficina del alcalde es responsable de coordinar estos esfuerzos, y un organigrama para esta oficina se proporciona en el Apéndice E. El Municipio utiliza tanto plataformas de redes sociales para comunicación en tiempo real como métodos tradicionales para difundir información al público. Además, la Oficina de Planificación administra la Junta Comunitaria responsable de las decisiones sobre el uso del suelo, que está compuesta en gran parte por residentes municipales. Esta junta sirve como un foro importante para la participación pública y ofrece la oportunidad de ampliar y fortalecer aún más la capacidad de alcance y comunicación del Municipio.

La Tabla 46 detalla las herramientas de comunicación disponibles para el municipio.

*Tabla 46: Herramientas de divulgación y comunicación*

| Herramienta o recurso                           | Presente o no presente | Descripción                                                                                     | Agencia a cargo                   | Comentarios |
|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Redes sociales municipales                      | X                      | Página de Facebook                                                                              | Municipio                         | N/A         |
| Material impreso para la Junta de Planificación | X                      | Material impreso sobre mitigación de riesgos, centrado en el riesgo de inundación               | Junta de Planificación            | N/A         |
| Reuniones comunitarias                          | X                      | Reunión de Alcance Comunitario para llegar a personas que no tienen acceso a las redes sociales | Organizaciones no gubernamentales | N/A         |

## 5.5 DESARROLLO DE CAPACIDADES (C1- B)

Fortalecer la capacidad institucional y técnica es vital para la implementación exitosa de un Plan de Mitigación de Riesgos, ya que las comunidades deben contar con la experiencia, los recursos y los marcos organizativos necesarios para pasar de la planificación a acciones sostenidas de reducción de riesgos. La guía de FEMA subraya que una planificación eficaz de mitigación depende de equipos bien coordinados, acceso a datos técnicos fiables y la capacidad de colaborar entre agencias y partes interesadas, todo lo cual afecta directamente a la ejecución de las estrategias de mitigación. Las evaluaciones nacionales han demostrado que los gobiernos locales y estatales a menudo enfrentan dificultades para implementar proyectos de mitigación no por falta de compromiso, sino por la asistencia técnica limitada, la capacidad administrativa limitada y la insuficiente participación con los programas federales de apoyo. Los estudios centrados en comunidades de baja capacidad demuestran además que las carencias en conocimientos técnicos, formación e implicación del liderazgo pueden dificultar significativamente los resultados de mitigación. Estos hallazgos destacan la importancia de fortalecer las habilidades de la plantilla, mejorar la orientación y herramientas, y reforzar el apoyo institucional para lograr la resiliencia a largo plazo.

El Municipio continúa mejorando su capacidad de mitigación reteniendo profesionales cualificados como personal o contratistas según las necesidades.

También participa activamente en las oportunidades de formación y educación continua ofrecidas por agencias del Gobierno de Puerto Rico e instituciones académicas para construir y mantener la experiencia técnica e institucional necesaria para apoyar los esfuerzos de mitigación de riesgos.

## 6. PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN

Las metas, objetivos y acciones de mitigación establecidos en este Plan se basan en las discusiones realizadas por el Comité designado del Plan de Mitigación, así como en las actividades de participación pública realizadas hasta la fecha.

### 6.1 OBJETIVOS DE MITIGACIÓN (C3-A)

#### 6.1.1 METAS Y OBJETIVOS MUNICIPALES

El Municipio de Aguas Buenas adopta las siguientes metas y objetivos como parte de sus esfuerzos de mitigación a partir del LHMP 2020:

##### **Meta 1: Proteger la vida y la propiedad**

Reducir el riesgo de lesiones, muertes y daños a propiedades públicas y privadas por riesgos naturales.

##### **Objetivos:**

- Mejorar la seguridad de los residentes, negocios y visitantes.
- Reducir la exposición de desarrollos existentes y futuros a peligros naturales.
- Proteger las instalaciones críticas y las infraestructuras esenciales.

##### **Meta 2: Fortalecer la planificación y regulación municipal**

Incorporar la mitigación de riesgos en la planificación municipal, el uso del suelo y las decisiones de desarrollo.

##### **Objetivos:**

- Integrar los principios de mitigación en los planes locales, regulaciones y procesos de permisos.
- Desincentivar el desarrollo en zonas propensas a riesgos.

- Promover prácticas de construcción resistentes a los riesgos.

### **Meta 3: Proteger las infraestructuras críticas y los servicios esenciales**

Mantener y mejorar la resiliencia de las infraestructuras y los servicios públicos antes, durante y después de desastres.

#### **Objetivos:**

- Reducir vulnerabilidades en transporte, servicios públicos, comunicaciones e instalaciones públicas.
- Mejorar la continuidad de las operaciones gubernamentales y los servicios de emergencia.
- Priorizar las inversiones de mitigación para activos críticos.

### **Meta 4: Proteger los Recursos Naturales y los Sistemas Medioambientales**

Preservar y mejorar los sistemas naturales que reduzcan los impactos de los riesgos y apoyen la resiliencia de las comunidades.

#### **Objetivos:**

- Proteger cuencas hidrográficas, llanuras de inundación, zonas kársticas y tierras ambientalmente sensibles.
- Reducir la degradación ambiental que contribuye al aumento de la exposición y vulnerabilidad a los peligros naturales.
- Fomentar prácticas sostenibles de gestión de la tierra.

### **Meta 5: Mejorar la Preparación y la Capacidad de Respuesta a Emergencias**

Aumentar la capacidad del municipio para prepararse, responder y recuperarse de los desastres.

#### **Objetivos:**

- Fortalecer las capacidades de gestión de emergencias.
- Mejorar la coordinación entre agencias y partes interesadas.
- Mejorar la planificación de la respuesta ante desastres y la disponibilidad de recursos.

### **Meta 6: Aumentar la concienciación y la educación pública**

Promover la comprensión pública de los riesgos y las medidas de mitigación.

#### **Objetivos:**



- Ampliar los programas de alcance comunitario y educación.
- Animar a residentes y empresas a tomar medidas de mitigación.
- Mejorar la difusión de la información sobre riesgos y preparación.

Fuente: Municipio de Aguas Buenas Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2020, Capítulo 6, "Estrategia de Mitigación".

## 6.1.2 ESTRATEGIA NACIONAL DE INVERSIÓN EN MITIGACIÓN

El Municipio también adopta la Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación y las siguientes metas.

- **Meta 1:** Mostrar cómo las inversiones en mitigación reducen el riesgo – Toda la comunidad construirá una comprensión compartida de la inversión en mitigación y su valor. Específicamente, toda la comunidad comprenderá cómo las inversiones efectivas en mitigación pueden proteger a las personas, los hogares, los barrios, los recursos culturales e históricos, los ecosistemas y las líneas de salvación (por ejemplo, comunicaciones, energía, transporte y agua). El gobierno federal y sus socios no federales crearán un vocabulario compartido y medidas comunes para comunicar información sobre riesgos y encontrar oportunidades para educar, contratar, formar y desarrollar una base de profesionales cualificados en mitigación.
- **Meta 2:** Coordinar inversiones en mitigación para reducir el riesgo – Toda la comunidad coordinará las inversiones en mitigación mediante información compartida sobre riesgos, estrategias reforzadas para la reducción de riesgos y un acceso más fácil a la financiación existente. Esta coordinación ayudará a toda la comunidad a justificar las inversiones en mitigación y a elegir las acciones más rentables y razonables.
- **Meta 3:** Convertir la Mitigación en Inversión en Práctica Estándar toda la comunidad tendrá en cuenta la mitigación en las decisiones de inversión, especialmente en edificios e infraestructuras. El gobierno federal y sus socios no federales utilizarán y ampliarán productos financieros y enfoques para la inversión en mitigación, incluyendo financiación, incentivos y oportunidades de transferencia de riesgos financieros. El gobierno federal y sus socios no federales también harán que la mitigación sea una práctica

profesional estándar para salvaguardar las líneas vitales, los servicios y la seguridad nacional.

## 6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN

Se utilizaron las siguientes metodologías para seleccionar las acciones de mitigación:

- El Comité de Planificación revisó las acciones de mitigación del Plan de Mitigación anterior.
- El Comité evaluó esas acciones y determinó cuáles eran apropiadas para incluir en el Plan actual. Las acciones quedaron excluidas si:
  - La medida ya se había implementado durante el periodo del plan anterior y no era una acción recurrente ni continua.
  - La medida ya no era necesaria ni útil según nueva información. Esto se aplica a acciones de mitigación vinculadas a peligros, riesgos y vulnerabilidades identificados.
- El Comité consideró las Cartas de Intención (LOIs) presentadas por el municipio a COR3 en 2019 para participar en el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos. Estos proyectos se incorporaron al Plan actual, asegurando que no se duplicaran los proyectos incluidos en el Plan anterior.
- Los miembros del Comité evaluaron y añadieron nuevas medidas. Estas nuevas acciones se propusieron basándose en la experiencia profesional de los miembros del Comité y en las sugerencias recibidas de miembros de la comunidad.

Las estrategias de mitigación del Municipio de Aguas Buenas fueron evaluadas por el Comité utilizando la herramienta STAPLEE. Esta herramienta proporciona los criterios de selección utilizados para evaluar los proyectos incluidos en la sección anterior. La técnica se aplica a siete criterios de evaluación:

- S – Social: La acción propuesta debe ser socialmente aceptable.
- T – Técnico: La acción propuesta debe ser técnicamente factible.

- A – Administrativo: La comunidad debe tener la capacidad de llevar a cabo la acción (por ejemplo, determinar si la agencia responsable puede supervisar el proyecto de mitigación).
- P – Político: Las acciones de mitigación deben ser políticamente aceptables.
- L – Legal: La comunidad debe tener la autoridad para llevar a cabo la acción propuesta.
- E – Económica: Las consideraciones económicas deben incluir la base económica actual, el crecimiento proyectado y los costes de oportunidad.
- E – Medioambiental: Debe considerarse el impacto medioambiental, dadas las obligaciones legales y el interés público en mantener comunidades sostenibles y ambientalmente saludables.

### 6.3 CATEGORIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN

- Prevención – Las actividades de prevención tienen como objetivo evitar que los peligros creen o empeoren los problemas. Estas acciones suelen llevarse a cabo a través de programas gubernamentales o medidas regulatorias que guían el desarrollo del suelo y las prácticas de construcción. La prevención es especialmente eficaz para reducir la vulnerabilidad futura en áreas que aún no se han desarrollado. Ejemplos incluyen:
  - Planificación y zonificación
  - Códigos de construcción
  - Preservación de espacios abiertos
  - Normativas de zonas inundables
  - Normativas sobre la gestión de aguas pluviales
  - Mantenimiento de sistemas de drenaje
  - Programas de mejora de capital
  - Reajuste de las riberas
  - Proyectos que abordan zonas de fallo
- Protección de la propiedad: las medidas consisten en modificar edificios y estructuras existentes para que puedan soportar peligros naturales, o eliminar estructuras situadas en zonas de alto riesgo. Ejemplos incluyen:
  - Adquisición de propiedades
  - Reubicación
  - Estructuras elevadas

- Protección de instalaciones críticas
  - Rehabilitaciones estructurales (protección contra el viento, protección contra inundaciones, técnicas sísmicas)
  - Habitaciones seguras, contraventanas, ventanas resistentes a impactos
  - Pólizas de seguro
- Protección de recursos naturales – las actividades que reducen el impacto de los desastres naturales al preservar o restaurar áreas naturales que ofrecen beneficios protectores. Estas áreas incluyen llanuras de inundación, humedales, pendientes pronunciadas y dunas de arena. Parques, agencias recreativas y organizaciones de conservación suelen implementar medidas como:
    - Protección contra inundaciones
    - Gestión de cuencas hidrográficas
    - Amortiguadores ribereños
    - Gestión forestal y de vegetación (incluyendo incendios forestales y control de cargas de combustible)
    - Erosión y control de sedimentos
    - Preservación y restauración de humedales
    - Preservación del hábitat
    - Estabilización de taludes
- Mitigación estructural – Los proyectos buscan reducir el impacto de los desastres controlando o alterando el flujo natural de eventos de peligro mediante la construcción de ingeniería. Estos proyectos suelen ser diseñados por ingenieros y mantenidos por equipos de obras públicas. Ejemplos incluyen:
    - Embalses
    - Presas, diques y muros de contención
    - Sistemas de desvío, detención y retención
    - Modificaciones del canal
    - Sistemas de drenaje de aguas pluviales
    - Instalación de alcantarillas pluviales e infraestructuras relacionadas
- Servicios de Emergencia – Aunque normalmente no se clasifican como mitigación, las medidas de gestión de emergencias reducen el impacto humano y en la propiedad de los riesgos naturales. Estas acciones ocurren

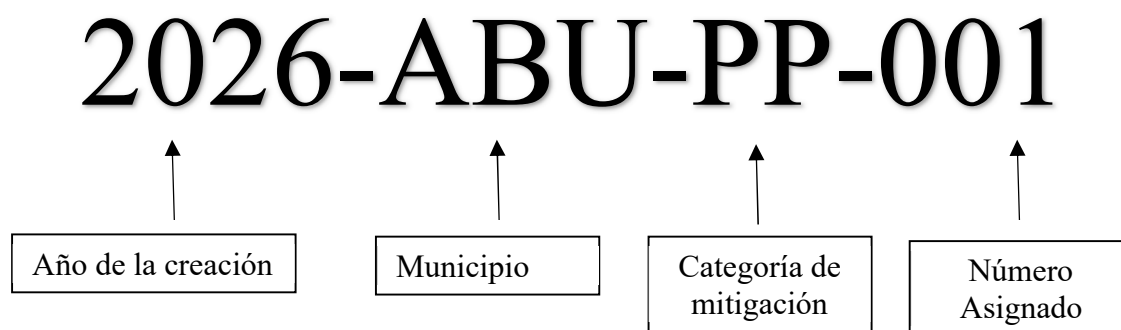
inmediatamente antes, durante o después de un desastre. Ejemplos incluyen:

- Sistemas de alerta
  - Gestión y planificación de evacuaciones
  - Simulacros y formación de respuesta a emergencias
  - Medidas de lucha contra inundaciones
  - Instalación de contraventanas,
- Concienciación y divulgación pública - Esfuerzos para ayudar a informar a residentes, cargos electos, propietarios de negocios, compradores de vivienda y visitantes sobre áreas propensas a riesgos y técnicas de mitigación que pueden utilizar para protegerse a sí mismos y a su propiedad. Ejemplos incluyen:
    - Proyectos de divulgación
    - Eventos de demostración y presentaciones de invitados
    - Materiales informativos sobre peligros
    - Información específica sobre riesgos de propiedad
    - Materiales de la biblioteca
    - Programas educativos para niños
    - Exposición a información relacionada con riesgos

## 6.4 ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN (C4-A, C4-B, C5-A, C5-B, E2-B)

Para mejorar el seguimiento y la actualización, cada estrategia de mitigación se le ha asignado un ID único. La siguiente figura muestra el significado de la nomenclatura.

*Figura 32: Nomenclatura de ID única*



Cada estrategia de mitigación identificada incluirá

- Categoría asignada,
- Peligro(s) mitigado(s)
- Prioridad
- Entidad responsable
- Fuente fundacional
- Coste estimado (cuando esté disponible)
- Beneficio cualitativo
- Horizonte temporal
- Estado
- Ubicación en 2018 (si procede)



Tabla 47: Estrategias de mitigación – Prevención

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Peligro | Prioridad | Línea Vital            | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación             | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                          |
|----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-P-001       | 1          | El Plan de Área para el sector Vistas de Jagüeyes consiste en la creación de un Plan de Área que nos permita establecer con precisión el estado de cada una de las viviendas del sector, el tratamiento que se dará a cada unidad y recomendar la actividad adecuada para ellas, ya sea rehabilitación, demolición y/o reubicación de propietarios, entre otras. El Plan debe recomendar el | Todos   | Moderado  | Seguridad y protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Propuestas federales, Programa de Vivienda | Long                      | Estado actual: Completado.<br><br>Los trabajos de estabilización de la pendiente se realizaron con fondos FEMA-PW 03447 COSTARON \$33,338,34. |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                        | Peligro                      | Prioridad | Línea Vital            | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                 |
|----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | mejor uso del terreno, de modo que sea compatible con la vulnerabilidad del área. Además, el Plan establecerá los costes de todas las actividades a llevar a cabo y el momento de desarrollo de estas para hacer que esta comunidad sea resiliente ante desastres. |                              |           |                        |                                                      |                                |                           |                                                                                                                                                      |
| 2026-ABU-P-002       | 2          | Inventario de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo: identificará específicamente qué viviendas se encuentran en zonas de alto riesgo, así como su condición para                                                                                             | Inundaciones, deslizamientos | Moderado  | Seguridad y protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario          | Long                      | Estado actual: En diseño. Esta estrategia propone identificar áreas donde los edificios sean seguros para el desarrollo y desarrollos residenciales. |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                   |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | resistir el evento que delimita e identifica el área como de alta o muy alta vulnerabilidad. La acción propuesta las identificará y cuantificará y establecerá los datos socioeconómicos y demográficos de los residentes. Definirá las acciones a realizar con las propiedades para salvaguardar la vida y seguridad de la población afectada ante el embate de un desastre natural, manteniendo un inventario de viviendas seguras en el municipio. El |         |           |             |                             |                                |                           | Beneficios esperados: Uso de tierras rurales y terrenos urbanizadores. |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                   | Peligro | Prioridad | Línea Vital                        | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                           | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados |
|----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                      |            | estudio también establecerá cuál será el mejor uso del suelo para las áreas delimitadas como de alto y muy alto riesgo, que sea compatible con su vulnerabilidad, y recomendará las actividades a desarrollar para reducir su vulnerabilidad. |         |           |                                    |                                                      |                                                          |                           |                                      |
| 2026-ABU-P-003       | 4          | Inventario de Obras Públicas, Fase 2 – establecerá la ubicación exacta de cada una de las obras y propiedades municipales que actualmente no estén en el inventario                                                                           | Todos   | Alto      | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario, fondos federales y/o legislativos | Inmediata                 | Estado actual: Completado.           |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Peligro | Prioridad | Línea Vital            | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                      |            | municipal.<br>Contendrá las coordenadas (X,Y) en la misma proyección en la que se crearon los mapas del Plan de Mitigación de Riesgos del Municipio Autónomo de Aguas Buenos. Creará una capa de información, con datos de cada obra, como nombre, ubicación (carretera, sector, barrio), descripción, coste, estado actual de la estructura y vulnerabilidad. |         |           |                        |                             |                                |                           |                                      |
| 2026-ABU-P-004       | 5          | Eliminación de Molestias Públicas: hacer un inventario                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Todos   | Alto      | Seguridad y protección | Oficina de Planificación y  | Presupuesto ordinario,         | Inmediata                 | Estado actual: Acción continua.      |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Peligro      | Prioridad | Línea Vital            | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                               |
|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | de las estructuras consideradas como molestias, declararlas conforme a las normativas y procedimientos, y retirarlas para evitar más daños a vidas y bienes en caso de desastre, ya que este tipo de estructuras no resistirían y pueden convertirse en elementos dañinos, como proyectiles y escombros que causan inundaciones, y daños a vidas y propiedades, entre otros. |              |           |                        | Planificación Territorial   | entidades sin ánimo de lucro   |                           | Beneficios esperados: Evitar daños graves a vidas y bienes en caso de un desastre. |
| 2026-ABU-P-005       | 6          | Programa del Sistema de Calificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Inundaciones | Alto      | Seguridad y protección | Oficina de Planificación y  | Fondos federales/              | Long                      | Estado actual: Realizar un censo de propiedades en                                 |



| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Peligro      | Prioridad | Línea Vital            | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | Comunitaria (CRS)<br>- El proyecto consiste en participar en el Programa del Sistema de Tasación Comunitaria, para superar los estándares del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP), para la gestión de llanuras de inundación y lograr que el CRS ofrezca hasta un 45% de descuento en las primas del seguro contra inundaciones a los residentes de Aguas Buenas. |              |           |                        | Planificación Territorial   | Presupuesto ordinario          |                           | zonas vulnerables y su ubicación en el mapa municipal mediante número catastral.<br>Financiación.<br><br>Beneficios esperados:<br>Conseguir que CRS ofrezca hasta un 45% de descuento en las primas del seguro contra inundaciones a los residentes de Aguas Buenas para ellos. |
| 2026-ABU-P-006       | 7          | El municipio y sus agencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Inundaciones | Alto      | Seguridad y protección | Oficina de Planificación    | Municipio de Aguas Buenas      | Long                      | Estado actual: En ejecución. Trabaja                                                                                                                                                                                                                                            |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación                    | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                       |
|----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | participarán activamente en el esfuerzo para implementar controles de uso del suelo que prohíban el desarrollo de estructuras ilegales en áreas propensas a inundaciones bajo el Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación, más conocido como el Reglamento de Riesgo de Inundación. Planificación #13, enmendada, y la viabilidad de designar áreas susceptibles a alto riesgo como Zonas de Peligro (ZRs). |         |           |             | y Planificación Territorial | (Fondos Operativos), Fondos Federales y Estatales |                           | <p>en la actualización del POT del Municipio con la ayuda de la Junta de Planificación.</p> <p>Beneficios esperados: Prohibir el desarrollo de estructuras ilegales en zonas propensas a inundaciones.</p> |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                      | Peligro | Prioridad | Línea Vital                            | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-P-007       | 16         | Desarrollar un plan continuo para el mantenimiento preventivo de obras públicas. | Todos   | Moderado  | Transporte, Seguridad y Protección     | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (Fondos operativos) | Long                      | <p>Estado actual: Ejecución continua. Se llevan a cabo deshierbas, retirada de escombros, reparación de carreteras municipales, construcción de bordillos, recogida de residuos sólidos, pintura de infraestructuras y limpieza.</p> <p>Beneficios esperados: Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y mejorar el rendimiento de las infraestructuras.</p> |
| 2026-ABU-P-008       | 19         | Mantener activo al Comité que trabajó en la revisión del                         | Todos   | Moderado  | Seguridad y Protección, Comunicaciones | Oficina de Planificación y                           | Municipio de Aguas Buenas                     | Inmediata                 | Estado actual: Se estableció el Comité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                      | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados |
|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                      |            | Plan de Mitigación durante todo el periodo del Plan, para garantizar la implementación y actualización del Plan. |         |           |             | Planificación Territorial   | (Fondos operativos)            |                           | para el Plan de Mitigación.          |

