JUNTA DE PLANIFICACIÓN

GOBIERNO DE PUERTO RICO

2026

PLAN DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Municipio de Vega Alta

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Certificación de Planificador Profesional Licenciado

De conformidad con la Ley Núm. 160-1996, según enmendada (20 L.P.R.A. §§ 3501-3515), yo, _____, portador(a) de la licencia profesional de planificación de Puerto Rico número ___, certifico que este documento ha sido preparado utilizando las mejores fuentes de información disponibles y en cumplimiento con las mejores prácticas de la profesión de la planificación al _____ de 2026. En fe de lo cual, suscribo la presente certificación y hago constar mi sello profesional.

Borrador

Aprobación de FEMA

Este Plan de Mitigación ante Peligros naturales para el Municipio de Vega Alta fue Aprobado por FEMA el

_____

Declaración de Fondos

El presente Plan Local de Mitigación ante Peligros Naturales fue preparado para el Municipio de Vega Alta y la Junta de Planificación de Puerto Rico por la firma consultora AtkinsRéalis Caribe, LLP, en cumplimiento con las disposiciones establecidas en el Contrato Núm. 2026-000032, así como cualquier enmienda subsiguiente, debidamente registradas ante la Oficina del Contralor de Puerto Rico

Requisito de Lenguaje

De conformidad con la Orden Ejecutiva Presidencial Núm. 14224, la versión 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales de Vega Alta (LHMP) fue preparada en inglés para su presentación y evaluación por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).

Con el propósito de facilitar el acceso a la información por parte de la población con dominio limitado del idioma inglés, se preparó una traducción no certificada al español tanto del borrador final sometido a discusión pública como de la versión final aprobada del LHMP.

En caso de existir alguna discrepancia, inconsistencia o diferencia de interpretación entre las versiones en inglés y en español, la versión en inglés prevalecerá y será considerada la versión oficial del documento.

Declaración sobre Mapas

Los mapas presentados en este documento están relacionados con un ejercicio de planificación. No es la intención de estos mapas establecer requisito reglamentario, procedimiento o beneficio alguno.

Borrador

Oficiales de Gobierno

Municipio de Vega Alta

Hon. María M. Vega Pagán
Alcaldesa

Junta de Planificación de Puerto Rico

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Rebeca Rivera Torres, PPL
Miembro Alterno

Luis Lamboy Torres. PPL
Miembro Alterno

Emanuel Gómez Veléz, PPL
Miembro Alterno

Borrador

Colaboradores

Municipio de Vega Alta

Elsie J. Rosario Nieves
Elizabeth Otero Martínez
Samuel Negrón Pérez
Miguel A. Navas Flores
Ramón Pabón Martínez
Angel Figueroa Medina
Leyna Huertas

Junta de Planificación

Ivette Colon, PLP
Vanessa Marrero, PLP
Erica Rivera Felicié, PLP
Onix Concepción Rodríguez, PLP

AtkinsRealis Caribe, LLP

William Pitre Cipolla, PMP, PLP
Ivelisse R. Gorbea Class, PLP
Yashira Santos, SIT, BSCE
Juan Rotger, PE
Yesenia Rodríguez, MArch, MLArch
Celso Ruiz, PMP
Ronald Pérez, PMP, PE
Alexander Burke, AICP
Hannah Heath
Diana Castro, PE
Allison Lee, PE
Mohammad Ghaneeizad
Gopal BS
Manoj Mallesha Nayaka

Borrador

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo 1
1. Introducción y Trasfondo 16
1.1 Políticas Públicas Aplicables 17
1.1.1 Políticas Federales 17
1.1.1.1 Leyes Federales 17
1.1.1.2 Reglamentos Federales 19
1.1.2 Políticas del Gobierno de Puerto Rico 23
1.1.2.1 Leyes de Puerto Rico 23
1.1.2.2 Reglamentos de Puerto Rico 26
1.1.3 Políticas Municipales 29
1.2 Alcance y Versiones Anteriores 31
1.2.1 Objetivos Principales 31
1.2.2 Comentarios Previos de FEMA 32
1.3 Organización del LHMP 33
1.4 Cambios al LHMP de Vega Alta (E2-a) 34
2. Proceso de Planificación 36
2.1 Regulación del Proceso de Planificación 36
2.2 Historial del LHMP 36
2.3 Preparación del Plan, Calendario de Revisión y Metodología (A1-a) 37
2.4 Comité de Planificación (A1-a, A1-b) 37
2.5 Participación Ciudadana (A3-a) 39
2.5.1 Estrategias de Divulgación Comunitaria y Participación Pública 39
2.5.2 Resultados de Divulgación Comunitaria y Participación Pública 40
2.6 Partes Interesadas (A2-a) 41
2.7 Fuentes de Datos para el Análisis de los Peligros 42
2.8 Líneas Vitales de FEMA 42
3. Perfil Municipal 44
3.1 Fuente de Información para el Perfil Municipal 44
3.2 Breve Trasfondo Histórico 44
3.3 Geografía 45
3.3.1 Fisiografía 46
3.3.2 Geología 50

Borrador

3.3.3 Suelos 50
3.3.4 Hidrografía 51
3.3.5 Precipitación 55
3.3.6 Temperatura 56
3.4 Demografía 57
3.4.1 Población Actual 57
3.4.2 Características Socio-económicas 63
3.4.2.1 Empleo 63
3.4.2.2 Empleo por industria 64
3.4.2.3 Nivel de Pobreza 66
3.4.2.4 Ingresos 67
3.4.2.5 Población con impedimentos físicos 68
3.4.2.6 Población recibiendo Asistencia nutricional 69
3.4.2.7 Cobertura de Seguro Médico 71
3.4.3 Inventario de Vivienda y otros Asuntos Relacionados 72
3.5 Infraestructura Crítica 74
3.5.1 Línea Vital: Seguridad y Protección 76
3.5.2 Línea Vital: Comida, Hidratación, Refugio 77
3.5.3 Línea Vital: Salud y Medicina 78
3.5.4 Línea Vital: Energía 79
3.5.5 Línea Vital: Comunicaciones 80
3.5.6 Línea Vital: Transportación 81
3.5.7 Línea Vital: Materiales Peligrosos 82
3.5.8 Línea Vital: Sistemas de Agua 83
3.6 Desarrollos Recientes (E1-a) 85
4. Perfiles de los Peligros y Análisis de Riesgos 89
4.1 Nota sobre la discusión de los peligros 89
4.2 Requisitos Regulatorios 89
4.3 Peligros que pueden Afectar el Municipio 90
4.4 Cronología de Eventos 92
4.5 Metodología para la Evaluación de Riesgos 92
4.5.1 HAZUS 6.1 92
4.5.2 Modelos Alternos de SIG 93
4.5.3 Evaluación Estocástica 93

Borrador

4.6 Terremoto 94
4.6.1 Descripción (B1-a) 94
4.6.1.1 Área Afectada (B1-b) 96
4.6.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 104
4.6.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 105
4.6.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 110
4.6.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 111
4.6.2.1 Pérdidas Estimadas 111
4.6.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 112
4.6.2.3 Vulnerabilidad Social 117
4.6.2.4 Recursos Naturales y Culturales 121
4.6.2.5 Condiciones Futuras(E1-a) 122
4.7 Deslizamiento 125
4.7.1 Descripción (B1-a) 125
4.7.1.1 Área Afectada(B1-b) 126
4.7.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 129
4.7.1.3 Eventos Anteriores 130
4.7.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros 133
4.7.2 Análisis de Riesgo 134
4.7.2.1 Pérdidas Estimadas 134
4.7.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 134
4.7.2.3 Vulnerabilidad Social 137
4.7.2.4 Recursos Naturales y Culturales 140
4.7.2.5 Condiciones Futuras 140
4.8 Tsunami 142
4.8.1 Descripción (B1-a) 142
4.8.1.1 Área Afectada(B1-b) 143
4.8.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 144
4.8.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 147
4.8.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 149
4.8.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 149
4.8.2.1 Pérdidas Estimadas 149

Borrador

4.8.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 152
4.8.2.3 Vulnerabilidad Social 155
4.8.2.4 Recursos Naturales y Culturales 158
4.8.2.5 Condiciones Futuras(E1-a) 159
4.9 Inundación 161
4.9.1 Descripción (B1-a) 161
4.9.1.1 Área Afectada 163
4.9.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 173
4.9.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 175
4.9.1.4 Consideraciones Especiales: Geología Cárstica 181
4.9.1.5 Consideraciones Especiales: Inundación por Sistemas Pluviales Deficientes .. 185
4.9.1.6 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 186
4.9.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 187
4.9.2.1 Pérdidas Estimadas 187
4.9.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 192
4.9.2.3 Vulnerabilidad Social 196
4.9.2.4 Recursos Naturales y Culturales 198
4.9.2.5 Consideraciones Especiales: Pérdidas Repetitivas y Pérdidas Repetitivas Severas 198
4.9.2.6 Condiciones Futuras(E1-a) 199
4.10 Ciclón Tropical y Vientos Fuertes 201
4.10.1 Descripción (B1-a) 201
4.10.1.1 Área Afectada(B1-b) 203
4.10.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 203
4.10.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 205
4.10.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 209
4.10.2 Risk Analysis (B2-a, B2-b) 209
4.10.2.1 Pérdidas Estimadas 209
4.10.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 217
4.10.2.3 Vulnerabilidad Social 218
4.10.2.4 Recursos Naturales y Culturales 218
4.10.2.5 Condiciones Futuras(E1-a) 219

Borrador

4.11 Marejada Ciclónica 219
4.11.1 Descripción 219
4.11.1.1 Área Afectada 220
4.11.1.2 Magnitud del Riesgo 223
4.11.1.3 Eventos Anteriores 224
4.11.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros 224
4.11.2 Análisis de Riesgo 225
4.11.2.1 Pérdidas Estimadas 225
4.11.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 225
4.11.2.3 Vulnerabilidad Social 230
4.11.2.4 Recursos Naturales y Culturales 235
4.11.2.5 Condiciones Futuras 236
4.12 Calor Extremo 240
4.12.1 Descripción (B1-a) 240
4.12.1.1 Área Afectada(B1-b) 241
4.12.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-c) 243
4.12.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 245
4.12.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 246
4.12.2 Análisis del Riesgo (B2-a, B2-b) 246
4.12.2.1 Pérdidas Estimadas 246
4.12.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 247
4.12.2.3 Vulnerabilidad Social 248
4.12.2.4 Recursos Naturales y Culturales 249
4.12.2.5 Condiciones Futuras 250
4.13 Sequia 250
4.13.1 Descripción (B1-a) 250
4.13.1.1 Área Afectada 252
4.13.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 252
4.13.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 253
4.13.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e) 256
4.13.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 256
4.13.2.1 Pérdidas Estimadas 257

Borrador

4.13.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 257
4.13.2.3 Vulnerabilidad Social 258
4.13.2.4 Recursos Naturales y Culturales 258
4.13.2.5 Condiciones Futuras 259
4.14 Fuego Forestal (E1-a) 259
4.14.1 Descripción (B1-a) 259
4.14.1.1 Área Afectada(B1-b) 260
4.14.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 261
4.14.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 264
4.14.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e) 264
4.14.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 265
4.14.2.1 Pérdidas Estimadas 265
4.14.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 265
4.14.2.3 Vulnerabilidad Social 267
4.14.2.4 Recursos Naturales y Culturales 267
4.14.2.5 Condiciones Futuras(E1-a) 269
4.15 Dinámicas Costeras a Largo Plazo 270
4.15.1 Descripción 270
4.15.1.1 Área Afectada 272
4.15.1.2 Magnitud del Riesgo 275
4.15.1.3 Eventos Anteriores 283
4.15.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros 286
4.15.2 Análisis del Riego 287
4.15.2.1 Pérdidas Estimadas 287
4.15.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 287
4.15.2.3 Vulnerabilidad Social 292
4.15.2.4 Recursos Naturales y Culturales 293
4.15.2.5 Condiciones Futuras 294
4.16 Pandemia/Epidemia 294
4.16.1 Descripción (B1-a) 294
4.16.1.1 Área Afectada(B1-b) 295
4.16.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c) 295

Borrador

4.16.1.3 Eventos Anteriores(B1-d) 295
4.16.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e) 298
4.16.2 Risk Assessment (B2-a, B2-b) 298
4.16.2.1 Pérdidas Estimadas 298
4.16.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica 299
4.16.2.3 Vulnerabilidad Social 300
4.16.2.4 Recursos Naturales y Culturales 301
4.16.2.5 Condiciones Futuras(E1-a) 302
4.17 Priorización de Peligros 302
4.18 Mecanismo de Planificación 303
4.18.1 Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) – 2014) 304
4.18.2 Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios 305
4.18.3 Reglamento sobre Áreas Especiales de Peligro a Inundación (2021) 306
4.18.4 Código de Construcción de Puerto Rico 306
4.18.5 Reglamento para el Diseño, Criterios de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillados Pluviales en Puerto Rico 307
4.18.6 Plan Territorial de Vega Alta (2023) 308
4.18.7 Plan Operacional de Emergencias de Vega Alta 308
4.18.8 Programa Nacional de Seguro de Inundaciones 309
4.18.9 National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) 311
4.18.10 Operational Guidelines for Determining Damages and Substantial Improvements in Puerto Rico (2025) 311
4.18.11 Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza 312
4.18.12 Programa de Inversión a Cuatro Años 313
5. Capacidades del Municipio 315
5.1 Mecanismos Regulatorios y de Planificación (C1-a) 315
5.2 Capacidades Administrativas y Técnicas (C1-a) 315
5.3 Capacidad Financiera (C1-a) 317
5.3.1 Fuentes de Fondo - FEMA 317
5.3.2 Otras Fuentes de Financiamiento Federal 320
5.3.3 Fondos Locales 323
5.4 Capacidad de Divulgación y Comunicación (C1-a) 323
5.5 Desarrollo de Capacidades (C1-b) 324

Borrador

6. Plan de Acción para la Mitigación 326
6.1 Requerimientos de Estrategias de Mitigación 326
6.2 Metas de Mitigación (C3-a) 327
6.2.1 Metas y Objetivos 327
6.2.2 Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación 329
6.3 Criterios de Selección de Estrategias 329
6.4 Categorías de Estrategias de Mitigación 331
6.5 Estrategias de Mitigación (C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2.b) 333
6.6 Participación en el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP) 354
7. Mantenimiento del Plan 355
7.1 Punto de Contacto 355
7.2 Participación Ciudadana Constante (D1-a) 356
7.3 Supervisión del Plan (D2-a) 357
7.4 Evaluación y Monitoreo 357
7.5 Actualización y Revisión del LHMP (D2-c, D3-a) 360
7.5.1 Revisión Luego de un Desastre Mayor 360
7.5.2 Actualización Quinquenal 360
7.6 Integración con Otros Mecanismos de Planificación (D3-a) 360
8. Adopción y Aprobación (F1-a, F1-b) 362
8.1 Adopción 362
8.2 Aprobación 362
Referencias Selectas 363
Apéndice A: Adopción y Aprobación 377
Adopción 377
Aprobación de FEMA 378
Carta “APA” de FEMA 379
Herramienta de Revisión 380
Apéndice B: Carta de Compromiso 381
Carta Acuerdo entre Municipio y La Junta de Planificación 381
Nombramiento del Comité de Planificación 383
Primera Reunión de Participación Ciudadana 385
Presentación 385
Primera Reunión del Comité de Planificación 394
Segunda Reunión del Comité de Planificación 398
Apéndice C: Participación Pública y Proceso de Divulgación 399

Borrador

Presentación 400
Apéndice D: Participación de Partes Interesadas 406
Apéndice E: Organigrama Municipal 414
Apéndice F: Infraestructura Crítica por Línea Vital 415

Lista de Mapas

Mapa 1: Vega Alta: Área Geográfica 47
Mapa 2: Límites de Barrios 48
Mapa 3: Fisiografía 49
Mapa 4: Vega Alta - Hidrografía 53
Mapa 5: Vega Alta - Cuencas Hidrográficas 54
Mapa 6: Vega Alta - Subcuencas Hidrográficas 55
Mapa 7: Densidad Poblacional: (personas por Milla Cuadrada por tracto censal) 62
Mapa 8: Infraestructura Crítica por Línea Vital 75
Mapa 9: Carreteras 84
Mapa 10: Desarrollos Recientes: 2020-2023 87
Mapa 11: Desarrollos Recientes: 2024-2026 88
Mapa 12: Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 Seg (g) 99
Mapa 13: Terremoto: Aceleración Espectral a 1.0 Seg (g) 100
Mapa 14: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 1.0 Seg. (Pulg.) 101
Mapa 15: Terremoto: Desplazamiento Espectral a 0.3 Seg (Pulg.) 102
Mapa 16: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G) 115
Mapa 17: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 seg (G) 117
Mapa 18: Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg. (G) 119
Mapa 19: Terremoto: Exposición de la Población Espectral a .3 Seg. (G) 120
Mapa 20: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 1.0 seg. . 123
Mapa 21: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 0.3 seg .. 124
Mapa 22: Susceptibilidad a Deslizamientos 128
Mapa 23: Deslizamientos Asociados al Huracán María 132
Mapa 24: Deslizamientos: Exposición de Infraestructura Crítica 136
Mapa 25: Deslizamientos: Exposición de la Población 139
Mapa 26: Deslizamientos: Exposición de Desarrollos Recientes 142
Mapa 27: Tsunami: Área de Impacto 146
Mapa 28: Tsunami: Pérdidas Estructurales 151
Mapa 29: Tsunami: Exposición de Infraestructura Crítica 155
Mapa 30: Tsunami: Exposición de la Población 157
Mapa 31: Tsunami: Exposición de Desarrollos Recientes 160
Mapa 32: Zonas de Inundación (FIRM) 167
Mapa 33: Análisis HAZUS para un Evento de 500 Años 173
Mapa 34: Región Cárstica 184
Mapa 35: Pérdidas de Edificaciones por Exposición a un Evento de 500 años 188
Mapa 36: Pérdida de Edificaciones por Exposición a Evento de 100 años 190
Mapa 37: Inundación: Exposición de Infraestructura Crítica 194
Mapa 38: Inundación - Exposición de la Población 197
Mapa 39: Inundación: Exposición de Desarrollos Recientes 201

Borrador

Mapa 40: Ciclón Tropical: Total de Edificaciones Afectadas en un Evento de 100 Años.....212
Mapa 41: Ciclón Tropical: Edificaciones Afectadas en un Evento de 500 Años 213
Mapa 42: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Estimada en un Evento de 100 Años 215
Mapa 43: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Total Estimada en un Evento de 500 Años 216
Mapa 44: Marejada Ciclónica: Impacto Huracán Categoría 1 221
Mapa 45: Marejada Ciclónica: Impacto Huracán Categoría 5 223
Mapa 46: Marejada Ciclónica: Exposición de Infraestructura Crítica Huracán Categoría 1 228
Mapa 47: Marejada Ciclónica: Exposición de Infraestructura Crítica Huracán Categoría 5 229
Mapa 48: Marejada Ciclónica: Exposición de la Población Huracán Categoría 1 232
Mapa 49: Marejada Ciclónica: Exposición de la Población Huracán Categoría 5 234
Mapa 50: Marejada Ciclónica: Exposición Desarrollos Recientes Huracán Categoría 1 238
Mapa 51: Marejada Ciclónica: Exposición Desarrollos Recientes Huracán Categoría 5 239

Lista de Tablas

Tabla 1: Organización del LHMP.....33
Tabla 2: Cambios al LHMP de Vega Alta.....34
Tabla 3: Comité de Planificación del LHMP.....38
Tabla 4: Fuentes de Datos para la Evaluación de Peligros y Riesgos 42
Tabla 5: Población por Grupo de Edad 2024 ACS vs 2019 ACS.....58
Tabla 6: Vega Alta - Fuerza Laboral Actual.....63
Tabla 7: Empleo por Industria 2024 ACS vs 2019 ACS 64
Tabla 8: Nivel de Pobreza en los últimos 12 meses.....67
Tabla 9: Nivel de Ingreso por Hogar 68
Tabla 10: Personas con Impedimentos por Grupo de Edad.....69
Tabla 11: Población Recibiendo Asistencia Nutricional.....70
Tabla 12: Cobertura de Plan Médico.....71
Tabla 13: Año de Construcción del inventario de vivienda 72
Tabla 14: Vehículo por Unidad de Vivienda Ocupada 73
Tabla 15: Permisos de Construcción Emitidos 85
Tabla 16: Peligros considerados en Planes Anteriores 90
Tabla 17: Peligros a ser considerados en el LHMP 2026.....91
Tabla 18: Orden para Evaluar los Peligros 92
Tabla 19: Rango de Magnitud Momento.....105
Tabla 20:. Actividad Sísmica 2013-2024 106
Tabla 21: Exposición al Peligro del Terremoto 112
Tabla 22: Teremoto: Pérdida Anual Estimada 112
Tabla 23: Categoría de Deslizamiento 130
Tabla 24: Eventos de Tsunami en Puerto Rico 147
Tabla 25: Exposición al Peligro del Tsunami 150
Tabla 26: Descripción de Zonas de Inundación.....162
Tabla 27: Eventos de Inundación de Envergadura 176
Tabla 28: Exposición al Peligro de Inundación.....187
Tabla 29: Pérdida Anual Esperada 188
Tabla 30: Total de Pérdidas de Estructuras.....191
Tabla 31: Total de Pérdidas de Estructuras No-Residencial vs Residencial.....191
Tabla 32: Pérdidas No Residenciales Detalladas 191

Borrador

Tabla 33: Pérdidas No Residenciales Detalladas 191
Tabla 34: Número de Pólizas NFIP 199
Tabla 35: NFIP - Pérdidas Repetitivas 199
Tabla 36: NFIP - Pérdidas Repetitivas Severas 199
Tabla 37: Escala Saffir - Simpson 204
Tabla 38: Tormenta Tropical-Declaración de Desastre 206
Tabla 39: Exposición a los Ciclones Tropicales 210
Tabla 40: Pérdidas Anuales Esperadas 210
Tabla 41: Tipos de Sequía 251
Tabla 42: Categoría de Sequia 253
Tabla 43: Fuegos Forestales Reportados en Vega Alta 264
Tabla 44: Sea Base Mean Level Readings in Puerto Rico 282
Tabla 45: Pandemias y Epidemias en Puerto Rico (1855 - 2023) 295
Tabla 46: Personas sin cubertura médica 300
Tabla 47: Prioridad de Peligros 302
Tabla 48: Mecanismo de Difusión 324
Tabla 49: Estrategias e Mitigación (Regulaciones y Políticas Locales) 335
Tabla 50: Estrategias de Mitigación – Protección de la Propiedad 341
Tabla 51 Estrategias de Mitigación Proyectos Estructurales 343
Tabla 52: Estrategias de Mitigación Protección de Recursos Naturales 350
Tabla 53: Estrategias de Mitigación Educación y Alcance 352
Tabla 54: Calendario de Reuniones de Planificación 359

Lista de Figuras

Figura 1: Portada de la Guia Local para la Mitigación 20
Figura 2: Portada del Manual de Planificación para la Mitigación 21
Figura 3: Portada del Marco de Recuperación 21
Figura 4: Portada PUT-PR 26
Figura 5: Portada Plan de Mitigación Estatal 27
Figura 6: Plan de Mitigación CDBG-MIT 28
Figura 7: Portada Plan de Mitigación Local 2020 29
Figura 8: Portada Plan de Recuperación 31
Figura 9: Población por Grupo de Edad (ACS. 2024) 60
Figura 10: Pirámide Poblacional 60
Figura 11: Permisos Aprobados 86
Figura 12: Epicentros de Terremotos 106
Figura 13: Promedio de Precipitación 1991 -2020 133
Figura 14: Mapa de Desalojo de Tsunami 144
Figura 15: National Flood Hazard Layer FIRMette (PR-2 y comunidades cercanas) 165
Figura 16: National Flood Hazard Layer FIRMette (La Ponderosa, Vega Alta) 166
Figura 17: National Flood Hazard Layer FIRMette (Parcelas Carmen, Vga Alta)) 168
Figura 18: National Flood Hazard Layer FIRMette (Sector Carmelita and PR-690, Bo. Sabana) 169
Figura 19: FIRM vs. ABFE 171
Figura 20: Huracanes Categoría 2-5 (1998 - 2017) 202
Figura 21: Imagen de Huracán mientras se acerca a Puerto Rico 203
Figura 22: Diagrama del Efecto Isla de Calor 245

Borrador

Figura 23: Puerto Rico áreas en Sequía 2000- 2026 254
Figura 24: Vega Alta Areas en Sequía 2000- 2027 255
Figura 25 Puerto Rico: Niveles de incidencias de fuegos forestales de acuerdo con el SFLA 261
Figura 26: Estudio COREPI - Estado de la costa 273
Figura 27: Estado de la Playseptiembrere 2017 vs. ulio 2018 274
Figura 28: Vega Alta: Cambio en el ancho de playa (julio 2018) 275
Figura 29: NOAA's Relative Sea Level Trend Map 281
Figura 30: ; NOAA's Relative Sea Level Trend Map (Zoom to Puerto Rico) 281
Figura 31: Tendencia del Mar 9755371 - San Juan. PR. 283
Figura 32: Relative Sea Level Trend 9755371 San Juan, PR 283
Figura 33: Cambios a corto plazo en la playa 286
Figura 34: Nomenclatura 333

Borrador

Lista de acrónimos más frecuentemente usados

ABFE	Elevación Base de Inundación Asesorada, por sus siglas en inglés
ACS	Encuesta de la Comunidad Americana, por sus siglas en inglés
CEACC	Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático
COR3	Oficina Central para la Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia, por sus siglas en inglés
DHS	Departamento de Seguridad Nacional, por sus siglas en inglés
DRNA	Departamento de Recursos Natutales y Ambientales
DSP	Departamento de Seguridad Pública
DTOP	Departamento de Transportación y Obras Públicas
EPA	Agencia de Protección Ambiental, por sus siglas en inglés
FEMA	Agencia Federal de Manejo de Emergencia, por sus siglas en inglés
FHWA	Administración Federal de Carreteras, por sus siglas en inglés
FIRM	Mapas de las Tasas de Seguro de Inundación, por sus siglas en inglés
FRA	Administración Federal de Ferrocarriles, por sus siglas en inglés
FTA	Administración Federal de Transporte Colectivo, por sus siglas en inglés
GIS	Sistema de Información Geográfica, por sus siglas en inglés
HMGP	Programa de Subvención para la Mitigación de Peligros, por sus siglas en inglés
IFRC	Federación Internacional de la Cruz Roja, por sus siglas en inglés
IRRM	Medidas Provisionales de Reducción de Riesgos, por sus siglas en inglés
LUMA	Luma Energy
mph	Millas por hora
NDRF	Marco Nacional para la Recuperación de Desastres, por sus siglas en inglés
NIMS	Marco Nacional de Manejo de Incidentes, por sus siglas en inglés
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, por sus siglas en inglés
NOAA	Oficina Nacional de la Administración Atmosférica
OPM	Oficina de Obras Públicas Municipales
PII	Información de Identificación Personal, por sus siglas en inglés
AAA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
NMEAD	Negociada de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica
ACT	Autoridad de Carreteras y Transportación
JP	Junta de Planificación
DV	Departamento de la Vivienda
PRSN	Red Sísmica de Puerto Rico, por sus siglas en inglés
PT	Plan Territorial
PUT-PR	Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico

Borrador

SFLA	“Evaluación de Terrenos Federales del Sur
IC	Isla de Calor
USACE	Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
USDOT	Departamento de Transportación de los Estados Unidos
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos

Borrador

Resumen Ejecutivo

Este documento constituye la actualización de 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) del Municipio de Vega Alta, Puerto Rico. Se preparó con el propósito de reducir los riesgos asociados con los peligros naturales y fortalecer la resiliencia comunitaria mediante la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la propuesta de estrategias de mitigación. El Plan cumple con las reglamentaciones federales, incluida la Ley Stafford y la Ley de Mitigación de Desastres de 2000, e incorpora la participación ciudadana y la coordinación interagencial. Su preparación fue financiada mediante una subvención de la Junta de Planificación de Puerto Rico y estuvo a cargo de AtkinsRéalis Caribe, LLP.

Introducción y trasfondo

El Municipio de Vega Alta y la Junta de Planificación de Puerto Rico mantienen su compromiso de proteger a los residentes mediante la actualización del LHMP, el cual proporciona un enfoque estructurado para la mitigación de riesgos, en consonancia con las políticas federales, estatales y municipales. El Plan identifica los peligros naturales, evalúa los riesgos y apoya la planificación de los usos del terreno para alcanzar la sostenibilidad y la resiliencia. Asimismo, cumple con los requisitos de FEMA para mantener la elegibilidad para recibir fondos federales y se actualiza periódicamente a fin de reflejar las condiciones cambiantes.

Este Plan persigue los siguientes objetivos:

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

Política pública

El Plan se armoniza con las políticas federales, de Puerto Rico y municipales que orientan la mitigación de riesgos y la resiliencia, entre ellas:

- La Ley Stafford y su Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos proporcionan fondos para medidas de mitigación costo efectivas.

Borrador

- La Ley de Mitigación de Desastres de 2000 exige la adopción de un LHMP para mantener la elegibilidad para recibir fondos federales.
- La Ley Nacional de Seguros contra Inundaciones establece el NFIP para ofrecer seguros contra inundaciones y promover el manejo de los valles inundables.
- Las reglamentaciones de FEMA (44 CFR Parte 201) y sus guías de planificación establecen los requisitos y procedimientos aplicables a la planificación de mitigación.
- El Marco Nacional de Recuperación ante Desastres orienta la coordinación de las actividades de recuperación.
- El Programa Nacional para la Reducción de Riesgos Sísmicos y el Sistema Nacional de Manejo de Incidentes apoyan la reducción del riesgo sísmico y la respuesta a emergencias.

Políticas de Puerto Rico

- La Ley Núm. 161-2009 reforma el sistema de permisos para mejorar su eficiencia.
- La Ley Núm. 33-2019 exige medidas de mitigación y resiliencia en respuesta a los patrones meteorológicos cambiantes.
- La Ley Núm. 107-2020 (Código Municipal) otorga a los municipios ciertas facultades para regular los usos del terreno.
- El Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR) clasifica los terrenos y orienta el desarrollo sostenible.
- El Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico (2021) proporciona un marco aplicable a toda la jurisdicción.
- El Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico (CDBG-DR MIT) dirige los fondos federales de mitigación posteriores a los huracanes Irma y María.
- El LHMP de Vega Alta (2020) y el Plan de Recuperación Municipal establecen marcos previos de mitigación y prioridades de recuperación.

Proceso de planificación

La actualización de 2026 del LHMP sigue las guías de FEMA e incluye un Comité de Planificación compuesto por funcionarios municipales, actividades de divulgación pública mediante reuniones y notificaciones, y la participación de partes interesadas. La participación ciudadana incluyó tres reuniones comunitarias con oportunidades para ofrecer comentarios. El Plan integra las Líneas Vitales de FEMA (Seguridad y protección; Alimentos, hidratación y refugio; Salud y servicios médicos; Energía; Comunicaciones; Transporte; Materiales peligrosos; y Sistemas de agua) para

Borrador

priorizar los servicios críticos.

Perfil municipal

Vega Alta está ubicado en la costa norte de Puerto Rico y abarca aproximadamente 28 millas cuadradas. El municipio limita al norte con el Océano Atlántico e incluye ocho barrios:

- Bajura
- Candelaria
- Cienegueta
- Espinosa
- Mavilla
- Maricao
- Pueblo
- Sabana

El municipio se caracteriza por llanuras costeras, extensas formaciones cársticas, cuevas, sumideros, humedales, ríos y la cuenca hidrográfica del Río Cibuco. Estas características geográficas influyen en la exposición local a inundaciones, amenazas costeras, deslizamientos de terreno, ciclones tropicales, terremotos y otras amenazas naturales.

Entre los principales hallazgos de la evaluación municipal se encuentran los siguientes:

Demografía

Según la ACS de 2024, el Municipio de Vega Alta tiene una población estimada de 34,921 residentes, compuesta por un 48.05 por ciento de hombres y un 51.95 por ciento de mujeres. El perfil demográfico del municipio refleja consideraciones importantes para la planificación de mitigación de riesgos, particularmente porque el 49 por ciento de la población se considera vulnerable por tener menos de 19 años o más de 65 años. La distribución por edad también revela una disminución de la población joven y un aumento de la población de edad avanzada, tendencia que podría incrementar la demanda de medidas específicas de preparación para emergencias,

Borrador

asistencia durante desalojos, servicios de salud y acciones de resiliencia a largo plazo.

Condiciones socioeconómicas

Las condiciones socioeconómicas también influyen en la exposición del municipio y en su capacidad para prepararse, responder y recuperarse de eventos peligrosos. La participación en la fuerza laboral se estima en un 48 por ciento, con una tasa de desempleo de 15.5 por ciento. Los principales sectores de empleo incluyen la educación, el comercio al detal y los servicios profesionales. A su vez, el 40.8 por ciento de las personas vive bajo el nivel de pobreza, el ingreso mediano del hogar es de $25,538 y el 19.3 por ciento de los hogares genera menos de $10,000 anuales. Estas condiciones indican que una parte considerable de la población podría disponer de recursos económicos limitados para adoptar medidas de preparación, reforzar sus viviendas, reubicarse fuera de áreas propensas a peligros o recuperarse después de un desastre.

Otros indicadores de vulnerabilidad social incluyen el aumento en la cantidad de personas con discapacidades, que ascendió a 7,793 personas, lo que representa un incremento de 3.08 por ciento. Además, el 49.7 por ciento de los hogares recibe asistencia alimentaria y aproximadamente el 4.1 por ciento de la población carece de seguro médico. Estos factores subrayan la importancia de priorizar acciones de mitigación que fortalezcan el acceso a servicios esenciales, mejoren la continuidad de las operaciones y atiendan las necesidades de los residentes que podrían requerir apoyo adicional antes, durante y después de las emergencias.

Vivienda

Las condiciones de la vivienda y la infraestructura también son fundamentales para el perfil de riesgo del municipio. Vega Alta cuenta con 17,058 unidades de vivienda, de las cuales el 17.84 por ciento se encuentra vacante. Una proporción significativa del inventario de viviendas se construyó antes de la adopción de los códigos de construcción vigentes, ya que el 94 por ciento de las unidades fue construido antes de 2011. Esta condición podría aumentar la vulnerabilidad estructural ante terremotos, ciclones tropicales, inundaciones y otros peligros. El acceso al transporte constituye otra consideración importante, pues el 11.2 por ciento de los hogares no dispone de vehículo, lo que podría afectar la capacidad de desalojo y el acceso a servicios de emergencia.

Borrador

Infraestructura crítica y Líneas Vitales de FEMA

El LHMP evalúa la infraestructura municipal de acuerdo con las Líneas Vitales de FEMA, que incluyen seguridad y protección; alimentos, hidratación y refugio; salud y servicios médicos; energía; comunicaciones; transporte; materiales peligrosos; y sistemas de agua. Las instalaciones críticas, como hospitales, cuarteles de la Policía, centros de emergencia, refugios y otros activos relacionados, se cartografían y evalúan para comprender su exposición y su función en el apoyo a la respuesta ante emergencias y la recuperación comunitaria. Este enfoque basado en líneas vitales permite identificar dónde las inversiones en mitigación pueden proteger los servicios esenciales y reducir impactos en cadena durante eventos peligrosos.

Desarrollo reciente

Los patrones de desarrollo reciente también se examinaron como parte del perfil municipal. Desde 2020 hasta mediados de 2026, se expidió un promedio aproximado de 54 permisos de construcción al año, y la actividad de desarrollo se concentró principalmente en el Barrio Pueblo y costa norte del municipio. Comprender dónde se ha producido el desarrollo reciente permite al municipio evaluar si el nuevo crecimiento está ocurriendo en áreas propensas a peligros o cerca de ellas, e incorporar consideraciones de mitigación en los usos del terreno, la concesión de permisos, la planificación de infraestructura y las futuras decisiones de inversión.

Perfiles de peligros y evaluación de riesgos

El LHMP evalúa once peligros priorizados: terremotos, deslizamientos, tsunamis, inundaciones, ciclones tropicales/vientos extremos, marejada ciclónica, calor extremo, sequía, incendios forestales, dinámicas costeras y pandemias/epidemias. Cada peligro se describe de acuerdo con sus características, áreas afectadas, magnitud del riesgo, eventos pasados, probabilidades futuras, análisis de riesgo, vulnerabilidades sociales e impactos sobre los recursos naturales y culturales.

Terremotos

Puerto Rico se encuentra en una región tectónicamente activa caracterizada por múltiples sistemas de fallas, por lo que el riesgo sísmico constituye una preocupación importante para Vega Alta. La evaluación considera la intensidad y magnitud de los terremotos, la aceleración espectral y el movimiento del terreno como indicadores principales de los impactos potenciales. Las zonas con mayor aceleración espectral

Borrador

se localizan en la porción norte del municipio, incluidas áreas cercanas al centro urbano histórico, donde las estructuras antiguas y los recursos culturales podrían ser especialmente vulnerables.