Tabla 48: Estrategias de mitigación - Protección de la propiedad

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Peligro      | Prioridad | Línea Vital                        | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-PP-001      | 8          | Control de Inundaciones - Sector La Charca - Incluye estudios, diseño y desarrollo de las obras necesarias para proporcionar un acceso vial seguro a los residentes de los barrios Juan Asencio y Mulitas, y eliminar el problema de inundaciones del sector La Charca, incluyendo la zona recreativa existente. Se están considerando la construcción de un puente sobre | Inundaciones | Alto      | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Fondos federales               | Medio                     | <p>Estado actual: En diseño. Esta estrategia incluye estudios, diseño y desarrollo de las obras necesarias.</p> <p>Beneficios esperados: Proporcionar acceso vial seguro a los residentes de los barrios Juan Asencio y Mulitas y eliminar el problema de inundaciones del sector de La Charca, incluyendo la zona recreativa existente.</p> |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                      |            | el río Bayamón y trabajos de control de erosión y sedimentación en la zona. Con el proyecto podremos especificar las obras que se realizarán para el control de inundaciones, lo que a su vez nos permitirá recuperar aproximadamente 4,96 acres de terreno de la zona de inundación donde se encuentran las Instalaciones Recreativas de La Charca, evitando así daños recurrentes en |         |           |             |                             |                                |                           |                                      |



| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                            | Peligro                     | Prioridad | Línea Vital                                          | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación     | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                        |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | las estructuras existentes en el lugar.                                                |                             |           |                                                      |                                                      |                                    |                           |                                                                                                                                             |
| 2026-ABU-PP-002      | 9          | Mejoras en el Complejo Deportivo Aguas Buenas para su habilitación como "Sala Segura". | Todos                       | Bajo      | Comida, hidratación, refugio, seguridad y protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario, Fondos FEMA | Inmediata                 | Estado actual: Finalizado. Se realizaron trabajos de reparación en las instalaciones del coliseo, tanto en el interior como en el exterior. |
| 2026-ABU-PP-003      | 11         | Rehabilitación de viviendas bajo el programa de fondos CDBG-DR.                        | Deslizamiento, inundaciones | Moderado  | Seguridad y protección                               | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Fondos estatales y federales       | Long                      | Estado actual: Completado.                                                                                                                  |

Tabla 49: Estrategias de mitigación - Proyectos estructurales

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                     | Peligro | Prioridad | Línea Vital                        | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación          | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                   |
|----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-SP-01       | 3          | Plan para llevar a cabo las obras públicas que intervienen con cuerpos de agua y que forman parte de la red vial del Municipio: El Plan incluye un inventario de todas las obras de agua de lluvia que forman parte de la red vial del municipio; determinar su | Todos   | Moderado  | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario, Fondos Federales | Long                      | Estado actual: En ejecución.<br><br>Beneficios esperados: Que son estructuras resistentes a aquellos eventos identificados que siempre estarán ocurriendo y afectándoles, y a los que son vulnerables. |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados |
|-----------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                             |               | estado actual y<br>adaptar estas<br>obras a los<br>códigos y<br>normativas de<br>edificación<br>vigentes, para<br>que sean<br>estructuras<br>resistentes a<br>esos eventos<br>identificados<br>que siempre<br>estarán<br>ocurriendo y<br>afectándoles y<br>a los que sean<br>vulnerables. El<br>Plan<br>establecerá el<br>coste de<br>desarrollar las<br>actividades<br>que<br>recomiende, las |         |           |             |                                   |                                      |                                  |                                            |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Peligro      | Prioridad | Línea Vital                              | Oficina<br>municipal<br>principal                                | Posible<br>fuente de<br>financiación                               | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                             |               | prioridades y el<br>tiempo de<br>ejecución.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |           |                                          |                                                                  |                                                                    |                                  |                                            |
| 2026-<br>ABU-SP-<br>02      | 10            | Mejoras en el<br>Sistema de<br>Recogida de<br>Agua de<br>Escorrentía: El<br>proyecto para<br>mejorar el<br>sistema de<br>captación de<br>aguas de<br>escorrentía en<br>los sectores de<br>Quebrada<br>Prieta, Panchito<br>Sierra, La Vega,<br>Macho Gomas<br>y El Llano<br>consiste en la<br>construcción<br>de canalones y | Inundaciones | Alto      | Transporte,<br>Seguridad y<br>Protección | Oficina de<br>Planificación<br>y<br>Planificación<br>Territorial | Fondos<br>Federales,<br>Presupuesto<br>de la<br>Administraci<br>ón | Long                             | Estado actual:<br>Completado.              |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                             |               | sistemas de<br>alcantarillado<br>para gestionar<br>el agua de<br>escorrentía que<br>actualmente<br>atraviesa el<br>sistema viario,<br>alcanzando<br>velocidades<br>que causan<br>graves daños<br>al pavimento y<br>a los distintos<br>cortes<br>existentes en<br>los diferentes<br>puntos donde<br>la red vial cruza<br>los barrancos<br>del sector<br>Quebrada<br>Prieta. |         |           |             |                                   |                                      |                                  |                                            |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                  | Peligro                 | Prioridad | Línea Vital                        | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación     | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-SP-03       | 12         | Estabilización de laderas en carreteras estatales.                                                                                                                                                                                                           | Deslizamiento de tierra | Alto      | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario, Fondos FEMA | Corto                     | Estado actual: Ejecución continua.                                                                                                                                                                                       |
| 2026-ABU-SP-04       | 13         | Plan de Gestión y Control de Escorrentía - Las Áreas Desarrolladas se identificarán según el Plan Territorial del Municipio Autónomo de Aguas Buenas, así como aquellos cuerpos de agua existentes en el municipio que se vean afectados por las actividades | Inundaciones            | Alto      | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario              | Corto                     | Estado actual: Se realizaron trabajos de limpieza en varios cuerpos de agua a través de OMME DSR #5037 ABU 001, 002, 005, 007 y 008. Se contrató a una empresa para actualizar el plan de escorrentía. Coste \$44,500.00 |



| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Peligro | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                             |               | urbanas<br>desarrolladas<br>en dichas<br>áreas. Evaluará<br>el estado de las<br>obras de agua<br>para gestionar<br>el agua de<br>escorrentía<br>correspondient<br>e, recomendará<br>las obras<br>necesarias<br>para la gestión<br>y control de las<br>escorrentías,<br>establecerá la<br>prioridad en<br>ellas, el tiempo<br>de ejecución de<br>los proyectos<br>propuestos y<br>sus costes. |         |           |             |                                   |                                      |                                  |                                            |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                           | Peligro                 | Prioridad | Línea Vital                        | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados |
|----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 2026-ABU-SP-05       | Nuevo      | Reconstrucción y mejoras en infraestructuras en los sectores municipales. Construcción de muros de gaviones, reparación de tramos de carretera, construcción de aceras y canalones, vallas de seguridad y pavimentos. | Deslizamiento de tierra | Alto      | Transporte, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Fondos CDBG y Fondos FEMA      | Long                      | Estado actual: Ejecución continua.   |

Tabla 50: Estrategias de mitigación: Protección de los Recursos Naturales

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                           | Peligro                      | Prioridad | Línea Vital                                          | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                               |
|----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-NRP-01      | 14         | Inventario de cuerpos de agua no registrados en los mapas hidrológicos del municipio. | Inundaciones                 | N/A       | N/A                                                  | N/A                                                  | N/A                                           | N/A                       | N/A                                                                                |
| 2026-ABU-NRP-02      | 15         | Implementar medidas dentro del Plan Territorial del municipio y conceder acuerdos     | Sequía, incendios forestales | Alto      | Comida, hidratación, refugio, seguridad y protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (Fondos operativos) | Inmediata                 | Estado actual: Ejecución continua.<br><br>Beneficios esperados: Reducir el impacto |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                     | Peligro                      | Prioridad | Línea Vital                     | Oficina municipal principal | Posible fuente de financiación | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | interinstitucionales destinados a proteger los suministros de agua como acuíferos, cuencas hidrográficas, microcuencas geológicas, entre otros. |                              |           |                                 |                             |                                |                           | adverso y el perjuicio de los recursos naturales del municipio (promover la protección) de los principales cuencas hidrográficas y fuentes de agua, así como prevenir que los eventos de sequía marcada afecten al municipio. Promover el suministro de agua de manera constante y preventiva. |
| 2026-ABU-NRP-03      | Nuevo      | Implementar medidas para hacer frente al calor extremo.                                                                                         | Sequía, incendios forestales | Alto      | Salud y Medicina, Alimentación, | Oficina de Planificación y  | Presupuesto ordinario          | Inmediata                 | Estado actual: Ejecución continua.                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción | Peligro | Prioridad | Línea Vital                                                  | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|---------------|-------------|---------|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |               |             |         |           | Hidratación y<br>Refugio,<br>Sistemas de<br>Agua,<br>Energía | Planificación<br>Territorial      |                                      |                                  | Instalación de<br>cubiertas verdes,<br>plantación de<br>árboles, difusión<br>de advertencias a<br>través de la red,<br>alertas de calor e<br>identificación de<br>líderes en las<br>comunidades que<br>revisan<br>periódicamente a<br>2 o 3 vecinos<br>vulnerables. |

Tabla 51: Estrategias de mitigación – Servicios de emergencia

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                            | Hazard | Prioridad | Línea Vital                                          | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                        |
|----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-ES-01       | 20         | Actualización de los planes de gestión de emergencias.                                                                                                                                 | Todos  | Alto      | Seguridad y Protección, Comunicaciones               | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (Fondos operativos) | Inmediata                 | Estado actual:                                                                                                                                              |
| 2026-ABU-ES-02       | 21         | Protección de Instalaciones Críticas: la intención del municipio es contar con instalaciones de refugios prolongados para el servicio de sus ciudadanos en los momentos en que, debido | Todos  | Alto      | Comida, hidratación, refugio, seguridad y protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto regular                           | Corto                     | Estado actual: De las escuelas cerradas por el Departamento de Educación, una se estableció como refugio y dos se entregaron a entidades sin ánimo de lucro |



| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Hazard | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados |
|-----------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                             |               | a un desastre natural, sea necesario, para comenzar identifican al menos dos viviendas que se adquirirán y posteriormente habilitarán como refugios temporales prolongados. Una vez que estas propiedades sean adquiridas por la administración municipal, se incluirá un proyecto para convertirlas en Refugios |        |           |             |                                   |                                      |                                  |                                            |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                        | Hazard | Prioridad | Línea Vital                     | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación          | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                |
|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            | Temporales Prolongados en el Plan de Acción del Plan de Mitigación de Riesgos.     |        |           |                                 |                                                      |                                         |                           |                                                                                                                                                                                     |
| 2026-ABU-ES-03       | 22         | Adquisición de generadores eléctricos para instalaciones críticas en el municipio. | Todos  | Alto      | Energía, Seguridad y Protección | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Presupuesto ordinario, Fondos Federales | Corto                     | Estado actual: El centro gubernamental está en proceso de adquirir un generador eléctrico. OMME, COMISARÍA DE POLICÍA, CDT, GERIATRÍA y ALCALDE CUENTAN CON UN GENERADOR ELÉCTRICO. |
| 2026-ABU-ES-04       | 17         | Actualizar los planes operativos                                                   | Todos  | Moderado  | Seguridad y protección          | Oficina de Planificación y                           | Municipio de Aguas Buenas               | Inmediata                 | Estado actual: Se proporcionaron nuevos vehículos y                                                                                                                                 |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción                                                                                                                                             | Hazard | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |               | existentes de<br>Gestión de<br>Emergencias<br>en el municipio<br>para que<br>dispongan de<br>evaluaciones<br>de riesgos y<br>capacidad de<br>respuesta. |        |           |             | Planificación<br>Territorial      | (Fondos<br>operativos)               |                                  | equipos, y el plan<br>operativo se<br>actualiza<br>anualmente.<br><br>Beneficios<br>esperados:<br>Permitirá al<br>municipio contar<br>con el personal<br>necesario<br>(formado) para<br>identificar las<br>estimaciones de<br>daños tras<br>cualquier evento<br>peligroso,<br>permitiéndoles<br>dirigir una<br>respuesta<br>inmediata, así<br>como identificar<br>posibles fuentes<br>de fondos y áreas<br>de necesidad. |

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                        | Hazard | Prioridad | Línea Vital                            | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-ES-05       | 18         | Formar personal para evaluar eficientemente los daños causados por el impacto de un evento natural o formar al personal municipal en procesos de evaluación de daños causados por el impacto de eventos naturales, para cuantificarlos y documentarlos en el menor tiempo posible. | Todos  | Moderado  | Seguridad y Protección, Comunicaciones | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (Fondos operativos) | Inmediata                 | <p>Estado actual: Los empleados del municipio fueron formados por personal de FEMA y del Programa Prida para evaluar los daños.</p> <p>Beneficios esperados: Facilitará el mantenimiento y actualización del Plan de Mitigación al cabo de cinco (5) años y minimizará la necesidad de retrasar el proceso durante la próxima revisión. Permitirá dirigir las estrategias de</p> |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción | Hazard | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implementaci<br>ón | Estado actual y<br>beneficios<br>esperados                        |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                             |               |             |        |           |             |                                   |                                      |                                  | mitigación aquí<br>contenidas y<br>garantizar su<br>cumplimiento. |

Tabla 52: Estrategias de mitigación – Concienciación e información comunitaria

| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                             | Hazard | Prioridad | Línea Vital                                  | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                                               | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2026-ABU-CAI-01      | 23         | Desarrollar programas de concienciación y educación, a través de talleres, charlas y/o publicaciones dirigidas a comerciantes, partes interesadas y el público sobre la importancia de la conservación del agua y las alternativas para su almacenamiento y protección. | Sequía | Moderado  | Comida, hidratación, refugio, comunicaciones | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (fondos operativos), fondos federales y estatales. | Inmediata                 | <p>Estado actual: Se creó un folleto con fines educativos y orientación para los ciudadanos.</p> <p>Beneficios esperados: Mejorar la capacidad de difusión pública del municipio y formar a la comunidad en el uso adecuado y la preservación del agua para evitar el mal uso de los recursos naturales y evitar que los eventos de sequía marcada afecten al municipio. Promover el suministro de agua</p> |



| Nueva identificación | Antiguo ID | Descripción                                                                                                                                                                  | Hazard | Prioridad | Línea Vital                            | Oficina municipal principal                          | Posible fuente de financiación                | Término de implementación | Estado actual y beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |            |                                                                                                                                                                              |        |           |                                        |                                                      |                                               |                           | de manera constante y preventiva.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2026-ABU-CAI-02      | 24         | Formar a los ciudadanos en aquellas normativas y/o requisitos necesarios para que sean elegibles para reclamaciones por daños a su propiedad causados por eventos naturales. | Todos  | Moderado  | Seguridad y Protección, Comunicaciones | Oficina de Planificación y Planificación Territorial | Municipio de Aguas Buenas (Fondos operativos) | Medio                     | <p>Estado actual: No se ha implementado.</p> <p>Beneficios esperados: Promover la capacidad de divulgación pública del municipio para fomentar la preparación y respuesta comunitaria ante un evento de riesgo durante todas las fases del ciclo de emergencia. Contar con una ciudadanía informada aligera el proceso de respuesta y recuperación, además de permitir</p> |

| Nueva<br>identifica<br>ción | Antiguo<br>ID | Descripción | Hazard | Prioridad | Línea Vital | Oficina<br>municipal<br>principal | Posible<br>fuente de<br>financiación | Término de<br>implement<br>ación | Estado actual y<br>beneficios esperados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------|-----------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |               |             |        |           |             |                                   |                                      |                                  | que los fondos asignados bajo Asistencia Individual (IA) y/o Asistencia Pública (PA) se utilicen bien y que los ciudadanos puedan beneficiarse de ellos de manera efectiva. A su medida, permitirá a los ciudadanos obtener y tener consigo, de antemano, la documentación necesaria y/o movilizarse para cumplir con ello antes de un evento de desastre. |

## 6.5 PARTICIPACIÓN EN NFIP (C2-A)

Cubierto por la Junta de Planificación, el Municipio mantiene una participación continua en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) y se compromete a cumplir con todos los requisitos del programa para reducir el riesgo de inundación y proteger vidas y bienes. La participación continua en el NFIP permite a residentes y empresas acceder a seguros contra inundaciones respaldados federalmente, promoviendo prácticas sólidas de gestión de las llanuras inundables. El PRPB, en nombre del municipio, aplica las regulaciones de gestión de zonas inundables conforme a los requisitos de FEMA, incluyendo la adopción y uso de Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs) y Estudios de Seguro contra Inundaciones (FIS) para decisiones de desarrollo. Las actividades locales de permisos, inspección y aplicación ayudan a garantizar que nuevas construcciones y mejoras sustanciales en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación cumplan con los estándares aplicables de elevación y protección contra inundaciones. El Municipio también apoya actividades de concienciación y educación pública relacionadas con el riesgo de inundación, requisitos de seguro y medidas de mitigación. El cumplimiento continuo del NFIP fortalece la elegibilidad para la financiación federal de mitigación de riesgos y apoya la reducción a largo plazo de los daños relacionados con inundaciones.