Las pérdidas sísmicas anualizadas estimadas ascienden aproximadamente a $5.3 millones, lo que refleja el potencial de daños considerables a edificios, infraestructura y servicios esenciales. Los terremotos pueden afectar todas las Líneas Vitales de FEMA. La vulnerabilidad social se agrava por la pobreza, la infraestructura envejecida, los recursos limitados de los hogares y la presencia de residentes que podrían requerir asistencia adicional durante la respuesta y la recuperación.

La actividad sísmica reciente, incluida la importante secuencia de terremotos ocurrida en el suroeste de Puerto Rico en 2020, demuestra que los peligros sísmicos continúan siendo una preocupación para el municipio. Debido al entorno tectónico de Puerto Rico, se espera que el riesgo sísmico futuro permanezca alto, lo que exige atención continua a la resiliencia estructural, la preparación para emergencias, la protección de instalaciones críticas y las medidas de mitigación dirigidas a reducir los daños potenciales y las interrupciones de servicios.

Deslizamientos

Los deslizamientos en Vega Alta son provocados principalmente por lluvias intensas y están condicionados por las pendientes, las características del suelo, la geología, la cobertura terrestre, los patrones de drenaje y las actividades humanas. Las áreas más susceptibles se localizan generalmente en los barrios montañosos del norte, donde el terreno escarpado y las limitaciones de acceso a la infraestructura pueden aumentar tanto la exposición como los desafíos de respuesta.

Aunque no se dispone de estimados monetarios precisos de las pérdidas por deslizamientos, este peligro puede interrumpir corredores de transporte, sistemas de servicios públicos, accesos de emergencia y otros servicios esenciales. La vulnerabilidad social está estrechamente vinculada con el aislamiento geográfico, las limitaciones de acceso vial, la fragilidad de la infraestructura y la capacidad de los residentes para recibir asistencia oportuna durante y después de los eventos peligrosos.

Los impactos de deslizamientos fueron especialmente evidentes después del huracán María en 2017, cuando las lluvias intensas provocaron fallas de taludes en numerosas áreas de Puerto Rico. Dadas la topografía del municipio, sus patrones de

Borrador

precipitación y la presencia de desarrollo en áreas susceptibles, se espera que el riesgo de deslizamientos continúe y permanezca como una prioridad para la mitigación, la planificación de los usos del terreno, el mantenimiento de la infraestructura y la coordinación de la respuesta a emergencias.

Tsunami

Los tsunamis son peligros costeros de inicio rápido causados generalmente por terremotos submarinos, aunque también pueden ser generados por deslizamientos submarinos y actividad volcánica. Aunque se desplazan rápidamente y mantienen una altura relativamente baja en aguas profundas, su velocidad disminuye y la altura de las olas aumenta de forma pronunciada al acercarse a la costa, produciendo inundaciones destructivas, corrientes fuertes, erosión e impactos por escombros. Entre las señales naturales de alerta se encuentran el retiro o aumento repentino del mar y un fuerte estruendo proveniente del océano. Debido a que este peligro no puede prevenirse, la reducción eficaz del riesgo depende de los sistemas de alerta, la planificación de desalojos, la educación pública, los simulacros e iniciativas coordinadas como el Programa Nacional de Mitigación del Riesgo de Tsunami y el Programa TsunamiReady de NOAA.

En Vega Alta, la exposición a tsunamis se concentra a lo largo de la zona costera norte del municipio, donde áreas residenciales, instalaciones recreativas, comercios, infraestructura de transportación y visitantes pueden verse afectados por inundación. El registro histórico de Puerto Rico, incluidos los destructivos tsunamis de 1867, 1918 y 1946, demuestra el potencial de este peligro para ocasionar muertes, desplazamientos, daños estructurales e inundaciones rápidas tierra adentro. Aunque los tsunamis son poco frecuentes y no pueden predecirse con precisión, las zonas sísmicas submarinas que rodean la Isla mantienen la posibilidad de que un terremoto fuerte genere otro evento, lo que refuerza la importancia del mapa de desalojo de Vega Alta y de su certificación TsunamiReady.

Las consecuencias de un tsunami pueden propagarse en cadena a través de las líneas vitales comunitarias al interrumpir los servicios de emergencia, la vivienda, la atención médica, la energía eléctrica, las comunicaciones, el transporte, los puertos y los sistemas de agua y aguas usadas, además de dañar los ecosistemas costeros y los recursos culturales. Los datos del *National Risk Index* identifican un área y una población expuestas relativamente pequeñas, pero un valor total de exposición considerable, aunque las pérdidas anuales esperadas modeladas se informan como cero. El documento también señala que las instalaciones portuarias de Vega Alta

Borrador

representan la preocupación más notable en cuanto a infraestructura crítica y que la exposición general de la población es limitada. No obstante, los residentes de bajos ingresos, las personas de edad avanzada, las personas con discapacidades, los hogares sin transporte confiable y las poblaciones socialmente aisladas podrían enfrentar mayores dificultades durante el desalojo y la recuperación. Asimismo, la escasez de permisos de construcción aprobados dentro del área de impacto modelada entre 2020 y 2026 sugiere que el desarrollo reciente, en general, ha evitado la zona de mayor riesgo.

Inundaciones

Las inundaciones constituyen una de las amenazas más significativas que afectan a Vega Alta. Las áreas propensas a inundaciones se concentran a lo largo de la cuenca hidrográfica del Río Cibuco, la Quebrada Honda, las tierras bajas costeras y otros corredores de drenaje.

La evaluación de riesgos identifica las inundaciones como un peligro de alta probabilidad con potencial para ocasionar daños significativos a la propiedad, riesgos a la salud e impactos a la infraestructura. La exposición estimada a inundaciones incluye más de $189 millones en valor de edificios. Aunque existen proyectos para el control de inundaciones y el municipio participa en el NFIP con 110 pólizas vigentes, incluidas algunas propiedades con pérdidas repetitivas, las inundaciones continúan siendo una preocupación persistente que requiere acciones continuas de mitigación, manejo de valles inundables y preparación pública.

La vulnerabilidad social a las inundaciones es particularmente alta entre los residentes de bajos ingresos, las personas con movilidad limitada y los hogares con acceso limitado a transporte o recursos económicos. Estas condiciones pueden afectar la capacidad de los residentes para desalojar, proteger sus propiedades, obtener seguros o recuperarse después de una inundación. Por consiguiente, la mitigación de inundaciones continúa siendo una prioridad fundamental para reducir pérdidas, proteger la salud pública y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Ciclones tropicales/vientos extremos

Los ciclones tropicales y los eventos de vientos extremos representan algunos de los peligros más frecuentes y dañinos que afectan a Vega Alta. Estos eventos abarcan desde tormentas tropicales hasta huracanes de categoría 5, según la escala de vientos de huracanes Saffir-Simpson. Se considera que todo el municipio está

Borrador

expuesto a sus impactos.

Los huracanes históricos, incluidos Irma y María en 2017, demuestran la exposición del municipio a vientos intensos que pueden provocar interrupciones del servicio eléctrico, daños a la infraestructura, perturbaciones económicas y necesidades prolongadas de recuperación. La evaluación de riesgos cartografía los daños estimados a edificios y las pérdidas económicas para eventos con periodos de recurrencia de 100 y 500 años, lo que ilustra la posible gravedad de los impactos de futuros huracanes.

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

Marejada ciclónica

La marejada ciclónica es el desplazamiento anormal de agua de mar tierra adentro, provocado principalmente por los vientos fuertes y la baja presión atmosférica asociados con huracanes y tormentas tropicales. Su magnitud depende de la intensidad, el tamaño y la velocidad de la tormenta, del ángulo de aproximación, de la configuración costera, de la topografía y de la batimetría. Los impactos más graves ocurren cuando la marejada coincide con la marea alta y una fuerte acción del oleaje. Vega Alta es particularmente susceptible debido a su ubicación en la costa norte y a su historial de exposición a ciclones tropicales.

El peligro podría producir impactos en cadena sobre las líneas vitales comunitarias y la infraestructura crítica de Vega Alta. Las inundaciones podrían interrumpir carreteras, puentes, comunicaciones, energía eléctrica, distribución de combustible, servicios de salud, sistemas de agua y aguas usadas, y la respuesta a emergencias.

Aunque la población cartografiada y el desarrollo reciente directamente expuestos a la marejada ciclónica parecen limitados, los impactos podrían recaer de manera desproporcionada sobre los hogares de bajos ingresos, las personas de edad avanzada, los residentes con acceso limitado a transporte o atención médica y las comunidades con menos recursos para la recuperación. La marejada ciclónica también puede dañar la agricultura mediante la pérdida de cultivos y la salinización

Borrador

de los suelos, degradar humedales, manglares, playas, pesquerías y la calidad del agua, y amenazar sitios culturales y la identidad de las comunidades costeras. Por lo tanto, la planificación futura debe integrar la mitigación de riesgos, la estabilización de las líneas vitales, la protección de los recursos naturales y culturales, la recuperación equitativa y medidas para reducir las liberaciones de materiales peligrosos y las perturbaciones económicas a largo plazo.

Calor extremo

El calor extremo se define como periodos prolongados con temperaturas superiores a 90 grados Fahrenheit, combinadas con altos niveles de humedad, condiciones que pueden aumentar los riesgos a la salud y someter a presión los sistemas de infraestructura. Las áreas desarrolladas pueden experimentar temperaturas más altas debido al efecto de isla de calor urbana, lo que incrementa la exposición de los residentes en las zonas más urbanizadas del municipio.

El calor extremo puede afectar la salud pública, la demanda de energía, los sistemas de transporte, las comunicaciones y otros servicios esenciales. Las personas de edad avanzada y otras poblaciones vulnerables pueden enfrentar un riesgo mayor, particularmente cuando la percepción del riesgo es baja o cuando el acceso a lugares frescos, atención médica o transporte confiable es limitado. Los impactos a la salud pueden incluir enfermedades relacionadas con el calor y un aumento en la mortalidad de las poblaciones sensibles.

Las proyecciones futuras indican que se espera un aumento en las temperaturas y en la frecuencia de los eventos de calor extremo, lo que refuerza la necesidad de adoptar medidas de mitigación como la divulgación pública, la creación de espacios verdes urbanos, el aumento de las áreas de sombra, las estrategias de enfriamiento y la adaptación de la infraestructura. Estas medidas pueden reducir la exposición, mejorar la preparación y proteger a los residentes vulnerables durante periodos de calor excesivo.

Sequía

La sequía en Vega Alta se caracteriza por déficits prolongados de precipitación que pueden afectar el suministro de agua, la actividad agrícola, las condiciones económicas y la continuidad de los servicios esenciales. Este peligro puede presentarse como sequía meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica. Todos estos tipos de sequía pueden afectar la disponibilidad de agua y el

Borrador

funcionamiento de la comunidad.

Las condiciones de sequía pueden provocar racionamiento de agua, afectar las actividades económicas y agrícolas, aumentar la presión sobre los hogares y comercios, y contribuir a un mayor potencial de incendios forestales. Se han documentado eventos de sequía anteriores mediante declaraciones federales, lo cual demuestra que este peligro ha afectado a Puerto Rico en el pasado y continúa siendo pertinente para la planificación local de mitigación.

Se espera que la frecuencia futura de las sequías aumente, lo que refuerza la necesidad de fortalecer la conservación del agua, la planificación del suministro de agua para emergencias, la resiliencia de la infraestructura, la concienciación pública y la coordinación con los proveedores regionales de agua. La vulnerabilidad social es particularmente importante para las personas de edad avanzada y los hogares de bajos ingresos, que podrían disponer de menos recursos para adaptarse a interrupciones del servicio de agua, aumentos en los costos de los servicios públicos o impactos relacionados sobre la salud pública y la economía.

Incendios forestales

Los incendios forestales son fuegos no controlados que pueden ocurrir en áreas de vegetación o bosques secos y que pueden intensificarse por condiciones de sequía y tendencias de largo plazo. Su comportamiento puede incluir incendios superficiales, de copa, subterráneos y de interfaz, donde las áreas desarrolladas colindan con vegetación silvestre, lo que crea riesgos potenciales para los residentes, las estructuras, la infraestructura y los recursos naturales.

La vulnerabilidad social a los incendios forestales se asocia con la pobreza, la prevalencia de discapacidades, la capacidad limitada de desalojo y las restricciones en la preparación de los hogares. Aunque la incidencia actual es comparativamente baja, el riesgo futuro podría aumentar a medida que las condiciones secas sean más frecuentes y se intensifique el estrés de la vegetación. Las medidas de mitigación, como la educación pública, las prácticas de espacio defendible, el manejo de la vegetación, las mejoras al acceso de emergencia y la coordinación interagencial, pueden reducir los impactos potenciales.

Dinámicas costeras a largo plazo

Las dinámicas costeras a largo plazo son procesos graduales que transforman las

Borrador

costas mediante la erosión, la acreción, el movimiento de sedimentos y las variaciones del nivel medio del mar. A diferencia de los impactos aislados de las tormentas, estos procesos se desarrollan durante años o décadas y alteran progresivamente la posición de la costa, la estabilidad costera y la exposición a inundaciones y oleaje. Sus efectos combinados pueden reducir el ancho de las playas, debilitar las dunas y otras barreras naturales, y provocar el desplazamiento de la costa tierra adentro, por lo que constituyen una consideración importante para la mitigación de riesgos, la planificación de los usos del terreno y las inversiones en infraestructura.

La costa de Vega Alta se extiende aproximadamente 6.65 kilómetros, de los cuales las costas rocosas representan el 69 por ciento del litoral municipal. Las playas constituyen el 28 por ciento de la línea costera, con anchos que oscilaban entre 2 y 50 metros, según las mediciones realizadas en 2018. Tras el paso del huracán María en septiembre de 2017, la mayoría de los sectores de playa experimentaron un aumento en el ancho de la playa. Sin embargo, el 38 por ciento de la línea costera de playas fue afectada por procesos de erosión. Cabe destacar que la Playa de Vega Alta y la porción occidental de la Playa Cerro Gordo mostraron una reducción en el ancho de playa después del huracán.

La erosión costera puede ocurrir de forma episódica durante tormentas de gran magnitud o de manera crónica debido a déficits persistentes de sedimentos, aumentos en los niveles del agua, subsidencia del terreno, alteraciones en el aporte de sedimentos de los ríos, desarrollo costero y daños a los sistemas naturales de protección. La acreción puede ampliar temporal o permanentemente las playas y fortalecer las dunas, pero no es uniforme ni necesariamente permanente y puede reflejar el traslado de sedimentos desde otro tramo de la costa. Las intervenciones humanas, incluidas las estructuras costeras, el dragado, el desarrollo y la alimentación de playas, pueden modificar los patrones de erosión y acreción y generar beneficios en un área mientras aumentan la vulnerabilidad en otra.

Pandemias/epidemias

Los peligros de pandemias y epidemias incluyen brotes localizados de enfermedades, así como eventos generalizados que pueden extenderse a través de regiones, países o a escala mundial. Para fines de planificación, todo el municipio se considera vulnerable debido a que los impactos de las enfermedades infecciosas pueden afectar a los residentes, las instituciones, los lugares de trabajo, las escuelas, los proveedores de servicios de salud y los servicios esenciales en todo Vega Alta.

Borrador

Puerto Rico ha experimentado varios brotes históricos, entre ellos cólera en 1855, sarampión en 1917, influenza española en 1918, poliomielitis en 1960 y, en años recientes, dengue, chikunguña, zika y COVID-19. La pandemia de COVID-19 produjo importantes impactos sanitarios, económicos y sociales a nivel local e ilustró cómo los eventos de enfermedades pueden interrumpir el funcionamiento normal de la comunidad, aumentar la demanda de servicios de salud pública y afectar a las poblaciones vulnerables.

Durante eventos pandémicos y epidémicos, la línea vital de salud suele ser la más directamente afectada; sin embargo, también pueden ocurrir interrupciones en otras Líneas Vitales de FEMA, como las comunicaciones, el transporte, el suministro de alimentos, las operaciones de refugio, la seguridad pública y la continuidad de las funciones gubernamentales. El riesgo futuro de pandemias permanece elevado debido a las condiciones ambientales cambiantes, las características de la población, los patrones de viaje y la aparición continua de enfermedades infecciosas. Por lo tanto, los esfuerzos de mitigación y preparación deben hacer énfasis en la coordinación de salud pública, la comunicación de riesgos, la planificación de continuidad, el apoyo a poblaciones vulnerables y el mantenimiento de la capacidad para el manejo de emergencias.

Priorización de peligros

El Comité de Planificación utilizó los resultados de los perfiles de peligros y de la evaluación de riesgos para establecer las prioridades de mitigación del Municipio de Vega Alta. A partir del análisis, los terremotos, los deslizamientos, las inundaciones, los ciclones tropicales y vientos extremos, el calor extremo, la sequía y los incendios forestales fueron identificados como peligros de prioridad alta. Las pandemias y epidemias se clasificaron como peligros de prioridad mediana. Este ejercicio de priorización, realizado con el Comité de Planificación, fue de carácter cualitativo y tomó en consideración la exposición del municipio, los posibles impactos sobre las personas y la propiedad, los efectos sobre la infraestructura crítica y las Líneas Vitales de FEMA, y las necesidades de las poblaciones socialmente vulnerables.

Capacidades municipales

El LHMP está respaldado por diversos mecanismos de planificación, marcos reglamentarios y capacidades municipales que orientan los usos del terreno, la concesión de permisos, el manejo de valles inundables, la inversión en infraestructura,

Borrador

la respuesta a emergencias y la resiliencia a largo plazo. Estos incluyen el Plan del Área de Planificación Especial del Carso, el Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios, el Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación, el Código de Construcción de Puerto Rico, el Reglamento para el Manejo de Aguas de Escorrentía, el Plan Territorial de Vega Alta y el Plan Operacional de Emergencias de Vega Alta. El municipio también participa en el Programa Nacional del Seguro de Inundación y cumple con el programa NPDES de la Ley de Agua Limpia. Además, el Plan reconoce el valor de la infraestructura verde y de las soluciones basadas en la naturaleza para el manejo de las aguas pluviales, mientras que el Programa de Inversiones de Cuatro Años (PICA) sirve como herramienta para armonizar la inversión pública con las prioridades de mitigación de riesgos.

La capacidad técnica y administrativa de Vega Alta recibe el apoyo de oficinas municipales con responsabilidades relacionadas con la planificación, los usos del terreno, el manejo de emergencias y los programas federales. Estas incluyen una Oficina de Planificación, Desarrollo y Ordenación Territorial , una Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y una Oficina de Programas Federales, todas con personal, mientras que los servicios de ingeniería y otros conocimientos técnicos especializados se contratan según sea necesario. La capacidad financiera del municipio se fortalece mediante balances positivos en sus fondos y el acceso a fuentes de financiamiento federal, incluidos el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), el Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA), el Programa para el Desarrollo de Infraestructura y Comunidades Resilientes (BRIC) de FEMA, y los programas CDBG-DR y CDBG-MIT de HUD.

La divulgación pública y el desarrollo de capacidades también constituyen componentes centrales del LHMP. El municipio utiliza las redes sociales, materiales impresos y reuniones comunitarias para informar a los residentes, recopilar sus comentarios y promover la participación ciudadana en el proceso de planificación de mitigación. Los esfuerzos para desarrollar capacidades incluyen la capacitación del personal y la colaboración con instituciones académicas, lo que apoya la capacidad del municipio para implantar acciones de mitigación y fortalecer el conocimiento institucional. El Plan hace énfasis en una comunicación clara, inclusiva y accesible para mejorar la concienciación sobre los peligros, fomentar la preparación y aumentar la participación comunitaria.

Borrador

Plan de Acción de Mitigación

El Plan de Acción de Mitigación establece metas y objetivos para reducir los impactos de los peligros, 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 implantación de los programas municipales, educar a residentes y comercios sobre los riesgos asociados con los peligros, y fortalecer la respuesta a emergencias y la coordinación intergubernamental. Las estrategias de mitigación se organizan en categorías como prevención, protección de la propiedad, protección de los recursos naturales, mitigación estructural, servicios de emergencia y concienciación y divulgación pública. Entre otras medidas, estas estrategias incluyen actualizar los planes de usos del terreno y manejo de emergencias, mejorar el manejo de las aguas pluviales, realizar simulacros de peligros, fortalecer la resiliencia de la infraestructura y atender el calor extremo mediante la creación de espacios verdes urbanos y la planificación de la respuesta.

En términos generales, la actualización de 2026 del LHMP de Vega Alta integra las evaluaciones de peligros, los marcos de política pública, las capacidades municipales, las aportaciones de la comunidad y las estrategias de mitigación viables en una herramienta integral de planificación. Mediante este enfoque integrado, el municipio procura reducir el riesgo, proteger los servicios esenciales, orientar las inversiones futuras y fortalecer la resiliencia ante los peligros naturales y las emergencias de salud pública durante los próximos años.

Borrador

1. Introducción y Trasfondo

El Municipio de Vega Alta y la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR) están comprometidos con la protección del bienestar de los puertorriqueños mediante el fomento del crecimiento cultural, social y económico, dando prioridad a la salud y seguridad pública. Como parte de este compromiso, el Municipio y la JPPR acordaron actualizar conjuntamente el Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés) del Municipio. El LHMP proporciona un enfoque estructurado e integral para reducir los riesgos asociados con peligros naturales y fortalecer la resiliencia comunitaria en general.

En años recientes, Vega Alta ha enfrentado impactos considerables por desastres naturales, lo que enfatiza la necesidad urgente de acciones proactivas para reducir vulnerabilidades y proteger la infraestructura crítica. Estas experiencias resaltan la importancia de implementar una estrategia coordinada y sistemática de mitigación de riesgos que sea consistente con las políticas federales, estatales y locales.

Un LHMP identifica y evalúa los peligros naturales potenciales y define acciones diseñadas para reducir o eliminar los riesgos para las personas, la propiedad y el ambiente. El plan apoya los esfuerzos de planificación del uso del suelo del municipio al establecer medidas que ayudan a Vega Alta a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad y resiliencia a largo plazo.

Este LHMP cumple con los requisitos establecidos por la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Desastres y Asistencia en Emergencias (Ley Stafford) y las reglamentaciones federales derivadas de esta. Bajo esta legislación, los gobiernos locales en los estados y territorios deben desarrollar y adoptar formalmente un plan de mitigación de riesgos como condición de elegibilidad para recibir ciertos tipos de fondos administrados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).

La mitigación de riesgos desempeña un papel crítico al orientar el desarrollo futuro y mejorar la infraestructura municipal existente. Para asegurar una estrategia de mitigación efectiva, el LHMP se actualiza cada cinco años para reevaluar los peligros naturales que podrían amenazar la vida y la propiedad de los residentes e incorporar medidas de mitigación apropiadas y responsivas.

El desarrollo de este plan se llevó a cabo mediante un proceso coordinado que

Borrador

incorporó insumo de agencias estatales y locales, organizaciones no gubernamentales y el público. La meta general es fortalecer 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 representan riesgos para el municipio.
- Establecer estrategias y acciones para reducir o eliminar las amenazas a largo plazo a la vida, la propiedad y los servicios críticos.
- Fomentar la coordinación interagencial y promover la participación comunitaria en las iniciativas de preparación ante desastres y mitigación.

1.1 Políticas Públicas Aplicables

Esta sección resume las políticas públicas federales, estatales y municipales relevantes que guían el desarrollo del LHMP de Vega Alta de 2026. El resumen provisto no pretende ser exhaustivo. Otras políticas públicas se mencionan a lo largo del documento, particularmente en la Sección 5.15.

1.1.1 Políticas Federales

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

1.1.1.1 Leyes Federales

Ley Stafford

La Ley Stafford tiene como objetivo principal reducir la pérdida de vidas y propiedad, aliviar el sufrimiento humano, minimizar los impactos económicos y disminuir los costos asociados con la asistencia por desastre. En 1988, el Congreso enmendó la Ley para crear el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés), que se convirtió en la principal fuente de financiamiento federal para mitigación luego de una declaración de desastre emitida por el Presidente de

Borrador

los Estados Unidos. Mediante este programa, se ponen fondos a disposición de los estados y territorios para implementar medidas costo-efectivas que reduzcan el riesgo de daños y pérdidas por eventos de peligro futuros.

Ley de Mitigación de Desastres de 2000

Promulgada el 30 de octubre de 2000, la Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA 2000) enmendó la Ley Stafford para mejorar la planificación, respuesta y recuperación ante desastres en todos los niveles de gobierno. Esta legislación establece los requisitos de elegibilidad para que los municipios accedan a fondos federales de mitigación, incluida 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 con 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 brinde asistencia técnica y establezca prioridades de financiamiento.

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

Ley Nacional del Seguro contra Inundaciones

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

La Ley también fomenta que las comunidades participantes adopten y hagan cumplir estándares mínimos de manejo de valles inundables dirigidos a reducir los riesgos futuros de inundación. Las comunidades que cumplen con estos requisitos se vuelven elegibles para los beneficios y programas del NFIP.

El acceso al seguro contra inundaciones permite que los propietarios se recuperen con mayor rapidez después de eventos de inundación sin depender exclusivamente de la asistencia federal por desastre. Legislación complementaria, como la Ley de Protección contra Desastres por Inundación de 1973, requiere además que los

Borrador

prestamistas regulados federalmente exijan cobertura de seguro contra inundaciones para propiedades ubicadas en zonas de alto riesgo de inundación y financiadas mediante hipotecas respaldadas por el gobierno federal.

FEMA ha reconocido al Municipio como parte de la región cubierta por la JPPR dentro del Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones. El municipio puede solicitar actualizaciones y enmiendas a los mapas de peligro de inundación utilizados por el NFIP a través de la JPPR.

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 inundaciones. También se han asignado fondos para la adquisición de estructuras ubicadas en áreas de alto riesgo de inundación como parte de los esfuerzos continuos para disminuir la vulnerabilidad y la exposición a futuros eventos de inundación.

1.1.1.2 Reglamentos Federales

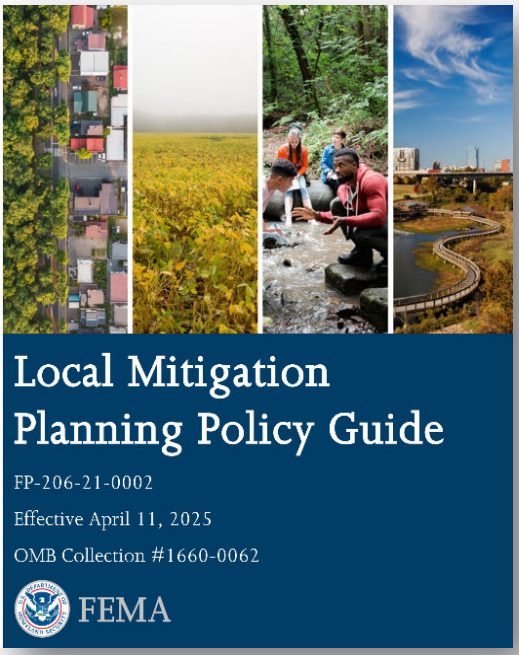
Planificación de Mitigación - 44 CFR Parte 201

Esta sección del Código de Reglamentos Federales describe las normas y procedimientos que rigen la planificación de mitigación de riesgos conforme a lo dispuesto por la Ley Stafford. Establece los requisitos para la preparación y adopción de planes de mitigación, los cuales sirven como la herramienta principal para reducir los riesgos que representan los peligros naturales a nivel local. Además, esta sección establece las políticas y los procesos de planificación que orientan los esfuerzos de mitigación de riesgos, destacando el papel de los planes de mitigación en dirigir la asignación efectiva de recursos para la reducción del riesgo de desastres.

Borrador

Guía de FEMA para la Planificación Local de Mitigación de Riesgos

Figura 1: Portada de la Guia Local para la Mitigación



La Guía de Política de Planificación Local de Mitigación publicada por FEMA establece el marco oficial y la orientación que los gobiernos locales deben seguir al preparar, revisar y actualizar sus Planes Locales de Mitigación de Riesgos (LHMP). Esta guía está diseñada para asegurar el cumplimiento con los requisitos establecidos en el Código de Reglamentos Federales (44 CFR Parte 201).

La guía de política enfatiza la planificación basada en datos y adaptada a las capacidades locales, dando prioridad a la participación comunitaria y a la participación inclusiva de las partes interesadas. Exhorta a las comunidades a integrar la mitigación de riesgos en los procesos más amplios de planificación y toma de decisiones, fortaleciendo así la resiliencia a largo plazo y reduciendo la vulnerabilidad ante peligros naturales (FEMA, Local Mitigación Planning Policy Guide, 2025).

La guía identifica los componentes esenciales que todo plan de mitigación debe atender. Además, provee recursos prácticos, tales como modelos de resolución, listas de cotejo y criterios de revisión del plan 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, el cual puede resultar en aprobación completa, aprobación condicionada pendiente de adopción formal, o devolución del plan para revisiones y correcciones.

Manual de Planificación Local de Mitigación

El Manual de Planificación Local de Mitigación es un recurso desarrollado por FEMA para asistir a los gobiernos locales, incluidos municipios y distritos especiales, en el desarrollo o actualización de sus Planes Locales de Mitigación de Riesgos. Este manual

Borrador

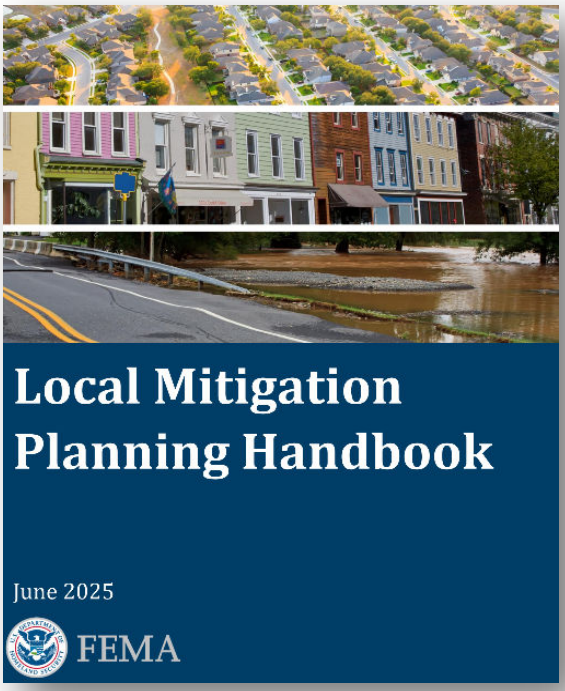


Figura 2: Portada del Manual de Planificación para la Mitigación

sirve como complemento a la guía de política de planificación de mitigación de FEMA y ofrece una metodología detallada, paso a paso, para cumplir con los requisitos establecidos en el Título 44 del Código de Reglamentos Federales, Parte 201.

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

Marco Nacional de Recuperación ante Desastres

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

Este marco promueve una recuperación

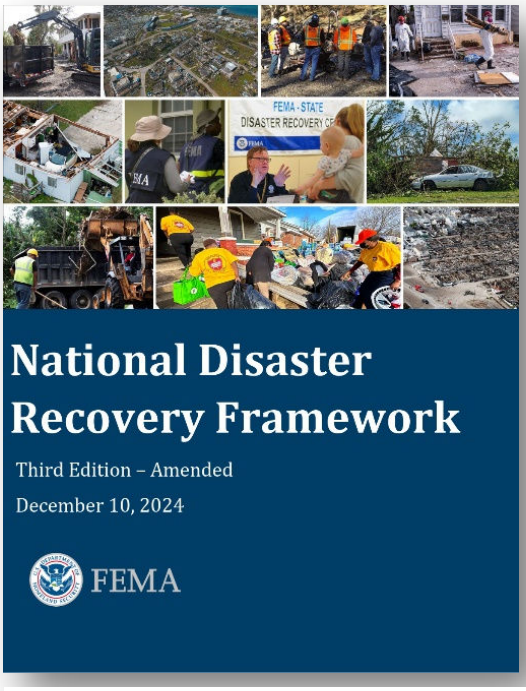


Figura 3: Portada del Marco de Recuperación

Borrador

que no solo restaure lo perdido, sino que también mejore las condiciones existentes antes del desastre. Para lograrlo, el NDRF define principios rectores, roles específicos para los actores involucrados y estructuras de coordinación que facilitan la colaboración entre agencias. También enfatiza la importancia de planificar antes de que ocurra un desastre y de asegurar que las metas de recuperación sean definidas por las propias comunidades afectadas.

Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones

El Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP), administrado por FEMA, proporciona cobertura de seguro contra inundaciones asequible a propietarios, inquilinos y negocios, al mismo tiempo que fomenta prácticas efectivas de manejo de valles inundables para reducir riesgos futuros de inundación. Establecido en 1968, el NFIP apoya a las comunidades en la reducción de pérdidas relacionadas con inundaciones al requerir la adopción y cumplimiento de reglamentaciones locales de manejo de valles inundables. El programa también ofrece cobertura de seguro tanto para estructuras como para su contenido en más de 22,000 comunidades participantes en todo Estados Unidos.

Debido a que la mayoría de las pólizas estándar de seguro para propietarios de vivienda no cubren daños por inundación, el NFIP desempeña un papel crítico en la protección de vidas y propiedad, a la vez que reduce los costos de recuperación por desastres a largo plazo. Información adicional sobre la participación del Municipio de Vega Alta en el NFIP se presenta en la Sección 4.9de este plan.

Programa Nacional de Reducción de Riesgos Sísmicos

El Programa Nacional de Reducción de Riesgos Sísmicos (NEHRP) fue establecido mediante la Ley de Reducción de Riesgos Sísmicos de 1977 para promover el desarrollo, la difusión y la aplicación de conocimientos, herramientas y prácticas que reduzcan los riesgos asociados con eventos sísmicos. Este objetivo se logra mediante la colaboración coordinada, multidisciplinaria e interagencial entre las agencias federales participantes del NEHRP y sus socios, incluidas jurisdicciones locales como el Municipio de Vega Alta.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), adscrito al Departamento de Comercio de los Estados Unidos, funge como la agencia líder del NEHRP. El programa cuenta además con el apoyo de tres agencias federales cooperadoras: FEMA, la Fundación Nacional de Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) y el Servicio Geológico

Borrador

de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). Cada agencia aporta peritaje y actividades complementarias relacionadas con investigación, preparación, mitigación y seguridad pública.

Sistema Nacional de Manejo de Incidentes

El Sistema Nacional de Manejo de Incidentes (NIMS) es un marco estandarizado desarrollado por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos (DHS, por sus siglas en inglés) y administrado por FEMA para guiar el manejo de incidentes en todo el país. Su propósito es facilitar la coordinación y cooperación efectiva 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.

NIMS establece una estructura organizacional, terminología y conjunto de procesos comunes para asegurar una coordinación fluida independientemente del tipo, tamaño o complejidad del incidente. Los componentes principales del sistema incluyen manejo de recursos, comunicaciones interoperables, actividades continuas de preparación y el Sistema de Comando de Incidentes (ICS), que define roles, responsabilidades y estructuras de mando claras durante las operaciones de emergencia.

La implementación de NIMS también es un requisito previo para las jurisdicciones que buscan acceso a ciertos fondos federales de preparación y respuesta. Al adoptar NIMS, las jurisdicciones mejoran la eficiencia operacional, 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 proveen orientación para el desarrollo e implementación del LHMP de Vega Alta de 2026.

1.1.2.1 Leyes de Puerto Rico

Ley Núm. 161-2009, según enmendada

La Ley Núm. 161-2009, conocida como la *Ley para la Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico*, establece un marco legal y administrativo moderno diseñado para

Borrador

reestructurar integralmente el sistema de permisos del Estado Libre Asociado. El objetivo principal de la Ley es crear un proceso transparente, eficiente y ágil para la radicación, 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 responsabilidades de permisos que anteriormente estaban distribuidas entre múltiples agencias. Esta centralización redujo demoras procesales y mejoró la consistencia en la aplicación de los estándares de permisos. La Ley también introdujo roles especializados —incluidos Profesionales Autorizados, Gerentes de Permisos, Representantes de Servicio y Oficiales de Permisos— cada uno con responsabilidades definidas para agilizar las revisiones y profesionalizar el proceso de permisos.

Otro objetivo de la Ley Núm. 161-2009 es fortalecer la fiscalización, la rendición de cuentas y la transparencia dentro del sistema de permisos. Al reforzar los controles internos y estandarizar los procedimientos, la Ley procura asegurar el cumplimiento mientras reduce ineficiencias administrativas.

Desde una perspectiva de política pública, la Ley busca promover el desarrollo económico mientras salvaguarda la protección ambiental. La intención legislativa enfatiza que un sistema de permisos eficiente es esencial para atraer inversión, fomentar la actividad de construcción, apoyar la creación de empleos a largo plazo y eliminar barreras burocráticas que anteriormente obstaculizaban el crecimiento económico. Los análisis de la Ley también destacan su papel en centralizar funciones gubernamentales e implementar un Sistema Integrado de Permisos para reducir la fragmentación, mejorar la coordinación interagencial y asegurar la uniformidad reglamentaria en todo Puerto Rico.