## 7. MANTENIMIENTO DEL PLAN

Este capítulo describe las acciones necesarias para garantizar que las actividades del Plan se implementen eficazmente, se mantengan actualizadas y estén alineadas con los objetivos y metas de mitigación. En algunos casos, actualizar el Plan puede implicar modificar las actividades propuestas debido a cambios en las condiciones en el lugar que podrían aumentar o disminuir el nivel de riesgo al que están expuestas ciertas áreas.

De acuerdo con los requisitos federales, el proceso de revisión del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) debe incluir los siguientes elementos:

- Una sección que describe el método y el calendario para monitorizar, evaluar y actualizar el Plan de Mitigación dentro de un periodo de cinco años.
- Un proceso para integrar los requisitos del Plan de Mitigación en otros mecanismos locales de planificación, como planes integrales o planes de mejora de capital, cuando sea apropiado.
- Una discusión sobre cómo la comunidad seguirá participando en el proceso de revisión del Plan.

### 7.1 PUNTO DE CONTACTO

El punto de contacto designado para el monitoreo, revisión y actualización del LHMP de Aguas Buenas es:

*Tabla 53: Información de punto de contacto*

|                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| Nombre             | Juan Ortiz Rivera                  |
| Posición           | Director de Finanzas y Presupuesto |
| Oficina            |                                    |
| Número de teléfono | 787-732-4700, ext.2412             |
| Correo electrónico | jortiz@aguasbuenaspr.net           |

## 7.2 PARTICIPACIÓN PÚBLICA CONTINUA (D1-A)

El Municipio de Aguas Buenas está comprometido a garantizar la participación pública continua mediante la implementación de los siguientes métodos de participación:

- Iniciativas de educación y concienciación pública
- Encuestas
- Talleres y reuniones comunitarias que se celebran en todo el municipio

En consecuencia, el municipio se compromete a fomentar la participación pública y la educación comunitaria. Este compromiso se refleja en varias estrategias de mitigación descritas en este Plan. Se anima al público a que haga comentarios y participe en las actualizaciones del LHMP en cualquier momento, incluyendo la solicitud de una copia del LHMP, tanto durante su desarrollo como en las fases de seguimiento y mantenimiento.

Además, cada vez que se complete un informe de progreso para este Plan, se pondrá a disposición una copia para su revisión pública. El progreso también se discutirá periódicamente en reuniones públicas y se compartirá a través de diversas redes sociales y canales de comunicación. El municipio se asegurará de que los avisos de participación pública se difundan durante las etapas de monitoreo y mantenimiento del Plan.

El municipio también ofrecerá presentaciones regulares a grupos comunitarios sobre el contenido del LHMP y el progreso de la implementación de la estrategia de mitigación. Estos grupos pueden incluir cargos electos, escuelas y otras organizaciones comunitarias. Además, el municipio seguirá promoviendo la participación cívica y la educación comunitaria ofreciendo cursos y talleres —como CERT— centrados en la preparación y respuesta ante eventos peligrosos, así como informando a los residentes sobre componentes del NFIP y otros programas relevantes.

Estos esfuerzos de mitigación de riesgos naturales deben adaptarse a las vulnerabilidades y necesidades específicas de cada comunidad. Este enfoque ayudará a construir una población más preparada y resiliente. Este principio sustenta el compromiso del municipio de garantizar que la comunidad permanezca comprometida durante todo el ciclo de actualización del Plan, su periodo de efecto y los procesos posteriores a su adopción.

### 7.3 SUPERVISIÓN DEL LHMP (D2-A)

La estrategia de revisión del municipio para la implementación, el seguimiento y la evaluación proporciona un marco que fomenta la colaboración, el intercambio de información y la innovación. A través de múltiples métodos de implementación, el municipio —actuando a través de su Comité de Planificación, compuesto por representantes de diversas agencias y departamentos municipales— trabajará con sus socios y residentes para aplicar un enfoque localizado de reducción de pérdidas, al tiempo que se atienden las necesidades comunitarias mediante esfuerzos coordinados. Esta estrategia pretende romper el ciclo de desastres y fortalecer la capacidad del municipio para resistir eventos futuros.

El Plan será monitorizado:

- Mantener información precisa sobre los peligros y riesgos.
- Garantizar que las estrategias de mitigación reflejen las prioridades de las comunidades y partes interesadas participantes.
- Para cumplir con los requisitos federales y de los gobiernos de Puerto Rico para la revisión del LHMP.
- Para mantener la elegibilidad para la financiación de mitigación.
- Asegurar que el Plan siga alineado con otros esfuerzos de planificación.

Para garantizar una implementación eficiente y eficaz, el municipio aprovechará sus capacidades existentes y los procesos de planificación de infraestructuras. El municipio tiene la intención de llevar a cabo las estrategias de mitigación identificadas como inmediatas o a corto plazo en el LHMP durante los próximos cinco (5) años, o mientras lo permitan la financiación y los recursos.

### 7.4 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL LHMP

La evaluación del LHMP será continua. Además de la revisión quinquenal requerida por FEMA, el municipio realizará una revisión anual del LHMP, o con mayor frecuencia si las circunstancias lo requieren. Se celebrará una reunión del Comité de Planificación tras cada revisión anual para aprobar un informe anual de progreso. Cada año se preparará y presentará un informe de progreso a la Oficina del alcalde, documentando cualquier actualización de su información, así como cualquier progreso logrado para alcanzar los objetivos y metas de mitigación. Este informe se presentará a la Oficina del alcalde y estará disponible para el público.



Un calendario preliminar para conservar el informe del Comité de Planificación es el siguiente:

*Tabla 54: Calendario de la reunión del Comité Preliminar de Planificación*

| Período histórico    | Participantes                                                                         | Propósito de la reunión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reunión Anual (2027) | Comité de Planificación<br>(Puede estar abierto al público si lo considera necesario) | Los miembros del Comité celebrarán la primera reunión anual para identificar la financiación necesaria para implementar las medidas de mitigación incluidas en este LHMP, reevaluar las prioridades del municipio respecto a peligros naturales o áreas de riesgo, y desarrollar una estrategia para presentar propuestas a diversos programas estatales y federales. Además, se realizarán visitas a los lugares para revisar las áreas en riesgo, supervisar el progreso del proyecto y establecer comunicación directa con las comunidades. |
| Reunión Anual (2028) | Comité de Planificación<br>(Puede estar abierto al público si lo considera necesario) | El Comité celebrará la reunión anual durante el segundo año de la aprobación del LHMP para revisar el estado de la implementación de la estrategia de mitigación, identificar riesgos emergentes y evaluar las necesidades de la comunidad. También se realizarán visitas a las zonas de riesgo, según sea necesario, para seguir el progreso del proyecto y mantener una implicación directa con las comunidades.                                                                                                                             |
| Reunión Anual (2029) | Comité de Planificación<br>(Puede estar abierto al público si lo considera necesario) | El Comité se reunirá para confirmar el estado de la implementación de las acciones de mitigación y determinar si se requiere financiación adicional para continuar el progreso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Reunión Anual (2030) | Comité de Planificación<br>(Puede estar abierto al público si lo considera necesario) | El Comité celebrará su reunión final antes de la próxima revisión/actualización del LHMP para verificar el estado de implementación de las acciones de mitigación, que quedarán documentadas en la próxima revisión del Plan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 7.5 ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DEL LHMP (D2-C, D3-A)

### 7.5.1 REVISIÓN TRAS UN DESASTRE IMPORTANTE

Si una futura declaración de emergencia o desastre incluye al municipio en el mandato de cinco años del LHMP, el Comité de Planificación—junto con partes interesadas, representantes comunitarios y organizaciones sin ánimo de lucro—convocará una reunión para identificar nuevas áreas de riesgo, comunidades afectadas, oportunidades para implementar estrategias de mitigación y actualizar las prioridades de mitigación del municipio. Este proceso también ayudará a captar las lecciones aprendidas del evento y apoyará la actualización de este documento. Esta reunión sustituirá a la reunión anual prevista para ese año.

### 7.5.2 ACTUALIZACIÓN INTEGRAL DE CINCO AÑOS

Según la guía federal, este LHMP se actualizará cinco (5) años después de su aprobación y será presentado a la SHMO y a la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) para la revisión y aprobación correspondientes. Esta actualización incluirá una revisión exhaustiva de todo el LHMP, incluyendo, pero no limitándose a, perfil municipal, evaluación de riesgos y estrategias de mitigación. Aproximadamente dieciocho (18) meses antes de la fecha de caducidad del LHMP, el Comité de Planificación y el municipio comenzarán el proceso de revisión, prestando especial atención a cualquier nuevo requisito y orientación.

## 7.6 INTEGRACIÓN DEL LHMP CON OTROS MECANISMOS DE PLANIFICACIÓN (D3-A)

Se consideraron las siguientes políticas públicas y documentos de planificación en el desarrollo de este LHMP:

Nivel del Gobierno:

- Plan de Uso del Suelo de Puerto Rico (PUTPR)
- Plan Territorial de Aguas Buenas (PT)
- Plan y Regulación del Área Especial de Planificación del Carso
- Reglamento Conjunto para la Evaluación y Emisión de Permisos
- Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (2021)
- Reglamento de Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Aguas

Pluviales

- Plan de Operaciones de Emergencia de Aguas Buenas

Tras su adopción, el LHMP guiará las actualizaciones del Plan Territorial, planes especiales de áreas y planes de expansión urbana, e informará las prioridades presupuestarias municipales. Una vez recibida la aprobación de FEMA, se enviará una copia digital del Plan a la Junta de Planificación de Puerto Rico para apoyar las actualizaciones del PUTPR y otros documentos de planificación relevantes del Estado Federal.

## 8. ADOPCIÓN Y APROBACIÓN (F1-A, F1-B)

### 8.1 ADOPCIÓN DE LHMP

La política federal establece que los LHMP deben incluir "Documentación que demuestre que el LHMP ha sido formalmente adoptado por el organismo rector de la jurisdicción solicitando la aprobación del Plan. El municipio dispone de un (1) año para adoptar el Plan una vez que reciba una Aprobación Pendiente de Adopción (APA).<sup>18</sup>

Este LHMP fue adoptado por el Municipio de Aguas Buenas el día XXXXXX. Una copia de la Resolución, titulada "Para Adoptar el Plan de Mitigación de Riesgos Naturales 2026 del Municipio de Aguas Buenas y para Otros Fines Relacionados", se incluye como parte del Apéndice A.

### 8.2 APROBACIÓN LHMP

Este LHMP fue aprobado por FEMA y el SHMO en **XXXXXX**. Una copia de la Carta de Aprobación, titulada "*Aprobación del Plan Local de Mitigación de Riesgos, Municipio de*", está incluida en **el Apéndice A**. La aprobación del Plan por parte de FEMA es válida por un periodo de **cinco (5) años**, hasta **XXXXXX**

---

<sup>18</sup> 44 C.F.R. §201.6(c)(5)

## REFERENCIAS

- American Society of Civil Engineers. (2024, August 20). *Civil Engineering Source*. Retrieved December 17, 2025, from Rising heat is scorching Americans - and our infrastructure: <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/article/2024/08/20/rising-heat-is-scorching-americans-and-our-infrastructure>
- Anderson, S., Barford, C., & Barford, P. (2020). *Five Alarms: Assessing the Vulnerabilities of US Cellular Communication Infrastructure to Wildfires*. Association for Computing Machinery.
- Aqilah, S., Karmilla, K., Tamanna, K., Ali, Z., & Mat, N. (2024). Assessing Socio-Economic and Environmental Losses of Dam Failure Flood Risk: A Review on Sustainable Framework. *Journal of Sustainability Science and Management*, 19(1), 171 - 195.
- ASDSO. (2022). *Dam Safety Performance Report 2022*. Lexington, KY. Retrieved January 4, 2026, from <https://damsafety-dev.s3.amazonaws.com/s3fs-public/files/Puerto%20Rico%20Dam%20Safety%20Performance%20Report%2022.pdf>
- ASPR. (n.d.). *ASPR Health Care Readiness State Highlights*. Retrieved January 5, 2026, from <https://aspr.hhs.gov/HealthCareReadiness/HealthCareReadinessNearYou/Pages/Puerto-Rico.aspx>
- AtkinsRéalis. (2024). *Hazard Mitigation Plan: Dam Annex Template for Puerto Rico*. Municipal Agency for Emergency Management and Disaster Administration.
- Baker, C., Cohen, S., Coulson, G., Durden, S., & Rossman, E. (n.d.). *Identification and Engagement of Socially Vulnerable Populations in the USACE Decision Making Process*. The Institute for Water Resources.
- Caricoos. (n.d.). *Marejada Ciclónica*. Retrieved Noviembre 18, 2025, from <http://www.caricoos.org/mao/storm-surge>
- Castro Rivera, A. (n.d.). *Proyecto 1867*. Retrieved December 27, 2025, from La triple condena de 1867: <https://www.proyecto1867.com/la-triple-condena-de-1867.html>
- Castro Rivera, A., & López Marrero, T. (2018). *Cartilla de los Ciclones*. Mayagüez, PR: Sea Grant - Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.
- CBO. (2024). *Federal Spending for Flood Adaptations*. Retrieved from [www.cbo.gov/publication/59971](http://www.cbo.gov/publication/59971)
- CCOF. (2026, March). *Caribbean Climate Outlook Newsletter - April to June 2026*. Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology. Caribbean Climate Outlook Forum. Retrieved from <https://rcc.cimh.edu.bb/files/2026/03/caricofamjjas.pdf>
- CDC. (2012, May 18). *CDC Archive*. Retrieved December 29, 2025, from [https://archive.cdc.gov/www\\_cdc\\_gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section11.html](https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section11.html)
- CDC. (2014, December 5). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from Chikungunya Cases Identified Through Passive Surveillance and Household Investigations - Puerto Rico, May 5 - August 12, 2014: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6348a1.htm>

- CDC. (2024, Junio 25). *Heat Health*. Retrieved Noviembre 12, 2025, from Heat and Older Adults (Aged 65+): <https://www.cdc.gov/heat-health/risk-factors/heat-and-older-adults-aged-65.html>
- CEACC. (2024). *Borrador del plan de mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático en Puerto Rico*. San Juan, PR: Gobierno de Puerto Rico.
- Center for Disaster Resilient Communities. (n.d.). *The Health Effects of Landslides*. Retrieved December 28, 2025, from <https://edge.deohs.washington.edu/sites/edge/files/2025-07/Landslides%20Fact%20Sheet.pdf>
- Colón, J. A. (2009). *Climatología*. San Juan, PR: La Editorial Universidad de Puerto Rico.
- Colorado State University. (2026). *Tropical Cyclones, Radar, Atmospheric Modeling, and Software Team*. Retrieved April 28, 2026, from CSU Tropical Cyclone Impact Probabilities: [https://tropical.colostate.edu/TC\\_impact.html](https://tropical.colostate.edu/TC_impact.html)
- Columbia University/Mailman School of Public Health. (2021, February 19). *Epidemic, Endemic, Pandemic: What are the Differences?* Retrieved from <https://www.publichealth.columbia.edu/news/epidemic-endemic-pandemic-what-are-differences>
- COR3. (n.d.). *Coronavirus (COVID-19)*. Retrieved January 4, 2026, from <https://recovery.pr.gov/en/coronavirus>
- Cutter, S., Boruff, B., & Shirley, W. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 244 - 261.
- Cutter, S., Emrich, C., Morath, D., & Dunning, C. (2013). Integrating Social Vulnerability into Federal Flood Risk Management Planning. *Journal of Flood Risk Management*, 6, 332 - 344.
- Dennin, L., Nock, D., Muller, N., Akindele, M., & Adams, P. (2025). Social Vulnerable Communities Face Disproportionate Exposure and Susceptibility to US wildfire and prescribed burn smoke. *Communications Earth & Environment*, 6(190). doi:<https://doi.org/10.1038/s43247-025-02100-y>
- DHS. (n.d.). *Ready.gov*. Retrieved enero 16, 2020, from <https://www.ready.gov/heat>
- Dirlikov, E., Ryff, K. R., Torres -Aponte, J., Thomas, D. L., Pérez - Padilla, J., Muñoz-Jordán, J., ... Rivera - García, B. (2016, May 6). Update: Ongoing Zika Virus Transmission - Puerto Rico, November 1, 2015 - April 14, 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65(17), 451-455. Retrieved December 29, 2025, from <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/pdfs/mm6517.pdf>
- DNER. (2006, Marzo). Incendios Forestales en Puerto Rico. *Hojas de Nuestro Ambiente*, pp. 1 - 2.
- DNER. (2015). *Informe sobre la sequía de 2014-2016 en Puerto Rico*. San Juan, PR: Division de Monitoreo del Plan de Aguas.
- DNER. (2016). *Informe sobre la sequía 2014 - 16 en Puerto Rico*. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- DNER. (2021). *Puerto Rico Forest Action Plan*. <https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/>: Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources .

- Retrieved from <https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/>
- DNER. (2021). *Puerto Rico Forest Action Plan, 2021*. San Juan, PR: DNER.
- DNER. (2021). *The Puerto Rico Forest Action Plan*. The Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. Retrieved from <https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/>
- DOE. (2023, October 25). *Protecting our Electric Grid from Wildfire*. Retrieved December 16, 2025, from <https://www.energy.gov/gdo/articles/protecting-our-electric-grid-wildfire>
- Ecoexploratorio. (2000). *¿Qué son las inundaciones?*
- Eliot, J. W., Cloyd, T. E., & Philbin, M. (1994). Impacts of Landslides on an Ecosystem. *ASAE International Winter Meeting*. Atlanta, GA.
- EPA. (2012). Cool Pavements. In *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*.
- EPA. (2025, September 2). *Heat Island*. Retrieved December 17, 2025, from What are Heat Islands?: <https://www.epa.gov/heatislands/what-are-heat-islands>
- FBI & DHS. (2023). *Strategic Intelligences Assessment and Data on Domestic Terrorism*.
- FEMA. (1997). *Multi - Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy*. Federal Emergency Management Administration.
- FEMA. (1997). *Multi- Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy*.
- FEMA. (1997). *Multi-Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy*.
- FEMA. (2013). *Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risk Associated with Dam Incidents and Failures - FEMA P-946*.
- FEMA. (2018). *Threat and Hazard Identification and Risk Assessment (THIRA) and Stakeholder Preparedness Review (SPR) Guide*.
- FEMA. (2021). *National Incident Management System*.
- FEMA. (2023, July). *fema.gov*. Retrieved November 24, 2025, from Community Lifelines Implementation Toolkit: [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_lifelines-toolkit-v2.1\\_2023.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_lifelines-toolkit-v2.1_2023.pdf)
- FEMA. (2024, February 20). *2.7 Community Lifelines: The HAZMAT Lifeline*. Retrieved December 28, 2025, from <https://www.fema.gov/oet-tools/chemical-incident-consequence-management/2/7>
- FEMA. (2024). *Federal Guidelines for Dam Safety*. DHS.
- FEMA. (2024). *Hazus Earthquake Model User Guidance*.
- FEMA. (2024). *Natural and Nature-based Solutions Job Aid for Stormwater Management in Puerto Rico*.
- FEMA. (2025). *Local Mitigation Planning Handbook*.
- FEMA. (2025). *Local Mitigation Planning Policy Guide*.
- FEMA. (2025, May 9). *National Dam Safety Program*. Retrieved April 20, 2026, from Resources for the General Public: <https://www.fema.gov/grants/mitigation/learn/dam-safety/resources-general-public>



- FEMA. (2025). *National Risk Index Data - Technical Documentation*.
- FEMA. (2025). *Reducing Damage from Localized Flooding*.
- FEMA. (n.d.). *Puerto Rico Earthquakes DR-4473-PR*. Retrieved December 15, 2025, from <https://www.fema.gov/disaster/4473>
- Fox, S., Agyemang, F., Hawker, L., & Neal, J. (2024). Integrating social vulnerability into high-resolution global flood risk mapping. *Nature Communication*, 15. doi:<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47394-2>
- Gill, J. C., & Malamud, B. D. (2017). Anthropogenic processes, natural hazards, and interactions in a multi-hazard framework. *Earth-Science Reviews*, 246 - 269.
- Gould, W. (2008). Editorial. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37(7), 521,.
- Guibert, G., & Hyde, I. (2021). *Analysis: COVID-19's impact on Arts and Culture*. Argonne National Laboratory.
- Guo, Q., & Lee, D. C. (2021). The Ecology of COVID-19 and Related Environmental and Sustainability Issues. *Ambio*.
- Guzmán-Colon, B., Guido, Z., Amaya-Ardilla, C. P., Cabrera-Rivera, L. T., & Méndez-Lázaro, P. A. (2025). Heat Risk Perception and Vulnerability in Puerto Rico: Insights for Climate Adaptation in the Caribbean. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1197). doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph22081197>
- Hernández - Padilla, J. A., & Méndez-Piñero, M. I. (2020). Economic Impact of the COVID-19 Pandemic in Puerto Rico. *Proceedings of the 9th Annual World Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering 2020 SISE Virtual Conference*, (pp. 90-95). Retrieved January 5, 2026, from <https://ieworldconference.org/content/SISE2020/Papers/Hernandez-Padilla.pdf>
- Hernández - Torres, R., Martínez - Lozano, M., Torres, I., Rosario - Hernández, E., Ramos - Pibernus, A., Soto, A., . . . Rivera - Segarra, E. (2023). The impact of the Covid-19 pandemic and previous natural disasters on the mental health of healthcare workers in Puerto Rico. *PLOS Global Public Health*, 3(5). Retrieved January 5, 2026, from file:///C:/Users/PITR4955/Downloads/journal.pgph.0001784.pdf
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides*. Reston, VA: USGS.
- Highways Industry. (n.d.). *Highways Industry.com*. Retrieved January 2, 2026, from <https://www.highwaysindustry.com/impact-extreme-heat-roads/>
- Hirsh, G. B., & Centeno - Marín, H. (2015). The Puerto Rico Emergency Preparedness Model. *Proceedings of the System Dynamics Society*. Retrieved January 4, 2026, from <https://proceedings.systemdynamics.org/2015/papers/P1186.pdf>
- IFRC. (2023, August 8). *Landslides*. Retrieved December 28, 2025, from <https://epidemics.ifrc.org/manager/disaster/landslides>
- Institute for Environmental Research and Education. (2025). *How Do Tsunamis Impact the Environment*. Retrieved December 28, 2025, from <https://iere.org/how-do-tsunamis-impact-the-environment/>
- Jessen, J. (2025, June 30). *Energy Digital*. Retrieved December 17, 2025, from <https://energydigital.com/news/climate-change-how-heatwaves-are-affecting-power-grids>

- Kerber, S., & Alkoins, D. (2024). *Lahaina Fire Incident Analysis Report*. Columbia, MD: Fire Safety Research Institute.
- Lander, J. F., Whiteside, L. S., & Lockridge, P. A. (2002). A Brief History of Tsunamis in the Caribbean Sea. *Science of Tsunami Hazards*, 20(1). Retrieved December 27, 2025, from [https://www.proyecto1867.com/uploads/8/6/3/9/86396506/lander\\_et\\_al.\\_2002\\_.pdf](https://www.proyecto1867.com/uploads/8/6/3/9/86396506/lander_et_al._2002_.pdf)
- Larsen, M., & Torres-Sanchez, A. (1998). The frequency and distribution of recent landslides in three montane tropical regions of Puerto Rico. *Geomorphology*, 309-331.
- Larsen, M., & Park, J. (1997). How wide is a road? The association of roads and mass-wasting in a forested montane environment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 835-848.
- Lugo, A. E., Miranda Castro, L., Abel, V., López, T., Hernández Prieto, E., García Martinó, A., . . . Helmer, E. (2021). *Puerto Rican Karst - A Vital Resource*. Forest Service, United States Department of Agriculture. USFS.
- Méndez - Lázaro, P. A., Di Napoli, C., Rivas - Tumanyan, S., Pérez Ríos, N., González Sepulveda, L., Rodríguez, E., . . . Milán, L. (2025). Too hot and too humid in the Caribbean: Impacts of extreme heat events and non-accidental mortality in the tropical island of Puerto Rico. *The Journal of CLimate and Healt*.
- Muche, M., Yemata, G., Molla, E., Muasya, A., & Tsegay, B. (2022). COVID-19 Lockdown and Natural Resources: A Global Assessment on the Cahllenges, Opportunities and the Way Forward. *Bulleting of the National Research Centre*, 46(20).
- Municipality of Aguas Buenas. (2011). *Plan Territorial: Adendum del Memorial (Datos Oficiales Censo 2010)*. Aguas Buenas: Municipio de Aguas Buenas.
- Municipality of Aguas Buenas. (2011). *Plan Territorial: Memorial de Plan Final*. Aguas Buenas: Municipio de Aguas Buenas.
- Municipality of Aguas Buenas. (2011). *Plan Territorial: Programa de Actuación*. Aguas Buenas: Municipality of Aguas Buenas.
- Municipality of Aguas Buenas. (2020). *Plan de Mitigacion contra Peligros Naturales*. Aguas Buenas: Municipio de Aguas Buenas.
- National Institute of Building Sciences. (2020). *2020 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples, Training Materials; and Design Flow Chart*. FEMA. Retrieved April 28, 2026, from [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_nehrp\\_design-examples-training-materials\\_volume-1.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_nehrp_design-examples-training-materials_volume-1.pdf)
- National Integrated Heat Health Information System. (n.d.). *Heat.gov*. Retrieved noviembre 12, 2025, from Urban Heat Islands: <https://heat.gov/urban-heat-islands/>
- NIST. (n.d.). Retrieved November 26, 2024, from Infrastructure: <https://www.nist.gov/infrastructure>
- NMEAD. (2021). *Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico*. San Juan, PR: Negociado de Manejo de Emergencias y Administracion de Desastres.
- NOAA. (2022). *Centers for Environmental Information*. Retrieved January 2, 2026, from State Climate Summaries: Puerto Rico and the US Virgin Islands: <https://statesummaries.ncics.org/chapter/pr/>

- NOAA. (2025). *National Centers for Environmental Information*. Retrieved December 28, 2025, from <https://www.ncei.noaa.gov/stormevents/choosedates.jsp?statefips=99%2CPUERTO+RICO>
- Okamura, K., Fujisawa, A., Kondo, Y., Fujimoto, Y., Uozu, T., Kaner, S., & Mizoguchi, K. (2013). The Great East Japan Earthquake and cultural heritage: towards an archeology of disaster. *Antiquity*, 87, 258-269.
- PRDH. (2022). *Resumen ejecutivo: Situación de la epidemia del COVID-19 en Puerto Rico año 2021*. Retrieved January 5, 2026, from <https://www.salud.pr.gov/CMS/DOWNLOAD/8708>
- PRDOH. (2025). *Puerto Rico Mitigation Action Plan, CDBG-MIT*. San Juan, PR: Puerto Rico Department of Housing.
- PREMB. (2021). *2021 Puerto Rico State Natural Hazards Mitigation Plan*.
- PRPB. (2014). *Plan de Manejo del Area de Planificación Especial del Carso*.
- PRPB. (2015). *Plan de Uso de Terrenos, Guías de Ordenación del Territorio*. San Juan, PR: Junta de Planificación.
- PRPB. (2021). *Special Flood Hazard Areas Regulation*.
- PRPB. (2023). *Reglamento para la evaluación y expedición de permisos relacionados al desarrollo, uso de terrenos y operación de permisos*. San Juan, PR: Junta de Planificación.
- PRSN. (n.d.). Retrieved December 27, 2025, from <http://www.prsn.uprm.edu/Spanish/tsunami/historia.php>
- PRSN. (2019). *Red Sísmica de Puerto Rico*. Retrieved enero 13, 2020, from <http://redsismica.uprm.edu/Spanish/educacion/terremotos/>
- PRSN. (2025). *Puerto Rico Seismic Network*. Retrieved December 15, 2025, from <https://redsismica.uprm.edu/english/education/prediction.php>
- PRSN. (2025). *Red Sísmica de Puerto Rico*. Retrieved December 15, 2025, from Resumen Preliminar de actividad sísmica anual para el 2024: [https://redsismica.uprm.edu/spanish/sismicidad/reportes/anuales/Informe\\_Anual\\_2024.pdf](https://redsismica.uprm.edu/spanish/sismicidad/reportes/anuales/Informe_Anual_2024.pdf)
- PRSN. (2025). *Seismic Information*. Retrieved December 26, 2025, from Earthquake of 1918: <http://www.prsn.uprm.edu/English/information/quake1918.php>
- PRSN. (n.d.). *Red Sísmica de Puerto Rico*. Retrieved December 15, 2025, from Reporte de Sismicidad: <https://redsismica.uprm.edu/spanish/sismicidad/reportes/>
- Public-Private Analytic Exchange Program. (2025). *Implications of Extreme Weather Events on U.S. Telecommunications Infrastructure*. DHS.
- Rigau-Pérez, J., & Vallejo - Calzada, E. D. (2020, march). Measles, Malnutrition and Mortality. *Puerto Rico Health Science Journal*, 39(1), 20 - 27. Retrieved December 29, 2025, from [https://issuu.com/coleccionpuertorriquena/docs/rigau\\_\\_vallejo\\_measles\\_in\\_pr\\_1917-1918\\_prhsj\\_2020](https://issuu.com/coleccionpuertorriquena/docs/rigau__vallejo_measles_in_pr_1917-1918_prhsj_2020)
- Robbins, A. M., Eckelmann, C., & Quiñones, M. (2009). Forest Fires in the Insular Caribbean. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 37:528-534.

- Rodríguez, D. M., Madwell, Z. J., Torres, J. M., Rivera, A., Wong, J. M., Santiago, G. A., . . . Adams, L. E. (2024, December 12). Epidemiology of Dengue - Puerto Rico, 2010 - 2024. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/73/wr/pdfs/mm7349a1-H.pdf>
- Rosario Urrutia, M. (2021, February 12). *Puerto Rican Endowment for the Humanities - Encyclopedia of Puerto Rico*. Retrieved December 29, 2025, from From the forgotten Flu Pandemic in Puerto Rico, 1918-1919, to the beginning of Covid-19 in 2020: <https://en.encyclopediapr.org/content/from-flu-pandemic-1918-to-covid19-puerto-rico/>
- Sánchez - Plazas, L. C., García - De Jesús, R., Martínez - González, K. G., Amaya - Ardila, C. P., & Almodóvar - Rivera, I. A. (2024). The psychological impact of the COVID-19 pandemic on physicians in Puerto Rico: a cross-sectional study after the second wave in 2021. *Psychiatry*, 14. Retrieved January 5, 2026
- Sandia National Laboratories. (n.d.). *Wildfire Electric Grid Resilience*. Retrieved December 16, 2025, from <https://energy.sandia.gov/programs/electric-grid/wildfire-electric-grid-resilience/>
- Schumann, III, R., Emrich, C., Busic, V., Mockrin, M., Zhou, Y., Johnson - Gaither, C., . . . Aksha, S. (2024). The Geography of Social Vulnerability and Wildfire Occurrence (1984 - 2018) in the Conterminous USA. *Natural Hazards*, 120, 4297 - 4327. doi:<https://doi.org/10.1007/s11069-023-06367-2>
- Sharp, T. M., Roth, N. M., Torres, J., Ryff, K., Pérez Rodríguez, N., Mercado, C., . . . Rivera García, B. (2014, December 5). Chikungunya Cases Identified Through Passive Surveillance and Household. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from <https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm6348.pdf>
- SNOFLO. (2026). *Carite Dam Report*. Retrieved January 4, 2026
- SNOFLO. (2026). *Cidra Dam Reservoir Report*. Retrieved January 2, 2026, from <https://snoflo.org/reservoir/puerto-rico/pr00020-cidra-dam>
- Soler - López, L. R. (2010). *Sedimentation Survey of Lago de Cidra, Puerto Rico*. Retrieved January 2, 2026, from <https://pubs.usgs.gov/sim/3118/>
- Stein, S. M., Comas, S. J., Menakis, J. P., Carr, M. A., Steward, S. I., Cleveland, H., . . . Radeloff, V. (2013). *Wildfire, Wildlands and People: Undertaking and preparing for Wildfire in the Wildland-Urban Interface - a Forest on the Edge Report*. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture - Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Thomas, D. L., Sharp, T. M., Torres, J., Armstrong, P. A., Muñoz-Jordán, J., Ryff, K. R., . . . Rivera - García, B. (2016, February 19). Local Transmission of Zika Virus — Puerto Rico,. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65(6). Retrieved December 29, 2025, from <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/pdfs/mm6506e2.pdf>
- Timothee, R. A., Morris, L., Filiberti, M., & Mainardi, L. E. (1963). Epidemic of Poliomyelitis in Puerto Rico, 1960. *Public Health Reports*, 78(1), 65 - 76.
- UNESCO. (2021). *World Heritage in the Face of COVID-19*.
- US Census Bureau. (2024, September 26). *Resource Library*. Retrieved February 10, 2025, from Tools for Vulnerable Populations in Puerto Rico: <https://www.census.gov/library/stories/2024/09/cre-pr-tools.html>

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 21, 2025, from <https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S1701?g=050XX00US72021>

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 21, 2025, from <https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S0101?g=050XX00US72021>

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 30, 2025, from S1810 Disability Characteristics: <https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S1810?g=050XX00US72021>

US Census Bureau. (2025). *Data Census*. Retrieved November 21, 2025, from <https://data.census.gov/table?g=050XX00US72021>

US Census Bureau. (2025). *Data Census*. Retrieved November 30, 2025, from S1810 Disability Characteristics: <https://data.census.gov/table/ACSST5Y2018.S1810?g=050XX00US72021>

US Census Bureau. (2025). *Data Census*. Retrieved November 30, 2025, from S2201: Food Stamps/Supplemental Nutrition Assistance Program: <https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S2201?g=050XX00US72021>

US Drought Monitor. (2025). *Data*. Retrieved December 16, 2025, from Time Series: <https://droughtmonitor.unl.edu/DmData/TimeSeries.aspx>

US Fire Administration. (2025, December 16). *What is the WUI?* Retrieved from <https://www.usfa.fema.gov/wui/what-is-the-wui/>

USACE. (2019). *LifeSim: Flood life-loss estimation model - Technical reference manual*.

USACE. (2020). *Safety of Dams- Policy and Procedures*.

USACE. (2021). *HEC-RAS river analysis system user's manual*.

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from Cidra Dam: <https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00020/inspections>

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from Carite Dam: <https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00021/inspections>

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from <https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00018/inspections>

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from <https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00019/summary>

USACE. (2023, May). *Congresional Fact Sheets 2025*. Retrieved December 29, 2025, from Guajataca Dam Repairs: <https://www.saj.usace.army.mil/About/Congresional-Fact-Sheets-2025/Guajataca-Dam-Repairs-PR-C/>

USACE. (n.d.). *Publications*. Retrieved April 20, 2026, from Risk - Informed safety Program: [https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerPamphlets/EP\\_360-1-31.pdf](https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerPamphlets/EP_360-1-31.pdf)

USACE. (n.d.). *Value to the Nation*. Retrieved December 22, 2025, from Flood Risk Mgmt: Economic Impact: <https://www.iwr.usace.army.mil/Missions/Value-to-the-Nation/Flood-Risk-Mgmt/Flood-Risk-Economic-Impact/>

USDOT - FRA. (2013). *Track Buckling Prevention: Theory, Safety Concepts, and Applications*. Washington DC: Office of Research and Development.

USFS. (n.d.). *Fire Effects Information System*. Retrieved December 16, 2025, from <https://www.fs.usda.gov/database/feis/glossary.html#SCATTER-HOARD>:

- USGS. (2014). *Puerto Rico's Rainfall Deficit Indicates Drought*. Retrieved December 23, 2025, from <https://www.usgs.gov/news/state-news-release/puerto-ricos-rainfall-deficit-indicates-drought>
- USGS. (2016). *Caribbean - Florida Water Science Center*. Retrieved December 23, 2025, from Drought Conditions in Puerto Rico: <https://www.usgs.gov/centers/caribbean-florida-water-science-center-%28cfwsc%29/science/drought-conditions-puerto-rico>
- USGS. (2019, August 6). *Earthquake Hazards 201 Technical Q&A*. Retrieved April 28, 2026, from <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/science/earthquake-hazards-201-technical-qa>
- USGS. (2020). *La duración potencial de las réplicas del terremoto 2020 del suroeste de Puerto Rico*. Reston Virginia: Servicio Geológico de EE. UU.
- USGS. (2024, September 10). Retrieved December 15, 2025, from Moment magnitude, Richter scale- what are the different magnitudes scales, and why are there so many?: <https://www.usgs.gov/faqs/moment-magnitude-richter-scale-what-are-different-magnitude-scales-and-why-are-there-so-many>
- USGS. (n.d.). *Earthquake Hazard Program*. Retrieved December 15, 2025, from Earthquake Hazards ProgramM 6.4 - 4 km SSE of Indios, Puerto Rico: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us70006vll/executive#d>
- USGS. (n.d.). *Topoview*. Retrieved Noviembre 12, 2025, from <http://ngmdb.usgs.gov/topoview/#13/18.3925/-661240>
- Vega Lugo, R. (2021, February 21). *Enciclopedia de Puerto Rico*. Retrieved December 29, 2025, from El cólera morno en Puerto Rico, 1855 a 1856: <https://enciclopediapr.org/content/el-colera-morbo-en-puerto-rico-1855-a-1856/>
- Ware-Gilmore, F., Rodríguez, D. M., Ryff, K., Torres, J. M., Pérez Vélez, M., Torres - Toro, C. T., . . . Marzán-Rodríguez, M. (2025, February 20). Dengue Outbreak and Response — Puerto Rico, 2024. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 74(5). Retrieved December 29, 2025, from <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/74/wr/pdfs/mm7405-H.pdf>
- Weilert, L., & Laó-Dávila, D. (2023, August). Fault structure and segmentation of the Punta Moltalva Fault in southwestern Puerto Rico using high-resolution digital elevation models. *Tectonophysics*.
- West, J., Rodríguez Cruz, L. A., & Hughes, K. (2023). Assessing Social Vulnerability to Landslides in Rural Puerto Rico. *Natural Hazards Center Public Health Disaster Research Report Series*. Retrieved February 10, 2025, from <https://hazards.colorado.edu/public-health-disaster-research/steep-risks>
- WHO. (2025). *Floods*. Retrieved December 22, 2025, from [https://www.who.int/health-topics/floods/#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/floods/#tab=tab_1)
- World Bank. (n.d.). *Climate Knowledge Portal*.
- World Bank. (n.d.). *Think Hazard*. Retrieved from <https://www.thinkhazard.org/en/report/200-puerto-rico-u-s/WF>
- Zhang, R., Ji, H., Pang, Y., & Suo, L. (2022). The Impact of COVID-19 on Cultural Industries: An Empirical Research Based on Stock Market Returns. *Frontiers in Public Health*.