Ley Núm. 33-2019, según enmendada

La Ley Núm. 33-2019 establece la política pública del Gobierno de Puerto Rico respecto a mitigación, adaptación y resiliencia en respuesta a 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 atender los impactos de la inestabilidad ambiental.

Esta Ley requiere la incorporación de medidas concretas de mitigación, adaptación y resiliencia en los instrumentos de planificación territorial y uso del suelo. Al hacerlo,

Borrador

promueve un enfoque proactivo que fortalece la capacidad de las comunidades para resistir factores de estrés ambiental y reduce los riesgos a largo plazo para la seguridad pública, la infraestructura y los recursos naturales.

Según dispone la Ley, un panel de expertos desarrolló un plan de adaptación; sin embargo, al momento de la preparación de este LHMP, dicho plan no ha sido adoptado formalmente.

Ley Núm. 107-2020, según enmendada

La Ley Núm. 107-2020, según enmendada, conocida como el *Código Municipal de Puerto Rico*, amplía significativamente la autoridad, las responsabilidades y la autonomía operacional de los gobiernos municipales. El Código promueve el autogobierno local y fortalece la capacidad de los municipios para administrar sus propios asuntos, incluida la preparación ante desastres y la reducción de riesgos.

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

El Código Municipal también concede a los municipios que cualifican una 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 expedición de permisos de construcción, lo que permite a los municipios incorporar principios de mitigación de riesgos directamente en las decisiones de desarrollo. Estos poderes son esenciales para reducir la exposición a peligros naturales y proteger vidas y propiedad. En general, el Código Municipal reconoce la planificación territorial como un instrumento crítico para la mitigación de riesgos y establece un marco legal que permite a los municipios adoptar acciones proactivas, adaptadas a las condiciones locales, para proteger a sus comunidades de peligros naturales y otros eventos adversos.

Borrador

1.1.2.2 Reglamentos de Puerto Rico

Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR, por sus siglas en español) - 2015

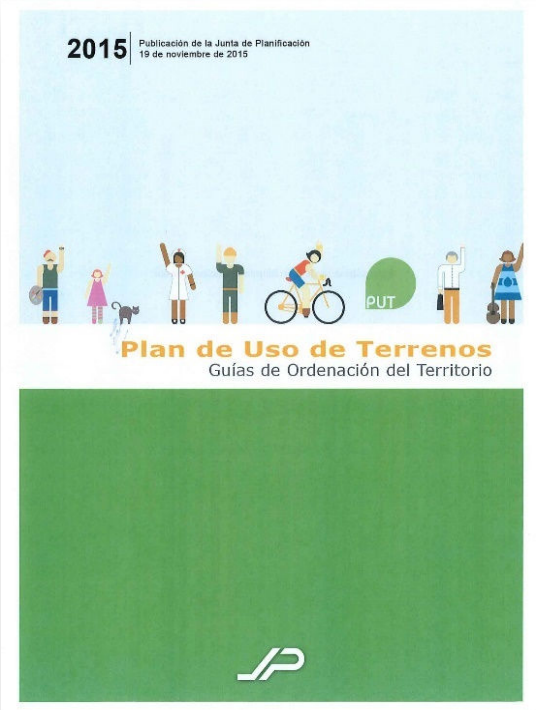


Figura 4: Portada PUT-PR

En cumplimiento con la Ley Núm. 550-2004, según enmendada, el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR, por sus siglas en español) constituye el principal instrumento de planificación territorial preparado por la Junta de Planificación de Puerto Rico. El Plan tiene el propósito de dirigir el uso del suelo, el desarrollo y las actividades de conservación en toda la isla de manera coordinada, sostenible y resiliente, guiado por un horizonte de planificación a largo plazo de diez (10) años (JPPR, 2015).

Una de las funciones principales del PUT-PR es clasificar los terrenos en todo Puerto Rico en categorías específicas de uso del suelo. La clasificación de terrenos sirve como un marco de administración territorial que establece los tipos de distritos de calificación y usos permitidos que pueden aplicarse a parcelas individuales. Bajo el PUT, los terrenos se clasifican según el siguiente esquema:

Suelo Urbano (SU, por sus siglas en español): esta categoría incluye áreas que ya están desarrolladas y cuentan con la infraestructura y los servicios públicos necesarios.

Suelo Urbanizable: esta clasificación aplica a terrenos identificados como aptos para desarrollo futuro y se subdivide en dos categorías:

- Suelo Urbanizable Programado (SUP, por sus siglas en español): terreno programado para desarrollo conforme a programas o planes establecidos.

Borrador

- Suelo Urbanizable No Programado (SUNP, por sus siglas en español): terreno disponible para desarrollo que aún no ha sido asignado a un programa de desarrollo específico.

Suelo Rústico: los terrenos rústicos se designan para protección, conservación o uso limitado debido a su valor ambiental, agrícola o ecológico. Esta clasificación se subdivide además en:

- Suelo Rústico Común (SRC, por sus siglas en español): áreas aptas para usos limitados y de baja intensidad.
- Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP, por sus siglas en español): áreas sujetas a mayor protección debido a su importancia ambiental, natural o cultural.

El PUT-PR procura coordinar y armonizar los esfuerzos de planificación del uso del suelo entre las agencias estatales y los municipios. Sirve como base para la preparación de los Planes Territoriales municipales (PT, por sus siglas en español), los cuales se adoptan para un período de planificación de ocho años (JPPR, 2015).

Actualmente, el PUT-PR se encuentra en proceso de actualización para el ciclo de planificación 2026-2036. Esta revisión incorporará una participación ciudadana robusta, métricas de cumplimiento y desempeño claramente definidas, y un enfoque de planificación inclusivo que integra el desarrollo económico, la infraestructura verde, los sistemas de transportación sostenible y la conservación de los recursos naturales.

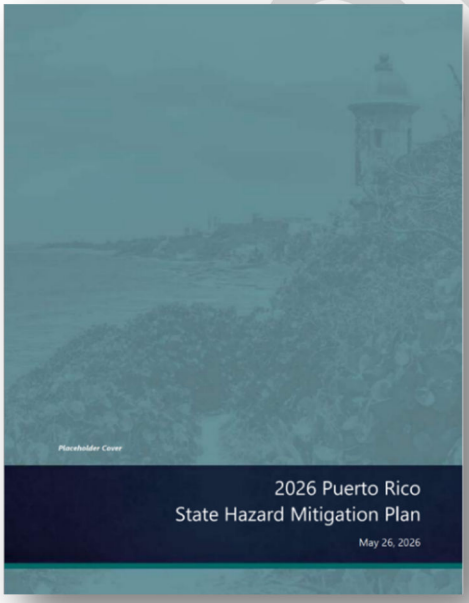


Figura 5: Portada Plan de Mitigación Estatal

Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico (2026)

Al igual que los requisitos aplicables a las jurisdicciones locales, la Ley Stafford requiere que los estados y territorios desarrollen un plan de mitigación de riesgos que cubra toda su jurisdicción. En el caso de Puerto Rico, el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos más reciente se completó en 2026. El Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico de 2026 establece estrategias a largo plazo para atender peligros naturales que tienen el potencial de interrumpir las actividades diarias, dañar la propiedad y amenazar la vida

humana. Estos peligros pueden convertirse en desastres que afectan no solo a individuos, sino también a comunidades completas, con impactos amplios sobre la salud pública, la infraestructura, la estabilidad económica y los ecosistemas naturales (NMEAD, 2026).

Este plan proporciona un marco integral para identificar riesgos e implementar acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad ante estos peligros. Mediante su énfasis en la mitigación, el plan procura aumentar la resiliencia comunitaria, proteger la infraestructura y los sistemas críticos, y promover el desarrollo sostenible en todo Puerto Rico (NMEAD, 2026).

El Municipio de Vega Alta revisó el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico 2026 durante la preparación de esta actualización del LHMP. Los perfiles de riesgo, capacidades estatales, metas de mitigación y acciones estatales pertinentes fueron considerados durante la evaluación de riesgos, la evaluación de capacidades y el desarrollo de la estrategia de mitigación municipal.

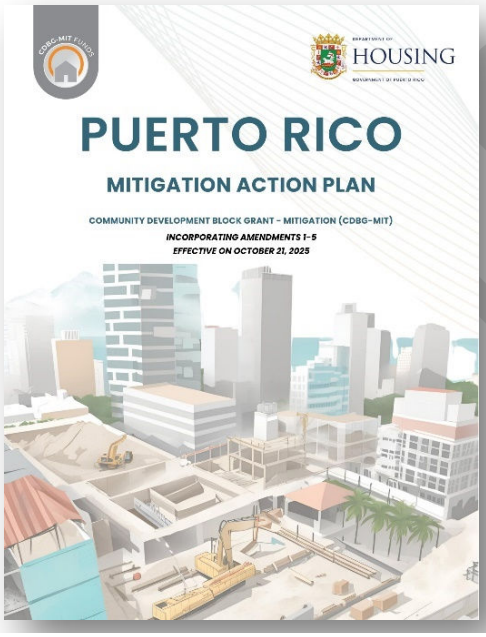


Figura 6: Plan de Mitigación CDBG-MIT

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

Aprobado originalmente por el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD) en 2021 y posteriormente enmendado en agosto de 2025, el Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico para el Programa de Subvención en Bloque para el Desarrollo Comunitario–Mitigación (CDBG-MIT) es un documento de planificación estratégica preparado por el Departamento de la Vivienda de Puerto Rico (PRDOH). El plan establece el marco para la administración y manejo de los fondos federales de mitigación asignados por HUD bajo el programa CDBG-MIT.

Su objetivo principal es reducir los riesgos y vulnerabilidades ante desastres futuros mediante el fortalecimiento de la resiliencia de la infraestructura, las comunidades y los sistemas críticos. Aunque estos fondos fueron asignados por el Congreso a Puerto

Rico luego de los huracanes Irma y María en 2017, los fondos CDBG-MIT difieren de los fondos de Recuperación ante Desastres CDBG-DR en que están enfocados específicamente en prevenir y mitigar impactos futuros. En consecuencia, los recursos CDBG-MIT se dirigen a proyectos de mitigación sostenibles y de alto impacto, y no se requiere que estén directamente vinculados a actividades de recuperación por desastres asociadas con los huracanes de 2017 (PRDOH, 2025). En general, este plan está diseñado para reducir la exposición a peligros, proteger vidas y propiedad, y fortalecer las capacidades de respuesta a emergencias mediante inversiones dirigidas en infraestructura, vivienda y planificación del uso del suelo (PRDOH, 2025).

1.1.3 Políticas Municipales

Plan Local de Mitigación de Riesgos de Vega Alta (2020)



Figura 7: Portada Plan de Mitigación Local 2020

Adoptado el 1ro de mayo de 2020, el Plan Local de Mitigación de Riesgos de Vega Alta cumple con la Ley federal de Mitigación de Desastres de 2000 y establece un marco integral para reducir los riesgos a la vida y la propiedad causados por peligros naturales.

El proceso de planificación incluyó la participación de funcionarios municipales, agencias y el público. Un Comité de Planificación de Mitigación dirigió los esfuerzos de divulgación mediante reuniones públicas, avisos públicos y la publicación de borradores de documentos para revisión comunitaria, asegurando la participación de las partes interesadas durante todo el desarrollo del plan.

El LHMP identifica los principales peligros naturales que afectan al municipio como: temperaturas extremas, sequía, terremotos, inundaciones, deslizamientos, vientos fuertes (ciclones tropicales) e incendios forestales.

El plan también incluye un análisis cuantitativo de vulnerabilidad para evaluar los impactos potenciales sobre las personas, la infraestructura y las operaciones municipales, apoyando la priorización de estrategias de mitigación y enfocando la atención en las áreas de mayor riesgo. Según la evaluación de riesgos, los peligros con la clasificación de impacto más alta para Vega Alta son los terremotos (incluida la licuación), las inundaciones y los vientos fuertes asociados con ciclones tropicales.

Las estrategias de mitigación se organizan en categorías clave, incluidas prevención, protección de la propiedad, protección de recursos naturales, proyectos estructurales, servicios de emergencia y educación pública. La mayor cantidad de acciones corresponde a proyectos estructurales, con énfasis particular en atender inundaciones y deslizamientos.

Algunas de las estrategias de mitigación propuestas por el LHMP de Vega Alta (2020) son:

- **Inundaciones:** Los proyectos incluyen mejoras al sistema de drenaje y obras de control de inundaciones en las áreas más propensas a inundarse del municipio, con el fin de reducir los daños recurrentes a la infraestructura y las propiedades.
- **Deslizamientos de terreno:** Identificar, evaluar y reubicar a los residentes de las áreas con alto riesgo de deslizamientos donde las medidas de mitigación no sean viables.
- **Vientos fuertes / Huracanes:** Reforzar las instalaciones críticas mediante medidas de protección, como generadores eléctricos y contraventanas resistentes a tormentas, para mantener los servicios esenciales después de eventos meteorológicos severos.
- **Terremotos / Licuefacción:** Hacer cumplir los códigos de construcción y evaluar las estructuras vulnerables para mejorar la resiliencia sísmica.
- **Tsunamis:** Restringir futuros desarrollos en las zonas de desalojo por tsunami y promover programas de preparación comunitaria.
- **Erosión costera:** Proteger y restaurar las características naturales de la costa para reducir la pérdida de línea costera y proteger los activos cercanos.
- **Marejada ciclónica:** Limitar el desarrollo en áreas costeras expuestas a peligros y considerar el riesgo de marejada ciclónica en la planificación del uso de terrenos.
- **Sequía:** Promover la conservación del agua y proteger los recursos críticos de aguas subterráneas y abastecimiento de agua.

Borrador

- **Incendios forestales:** Desarrollar y mantener un inventario de riesgos de incendios forestales, a la vez que se amplían los esfuerzos de educación pública y prevención.

Plan de Recuperación Municipal de Vega Alta

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 resiliencia ante futuros factores de estrés. En esencia, los Planes de Recuperación Municipal:



Figura 8: Portada Plan de Recuperación

- Identifican las necesidades locales posteriores a desastres creadas o agravadas por Irma y María.
- Establecen prioridades de recuperación a corto, mediano y largo plazo.
- Integran estrategias de resiliencia y mitigación de riesgos.
- Sirven como una hoja de ruta de política pública y proyectos para futuras decisiones de financiamiento.

Cada Plan de Recuperación Municipal contiene 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 representan un riesgo para el municipio.

Borrador

- Desarrollar estrategias y acciones para reducir o eliminar los riesgos a largo plazo para la vida, la propiedad y los servicios esenciales.
- Promover la coordinación interagencial y la participación comunitaria en los esfuerzos de preparación ante desastres y mitigación.

1.2.2 Comentarios Previos de FEMA

FEMA formuló las siguientes recomendaciones y requisitos al aprobar el LHMP anterior de Vega Alta de 2020.

Elemento A.3

> "Felicitaciones al **Municipio de Vega Alta**. El Plan de Mitigación proporciona evidencia de divulgación pública mediante documentos tales como recortes de periódicos locales, promociones en Facebook, cartas dirigidas a agencias reguladoras, alcaldes municipales y personal de agencias estatales.
> Para la próxima actualización de este plan, se recomienda una mayor participación de los medios de comunicación locales para ayudar a aumentar la concienciación y la participación pública. La publicación de documentos en Internet permitirá que más personas participen en el proceso. Asimismo, podría considerarse la inclusión de una lista de comentarios de todas las partes interesadas, incluyendo al público en general. Esta información proporcionará orientación específica para la próxima actualización del plan.
>
> El proceso puede incluir reuniones con asociaciones de residentes y representantes públicos que formen parte de juntas, consejos comunitarios y otros organismos dentro de la jurisdicción de Vega Alta. También se recomienda incluir evidencia documental que demuestre que el plan estuvo disponible para revisión pública en bibliotecas u otros lugares accesibles, junto con avisos relacionados con la preparación ante peligros, así como los comentarios recibidos y la manera en que estos fueron incorporados al plan."
> **¡Excelente trabajo!**
>
> **E1.** "La jurisdicción aprobó la Ordenanza Municipal Núm. 12, Serie 2019-2020, el 12 de marzo de 2020. Dicha Ordenanza Municipal adopta el Plan de Mitigación del Municipio de Vega Alta. La Ordenanza Municipal debe incorporarse al Plan cuando la versión final sea sometida a FEMA."

Borrador

1.3 Organización del LHMP

La siguiente tabla muestra la estructura del LHMP de Vega Alta de 2026. Para ayudar a los revisores del LHMP y al público a comprender el cumplimiento, la tabla incluye una columna que especifica qué elemento requerido por FEMA (FEMA, 2025) se atiende en cada sección.

Tabla 1: Organización del LHMP

Capítulo #	Título	Descripción	Elementos de la herramienta de revisión cumplidos
N/A	Resumen Ejecutivo	Esta sección resume los hallazgos más importantes del proceso de planificación y explica cómo se atienden en el LHMP.	Elemento local
Capítulo 1	Introducción y Trasfondo	Este capítulo discute el trasfondo de planificación para Vega Alta. Explica la organización del LHMP, los cambios más significativos en la versión de 2026 en comparación con la versión de 2020, y las políticas públicas relevantes para la actualización del LHMP.	E2-a, A1-a, A1-b, A4-a, A2-a, A3-a
Capítulo 2	Proceso de Planificación	Este capítulo describe el proceso de planificación utilizado para desarrollar el LHMP de Vega Alta de 2026, incluidos los requisitos reglamentarios, las actividades de desarrollo del plan, la participación del Comité de Planificación, los esfuerzos de divulgación pública, la participación ciudadana y la participación de las partes interesadas.	E1-a
Capítulo 3	Perfil Municipal	El perfil municipal describe las características relevantes del municipio, incluidas las características físicas, la infraestructura y los rasgos demográficos y socioeconómicos.	B-1a, B-1b, B1-c, B1-d, B-e, B2-a, B2-b, E1-a
Capítulo 4	Perfiles de Peligros y Análisis de Riesgos	Esta sección es la más extensa del plan. Cubre los peligros identificados para Vega Alta y examina los riesgos asociados con cada uno.	B-1a, B-1b, B1-c, B1-d, B1-e, B2-a, B2-b, E1-a
Capítulo 5	Capacidades de Mitigación	Este capítulo discute las capacidades del municipio para implementar las estrategias de mitigación que se propondrán en el Capítulo 6.	C1-a, C-1b

BORRADOR

Capítulo #	Título	Descripción	Elementos de la herramienta de revisión cumplidos
Capítulo 6	Plan de Acción de Mitigación	Este capítulo establece las metas de mitigación del Plan y las acciones que el municipio tomará para reducir los riesgos asociados con los eventos naturales identificados. También sirve para actualizar el estado de las acciones de mitigación incluidas en el Plan de 2020.	C3-a, C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2-b
Capítulo 7	Mantenimiento del Plan	Este capítulo atiende el proceso para evaluar la efectividad del plan. También explica el procedimiento para realizar modificaciones o actualizaciones al plan.	D1-a, D2-a, D2-6, D2-c, E2-c
Capítulo 8	Adopción y Aprobación	Esta sección incluye información sobre la adopción del plan por parte del municipio, la aprobación de FEMA y la fecha de expiración del Plan Local de Mitigación de Riesgos de 2026.	F1-a, F1-b
N/A	Referencias	Esta sección presenta las fuentes utilizadas en la actualización del plan.	A4-a
N/A	Apéndices	Esta sección incluye todos los apéndices y la información suplementaria relacionada con el proceso de planificación del Plan.	