## APÉNDICE A: ADOPCIÓN Y APROBACIÓN

### ADOPCIÓN

Se incluirá una vez se apruebe el documento

### APROBACIÓN POR PARTE DE FEMA

Se incluirá una vez se apruebe el documento

### CARTA APA DE FEMA

Se incluirá una vez se apruebe el documento

### HOJA DE HERRAMIENTAS DE REVISIÓN

Se incluirá como parte del borrador final

# ANDICE B: COMITÉ DE PLANIFICACIÓN

## CARTA DE COMPROMISO



### Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal

El Municipio de Aguas Buenas, representado en este acto por su alcalde, Hon. Karina Nieves Serrano, mediante el presente documento denominado carta de compromiso se compromete en conjunto con la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR) trabajar en la revisión y actualización del plan de mitigación contra peligros naturales municipal (Plan). El mismo tiene el objetivo de identificar actividades y medidas dirigidas a la mitigación de peligros naturales tales como huracanes, inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos, tsunamis entre otros que apliquen. El Plan tiene dentro de sus prioridades la reducción de pérdidas de vida y propiedad asociado a los diferentes peligros naturales e identificar medidas para atender las necesidades del municipio y sus residentes de manera planificada y ordenada, promoviendo así el desarrollo sostenido mediante la preservación de la función natural y los beneficios de la conservación de los recursos naturales y la infraestructura.

Observando los planes que se han vencido, y están próximos a vencer, la *Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia* (COR3 por sus siglas en inglés) procedió asignar presupuesto a la JPPR para atender la revisión y actualización de los Planes de Mitigación Contra Peligros Naturales de los municipios. Es importante destacar que los planes de mitigación deberán estar aprobados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés) para evitar que los municipios pierdan los fondos asignados para la ejecución de los proyectos. Por lo tanto, recae sobre el municipio la responsabilidad de gestionar adecuadamente su plan, ya que la falta de vigencia conllevaría la pérdida de dichos fondos.



La JPPR está facultada para asistir a los municipios, conforme a la Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico, Ley Núm. 75 del 24 de junio de 1975, según enmendada, 23 LPRA, sección 62 (k). Asimismo, la JPPR podrá hacer uso de recursos externos para la elaboración del plan de mitigación.

A su vez el Municipio está facultado a realizar acuerdos con cualquier agencia del Gobierno Central para que este desarrolle o lleve a cabo, en beneficio del Municipio, cualquier estudio, trabajo, obra o mejora pública municipal conforme a lo establecido en la ley Código Municipal de Puerto Rico, Ley Núm. 107 del 13 de agosto de 2020, según enmendada.

Es esencial que este plan cumpla con los requisitos del Acta de Mitigación de Desastre, la cual establece que los gobiernos municipales y estatales que hayan adoptado sus planes de mitigación contra peligros naturales serán elegibles para fondos de mitigación pre-desastre (Pre-disaster Mitigation Act) y post desastre a través del Programa de Subvención para la Mitigación de Riesgos (HMGP), el Predisaster Mitigation (PDM) y el Flood Mitigation Assistance Program (FMAP).

Por lo tanto, el municipio reconoce que la JPPR se comprometerá a coordinar junto al municipio la aprobación del Plan; coordinar la evaluación del Plan por parte del COR3 y FEMA; y efectuar la entrega del Plan aprobado por COR3 y FEMA al municipio.



El Municipio asignará una persona contacto o empleado municipal designado por el alcalde que será el contacto oficial (POC) del municipio para la coordinación, ejecución y la elaboración de la actualización del plan de mitigación. Esta persona trabajará directamente con el personal designado por la Junta de Planificación en este proyecto.

Asimismo, el Municipio agilizará y tramitará la adopción del plan mediante Orden Ejecutiva o a través de la Legislatura Municipal mediante Ordenanza Municipal. También coordinará en conjunto con la JPPR o el personal autorizado, el proceso de participación ciudadana.

Se coordinará por parte del municipio la recopilación de información necesaria que sea requerida, incluyendo:

- 
- Identificación de todos los Riesgos locales – Descripción de los diferentes eventos ocurridos en el Municipio y los impactos que han tenido en la comunidad.
  - Identificación de inventario de activos del Municipio, de considerarse el activo como uno crítico favor de identificar el mismo como activo-crítico.
  - Información necesaria para complementar la Tabla de análisis de capacidad.
  - Identificación e Implantación de las Medidas / actividades de Mitigación: Lista de proyectos y Plan de Acción describiendo cómo los proyectos serán implantados por prioridades, cómo serán administrados, si son costo-beneficiosos.
  - Evaluación del Plan Preliminar.
  - Evaluación del Borrador del Plan.
  - Evaluación del Borrador Final del Plan.
  - Implementación del Plan de Mitigación – Monitoreo, Evaluación y Actualización.
  - Realizar los esfuerzos educativos y comunicación necesarios a los diferentes sectores de la ciudadanía de este proceso de actualización del plan.
  - La JPPR coordinará con el municipio respecto a cualquier otra información que se requiera.

Este compromiso no implica la erogación de fondos públicos por parte del municipio ni de la JPPR. A su vez, podrá ser terminado por la JPPR o por el Municipio, mediante comunicación escrita dirigida al presidente de la JPPR o a la alcaldesa, según corresponda.

Por lo que, de acuerdo con este compromiso, yo, Karina Nieves Serrano, lo firmo conforme a los mejores intereses del pueblo de Aguas Buenas.

En Aguas Buenas, Puerto Rico, hoy 17 de diciembre de 2025.



Alcaldesa

# NOMBRAMIENTOS EN EL COMITÉ DE PLANIFICACIÓN

## NOTIFICACIÓN DE DESIGNACIÓN Comité de Planificación del Municipio de Aguas Buenas

Yo, Hon. Karina Nieves Serrano, alcaldesa del Municipio de Autónomo de Aguas Buenas, designo a los siguientes funcionarios y representantes como integrantes del *Comité de Planificación para la actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Aguas Buenas*, con el deber de apoyar, asesorar, coordinar y evaluar los trabajos de revisión, actualización, implementación y monitoreo del Plan mencionado.

| Nombre            | Puesto y Oficina                | Correo electrónico        | Teléfono (Ext.)          |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Gerardo Cárdena   | Director /Planificación         |                           | 787-732-4700<br>ext.2474 |
| Melissa García    | Secretaría/ Planificación       | mgarcia@aguasbuenaspr.net | 787-732-4700<br>ext.2131 |
| Iliana Aponte     | Directora/Programas Federales   | iaponte@aguasbuenaspr.net | 787-732-4700<br>ext.2101 |
| Juan Ortiz Rivera | Director/Finanzas y Presupuesto | jortiz@aguasbuenaspr.net  | 787-732-4700<br>ext.2412 |

### Funciones principales del Comité:

- Coordinar con los trabajos relacionados con la actualización del Plan de Mitigación.
- Participar de talleres, presentaciones y reuniones sobre la actualización del Plan de Mitigación de Riesgos
- Proporcionar información, y datos sobre la evaluación de los riesgos y vulnerabilidades del municipio, así como las capacidades y los proyectos prioritarios de mitigación.
- Asegurar el cumplimiento con los requisitos estatales y federales para la elegibilidad de fondos de mitigación.
- Ayudar a diseñar y proponer acciones y proyectos de mitigación al municipio para fortalecer la resiliencia y reducir los riesgos de desastres.
- Mantener comunicación con la ciudadanía y promover la participación comunitaria en el proceso de mitigación.
- Apoyar la adopción e implantación del Plan de Mitigación.

Esta designación tendrá vigencia inmediata y se mantendrá en efecto hasta que se notifique lo contrario.

Firmada hoy, 20 de enero de 2026

Hon. Karina Nieves Serrano  
Nombre

  
Firma \_\_\_\_\_  
Alcaldesa Municipio de Aguas Buenas



JUNTA DE

# PLANIFICACIÓN

GOBIERNO DE PUERTO RICO

## FORMULARIO PARA DESIGNAR PERSONA(S) CONTACTO(S) PLAN DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Municipio: Aguas Buenas

|                    | Nombre                | Teléfono            | Correo electrónico                |
|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Personal Designado | <u>Juan J. Rivera</u> | <u>787-381-3335</u> | <u>jrivera@aguasbuenas.pr.gov</u> |
| Personal Alterno   |                       |                     |                                   |
|                    |                       |                     |                                   |
|                    |                       |                     |                                   |
|                    |                       |                     |                                   |

Hon. Karina Nieves Serrano  
Nombre (letra de molde)  
Alcalde

Firma  
Alcalde

Fecha: \_\_\_\_\_

P.O. Box 41119, San Juan PR, 00940-1119 • 787.723.6200 • jp.pr.gov





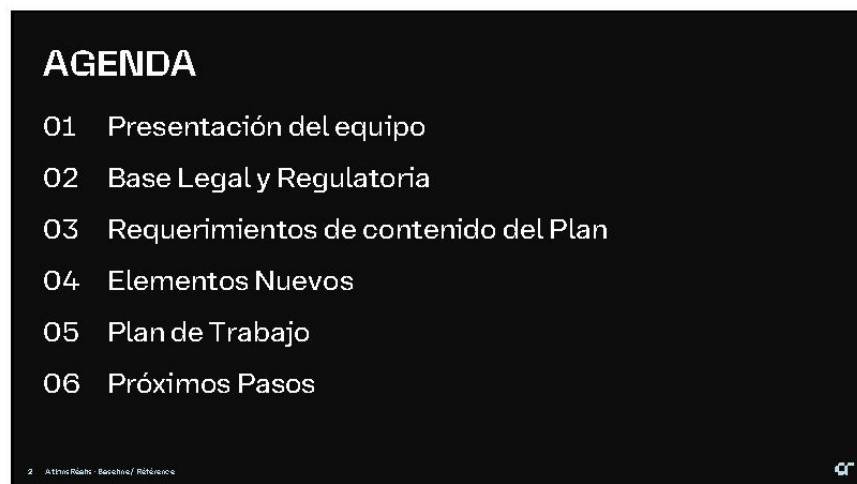
# PRIMERA REUNIÓN DEL COMITÉ DE PLANIFICACIÓN

## PRESENTACIÓN

02/03/2026



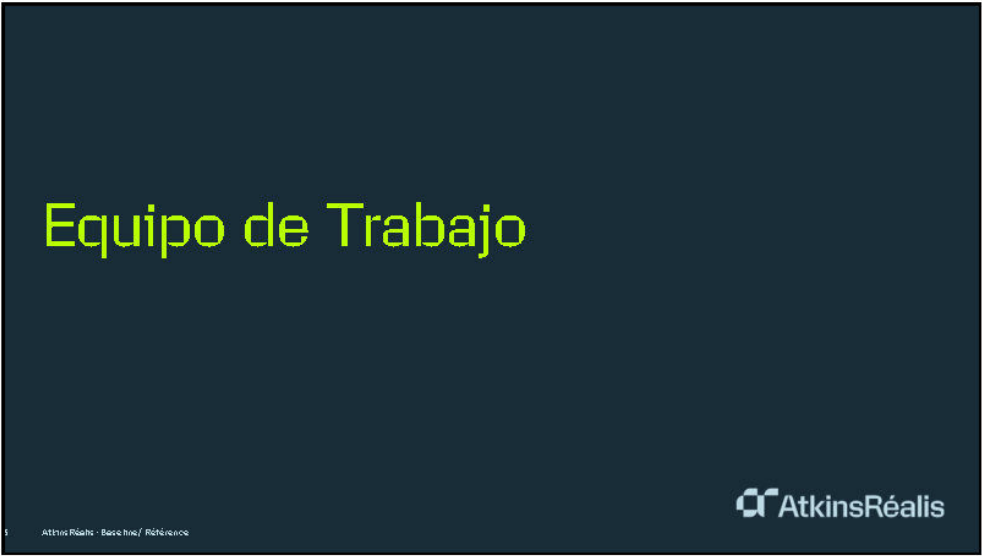
1



2

1





3



4

# Equipo de Trabajo

Mario González, Analista de Planificación

Yashira Santos, Analista de Planificación

Leonardo Pérez, Analista de Planificación

Armando Rodríguez, Analista de Planificación

Juan Rotger, Analista de Planificación

6



5

Aguas  
Buenas



Leonardo  
Pérez

Barranquitas



Leonardo  
Pérez

Comerio



Mario  
González

Salinas



Armando  
Rodríguez

Santa  
Isabel



Armando  
Rodríguez

Vieques



Mario  
González

6 Attn: R&S - Base Inc./ R&S/RS/RS



6

3

# Base Regulatoria

7 Attn: Róhls - Borehne/ Róhls



7

## Base Legal y Regulatoria

- **Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act (Stafford Act), as amended**

- PL 100-707, signed into law November 23, 1988; amended the Disaster Relief Act of 1974, PL 93-288.
- National Flood Insurance Act of 1968, as amended.
- National Dam Safety Program Act (Pub. L. 92-367), as amended.
- Regulation: 44 CFR Part 201 Mitigation Planning.



8 Attn: Róhls - Borehne/ Róhls

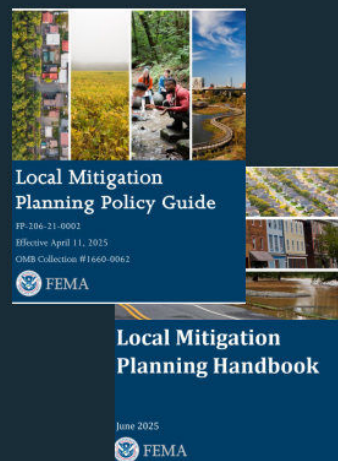


8

4

## Requerimientos del Plan de Mitigación

- Elemento A: Proceso de Planificación
- Elemento B: Identificación de Peligros y Evaluación de riesgos
- Elemento C: Estrategias de Mitigación
- Elemento D: Plan de Seguimiento e Implementación
- Elemento E: Actualización del Plan
- Elemento F: Adopción del Plan
- Elemento G: Peligros Potenciales ante fallos en Represas (opcional)
- Elemento H: Requisitos Estatales Adicionales



9 Attn: Raúl - Becerra / Ródriguez

9

## Elementos nuevos del Plan

- 1. Identificación y evaluación de riesgos**
  - Se clasifica la infraestructura crítica por servicio vital o línea de vida
  - Se analiza su exposición y vulnerabilidad
  - Se prioriza por línea de vida
- 2. Evaluación de capacidades**
  - Se evalúa la capacidad local para proteger servicios vitales
  - Se identifican brechas y se proponen acciones
- 3. Estrategia de Mitigación**
  - Se incluyen acciones específicas para proteger, estabilizar y restaurar servicios vitales
- 4. Participación de Partes Interesadas**
  - Se invita a agencias responsables o representantes de servicios vitales y se documenta su participación
  - Se comunica al público y recopila retroalimentación sobre los servicios vitales

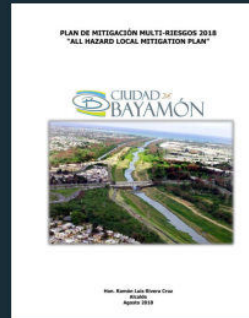


10 Attn: Raúl - Becerra / Ródriguez

10

## Elementos nuevos del Plan

- **Actualización del Plan:**  
"Review Tool" especifica los elementos que se deben documentar para reflejar los cambios
  - El Plan describe los cambios en las áreas propensas a peligros (ha incrementado o disminuido la vulnerabilidad o peligro)
  - Deberá reflejar los cambios en prioridades y progreso de los esfuerzos locales de mitigación.



| Element E: Plan Update                                                                                                                                                                               |  | Location in Plan (section and/or page number) | Met / Not Met |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|---------------|
| Element E Requirements                                                                                                                                                                               |  |                                               |               |
| E1: Was the plan revised to reflect changes in development? (Requirement 44 CFR § 201.6(d)(2))                                                                                                       |  |                                               |               |
| E2: Does the plan describe the changes in development that have occurred in hazard-prone areas that have increased or decreased each community's vulnerability since the previous plan was approved? |  | Click on Step here to enter text.             | Choose i      |

11 Active Risks - Backline / Risk/evac



11

## Proceso del Plan de Mitigación



12 Active Risks - Backline / Risk/evac

Local Mitigation Planning Handbook



12

## Riesgos a Evaluar

13 Attno Róhls · Borehne/ Róhlsuice



13

## Peligros a considerar



Terremoto



Modificaciones  
costeras



Marejada  
Ciclónica



Fuego Forestal



Deslizamientos



Inundaciones



Calor Extremo



Pandemia/  
Epidemia



Tsunami



Ciclones Tropicales



Sequías

14 Attno Róhls · Borehne/ Róhlsuice

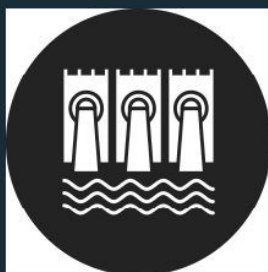


14

7



## Represas



Aguas  
Buenas



Comerío

16 Attivo R&D - Base hinc / R&D/encoe



15

## ¿Qué necesitamos del Municipio?



Designación del Comité de Planificación



Apoyo en la actualización de las estrategias de mitigación del plan anterior.



Incorporación de nuevas estrategias de mitigación.



Actualización de capacidades

16 Attivo R&D - Base hinc / R&D/encoe



16

# Evaluación de Capacidades

17 Attno Róalo - Barchne/ Róhenece



17

## Capacidades

Planificación y  
Reglamentación

Técnica

Financiera

Alcance  
Comunitario

Desarrollo de  
Capacidades

18 Attno Róalo - Barchne/ Róhenece



18

# Participación Ciudadana

19 Atlixo Róalo - Bochoo/ RóNúance



19

## Participación Ciudadana

- Dos reuniones de participación ciudadana.
- Notificación será publicada por Junta de Planificación.
- Publicar 15 días antes de la reunión
- Se otorga 15 días para comentarios
- Para la Segunda reunión se discute el primer borrador.
- El primer borrador será comentado por el público, el municipio y la Junta de Planificación



20 Atlixo Róalo - Bochoo/ RóNúance



20

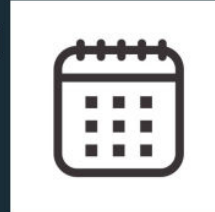
## Ventana para la primera actividad de participacion ciudadana

2 de marzo al 13 de marzo

Debe informar su fecha de reunion antes del lunes 9 de febrero.

Favor proveer varias fechas para que su analista de Planificación pueda estar.

De no recibir las fechas en o antes del lunes 9, su reunión será calendarizada después de las de otros municipios.



21 Attn: Róbal - Bachea / Róbal



21

## Comunicación

22 Attn: Róbal - Bachea / Róbal



22



**Junta de Planificación**  
GOBIERNO DE PUERTO RICO

### Información de Contacto

| Programa           | Junta de Planificación | <a href="mailto:prpb.lhmp@atkinsrealis.com">prpb.lhmp@atkinsrealis.com</a>                          |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plan Ivette Colón  | Junta de Planificación | <a href="mailto:colon_i@jp.pr.gov">colon_i@jp.pr.gov</a>                                            |
| Plan William Pitre | AtkinsRéalis Caribe    | <a href="mailto:William.Pitre@atkinsrealis.com">William.Pitre@atkinsrealis.com</a><br>/+19392051336 |

Pedimos que el título de todo correo comience únicamente con el nombre del municipio.  
Ej.: "San Germán - Tablas de Mitigación Actualizadas"

Solicitamos que en todo correo electrónico relacionado con el programa se copie siempre al correo oficial:  
[prpb.lhmp@atkinsrealis.com](mailto:prpb.lhmp@atkinsrealis.com)

AtkinsRéalis

23

# Grupos de Trabajo

24 AtkinsRéalis • Boceho • R&H/urce

24





# MINUTA

|                             |                                   |                    |                       |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>PROYECTO:</b>            | PRPB 25 LHMP Update               |                    |                       |
| <b>TÍTULO:</b>              | First Committee Meeting           |                    |                       |
| <b>LUGAR DE LA REUNIÓN:</b> | Junta de Planificación<br>Salón B | <b># REUNIÓN:</b>  | 1                     |
| <b>FECHA Y HORA:</b>        | 2/9/2026 @ 9:00am                 | <b>MINUTA POR:</b> | Leonardo Pérez García |

## Lista de Asistencia:

| NOMBRE         | INICIALES | COMPAÑÍA                  |
|----------------|-----------|---------------------------|
| Juan Ortíz     | JO        | Municipio de Aguas Buenas |
| Leonardo Pérez | LPG       | AtkinsRéalis              |

## Asuntos Discutidos:

| ID   | ASUNTOS DISCUTIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AD-1 | Aprobación de Minuta Reunión Anterior: <ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| AD-2 | Asunto Relacionado con Alcance de Servicio Contratado y Entregables <ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| AD-3 | Plan de Trabajo Propuesta (Two Weeks Ahead / Four Week Ahead) <ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| AD-4 | Asuntos Nuevos <ul style="list-style-type: none"> <li>La reunión dio inicio con una presentación a cargo del planificador William Pitre, de AtkinsRéalis, en la cual se explicó el alcance del proyecto, las actividades a realizar, los requisitos aplicables y el proceso mediante el cual la Junta de Planificación y AtkinsRéalis estarán desarrollando el Plan de Mitigación con el municipio de Aguas Buenas</li> <li>Luego de la presentación, se inició la mesa de trabajo con el municipio de Aguas Buenas.</li> <li>L. Pérez se presentó y ofreció un breve trasfondo de su experiencia como ingeniero.</li> </ul> |

## NOTA A LOS DESTINATARIOS:

Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

| ID | ASUNTOS DISCUTIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Pérez solicitó que el municipio confirmara el Punto de Contacto (POC). J. Ortiz indicó que fue designado como el POC.</li> <li>• Se repasó parcialmente la lista del "Local Hazard Mitigation Plan" (LHMP) anterior para que el municipio identificara el estatus actual de las acciones incluidas en dicho plan. Se le indicó a J. Ortiz que las acciones deben modificarse para que tengan la codificación de identificación correcta dentro del plan. Dentro de las acciones, tenemos los siguientes estatus actuales:             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Acción #3 – J. Ortiz indicó que la acción se está trabando dentro del Plan de Escorrentía.</li> <li>◦ Acción #7 – J. Ortiz indicó que el municipio le ha hecho el acercamiento a Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) y a la Oficina de Permisos (OPE) para atender y mitigar la acción.</li> <li>◦ Acción #8 – J. Ortiz indicó que se encuentra en fase de diseño para desarrollar un puente elevando bajo fondos de "Community Development Block Grant Mitigation Funds (CDBG-MIT).</li> <li>◦ Acción #9 – J. Ortiz indicó que la medida está actualmente en subasta y ya fue clasificada como "Safe Room".</li> <li>◦ Acción #11 – J. Ortiz indicó que el Plan Estatal de Rehabilitación de Viviendas se adaptó localmente.</li> </ul> </li> <li>• L. Pérez realizó una dinámica con el municipio donde tenían que poner acciones nuevas que les gustaría incluir dentro del Plan de Mitigación. J. Ortiz mencionó dos nuevas acciones:             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mitigar los hundimientos de las carreteras que conectan con el casco urbano de Aguas Buenas.</li> <li>◦ Limpieza de alcantarillados para evitar la acumulación de agua y mejorar el drenaje de escorrentías.</li> </ul> </li> <li>• L. Pérez realizó otra dinámica con el municipio llamada "Planning Poker".</li> <li>• Se le preguntó al municipio que, si recibieran fondos ilimitados para realizar un solo proyecto de mitigación, cuál sería y por qué. J. Ortiz, como único participante, respondió que realizaría una evaluación de los puentes, atarjeas y vados del municipio que presentan peligro de deslizamiento o colapso por la fuerza hidráulica de los cuerpos de agua durante eventos de crecida. L. Pérez realizó una última dinámica con J. Ortiz donde establecía la prioridad de los peligros naturales del municipio, utilizando la escala uno (1 – baja) a tres (3 – alta):             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Ciclones Tropicales – 3</li> <li>◦ Deslizamientos – 3</li> <li>◦ Pandemia – 2</li> <li>◦ Inundaciones – 3</li> <li>◦ Calor Extremo – 1</li> <li>◦ Sequías – 2</li> </ul> </li> <li>• L. Pérez dio por culminada la dinámica e indicó que el correo electrónico para enviar o solicitar información es <a href="mailto:prpb.lhmp@atkinsrealis.com">prpb.lhmp@atkinsrealis.com</a>. También informó que es importante que, cada vez que envíen un correo electrónico, el título comience con el nombre del municipio, en este caso -Aguas Buenas, seguido de una breve descripción del contenido, con el fin de archivar y atender las comunicaciones de manera más eficiente.</li> <li>• L. Pérez otorgó su información de email <a href="mailto:leonardo.perez@atkinsrealis.com">leonardo.perez@atkinsrealis.com</a> con el POC.</li> </ul> |

#### NOTA A LOS DESTINATARIOS:

Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

| ID   | ASUNTOS DISCUTIDOS                                                                                                                                                                                                         |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>J. Ortiz indicó que tiene pendiente enviar la información de la reunión con la comunidad y estarán enviando un correo electrónico para confirmar la fecha, hora y lugar.</li> </ul> |
| AD-5 | Discusión de Acciones por Tomar <ul style="list-style-type: none"> <li>Tabla Inferior</li> </ul>                                                                                                                           |
| AD-6 | Coordinación Próxima Reunión <ul style="list-style-type: none"> <li>TBD</li> </ul>                                                                                                                                         |

#### Acciones Por Tomar:

| ID   | ACCIONES POR TOMAR                                                          | FECHA LÍMITE | ENTIDAD RESPONSABLE |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| AT-1 | Confirmación de Fecha, hora y lugar para reunión comunitaria.               | 2/9/2026     | Mun. Aguas Buenas   |
| AT-2 | Envío de logo el municipio.                                                 | 2/9/2026     | Mun. Aguas Buenas   |
| AT-3 | Enviar lista de Comité de Planificación de Aguas Buenas.                    | TBD          | Mun. Aguas Buenas   |
| AT-4 | Enviar lista de estrategias y/o acciones nuevas para el Plan de Mitigación. | TBD          | Mun. Aguas Buenas   |
| AT-5 | Enviar lista de infraestructura crítica de Aguas Buenas con coordenadas.    | TBD          | Mun. Aguas Buenas   |

#### Acuerdos/Aclaraciones:

| ID   | DESCRIPCIÓN |
|------|-------------|
| AC-1 | N/A         |

#### Anejos:

| ID   | DESCRIPCIÓN ANEJO | NÚMERO DE PÁGINAS |
|------|-------------------|-------------------|
| AN-1 | N/A               |                   |

#### NOTA A LOS DESTINATARIOS:

Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

|                               |            |                               |                                  |
|-------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------------|
| <b>PRÓXIMA REUNIÓN:</b>       | TBD        |                               |                                  |
| <b>MEDIO DE DISTRIBUCIÓN:</b> | Email      |                               |                                  |
| <b>FECHA DISTRIBUCIÓN:</b>    | 02/06/2026 | <b>ARCHIVO DE REFERENCIA:</b> | First Planning Committee Meeting |

**NOTA A LOS DESTINATARIOS:**

Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

# HOJA DE ASISTENCIA



## HOJA DE ASISTENCIA



Fecha: 9 de febrero de 2026      Hora: 9:00am      Asunto: 1era Reunión -Revisión Plan de Mitigación contra Peligros Naturales

| Nombre y dos apellidos | Teléfono    | Municipio    | Firma                                  | Correo Electrónico |
|------------------------|-------------|--------------|----------------------------------------|--------------------|
| Juan Ortiz Rivera      | 787-7322811 | Aguas Buenas | Cubierto para proteccion de privacidad |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |
|                        |             |              |                                        |                    |



# APÉNDICE C: PARTICIPACIÓN Y DIVULGACIÓN PÚBLICA

## NOTIFICACIÓN DE LA PRIMERA REUNIÓN PÚBLICA

**PLANIFICACIÓN**  
GOBIERNO DE PUERTO RICO

**AVISO PÚBLICO**

**PRIMERA REUNIÓN DE  
PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD**



La Junta de Planificación, junto al Municipio de Aguas Buenas, invita a los organismos gubernamentales, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de la 1ra reunión de Planificación con la Comunidad para la revisión del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.

Los peligros naturales pueden causar la pérdida de vida y propiedad y tener consecuencias nefastas. La mitigación de riesgos es el esfuerzo de nuestra comunidad por reducir los daños o riesgos ocasionados por peligros naturales mediante el diseño de medidas que reduzcan su impacto.

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales para el Municipio de Aguas Buenas tiene el propósito de guiar al gobierno municipal en el desarrollo y adopción de estrategias dirigidas al manejo de peligros, tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos, terremotos y otros.

FECHA: 6 DE MARZO DE 2026  
HORA: 6:00 PM  
LUGAR: CASA DE ARTE Y CULTURA  
CALLE SALAS TORRES #4, BO. PUEBLO  
AGUAS BUENAS, PR

**PLANES DE MITIGACIÓN  
CONTRA PELIGROS NATURALES**  
Planificar para proteger

**AGUAS BUENAS**

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: [JP.PR.GOV](http://JP.PR.GOV)

**PLANIFICACIÓN**  
GOBIERNO DE PUERTO RICO

**AVISO PÚBLICO**

**PRIMERA REUNIÓN DE  
PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD**



La Junta de Planificación, junto al Municipio de Hatillo, invita a los organismos gubernamentales, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de la 1ra reunión de Planificación con la Comunidad para la revisión del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.

Los peligros naturales pueden causar la pérdida de vida y propiedad y tener consecuencias nefastas. La mitigación de riesgos es el esfuerzo de nuestra comunidad por reducir los daños o riesgos ocasionados por peligros naturales mediante el diseño de medidas que reduzcan su impacto.

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales para el Municipio de Hatillo tiene el propósito de guiar al gobierno municipal en el desarrollo y adopción de estrategias dirigidas al manejo de peligros, tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos, terremotos y otros.

FECHA: 10 DE MARZO DE 2026  
HORA: 2:30 PM  
LUGAR: TEATRO JOSÉ A. MONROUZEAU  
CALLE PEDRO P. VARGAS  
HATILLO, PR

**PLANES DE MITIGACIÓN  
CONTRA PELIGROS NATURALES**  
Planificar para proteger

**HATILLO**

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: [JP.PR.GOV](http://JP.PR.GOV)

**DRNA**  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

**AVISO AMBIENTAL**

**SOBRE INTENCION DE EMITIR PERMISOS  
DE INYECCION SUBTERRANEA**

El peticionario, Puma Energy Caribe, LLC, ha solicitado a la oficina Regional de Arecibo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) la renovación del **Permisos de Operación UIC-13-52-0005-RA** para una **facilidad de inyección subterránea (FIS)** Clase VII, bajo las disposiciones del Reglamento para el Control de la Inyección Subterránea (RCIS) del Programa para el Control de la Inyección Subterránea (PCIS) y la Ley Federal de Agua Potable Segura, según enmendada 42 USC 300f, et seq. (LFAPS).

La FIS consiste de un (1) tanques de retención en forma rectangular de 7 pies 6 pulgadas de largo por 18 pies de ancho por 6 pies de profundidad líquida para una capacidad de 6,563 galones para la disposición de aguas de lavado de autos de la estación Puma #378 ubicada en la Carr 155 Km 35.5 Bo. Perchas en Morovis, Puerto Rico.

Luego de realizada la evaluación correspondiente de los documentos sometidos, el DRNA tiene la intención de otorgar la renovación del permiso de operación para la instalación en conformidad con el RCIS y de la LFAPS. Esta notificación se hace para informar que el DRNA, ha preparado el borrador del permiso de operación de forma tal que el público interesado pueda someter sus comentarios con relación al mismo. El borrador de permiso contienen las condiciones y prohibiciones necesarias para cumplir con los requisitos reglamentarios aplicables.

El público puede evaluar copia de la solicitud de permiso que sometieron el peticionario ante el DRNA, el borrador de permiso y otros documentos relevantes en la oficina Regional de Arecibo del DRNA ubicada en la Avenida San Patricio #44 Marginal Carr. #2 Km 80.6 en Arecibo, Puerto Rico. Copia de dichos documentos pueden adquirirse (\$0.50 por pliego) en el antes mencionado lugar entre 7:30am y 4:00pm de lunes a viernes o escribiendo a la siguiente dirección: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, San Jose Industrial Park, 1375 Avenida Ponce de León, San Juan, Puerto Rico 00926.

Las partes interesadas pueden enviar sus comentarios por escrito al Sr. Luis Reyes Vazquez, Director Regional, y al Ing. Waldemar Quiles Perez, Secretario del DRNA, a la dirección postal indicada anteriormente. Los comentarios por escrito o la solicitud de vista pública deberán ser sometidos al DRNA no más tarde de treinta (30) días a partir de la fecha de publicación de este aviso. La fecha límite para someter comentarios puede ser extendida si se estima necesario o apropiado para el interés público. La solicitud para una vista pública deberá señalar la razón o razones que en la opinión del solicitante ameritan la celebración de esta. De realizarse una vista pública los interesados o afectados tendrán una oportunidad razonable para presentar evidencia o testimonio sobre si se emiten o deniegan los permisos, si el Secretario determina que dicha vista es necesaria o apropiada.

En San Juan, Puerto Rico, hoy 3 de junio de 2024.

  
Waldemar Quiles Pérez  
Secretario

Este anuncio se publica conforme a lo requerido por la Ley Sobre Política Pública Ambiental Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, según enmendada. El costo del Aviso Público es sufragado por la entidad peticionaria.

San José Industrial Park, 1375 Ave Ponce de León, San Juan, PR 00926  
1787.999.2200 | [www.drna.pr.gov](http://www.drna.pr.gov)





Municipio de Aguas Buenas

...

23 feb. · 🌐

## Aviso Importante



JUNTA DE  
PLANIFICACIÓN  
GOBIERNO DE PUERTO RICO

### AVISO PÚBLICO

#### PRIMERA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD



La Junta de Planificación, junto al Municipio de Aguas Buenas, invitan a los organismos gubernamentales, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de la 1ra reunión de Planificación con la Comunidad para la revisión del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.

Los peligros naturales pueden causar la pérdida de vida y propiedad y tener consecuencias nefastas. La mitigación de riesgos es el esfuerzo de nuestra comunidad por reducir los daños o riesgos ocasionados por peligros naturales mediante el diseño de medidas que reduzcan su impacto.

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales para el Municipio de Aguas Buenas tiene el propósito de guiar al gobierno municipal en el desarrollo y adopción de estrategias dirigidas al manejo de peligros, tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos, terremotos y otros.

FECHA: 6 DE MARZO DE 2026

HORA: 6:00 PM

LUGAR: CASA DE ARTE Y CULTURA

CALLE SALAS TORRES #4, BO. PUEBLO

AGUAS BUENAS, PR



## AGUAS BUENAS

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: JP.PR.GOV



13



3



Municipio de Aguas Buenas

...



AGENDA DE LA REUNIÓN

**Trasfondo y conceptos básicos**

**Proceso de planificación para la mitigación contra peligros naturales**

**Proyecto para la actualización de los planes de mitigación:**

- Descripción del proyecto
- Alcance de trabajo
- Esfuerzos de divulgación/Participación ciudadana
- Flujograma de las actividades del Proyecto



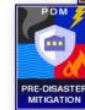
  
PLANES DE MITIGACIÓN  
CONTRA PELIGROS NATURALES  
planificar para proteger

## TRASFONDO

### Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA2K)

Requiere un plan de mitigación aprobado y adoptado para recibir financiamiento federal a través de:

- ☐ Programa de subvenciones para mitigación de peligros
- ☐ mitigación previa al desastre, y
- ☐ asistencia para mitigar inundaciones.



(d) **Local governments.** The key responsibilities of local governments are to:

- (1) Prepare and adopt a jurisdiction-wide natural hazard mitigation plan as a condition of receiving project grant funds under the HMGP, in accordance with § 201.6.
- (2) At a minimum, review and update the local mitigation plan every 5 years from date of plan approval of the previous plan in order to continue program eligibility.

Regulation: 44 CFR Part 201 Mitigation Planning.



## CONCEPTOS IMPORTANTES

### Peligros naturales

Eventos o sucesos naturales que amenazan vidas, bienes materiales, infraestructura, el ambiente y otros activos. Tienden a ocurrir repetidamente en las mismas zonas geográficas.

Ej. Terremotos, deslizamientos de tierra, hundimientos, Inundaciones, tsunamis, huracanes, erosión, incendios, etc.

### Mitigación de riesgos

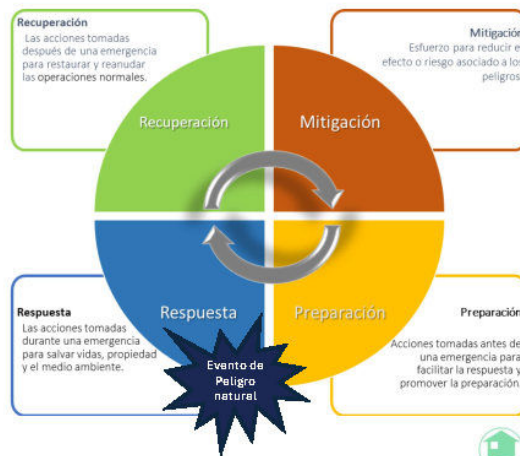
Esfuerzo o acciones para reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los peligros naturales.

### Plan de mitigación contra peligros naturales

Documento donde se evalúan la vulnerabilidad del municipio ante los peligros naturales y se identifican acciones para minimizar las pérdidas de vida y propiedad ante un evento futuro.



## CICLO PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS



## PROCESO DE PLANIFICACIÓN PARA LA MITIGACIÓN

1. Coordinación con Municipio
2. Evaluación de riesgos
3. Evaluación de capacidad
4. Estrategias de mitigación
5. Mantenimiento del plan
6. Documentación del plan





## COORDINACIÓN CON MUNICIPIO

- Carta de compromiso
- Designar el Comité de Planificación de Mitigación de Peligros del municipio.
- Reunión inicial ("kick off meeting").
- La participación pública y divulgación a las principales partes interesadas.
- La recopilación y el análisis de datos.
- Preparación y presentación del plan.



## EVALUACIÓN DE RIESGOS



Terremoto



Erosión costera/  
modificaciones  
costeras



Marejada  
Ciclónica



Deslizamientos



Inundaciones



Calor Extremo



Tsunami



Ciclones Tropicales



Sequías



Fuego Forestal



Pandemia/  
Epidemia



## EVALUACIÓN DE CAPACIDAD

- Mide la capacidad para implementar el plan de mitigación de peligros.
- El propósito es establecer la capacidad municipal para la planificación, determinación de la capacidad financiera, la asistencia técnica y la necesidad de adiestramiento.
- Las capacidades evaluadas son las siguientes:



## RESULTADO DE EVALUACIÓN





## ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

- Describir las metas y objetivos específicos para minimizar el impacto en el municipio.
- Identificar acciones de mitigación específicas y proyectos.
- Estas pueden incluir:
  - **Prevención**– actividades tales como planificación usos terrenos, regulaciones, mantenimientos, etc.
  - **Protección de propiedades**– mejoras de diseños, relocalización, adquisición, etc.
  - **Proyectos de estructura**– ej. Diques, muros de contención, alcantarillado pluvial, etc.
  - **Servicios de emergencia**– alertas, sistemas de advertencias, manejo y planes de desalojo, ejercicios de respuesta a emergencias, etc.
- Educación y concientización pública.



## MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN DEL PLAN

- **Monitoreo:** Identificar frecuencia para verificar el progreso de las acciones en el plan.
- **Evaluación:** Determinar si el plan sigue siendo viable, si las acciones aún tienen sentido, etc.
- **Actualización:** Si se determina que algo debe cambiarse en el proceso de evaluación, identificar persona a cargo (comité de planificación) para la actualización cada 5 años.
- **Adopción del Plan por el municipio:** ordenanza de la legislatura municipal u orden ejecutiva del alcalde.
- Revisión, certificación y aprobación de FEMA.



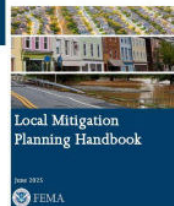
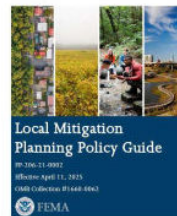
# PROYECTO ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE MITIGACIÓN



## ALCANCE DEL TRABAJO

1. Revisar y actualizar los planes de mitigación contra peligros naturales de acuerdo con las nuevas guías y regulaciones.
2. Coordinar las actividades y trabajos en conjunto con el municipio y la Junta de Planificación.
3. Promover la participación ciudadana.

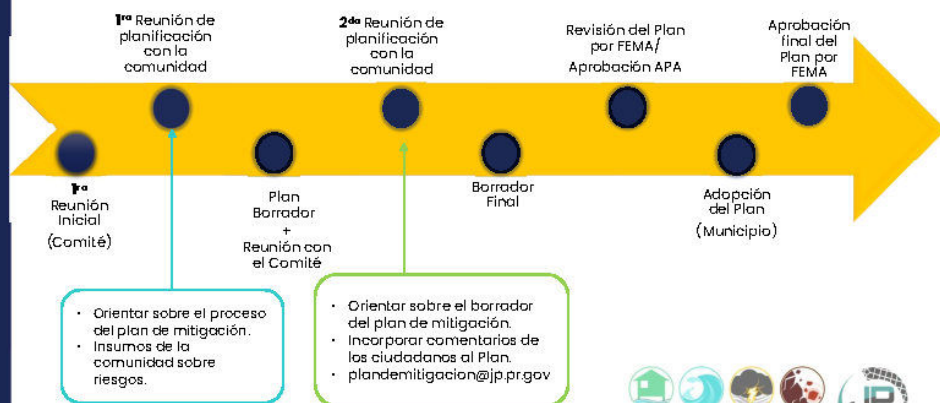
- Reuniones de planificación con la comunidad
- Página cibernética JP ([www.jp.pr.gov](http://www.jp.pr.gov))



 [plandemitigación@jp.pr.gov](mailto:plandemitigación@jp.pr.gov)



## ACTIVIDADES DEL PROYECTO



## ENCUESTA DE LA COMUNIDAD





## FORMULARIO DE COMENTARIOS

### COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguas Buenas  
Municipio

Nombre (Opcional): roberto falcon 732@gmail.com

Barrio: Sumidero

Sector: Los Yatos

Carretera y Kilómetro: 15to km. 18 Hectometros 3 Ter.

Referencia relativa del lugar: \_\_\_\_\_

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:  
(Describe inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

La Alcantarilla se tapa el agua por  
debajo de la casa. Los trabajos de DTOP se demoran y el  
veneno se está acumulando.

¿Cómo se afectó?  
Fue reportado al municipio. Hasta que no llegue el  
ingeniero Mayra no se puede atender por parte  
del Municipio.

Fecha: \_\_\_\_\_

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguas Buenas  
Municipio

Nombre (Opcional): Dalwin Flores Rosario - 787-960-0128

Barrio: Bo. Molles

Sector: Miñillas Aguas Buenas P.R.

Carretera y Kilómetro: 48.1 Interior

Referencia relativa del lugar: Sede entrada comunidad Chacero

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:  
(Describe inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

deslizamiento de Terreno

¿Cómo se afectó?  
deslizamiento

Fecha: 6/Marzo/2024

# HOJA DE ASISTENCIA



## HOJA DE ASISTENCIA

Asunto: 1<sup>ra</sup> Reunión de Planificación con la Comunidad- Municipio de Aguas Buenas  
Lugar: Casa de Arte y Cultura

Fecha: 6 de marzo de 2024  
Hora: 6:00 p.m.

| Nombre completo<br>(en letra de molde) | Municipio/Barrio/ Comunidad | Teléfono | Correo electrónico | Firma |
|----------------------------------------|-----------------------------|----------|--------------------|-------|
| Juan Ortiz Rivera                      | Municipio Fajardo           |          |                    |       |
| Carlos T. Kerpner                      | Municipio San Juan          |          |                    |       |
| Melissa G. G. G.                       | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Lesvia Araya Hernández                 | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Alex Gómez Rivera                      | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Luis A. Rodríguez                      | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Ilana Aponte Castellano                | Mun. Aguas Buenas           |          |                    |       |
| Rafael Medina López                    | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Betancourt Rosa Roca                   | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Alagria José Camacho                   | Aguas Buenas                |          |                    |       |

Cubierto para proteger información  
privada



## HOJA DE ASISTENCIA

Asunto: 1<sup>ra</sup> Reunión de Planificación con la Comunidad- Municipio de Aguas Buenas  
Lugar: Casa de Arte y Cultura

Fecha: 6 de marzo de 2024  
Hora: 6:00 p.m.

| Nombre completo<br>(en letra de molde) | Municipio/Barrio/ Comunidad | Teléfono | Correo electrónico | Firma |
|----------------------------------------|-----------------------------|----------|--------------------|-------|
| Norma L. P. P.                         | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Jeilyn Rivera                          | Aguas Buenas                |          |                    |       |
| Fredy Colón Meléndez                   | Turkey Point                |          |                    |       |
|                                        |                             |          |                    |       |
|                                        |                             |          |                    |       |
|                                        |                             |          |                    |       |
|                                        |                             |          |                    |       |
|                                        |                             |          |                    |       |

Cubierto para proteger información  
privada

**HOJA DE ASISTENCIA**

Asunto: 1ª Reunión de Planificación con la Comunidad- Municipio de Aguas Buenas

Fecha: 4 de marzo de 2020

Lugar: Casa de Arte y Cultura

Hora: 6:00 p.m.

| Nombre completo<br>(en letra de molde) | Municipio/Barrio/ Comunidad | Teléfono                                      | Correo electrónico | Firma |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------|
| Aurea E. Rivera Lora                   | Sector Las<br>Dagueras      | Cubierto para proteger información<br>privada |                    |       |
| Roberto Ortiz Falcon                   | Sancti Spiritus             |                                               |                    |       |
| Dalwin Flores Rosendo                  | Aguas Buenas<br>Mula        |                                               |                    |       |
| Carlos X. Cotto Román                  | A. B.                       |                                               |                    |       |
| Maria V. Acosta Rivera                 | Aguas Buenas                |                                               |                    |       |
| Thayde Ocasio Ponce                    | Sancti Spiritus             |                                               |                    |       |
| Edwin Niles                            | Mula                        |                                               |                    |       |
| Nestor L. Rivera Merced                | Pueblo                      |                                               |                    |       |
| Juan C. Díaz Comacho                   | A. B.                       |                                               |                    |       |
| David A. Ferrer Baez                   | Mun. Aguas Buenas           |                                               |                    |       |



## REGISTROS FOTOGRÁFICOS



















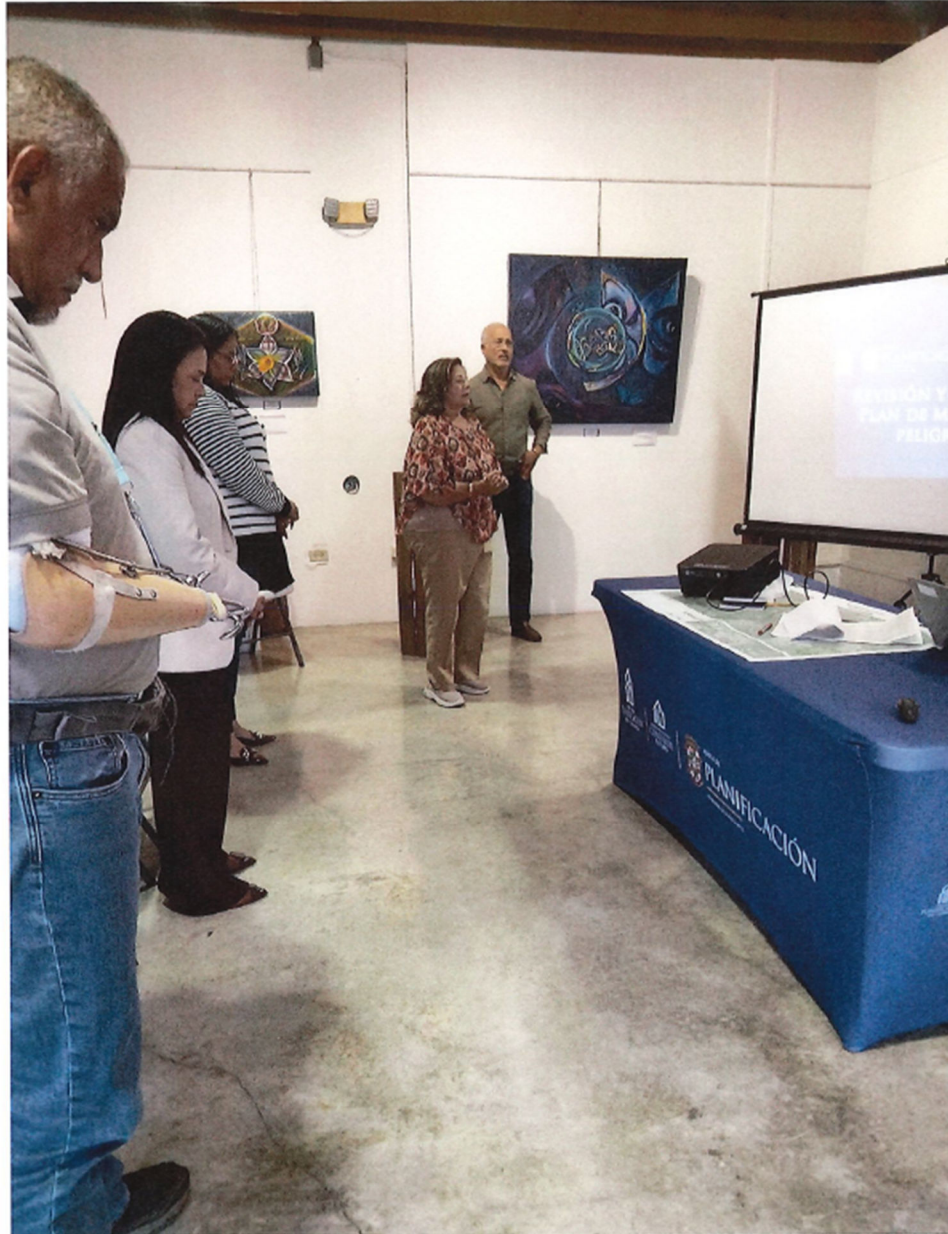


















## SEGUNDA REUNIÓN DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA

### NOTIFICACIÓN PÚBLICA

Se en el borrador final

### MINUTAS

Se en el borrador final

### PRESENTACIÓN

Se en el borrador final

### HOJAS DE ASISTENCIA

Se en el borrador final

### REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Se en el borrador final

## APÉNDICE D: PARTICIPACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS

Se incluirá una vez termine el proceso de participación ciudadana

## APÉNDICE E: ORGANIGRAMA



Gobierno de Puerto Rico  
Municipio Autónomo de Aguas Buenas  
Organigrama Organizacional  
Año Fiscal 2025-2026

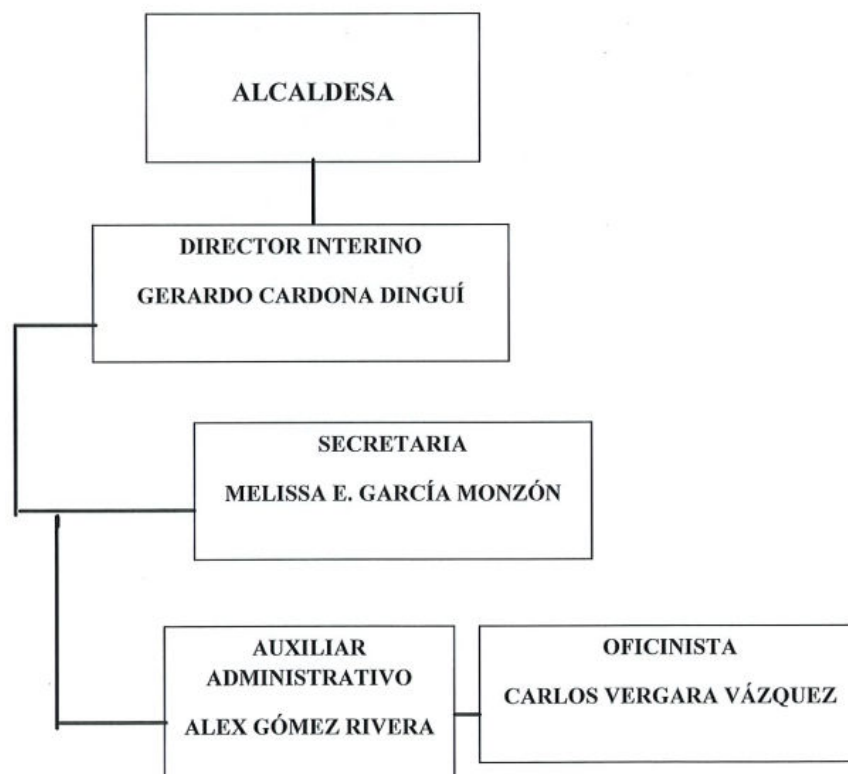


  
KARINA NIEVES SERRANO  
ALCALDESA  
09 DE SEPTIEMBRE DE 2025

Teléfono: (787) 732-4700  
Apartado 128, Aguas Buenas, Puerto Rico, 00703



## ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL



## APÉNDICE F: LISTA DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS POR LÍNEA VITAL

La siguiente tabla ofrece una lista de Infraestructuras Críticas en Aguas Buenas según la Junta de Planificación de Puerto Rico.

*Tabla 55: Infraestructuras críticas por Línea Vital*

| Nombre de la instalación                        | Dirección | Coordenada Y | Coordenada X | Línea Vital            | Subcategoría              |
|-------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|------------------------|---------------------------|
| Estación de bombeo de Aguas Buenas              |           | 18.25893975  | -66.0946394  | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Estancias del Río (Estación de bombeo)          |           | 18.29831472  | -66.0712686  | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Monserate (Estación de bombeo)                  |           | 18.25465474  | -66.10131717 | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Palmas Reales (Estación de bombeo)              |           | 18.25861466  | -66.12201849 | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| San Antonio (Estación de bombeo)                |           | 18.25943143  | -66.1039552  | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Sonadora (mulas) (estación de bombeo)           |           | 18.2579058   | -66.11693578 | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Vistas de Jagüeyes (Estación de bombeo)         |           | 18.25938193  | -66.0989391  | Sistemas de agua       | Servicios Públicos        |
| Oficina del alcalde                             |           | 18.25702464  | -66.10320217 | Seguridad y protección | Servicio gubernamental    |
| Casa de Arte y Cultura Francisco "Paquito" Díaz |           | 18.25650742  | -66.1034226  | Otras instalaciones    | Instalaciones recreativas |

|                                           |                        |             |              |                               |                           |
|-------------------------------------------|------------------------|-------------|--------------|-------------------------------|---------------------------|
| CDT                                       |                        | 18.255592   | -66.107063   | Salud y Medicina              | Atención médica           |
| Cementerio Municipal de Aguas Buenas      |                        | 18.2543105  | -66.11016366 | Otras instalaciones           | Servicios gubernamentales |
| Centro Permanente de Depósito Comunitario |                        | 18.256458   | -66.108091   | Comida, hidratación y refugio | Servicios gubernamentales |
| Centro de Gobierno                        |                        | 18.257176   | -66.106687   | Seguridad y Protección        | Servicio gubernamental    |
| Centro de Salud Familiar, Aguas Buenas    | Calle Muñoz Rivera #99 | 18.25559    | -66.10706    | Salud y Medicina              | Atención médica           |
| Clínica Tiger Med                         |                        | 18.25697553 | -66.1028563  | Salud y Medicina              | Atención médica           |
| Coliseo Samuel Rodríguez                  |                        | 18.25708545 | -66.1077244  | Otras instalaciones           | Instalaciones recreativas |
| Cuartel General de Policía                |                        | 18.25784746 | -6.10696826  | Seguridad y Protección        | Aplicación de la ley      |
| Cuartel de la Policía Municipal           |                        | 18.25697553 | -66.1028563  | Seguridad y Protección        | Aplicación de la ley      |
| Escuela Dr. Gustavo Muñoz Díaz            |                        | 18.257355   | -66.101566   | Comida, hidratación y refugio | Refugio                   |
| Escuela Dr. Pedro Albizu Campos           |                        | 18.252304   | -66.101386   | Comida, hidratación y refugio | Refugio                   |
| Escuela Ezequiel Ramos La Santa           |                        | 18.255034   | -66.093378   | Comida, hidratación y refugio | Refugio                   |
| Escuela Jagüeyes Abajo                    |                        | 18.287712   | -66.076233   | Comida, hidratación y refugio | Refugio                   |
| Escuela José R. González                  |                        | 18.240456   | -66.09596    | Comida, hidratación y refugio | Refugio                   |



|                                         |  |             |              |                                     |                                                |
|-----------------------------------------|--|-------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| Escuela<br>Mulitas Alvelo               |  | 18.269873   | -66.151089   | Comida,<br>hidratación<br>y refugio | Refugio                                        |
| Escuela<br>Ramón Luis<br>Rivera         |  | 18.257692   | -66.168816   | Comida,<br>hidratación<br>y refugio | Refugio                                        |
| Escuela Santa<br>Clara                  |  | 18.213453   | -66.130885   | Comida,<br>hidratación<br>y refugio | Refugio                                        |
| Escuela de<br>Sumidero de<br>SU         |  | 18.214799   | -66.131577   | Comida,<br>hidratación<br>y refugio | Refugio                                        |
| Escuela<br>Superior<br>Urbana           |  | 18.257      | -66.092      | Comida,<br>hidratación<br>y refugio | Refugio                                        |
| Parque de<br>bomberos                   |  | 18.255228   | -66.101475   | Seguridad y<br>Protección           | Instalaciones<br>de la estación<br>de bomberos |
| Farmacia<br>América                     |  | 18.25655898 | -66.10421957 | Salud y<br>Medicina                 | Cadena de<br>suministro<br>médica              |
| Farmacia del<br>pueblo                  |  | 18.25712904 | -66.10347951 | Salud y<br>Medicina                 | Cadena de<br>suministro<br>médica              |
| Nueva<br>farmacia                       |  | 18.24903417 | -66.11647304 | Salud y<br>Medicina                 | Cadena de<br>suministro<br>médica              |
| Hospital<br>Menonita de<br>Aguas Buenas |  | 18.25602427 | -66.10718279 | Salud y<br>Medicina                 | Atención<br>médica                             |
| Infraestructur<br>a de PREPA<br>Luma    |  | 18.25489258 | -6.10055496  | Energía                             | Infraestructura<br>de servicios<br>eléctricos  |
| Minillas                                |  | 18.24664217 | -66.12333923 | Otras<br>instalacion<br>es          | Instalaciones<br>recreativas                   |
| Plaza Kids                              |  | 18.25236614 | -66.10089911 | Otras<br>instalacion<br>es          | Instalaciones<br>recreativas                   |
| Plaza Pública<br>de Aguas<br>Buenas     |  | 18.25675186 | -66.10297627 | Otras<br>instalacion<br>es          | Instalaciones<br>recreativas                   |

|                                                           |  |             |             |                  |                         |
|-----------------------------------------------------------|--|-------------|-------------|------------------|-------------------------|
| PR 108 Km. 6,4                                            |  | 18.241553   | -66.120714  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 156 Km. 44,4                                           |  | 18.242231   | -66.144044  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 156 Km. 45,2                                           |  | 18.243575   | -66.138167  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 156 Km. 46,45                                          |  | 18.243039   | -66.129522  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 156 Km. 54                                             |  | 18.247883   | -66.079703  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 173 Km. 23,25                                          |  | 18.259575   | -66.103458  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 174 1Kxm.6.9                                           |  | 18.277861   | -66.138558  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 777                                                    |  | 18.240275   | -66.096664  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 777                                                    |  | 18.239972   | -66.095253  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 777 Km. 0,25                                           |  | 18.247883   | -66.079703  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 777 km. 0,5                                            |  | 18.247036   | -66.083847  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 781                                                    |  | 18.271547   | -66.140825  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR 794 Km. 1,7                                            |  | 18.243439   | -66.105336  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR Km. 156                                                |  | 18.236097   | -66.172636  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| PR Km. 777 0,7                                            |  | 18.247108   | -66.090156  | Transporte       | Sistemas de transportes |
| Subestación eléctrica                                     |  | 18.254892   | -66.100554  | Energía          |                         |
| Subestación LUMA                                          |  | 18.254892   | -66.100616  | Energía          |                         |
| Depósito de agua 500 sum.                                 |  | 18.22025    | -66.1256666 | Sistemas de agua |                         |
| Terminal de Transporte Público<br>Eurípides Díaz Alvarado |  | 18.25642886 | -66.1027963 | Transporte       |                         |

# APÉNDICE G: METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN DSS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS EN PUERTO RICO



## DSS-WISE Simulation Methodology for Puerto Rico Hazard Mitigation Plan Update

### Overview

This document describes the methodology applied to run dam breach scenarios for the 14 dams requested in Puerto Rico in support of the hazard mitigation plan updates.