1.4 Cambios al LHMP de Vega Alta (E2-a)

La siguiente tabla muestra los cambios más significativos que presenta la versión de 2026 en comparación con la versión de 2020.

Tabla 2: Cambios al LHMP de Vega Alta

Elemento	Justificación
Idioma del Plan	De conformidad con la Orden Ejecutiva Presidencial Núm. 14224, la versión de 2026 del LHMP de Vega Alta se preparó originalmente en inglés para su presentación y consideración por FEMA. Se preparará una traducción oficial al español del borrador final para discusión pública y del LHMP final aprobado, para beneficio de la población que no domina el inglés.
Organización del Plan	La organización y los capítulos del documento generalmente siguen la plantilla de LHMP de 2019 de la Junta de Planificación de Puerto Rico. Sin embargo, se han realizado adaptaciones en respuesta a cambios en la política federal o a la necesidad de mejorar la legibilidad para el público general.
Discusión de las	Conforme a la Política de Planificación Local de Mitigación, se

Borrador

Elemento	Justificación
Líneas Vitales de FEMA	discuten las Líneas Vitales de FEMA, así como las estrategias para mitigar los impactos de peligros sobre estas.
Mejoras a la sección de política pública	Se añadieron políticas públicas relevantes que no habían sido consideradas anteriormente.
Cambio al nombre de vientos extremos	El peligro identificado en el Plan de 2020 como "Viento extremo" se cambió a "Ciclones Tropicales/Vientos Extremos" debido a la capacidad actual de HAZUS para modelar ciclones tropicales en Puerto Rico.
Actualización de datos censales	El municipio y la JPPR optaron por utilizar la versión más reciente de la Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico/American Community Survey para evaluar los datos demográficos. En este caso, se seleccionaron los conjuntos de datos de la Encuesta sobre la Comunidad de cinco años de 2024.
Plan de Acción	Se añadió un nuevo número de identificación de estrategia para ayudar a los municipios y agencias del Gobierno de Puerto Rico a dar seguimiento a las estrategias.
Todo el LHMP	Se ha prestado atención para asegurar que el contenido del Plan no revele información de identificación personal (PII).

Borrador

2. Proceso de Planificación

2.1 Regulación del Proceso de Planificación

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

Este LHMP procura asistir al municipio en la tarea de prevenir la pérdida de vidas y propiedad causada por los efectos de los peligros naturales. El Capítulo 1 proporciona una introducción general, mientras que el Capítulo 2 describe el proceso de planificación seguido, incluida la participación de partes interesadas y del público. El LHMP identifica un perfil general del Municipio utilizando información del Censo de los Estados Unidos, como la distribución poblacional, el empleo, el inventario de viviendas y otros datos relevantes (véase el Capítulo 3 para más información).

Luego de establecer el perfil general del Municipio, el Plan evalúa todos los peligros naturales identificables que pueden afectar al municipio y a su población, incluidos los impactos sobre las líneas vitales, propiedades, exposición poblacional y recursos naturales (véase el Capítulo 4 para más información).

El Capítulo 5 describe las capacidades que posee el Municipio para implementar el LHMP. Por su parte, el Capítulo 6 establece las acciones de mitigación que el municipio llevará a cabo durante los próximos cinco años. El Capítulo 7 describe las disposiciones para el mantenimiento del LHMP, y el Capítulo 8 atiende la adopción y aprobación del LHMP. Los distintos apéndices contienen información de apoyo.

2.2 Historial del LHMP

Este documento representa la revisión más reciente del LHMP para el Municipio de Vega Alta. El plan original recibió la aprobación de FEMA en octubre de 2012, seguido por la primera actualización aprobada en mayo de 2020 (Municipio de Vega Alta, 2020). Esta actualización de 2026 refleja condiciones y circunstancias cambiantes que han influido en el municipio durante los pasados cinco años e incorpora leyes, programas y requisitos reglamentarios recientemente adoptados. Mediante esta actualización, Vega Alta procura preservar su elegibilidad para fondos federales de mitigación antes de futuros eventos catastróficos y presentar un plan fortalecido

Borrador

alineado con los estándares y mejores prácticas vigentes.

2.3 Preparación del Plan, Calendario de Revisión y Metodología (A1-a)

De conformidad con la ley federal, los LHMP deben actualizarse cada cinco (5) años para que el municipio mantenga su elegibilidad para fondos federales de mitigación. El proceso de planificación para la actualización de 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) de Vega Alta comenzó oficialmente con la firma de una Carta de Acuerdo entre el Municipio de Vega Alta y la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR), suscrita el 16 de diciembre de 2025. Una copia del acuerdo firmado se incluye en el Apéndice B. Posteriormente, se celebró una reunión inicial el 9 de febrero de 2026, que reunió a representantes del Municipio y la JPPR para discutir el proceso de planificación, los objetivos del proyecto y los esfuerzos de coordinación. Más adelante, la firma consultora AtkinsRéalis Caribe LLP fue contratada por la JPPR para apoyar los esfuerzos de planificación de mitigación.

El Municipio y sus consultores siguieron el proceso de planificación de mitigación de peligros naturales establecido por FEMA en la Guía de Planificación Local de Mitigación de Riesgos y el Manual de Planificación Local de Mitigación de Riesgos, así como las recomendaciones provistas por el personal de planificación de mitigación de la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (COR3), que cumple una función dual como Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (SHMO, por sus siglas en inglés). La Herramienta de Revisión del Plan Local de Mitigación proporciona un resumen de los estándares mínimos vigentes de FEMA para cumplir con los requisitos de planificación de mitigación e identifica dónde se atiende cada requisito dentro de este Plan.

La fase de revisión culminó con la entrega oficial del borrador final al SHMO (COR3) el _____(fecha). En general, el proceso de revisión duró ___ días.

2.4 Comité de Planificación (A1-a, A1-b)

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

Borrador

Tabla 3: Comité de Planificación del LHMP

Nombre	Posición/Oficina	Correo Electrónicpo	Número de contacto
Elsie J. Rosario Nieves	Directora, Oficina de Planificación, Desarrollo y Ordenamiento Territorial	erosario@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1239
Elizabeth Otero Martínez	Directora, Oficina de Programas Federales	eotero@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1244
Samuel Negrón Pérez	Especialista Técnico, Sistema de Información Geográfica	snegron@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1298
Miguel A. Navas Flores	Director, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	manvas@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 2143
Ramón Pabón Martínez	Comisionado de la Policía Municipal	rpabon@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 2123
Angel Figueroa Medina	Director de Finanzas	angelfigueroa@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1501
Leyna Huertas	Consultora del Municipio	lhuertas@mcg-pr.com	787-777-8044

Borrador

La carta de designación del Comité de Planificación se incluye en el Apéndice B. Este apéndice también recopila las minutas de las reuniones, la documentación de los materiales discutidos durante el 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 colindantes, líderes comunitarios, organizaciones sin fines de lucro, asociaciones de vecinos, grupos empresariales o industriales y otras partes interesadas, informándoles que el proceso de revisión del LHMP había comenzado e invitándoles a ofrecer insumo. La documentación de estas comunicaciones se incluye en el Apéndice D.

- Publicación de avisos en la página web del Municipio y en sus plataformas oficiales de redes sociales para informar al público que la revisión del LHMP estaba en curso. Estas publicaciones también proporcionaron una dirección de correo electrónico para someter comentarios y pusieron disponible una encuesta virtual para recopilar información sobre las experiencias de la comunidad con peligros naturales. La evidencia de estos avisos públicos también se conserva en el Apéndice C.

- Celebración de una reunión comunitaria inicial para presentar el proceso de revisión del LHMP. Este paso incluyó:

    - Publicar un anuncio público en un periódico, en la página web del Municipio y en los canales oficiales de redes sociales al menos 15 días antes de la reunión.
    - Confirmar en el anuncio que el borrador del plan estaba disponible para revisión en versiones impresa y en línea.

- Celebración de una segunda reunión comunitaria para discutir con el público la evaluación y el análisis de peligros. Esta etapa incluyó:

    - Publicar un anuncio en un periódico y colocar avisos en la página web del Municipio y en sus medios oficiales de redes sociales al menos 10 días antes de la reunión.
    - Confirmar en el anuncio que el borrador del plan estaba disponible para

Borrador

revisión en versiones impresa y en línea.

- Proveer un periodo adicional de comentarios de 7 días para que la comunidad ofreciera retroalimentación, ya fuera por correo electrónico o visitando la dirección designada.

2.5.2 Resultados de Divulgación Comunitaria y Participación Pública

Resultados de la Primera Reunión

Se publicó un aviso de reunión pública para anunciar el inicio del proceso de actualización del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) el 13 de febrero de 2026, a través del periódico Primera Hora (Ver Apéndice C). El aviso informó al público que la reunión se llevaría a cabo el 24 de febrero de 2026 en el Salón de Recepciones en la carretera PR-2 Km 30.5, en Vega Alta, Puerto Rico, a las 5:00 p. m.

Durante esta reunión, los participantes expresaron las siguientes inquietudes:

- **Sector Machuchal:** En esta zona se producen inundaciones, aunque estas no aparecen reflejadas en los mapas oficiales de inundación.
- **PR-630 en la intersección con la PR-677:** El riesgo de deslizamientos de terreno es alto y podría dejar aisladas a las comunidades adyacentes. Además, se identificaron cuevas y sumideros en la porción norte del Barrio Bajura, los cuales fueron señalados en el mapa de deslizamientos.
- **Cerro Gordo:** Se expresaron preocupaciones relacionadas con posibles nuevos proyectos de desarrollo planificados para el área, ya que podrían afectar los recursos naturales y alterar la hidrología del sector.

En respuesta, el Municipio implementó diversas medidas para atender los asuntos planteados por la comunidad. El **Apéndice C** incluye las notas documentadas por la firma consultora de planificación durante la actividad, junto con la evidencia de apoyo correspondiente. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de información de identificación personal (PII, por sus siglas en inglés).

- **Sector Machuchal:** Las inundaciones en este sector se atienden mediante las **Estrategias de Mitigación PE-8**.

Borrador

Resultados de la Segunda Reunión

Una notificación de reunión pública para presentar el análisis de vulnerabilidad del LHMP fue publicada el [fecha} mediante _____. La notificación informó al público que la reunión se llevaría a cabo el haga [fecha] a las _____. También indicó que una copia impresa del borrador del LHMP estaría disponible en _____ durante horas laborables regulares. Además, el público tenía la opción de acceder al borrador del LHMP mediante la página web _____. Copias de la notificación pública se incluyen en el Apéndice C.

Durante esta reunión, los participantes expresaron las siguientes preocupaciones: _____

El Municipio tomó las siguientes medidas para atender estas preocupaciones: _____. El Apéndice C incluye las notas documentadas por la firma consultora de planificación durante la actividad, junto con la evidencia de apoyo. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de PII.

El Municipio tomó las siguientes medidas para atender las preocupaciones ciudadanas: _____.

2.6 Partes Interesadas (A2-a)

El Municipio llevó a cabo esfuerzos de divulgación dirigidos a partes interesadas externas, incluidas agencias gubernamentales y municipios vecinos, mediante correspondencia formal dirigida a jefes de agencia y alcaldes. Copias de estas cartas de invitación se incluyen en el Apéndice D. Se exhortó a las partes interesadas a presentar insumo mediante correo electrónico o participando en el proceso de participación pública.

El insumo de las partes interesadas internas se obtuvo mediante el Comité de Planificación. El Apéndice D también incluye cualquier respuesta escrita o correspondencia recibida de las partes interesadas durante este proceso de divulgación.

Borrador

2.7 Fuentes de Datos para el Análisis de los Peligros

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

Tabla 4: Fuentes de Datos para la Evaluación de Peligros y Riesgos

Hazard	Data Fuentes
Terremoto	USGS, FEMA
Deslizamientos	USGS
Tsunami	NOAA, FEMA
Inundación	FEMA
Ciclón Tropical Vientos Fuertes	FEMA
Marejada Ciclonica	NOAA
Calor Extremo	NOAA
Sequia	NADM
Fuego Forestal	Negociado de Bomberos
Dinámicas Costeras a Largo Plazo	NOAA, UPR- COREPI
Pandemia/Epidemia	Departamento de Salud

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 resaltan la importancia de integrar las líneas vitales críticas en el proceso de planificación de mitigación de riesgos. FEMA define las líneas vitales como servicios esenciales que sostienen la seguridad pública, la estabilidad económica y la continuidad del gobierno y de la vida diaria antes, durante y después de una emergencia o desastre. Estas líneas vitales sirven como un marco para priorizar recursos y acciones esenciales para reducir la pérdida de vidas y propiedad, así como para apoyar una recuperación eficiente y rápida luego de eventos de peligro (FEMA, 2023).

FEMA identifica ocho (8) líneas vitales principales:

Borrador

- Seguridad y Protección: Incluye el cumplimiento de la ley, los servicios de bomberos, las operaciones de búsqueda y rescate, los servicios gubernamentales y las funciones de seguridad comunitaria.
- Alimentos, Hidratación y Refugio: Incluye los sistemas alimentarios, el acceso al agua, los refugios de emergencia y los recursos agrícolas.
- Salud y Servicios Médicos: Incluye la atención médica, los servicios de salud pública, el traslado de pacientes, las cadenas de suministro médico y el manejo de instalaciones de salud.
- Energía: Comprende la red eléctrica y los sistemas de suministro de combustible.
- Comunicaciones: Incluye la infraestructura de comunicaciones, las comunicaciones de los socorristas, los sistemas de alerta y aviso, los servicios financieros, las operaciones del 911 y el despacho de emergencias.
- Transportación: Incluye carreteras, sistemas de vehículos de motor, transporte colectivo, ferrocarriles, aviación y transportación marítima.
- Materiales Peligrosos: Incluye instalaciones y sistemas asociados con materiales peligrosos, contaminantes y sustancias contaminantes.
- Sistemas de Agua: Incluye la infraestructura de agua potable y los sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Cada una de estas líneas vitales está respaldada por sublíneas vitales que permiten a las jurisdicciones identificar vulnerabilidades con mayor precisión y priorizar acciones de recuperación. En conjunto, permiten que los manejadores de emergencias y los responsables de la toma de decisiones evalúen rápidamente las condiciones, enfoquen las operaciones de respuesta en las necesidades más críticas y coordinen acciones que afectan directamente la vida humana y la estabilidad comunitaria.

Al monitorear el estado y la funcionalidad de las líneas vitales, las jurisdicciones pueden responder con mayor efectividad durante emergencias, minimizar impactos en cascada y acelerar una recuperación más resiliente. Una discusión detallada de las líneas vitales y su relevancia para el Municipio de Vega Alta se presenta en la Sección 3.5.

Borrador

3. Perfil Municipal

El Municipio de Vega Alta es un municipio costero ubicado en la región norte de Puerto Rico. Vega Alta limita al norte con el océano Atlántico; al sur con los municipios de Morovis y Corozal; al este con Dorado y Toa Alta; y al oeste con Vega Baja. El Mapa 1 muestra la ubicación del Municipio de Vega Alta y los municipios adyacentes, mientras el Mapa 2 muestra los barrios en los que se subdivide el Municipio de Vega Alta.

3.1 Fuente de Información para el Perfil Municipal

El LHMP de Vega Alta se ha actualizado utilizando los datos demográficos y socioeconómicos más recientes disponibles. Los perfiles municipales y las evaluaciones de riesgo se basan principalmente en la Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico/American Community Survey (ACS, por sus siglas en Inglés) de cinco años para el periodo 2020–2024.

Además, el plan refleja el conocimiento más actualizado sobre peligros y prácticas de mitigación. Las referencias a planes, estudios e informes técnicos pertinentes se presentan en notas al calce a nivel de página y se consolidan en la sección de Referencias.

Las capas de Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en Inglés) incluidas en el Capítulo 3 fueron provistas en su mayoría por la Oficina de GIS de la JPPR.

3.2 Breve Trasfondo Histórico

Vega Alta fue fundado oficialmente el 19 de junio de 1775 por Francisco de los Olivos y posteriormente recibió la aprobación real en 1779. El municipio se desarrolló en torno a las fértiles tierras que rodean el Río Cibuco, área que originalmente formó parte del territorio indígena taíno asociado al cacique Guacabó. Los primeros pobladores dependían de la ganadería, la agricultura y de la extracción limitada de oro en el río, actividades que sentaron las bases económicas que sustentaron el crecimiento de la comunidad.

Durante el siglo XIX, Vega Alta evolucionó de un pequeño asentamiento rural a un pueblo agrícola establecido. La agricultura y la producción pecuaria dominaron la economía local, cultivándose arroz, maíz, café y otros productos agrícolas tanto para el consumo local como para el comercio. Con la expansión de la industria azucarera

Borrador

en Puerto Rico, la caña de azúcar adquirió una importancia cada vez mayor en Vega Alta, moldeando el paisaje, la economía y el desarrollo social del municipio durante generaciones.

La identidad cultural del municipio continúa estrechamente vinculada a su herencia agrícola, su entorno costero y sus sólidas tradiciones comunitarias. El pueblo mantiene viva su herencia mediante la celebración de eventos culturales y festivales anuales, entre ellos el Carnaval Vegalteño, el Festival del Panapén y las festividades en honor a la Inmaculada Concepción, patrona del municipio.

Durante el siglo XX, Vega Alta experimentó una transición de una economía predominantemente agrícola hacia una comunidad más diversificada, con empleos en los sectores industrial, comercial y de servicios. A pesar de la modernización, el municipio ha preservado muchas de sus tradiciones históricas y elementos culturales distintivos, manteniendo un fuerte sentido de identidad fundamentado en sus orígenes coloniales, su legado azucarero y los valores de su comunidad.

3.3 Geografía

Vega Alta es un municipio ubicado en la costa norte de Puerto Rico, aproximadamente a 19 millas (30 kilómetros) al oeste de San Juan, dentro de la región de la Llanura Costera del Norte de la Isla. El municipio comprende aproximadamente 28 millas cuadradas de extensión territorial y se caracteriza por una combinación de llanuras costeras, topografía cárstica, colinas onduladas y áreas ribereñas asociadas a la cuenca hidrográfica del Río Cibuco.

Su ubicación estratégica en la región norte de Puerto Rico ha contribuido a su desarrollo histórico como una comunidad agrícola y, más recientemente, como un municipio suburbano vinculado al área metropolitana de San Juan. Gran parte de su territorio consiste en terrenos costeros relativamente llanos que ascienden gradualmente hacia la porción sur del municipio, donde las elevaciones se hacen más pronunciadas al integrarse con la región de las colinas del norte. Esta variación topográfica contribuye a la diversidad de paisajes naturales presentes en Vega Alta. El municipio es atravesado por varios cuerpos de agua, entre ellos los ríos Cibuco y Mavilla, y alberga importantes recursos naturales, tales como áreas costeras, bosques, cuevas y formaciones cársticas que contribuyen a su valor ambiental y cultural. Estas características geográficas también influyen en la vulnerabilidad del municipio ante amenazas naturales, incluyendo inundaciones, huracanes, tormentas costeras y erosión. Vega Alta está subdividido en ocho barrios: Sabana, Bajura, Espinosa, Pueblo, Candelaria, Mavilla, Maricao y Cienegueta (Mapa 2).

Borrador

3.3.1 Fisiografía

Vega Alta se encuentra localizado dentro de la Llanura Costera del Norte de Puerto Rico y se extiende hacia porciones de la Región Cárstica del Norte. El municipio presenta un paisaje diverso compuesto por áreas costeras relativamente llanas, terrenos suavemente ondulados, colinas de piedra caliza (mogotes), sumideros y depresiones formadas mediante la disolución de rocas carbonáticas a lo largo de extensos períodos geológicos. Las elevaciones aumentan gradualmente hacia la porción sur del municipio, donde el terreno se transforma en la región de las Colinas del Norte. Esta configuración fisiográfica influye en los patrones de drenaje, el movimiento de las aguas subterráneas, el desarrollo urbano y la susceptibilidad a amenazas naturales.

Como resultado, el municipio alberga numerosos mogotes, sumideros, cuevas y depresiones cerradas que constituyen algunos de sus rasgos naturales más distintivos. Entre los sistemas cavernosos más destacados se encuentra el complejo de cuevas Santa Rosa-Monserrate, el cual refleja la compleja hidrología subterránea y la historia geológica de la región.

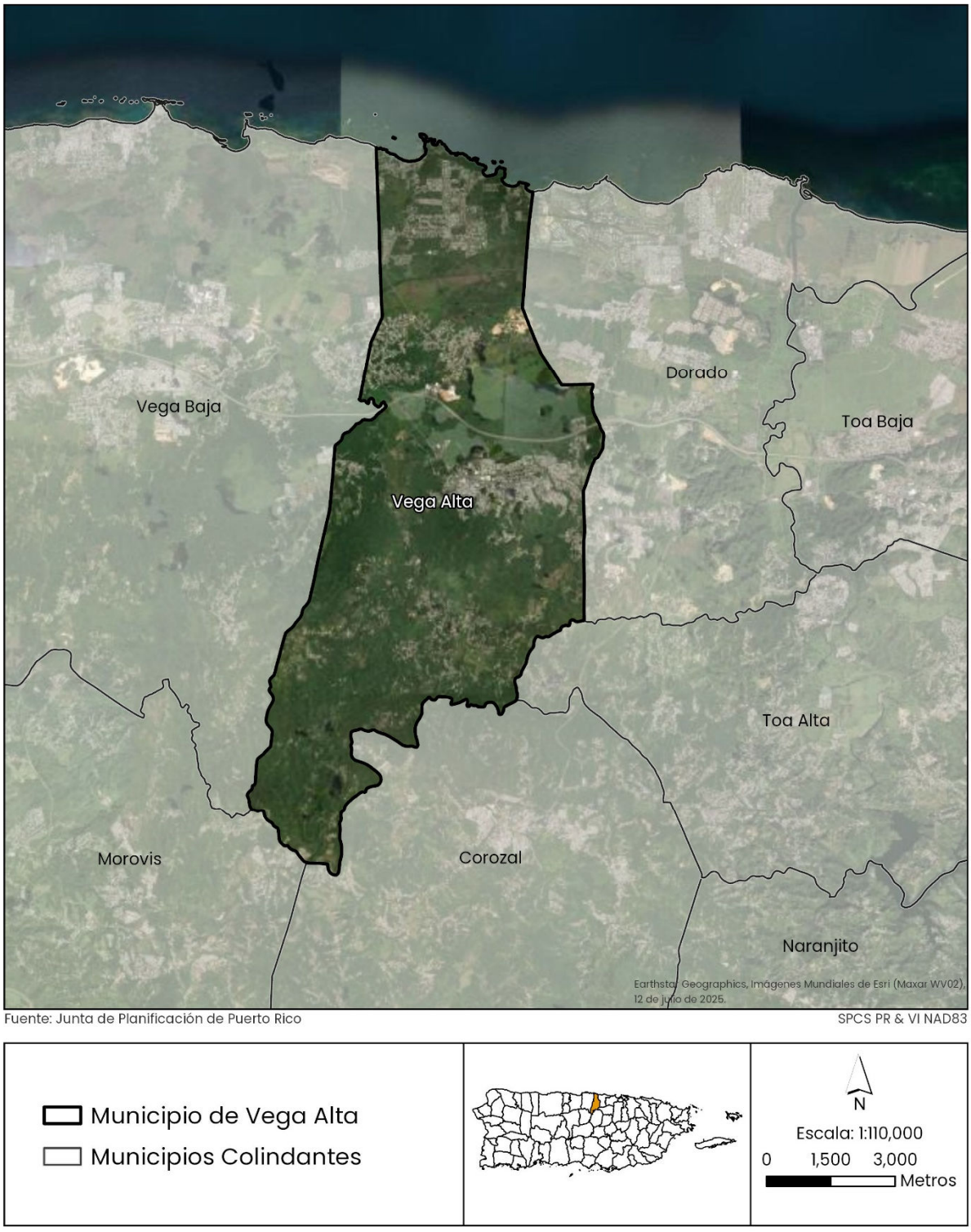
La fisiografía cárstica está presente en todo el municipio y, además de las características físicas antes descritas, Vega Alta forma parte integral del Acuífero del Norte. Este acuífero está compuesto principalmente por formaciones de piedra caliza y terrenos cársticos que poseen una gran capacidad para el almacenamiento y la transmisión de aguas subterráneas. Estas características lo convierten en una fuente importante de agua para usos domésticos, agrícolas e industriales en toda la región.

Otras áreas naturales de relevancia dentro del municipio incluyen el Bosque La Vega y la Ciénega Prieta, recursos que contribuyen al valor ecológico, recreativo y paisajístico de Vega Alta, así como a la diversidad de flora presente en el municipio (Mapa 3).

Borrador

Mapa 1: Vega Alta: Área Geográfica

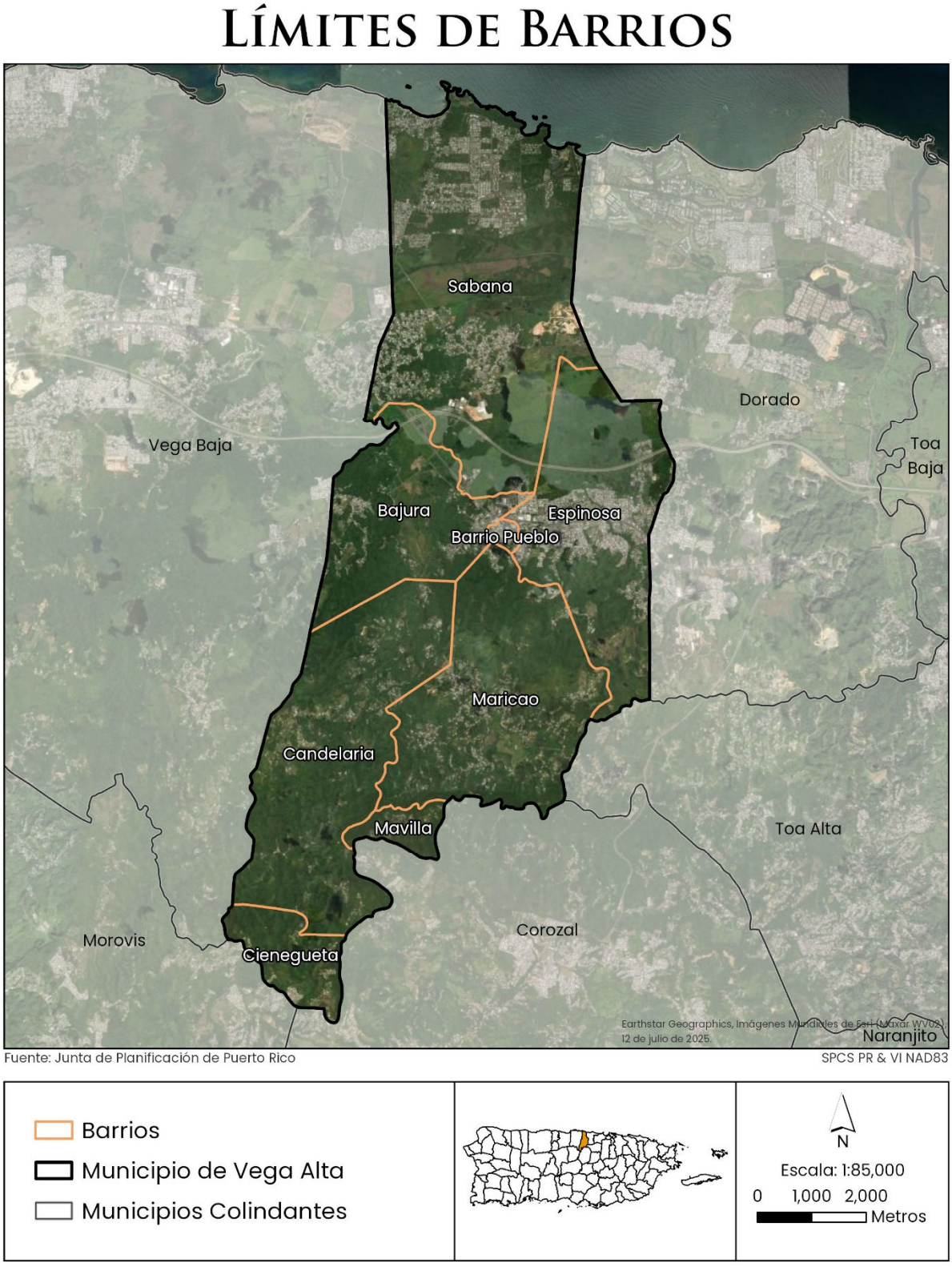
ÁREA GEOGRÁFICA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

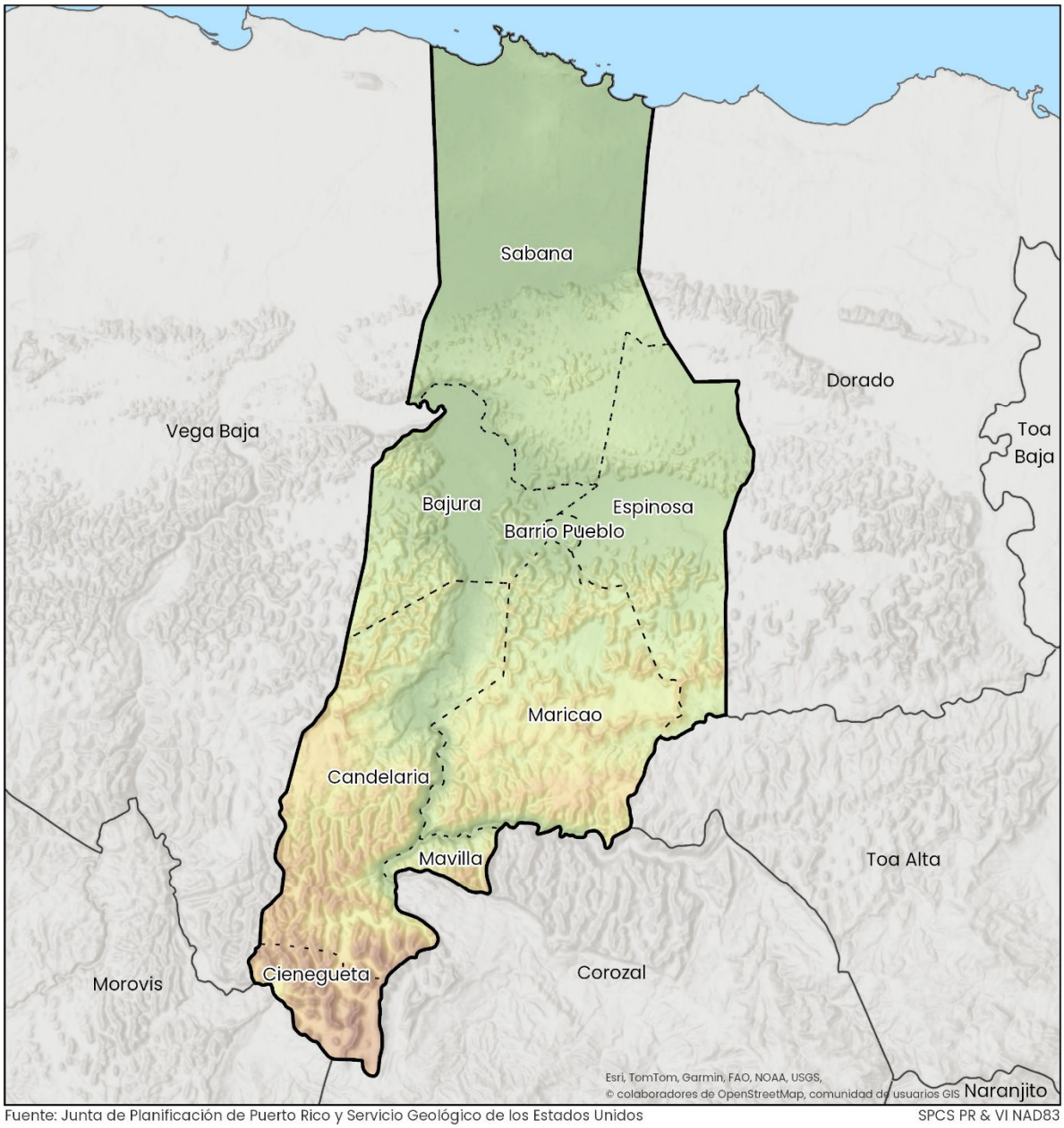
SPCS PR & VI NAD83

Mapa 2: Límites de Barrios



Mapa 3: Fisiografía

FISIOGRAFÍA



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

SPCS PR & VI NAD83

Elevación (Metros)

301.213

-7.76789

Barrios

Municipio de Vega Alta

Municipios Colindantes



N

Escala: 1:85,000

0 1,000 2,000

Metros

3.3.2 Geología

El municipio se encuentra asentado principalmente sobre formaciones de piedra caliza que fueron depositadas hace millones de años, cuando gran parte del norte de Puerto Rico estaba cubierta por ambientes marinos someros. Con el paso del tiempo, la disolución gradual de estas rocas carbonatadas provocada por la lluvia y las aguas subterráneas dio origen al característico paisaje cárstico que define gran parte de Vega Alta en la actualidad.

Este proceso geológico ha generado una variedad de formas del relieve, incluyendo colinas de piedra caliza conocidas como mogotes, sumideros, cuevas, sistemas de drenaje subterráneo y depresiones cerradas. Estas características son comunes en todo el municipio y contribuyen tanto a su belleza escénica como a su importancia ambiental. Los extensos sistemas de cuevas y aguas subterráneas presentes en la región cárstica del norte constituyen algunos de los recursos naturales más importantes de Puerto Rico, al funcionar como áreas críticas para el almacenamiento de agua subterránea y la recarga de acuíferos.

Las unidades geológicas predominantes en Vega Alta incluyen las formaciones calizas de Aguada y Aymamón, ampliamente distribuidas a través de la región costera norte de Puerto Rico. Estas formaciones se meteorizan de manera distinta a otros tipos de roca, produciendo un terreno altamente variable con características de drenaje tanto superficiales como subterráneas. Debido a que el agua puede infiltrarse rápidamente a través de la piedra caliza fracturada, gran parte de la hidrología del municipio está estrechamente vinculada a la geología subyacente.

La configuración geológica del municipio tiene importantes implicaciones para la planificación del uso de terrenos y la mitigación de riesgos. Aunque el paisaje cárstico sustenta valiosos recursos ecológicos y reservas de agua subterránea, también puede aumentar la susceptibilidad a amenazas tales como inundaciones localizadas, formación de sumideros y contaminación de acuíferos. Por consiguiente, comprender estas características geológicas es fundamental para orientar el desarrollo sostenible y fortalecer la resiliencia de la comunidad.

3.3.3 Suelos

Los suelos de Vega Alta reflejan la ubicación del municipio dentro de la Llanura Costera del Norte y la Región Cárstica de Puerto Rico. El desarrollo de estos suelos ha sido influenciado por la meteorización de la roca caliza subyacente, la acumulación de materiales aluviales a lo largo de los valles fluviales y las condiciones climáticas

Borrador

tropicales predominantes durante largos períodos. Como resultado, las características de los suelos varían a través del municipio, desde suelos someros sobre roca caliza en las áreas elevadas hasta suelos más profundos y productivos en los valles y las zonas costeras de menor elevación.

Gran parte de Vega Alta está compuesta por suelos arcillosos de profundidad moderada a somera que se encuentran sobre formaciones calizas. En muchas áreas, estos suelos presentan un buen drenaje debido a la permeabilidad de la geología cárstica subyacente, la cual permite que el agua de lluvia se infiltre rápidamente hacia el subsuelo. Otras áreas, particularmente aquellas cercanas a quebradas, ríos, llanuras inundables y zonas costeras, contienen suelos más profundos formados por sedimentos depositados por los ríos y la escorrentía superficial.