### Scope

Fourteen (14) dams were identified for evaluation. PTS partners had existing 2D dam breach simulation results for four (4) dams within the La Plata watershed that were leveraged for the study. The remaining ten (10) dams were modelled using DSS-WISE.

### Methodology

The National Center for Computational Hydroscience and Engineering (NCCHE) developed the (Decision Support System for Water Infrastructure Security (DSS-WISE) tool with funding from FEMA for the purpose of evaluating the consequences of floods relating to dams and levees.

For hazard mitigation planning, it is advised to account for the maximum event. Thus, this inundation mapping exercise will simulate a complete dam failure event assuming failure at top of dam elevations.

### Hydraulic Model Outputs

Hydraulic model outputs from dam breach simulations were employed when available. The dams along the La Plata watershed included La Plata Dam, Comerio I Dam, Comerio II Dam, and Carite Dam. These dams followed the same stream

### DSS-WISE Inputs

The best available data is captured in the National Inventory of Dams, captured by the United States Army Corps of Engineers (USACE). Table 1 describes how the DSS-WISE inputs are estimated.

Table 1. DSS-WISE Inputs and Assumptions

| DSS-WISE Parameters               | Inputs                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reservoir Name                    | NID field for NID ID                                                                                                                                  |
| Reservoir Point                   | Identified around NID field for Latitude and Longitude                                                                                                |
| Normal Pool Elevation (ft NAVD88) | Normal Depth = {NID field for Normal Storage} / {NID field for Surface Area}<br>Normal Pool Elevation = {estimated Ground Elevation} + {Normal Depth} |
| Normal Pool Volume (ac-ft)        | NID field for Normal Storage                                                                                                                          |

- Dam crest elevation used is reasonable.
- DSS-WISE inputs align with the calculated inputs.
- Breach hydrograph, if provided, is reasonable and aligns with the calculation spreadsheet.
- Reservoir volume fills to 100% and drains throughout the simulation.
- Simulation results are complete and reasonable.

## GIS Processing

The finalized inundation extents were used to identify impacted points of infrastructure. A visual inspection also evaluated to include structures with a point location that may be outside the inundation area but its associated structure or accessibility would be impacted by a dam breach event.

The impacted points of infrastructure are summarized by the intersecting municipality.

### Points

All points of critical infrastructure are provided in the results shapefile. Points are identified by dam breach inundation zone they fall within with a "Y" or "N" in the respective dam's name field. These dams are summarized in the "Dams\_List" field that concatenates the dams that may inundate the point of critical infrastructure.

### Lines

The lines of critical infrastructure are clipped to the dam inundation extents. These dams responsible for inundation the lines are summarized in the "Dams\_List" field that concatenates the dams that may inundate the point of critical infrastructure. For the Primary and Secondary Roads features, duplicate roadways are summarized with alternate names provided for the stretch.

### Polygons

Polygons are only provided where they intersect a dam inundation extent. Polygons are identified by dam breach inundation zone they fall within with a "Y" or "N" in the respective dam's name field. These dams are summarized in the "Dams\_List" field that concatenates the dams that may inundate the point of critical infrastructure.

Where polygons intersect multiply municipalities, they are duplicated such that they are present for each municipality.

## Data Sources

Data was leveraged from numerous federal sources, such as the FEMA Resilience Analysis and Planning Tool (RAPT) and the Federal Geographic Data Committee (FGDC) National Geographic Data Asset (NGDA). These datasets are described in Table #.

| Dataset                 | Description                                                                   | Source                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Critical Infrastructure | Points of critical infrastructure, provided by the Caribe team's contacts.    | Junta de Planificación de Puerto Rico (2026) |
| Municipalities          | Polygon boundaries of municipalities, provided by the Caribe team's contacts. | Junta de Planificación de Puerto Rico (2026) |

| DSS-WISE Parameters                | Inputs                                                                                                                |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maximum Pool Elevation (ft NAVD88) | Maximum Pool Elevation = {estimated Ground Elevation} + {NID field for Dam Height}                                    |
| Maximum Pool Volume (ac-ft)        | NID field for Maximum Storage                                                                                         |
| Failure Pool Elevation (ft NAVD88) | Same value as Maximum Pool Elevation                                                                                  |
| Failure Pool Volume (ft NAVD88)    | Same value as Maximum Pool Volume                                                                                     |
| Dam Name                           | NID field for Dam Name                                                                                                |
| Dam Crest Line                     | Drawn following aerial or terrain imagery around NID field for Latitude and Longitude                                 |
| Crest Elevation (ft NAVD88)        | Same value as Maximum Pool Elevation                                                                                  |
| Hydraulic Height (ft)              | NID field for Dam Height                                                                                              |
| NID ID                             | NID field for NID ID                                                                                                  |
| Structures Type                    | NID field for Primary Dam Type                                                                                        |
| Breach Center Point                | Located at a reasonable point, likely along the middle of the crest line                                              |
| Breach Type                        | "Reservoir", or "Hydrograph" if Reservoir Breach Type does not fully drain reservoir.                                 |
| Breach Outflow Hydrograph          | If "Hydrograph" Breach Type is selected, use inputs from NRCS TR60 Breach Peak with TR66 Breach Hydrograph worksheet. |
| Failure Type                       | "Sudden & Complete Failure"                                                                                           |
| Domain Buffer Distance (miles)     | 20 miles (and extended if needed)                                                                                     |
| Cell Size (ft)                     | 15 ft                                                                                                                 |
| Project Name                       | NID field for NID ID and Dam Name (e.g., "PR#####_Dam_Name")                                                          |
| Scenario Name                      | Default name                                                                                                          |
| Scenario Description               | Default description                                                                                                   |

## ***Dam Crest Elevation Selection***

The dam crest was selected by using the Elevation Profile tool in DSS-WISE Beta 4.0 version to identify the lowest point along the dam crest line.

Where dams were removed from the terrain, the dam crest elevation was selected from the fragments still in the terrain. Where the DSS-WISE simulation failed to match the filled reservoir volume at 100%, the simulation was iterated to identify the elevation to the nearest half-foot to match the filled reservoir volume corresponding to the maximum storage volume indicated in the National Inventory of Dams. Simulations were also performed using a dam crest elevation adding the ground elevation with the dam height.

## ***Hydrograph Breach Simulation***

For dams that were unable to fully drain under the reservoir breach scenarios on DSS-WISE, the NRCS TR60/TR66 Breach Hydrograph Worksheet was employed to generate the breach hydrograph for DSS-WISE. Inputs were derived from accessible information online, the NID, or the report from a previous DSS-WISE simulation.

## **Simulation Quality Checks**

The DSS-WISE simulations were independently checked for quality, where the reviewer checked for the following items:



| Dataset                              | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Source      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| USA Structures (Puerto Rico)         | Polygon boundaries of building footprints for structures larger than 450 square feet, generated from a collaboration of FEMA, Oak Ridge National Laboratory, and the U.S. Geological Survey                                                                                                               | FEMA (2025) |
| RAPT Colleges and Universities       | Point locations of post-secondary education facilities, as defined by the Integrated Post Secondary Education System from the National Center for Education Statistics in the U.S. Department of Education for the 2019-2020 school year, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data | FEMA (2025) |
| RAPT Hospitals                       | Point locations of hospital facilities acquired from various state departments or federal sources, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                                                                                                        | FEMA (2025) |
| RAPT Local Law Enforcement Locations | Point locations of law enforcement agencies as defined by the U.S. Department of Justice – Bureau of Justice Statistics for their Census of State and Local Law Enforcement Agencies, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                     | FEMA (2025) |
| RAPT Public Schools                  | Point locations of public elementary and secondary education facilities as defined by the Common Core of Data from the National Center for Education Statistics in the U.S. Department of Education for the 2022-2023 school year, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data        | FEMA (2025) |
| RAPT Wastewater                      | Point locations of wastewater treatment plants compiled from the U.S. Environmental Protection Agency Facility Registry Service and Integrated Compliance Information System, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                             | FEMA (2025) |
| RAPT Nursing Homes                   | Point locations of facilities that house elderly adults, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                                                                                                                                                  | FEMA (2025) |
| RAPT Power Plants                    | Point locations of operable electric generating plants by energy source as defined by the Energy Information Administration, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                                                                              | FEMA (2025) |
| RAPT Prison Boundaries               | Polygon boundaries of where the incarcerated population is located with fence lines or building footprints for federal (excluding military) to local government jurisdictions, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                            | FEMA (2025) |
| RAPT Public Health Departments       | Point locations of public health department locations downloaded in 2024, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                                                                                                                                 | FEMA (2025) |
| RAPT Dialysis Centers                | Point locations of dialysis centers identified by Rx Open downloaded in 2023, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                                                                                                                                                             | FEMA (2025) |



## **Garzas Dam (PR00006)**

The Garzas Dam runs in series upstream of Adjuntas Dam and Dos Bocas Dam. Since the terrain is steep, these dams are modelled independently. The normal and maximum storage volumes were identical, so the maximum pool elevation was also leveraged for the normal pool elevation.

## **Adjuntas Dam (PR00007)**

The Adjuntas Dam runs in series between Garzas Dam and Dos Bocas Dam. Since the terrain is steep, these dams are modelled independently. The Adjuntas Dam crest elevation was unable to be identified from the terrain, and the sum of the ground elevation and dam height did was unable to acceptably fill the reservoir volume to match the NID data. Thus, the simulation was iterated to find the nearest elevation (to the half-foot) that would fill the reservoir.

## **Pellejas Dam (PR00008)**

The Adjuntas Dam runs in series upstream of Dos Bocas Dam. Since the terrain is steep, these dams are modelled independently. The Pellejas Dam crest elevation was unable to be identified from the terrain, and the sum of the ground elevation and dam height did was unable to acceptably fill the reservoir volume to match the NID data. Thus, the simulation was iterated to find the nearest elevation (to the half-foot) that would fill the reservoir.

## **Dos Bocas Dam (PR00009)**

The Dos Bocas Dam was modelled using the methods described in this report.

## **Vivi Dam (PR00010)**

The Vivi Dam runs in series upstream of Dos Bocas Dam. Since the terrain is steep, these dams are modelled independently. The Pellejas Dam crest was elevation unable to be identified from the terrain, so the dam crest elevation was estimated by adding the dam height to the ground elevation.

## **Caonillas Dam (PR00011)**

The Caonillas Dam was modelled using the methods described in this report.

## **La Plata Dam (PR00017)**

The La Plata Dam was modelled in series with Carite Dam, Comerio I Dam, and Comerio II Dam and is the most significant dam in this series. This dam breach scenario was modelled as a probable maximum flood event by Freese and Nichols, Inc. in October 2024 as part of the February 2024 Puerto Rico Dam Safety Under Extreme Rainfall Final Assessment Report by ARC.

The associated model includes the hydrologic (probable maximum flood event) for the full basin from Carite down, but only the La Plata dam is breached in this model. Thus, points of critical infrastructure upstream of the La Plata Dam may be attributed to the La Plata Dam.

## **Comerio II Dam (PR00018)**

The Comerio II Dam was modelled as a probable maximum flood event by Freese and Nichols, Inc. in October 2024 as part of the February 2024 Puerto Rico Dam Safety Under Extreme Rainfall Final Assessment Report by ARC. The model terminates with ponding in the La Plata Dam.

| Dataset                                               | Description                                                                                                                             | Source                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| RAPT Pharmacies                                       | Point locations of pharmacies identified by Rx Open downloaded in 2023, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data | FEMA (2025)               |
| RAPT Transmission Lines                               | Lines of electric power transmission lines, collected for the Homeland Infrastructure Foundation-Level Data                             | FEMA (2025)               |
| NGDA Medical Emergency Response Structures            | Point locations of hospitals, medical centers, ambulance services, fire stations, and EMS stations from the U.S. Geological Survey      | FGDC (2025)               |
| NGDA Law Enforcement Structures                       | Point locations of police and prison landmarks from the U.S. Geological Survey                                                          | FGDC (2025)               |
| NGDA Recreation Structures                            | Point locations of campgrounds, trailheads, and visitor information centers from the U.S. Geological Survey                             | FGDC (2026)               |
| NGDA Landmarks and Government Buildings               | Point locations of cemeteries, post offices, city/town halls, and courthouses from the U.S. Geological Survey                           | FGDC (2025)               |
| NTAD Runways                                          | Polygon boundaries of runways identified from the Federal Aviation Administration                                                       | USDOT (2026)              |
| NTAD Aviation Facilities                              | Point locations of airport locations identified from the Federal Aviation Administration                                                | USDOT (2026)              |
| TIGER/Lines Primary and Secondary Roads (Puerto Rico) | Lines indicating roads part of main artery systems, including interstate highways, U.S. highways, state highways, and county highways.  | U.S. Census Bureau (2026) |

## Results

Results for dam inundation breaches are summarized by HUC10 watershed level. The modeling inputs for the dam breach events modeled on DSS-WISE are also summarized in the DSS-WISE simulation reports.

### Guajataca Dam (PR00001)

Guajataca Dam was unable to fully drain under the reservoir breach scenarios on DSS-WISE. The NRCS TR60/TR66 Breach Hydrograph Worksheet was employed to generate the breach hydrograph for DSS-WISE. USACE included a figure of the maximum cross-section of the dam with values to input in the Breach Hydrograph Worksheet, such as the crest width, downstream stability berm width, upstream slope, and downstream slope. The remaining TR60/TR66 inputs were derived from the NID or the report from a previous DSS-WISE simulation.

### Guayo Dam (PR00005)

The Guayo Dam was modelled using the methods described in this report.

## Comerio I Dam (PR00019)

Comerio I Dam is a very small, run-of-river style dam. Model results are not provided for this dam breach since the inundation results captured by the dams upstream and downstream of Comerio I Dam will capture the hazard of a dam breach.

## Cidra Dam (PR00020)

The Cidra Dam crest elevation was unable to be identified from the terrain, and the sum of the ground elevation and dam height did was unable to acceptably fill the reservoir volume to match the NID data. Thus, the simulation was iterated to find the nearest elevation (to the half-foot) that would fill the reservoir.

## Carite Dam (PR00021)

The Carite Dam was modelled as a sunny day failure event by Freese and Nichols, Inc. in October 2024 as part of the February 2024 Puerto Rico Dam Safety Under Extreme Rainfall Final Assessment Report by ARC. The model terminates with ponding in the La Plata Dam.

## Patillas Dam (PR00023)

The Patillas Dam was modelled using the methods described in this report.

## Discussion

Of the 25 municipalities of focus, the dam breaches impacted the following municipalities: Adjuntas, Aguas Buenas, Añasco, Arecibo, Arroyo, Barranquitas, Cataño, Comerio, Dorado, Isabela, Las Marías, Patillas, and Utuado.

The 12 municipalities not impacted by the dam breaches include: Aguada, Ceiba, Hatillo, Jayuya, Peñuelas, Rincón, Salinas, San Germán, Santa Isabel, Vega Alta, Vieques, and Yabucoa.

## Recommendations

It is recommended to visually evaluate the identified critical infrastructure impacted, based on local knowledge.

There may be schools identified through multiple datasets (Inf\_Critica\_Final provided by the PRPB LHMP, Schools identified by the FGDC NGDA, and Public Schools identified by the FEMA RAPT datasets). All datasets are provided in case one includes details not provided by another dataset. Additional investigation should be employed to determine if the additional data is applicable.

Check the dam breach results are reasonable for the dam's location. The La Plata Dam model extends upstream of the La Plata Dam due to the PMF breach results from the Carite Dam, so those reports should be adjusted accordingly.

If these files are converted to shapefiles, the field names may be truncated to accommodate the shapefile 10-character limit.

## SQL Queries

SQL queries are provided below to best understand how to identify different points of relevance.

## Definition Query

To remove extraneous point features that are not associated with an existing dam inundation extent using the following definition query:

*Dams\_List IS NOT NULL*

## By Municipality

To identify the mileage of roads impacted by municipality, the "municipio" field can be leveraged for querying. For example, the following steps will identify the road names, mileage, and associated dam breaches that impact a road:

1. "Select By Attribute":
  - a. Selection Type: "New selection"
  - b. Where: "municipio = 'Agua Buenas' "

## By Dam Breach

To identify features impacted by specific dams, the dam can be queried depending on the type of feature, as described below:

1. For discrete point and polygon features: "Select By Attribute":
  - a. Selection Type: "New selection"
  - b. Where: "Adjuntas\_Dam = 'Y'"
2. For line features: "Select By Attribute":
  - a. Selection Type: "New selection"
  - b. Where: "Dams\_List LIKE '%Adjuntas\ \_Dam%' ESCAPE '\'" (this selects where the Dams\_List field contains the text "Adjuntas\_Dam")

## Visual Inspection Additions

To identify features that were identified through visual inspection, use the following selection steps:

1. "Select By Attribute":
  - a. Selection Type: "New selection"
  - b. Where: "Dams\_List IS NOT NULL"
2. "Select By Location":
  - a. Selection Type: "Select subset from the current selection"
  - b. Invert Spatial Relationship
  - c. Relationship: Intersect

- d. Selecting Features: merged floodplain shapefile

This step can be modified by first setting a definition query to the "Select By Attribute" query and then selecting by location with a new selection.