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, las características de los suelos pueden influir significativamente en el drenaje, el potencial de erosión y el manejo de las aguas pluviales. Las áreas con suelos someros sobre formaciones calizas pueden ser susceptibles a la subsidencia del terreno o a la formación de sumideros, mientras que los suelos aluviales localizados en zonas bajas adyacentes a los ríos pueden experimentar inundaciones durante eventos de lluvia intensa. Por consiguiente, el conocimiento de las condiciones locales de los suelos es un elemento importante para la planificación de infraestructura, el manejo ambiental y el fortalecimiento de la resiliencia ante amenazas naturales.

3.3.4 Hidrografía

El sistema hidrográfico de Vega Alta está definido por una red de ríos, quebradas, humedales y recursos de aguas subterráneas estrechamente vinculados a la ubicación del municipio dentro de la Región Cárstica del Norte de Puerto Rico. El drenaje superficial está influenciado principalmente por la cuenca hidrográfica del Río Cibuco, uno de los principales sistemas fluviales de la costa norte de Puerto Rico (Mapa 4 y 5). Estos recursos hídricos desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de los ecosistemas, la recarga de los acuíferos y el transporte de la escorrentía pluvial hacia el océano Atlántico.

El Río Cibuco constituye el cuerpo de agua más importante del municipio y forma parte del límite territorial entre Vega Alta y Vega Baja (Mapa 4). Otros recursos hidrológicos de relevancia incluyen el Río Mavilla, el Río Unibón, la Quebrada Honda, la Quebrada Corea y varios tributarios menores que drenan tanto las zonas elevadas como las áreas bajas del municipio (Mapa 6). En conjunto, estos cuerpos de agua

Borrador

contribuyen al movimiento del agua a través del paisaje y ayudan a definir el entorno natural del municipio.

Debido a que gran parte de Vega Alta se encuentra sobre formaciones de piedra caliza, una porción significativa del movimiento del agua ocurre bajo la superficie terrestre. La precipitación se infiltra con facilidad a través de fracturas, sumideros y otras características cársticas, alimentando acuíferos y sistemas de drenaje subterráneo característicos del norte de Puerto Rico. Esta interacción entre las aguas superficiales y subterráneas confiere particularidades al sistema hidrológico del municipio y resalta la importancia de proteger tanto la calidad del agua como las áreas de recarga de acuíferos.

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, la red hidrográfica influye directamente en la vulnerabilidad del municipio a las inundaciones durante períodos de lluvias intensas, tormentas tropicales y huracanes. Históricamente, las inundaciones fluviales asociadas al Río Cibuco y sus tributarios han afectado áreas de baja elevación, corredores de transporte y comunidades cercanas. Por ello, los cuerpos de agua del municipio constituyen un elemento fundamental en la planificación del uso de terrenos, el manejo de aguas pluviales y las iniciativas dirigidas a fortalecer la resiliencia comunitaria.

Borrador

Mapa 4: Vega Alta - Hidrografía

HIDROGRAFÍA



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

SPCS PR & VI NAD83

Hidrografía
Municipio de Vega Alta
Municipios Colindantes



N

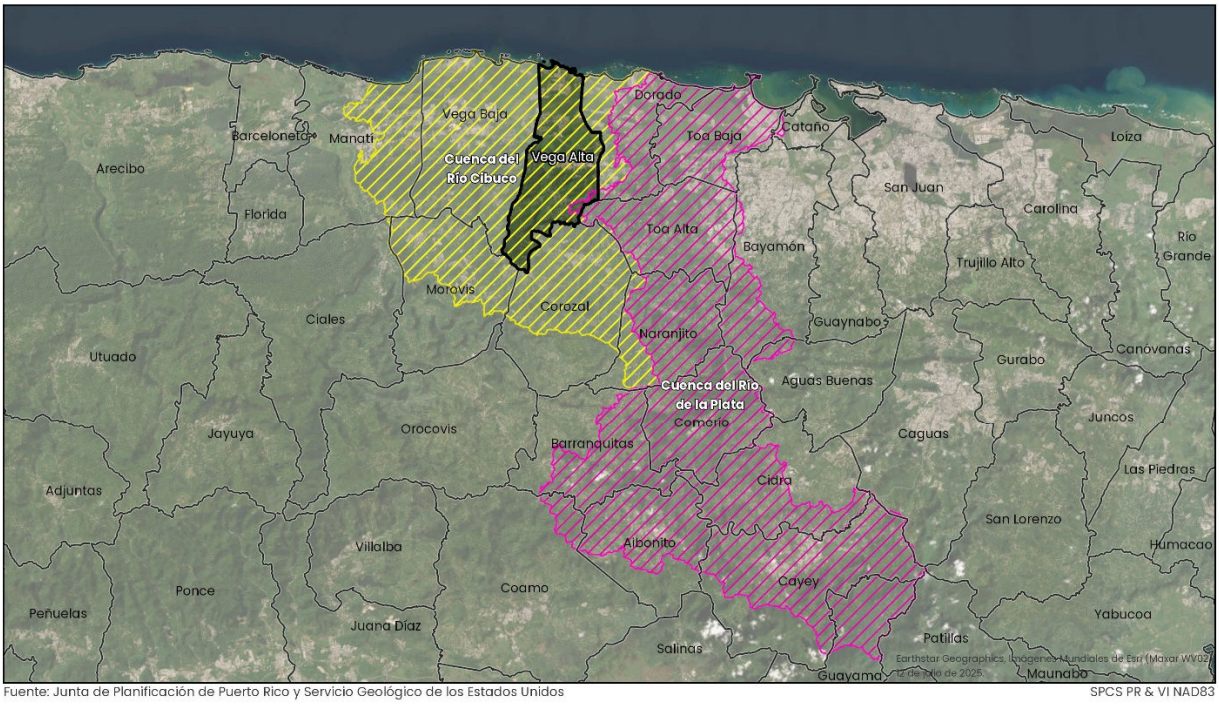
Escala: 1:85,000

0 1,000 2,000

Metros

Mapa 5: Vega Alta - Cuencas Hidrográficas

Cuencas Hidrográficas

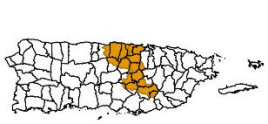


Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83

Cuencas
- Cuenca del Río Cibuco
- Cuenca del Río de la Plata

Municipio de Vega Alta
Municipios Colindantes



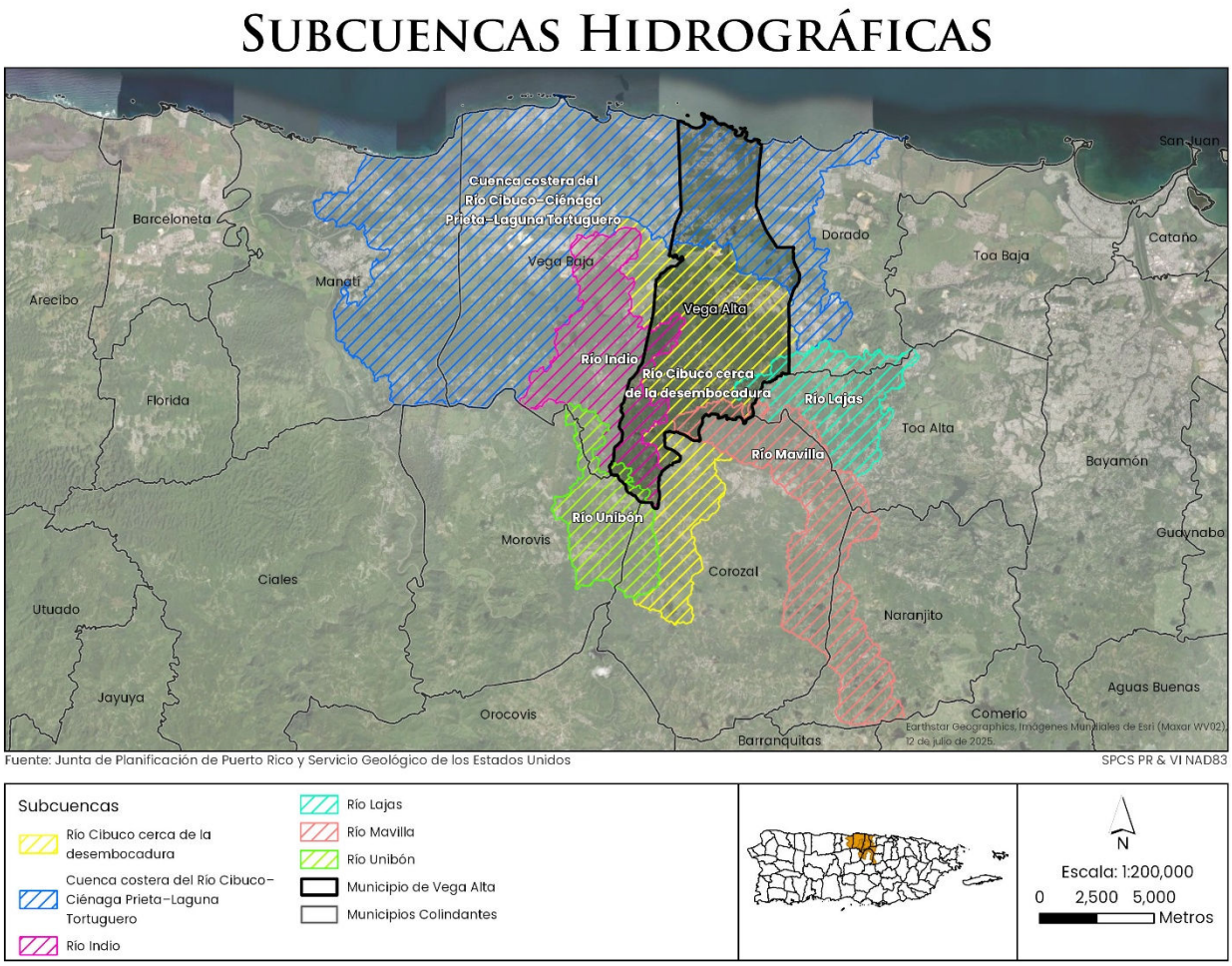
N

Escala: 1:370,000

0 4,500 9,000

Metros

Mapa 6: Vega Alta - Subcuencas Hidrográficas



3.3.5 PRECIPITACIÓN

Puerto Rico recibe dos formas principales de precipitación: lluvia y granizo. La temporada principal de lluvias ocurre entre los meses de agosto y octubre, y los patrones de precipitación están influenciados por la topografía de la isla y los vientos alisios predominantes.

A lo largo de la región costera norte, la precipitación anual promedio fluctúa entre 60 y 90 pulgadas. Generalmente, febrero y marzo son los meses más secos, mientras que los últimos siete meses del año tienden a registrar las mayores cantidades de precipitación.

La distribución y frecuencia de las lluvias varían de acuerdo con las condiciones topográficas locales y los patrones de viento predominantes, lo que hace que los

municipios de la costa norte sean particularmente sensibles a las variaciones estacionales de la precipitación.

Estos patrones de precipitación contribuyen directamente a las amenazas de inundación dentro del municipio. Se reconocen dos tipos principales de inundaciones: las inundaciones aluviales (o de cuenca) y las inundaciones torrenciales.

Las inundaciones aluviales son el resultado de lluvias persistentes y generalizadas sobre una cuenca hidrográfica, provocando un aumento gradual en los niveles de los ríos y, eventualmente, el desbordamiento hacia las llanuras inundables adyacentes. Estos eventos suelen desarrollarse lentamente y pueden prolongarse durante períodos relativamente largos.

Por otro lado, las inundaciones torrenciales ocurren principalmente en sistemas fluviales de zonas montañosas como consecuencia de eventos de lluvia intensa. Estas inundaciones se caracterizan por un rápido incremento en el caudal, una ocurrencia súbita y una duración relativamente corta, y tienden a generar los impactos más severos sobre la población.

Los terrenos costeros planos y de baja elevación son particularmente susceptibles a inundaciones periódicas debido a sus características físicas y a la presencia de humedales, pantanos, lagunas salobres y sistemas de manglares. *(Municipio de Vega Alta, 2020).*

3.3.6 Temperatura

En cuanto a la temperatura, durante la temporada de invierno la temperatura mínima diaria promedio a lo largo de la costa de Puerto Rico varía entre 19.9 °C y 22 °C (67.8 °F y 71.6 °F). En el interior montañoso, las temperaturas mínimas invernales fluctúan entre 15.5 °C y 16.6 °C (59.9 °F y 61.9 °F). Las temperaturas máximas de invierno alcanzan aproximadamente 27.7 °C (81.9 °F) en las áreas costeras y entre 22 °C y 26.6 °C (71.6 °F y 79.8 °F) en las tierras altas del interior.

En verano, la temperatura mínima promedio registrada en el interior montañoso varía entre 18.8 °C y 21 °C (65.8 °F y 69.8 °F), mientras que las temperaturas mínimas costeras oscilan entre 22 °C y 24.4 °C (71.6 °F y 75.9 °F). Las temperaturas máximas de verano suelen promediar entre 26.6 °C y 29.4 °C (79.8 °F y 84.9 °F) en las elevaciones más altas y alrededor de 29.4 °C (84.9 °F) a lo largo de la costa (Municipio de Vega

Borrador

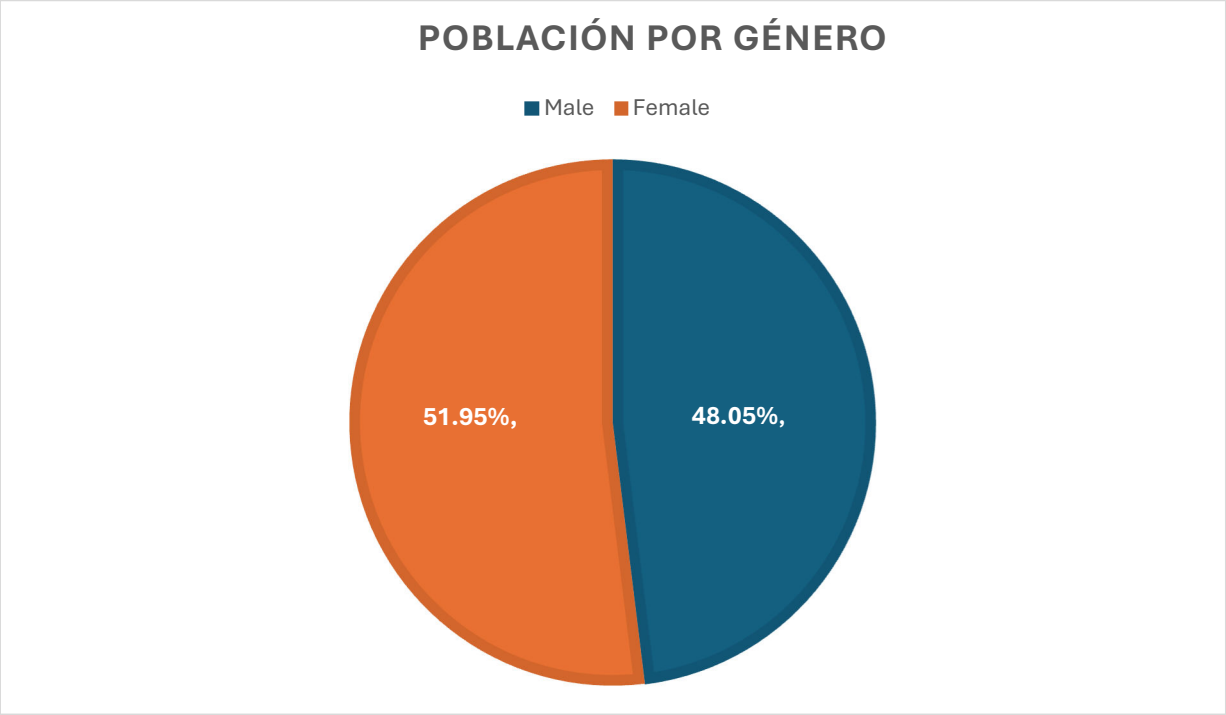
Alta, 2020).

3.4 Demografía

3.4.1 Población Actual

Según la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (American Community Survey, ACS) 2020-2024 de estimados a cinco años (ACS 2024), la población total de Vega Alta es de 34,921 habitantes. De estos, 16,779 son hombres y 18,142 son mujeres. La distribución porcentual corresponde a 48.05 % hombres y 51.95 % mujeres, para una razón de sexo de 92.5 hombres por cada 100 mujeres (U.S. Census Bureau, 2025).

Figure 1: Vega Alta Población por Género (2024 ACS)



Fuente: Censo de los Estados Unidos, *American Community Survey (ACS)*, Estimados a 5 años 2020-2024.

De acuerdo con la ACS 2024, un total de 7,323 personas en Vega Alta tienen 65 años o más, lo que representa 20.97 % de la población total del municipio. A su vez, 3,644 personas (10.43 %) tienen 75 años o más.

Vega Alta cuenta además con 7,053 residentes menores de 19 años, equivalentes al 20.3 % de la población, incluyendo 2,642 niños y niñas de 9 años o menos, que representan 7.6 % del total de habitantes.

Para propósitos de este Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales (LHMP), se identifican como poblaciones vulnerables las personas menores de 19 años y las personas mayores de 65 años, debido a su mayor susceptibilidad a los impactos de las amenazas naturales. Como resultado, 17,098 residentes, equivalentes al 49.0 % de la población de Vega Alta, son considerados particularmente vulnerables a los efectos de un desastre natural.

La Tabla 5 presenta la distribución actual de la población de Vega Alta por grupos de edad organizados en cohortes de cuatro años y compara la tasa de cambio entre los estimados quinquenales de la ACS correspondientes a 2024 y 2019. Por ejemplo, la tasa de cambio total presentada en la tabla indica que Vega Alta experimentó una disminución de 5.89 % en su población total entre los estimados de 2019 y 2024.

Tabla 5: Población por Grupo de Edad 2024 ACS vs 2019 ACS

Cohorte de Edad	Población 2024	Porcentaje 2024	Población 2019	Porcentaje 20219	Cambio porcentual
Menores de 5 años	1,116	3.20%	1,690	4.60%	-33.96%
De 5 a 9 años	1,526	4.40%	2,063	5.60%	-26.04%
De 10 a 14 años	2,115	6.10%	2,631	7.10%	-19.61%
De 15 a 19 años	2,296	6.60%	2,569	6.90%	-10.63%
De 20 a 24 años	2,376	6.80%	2,589	7.00%	-8.23%
De 25 a 29 años	2,499	7.20%	2,606	7.00%	-4.11%
De 30 a 34 años	2,433	7.00%	2,236	6.00%	8.81%
De 35 a 39 años	1,925	5.50%	2,331	6.30%	-17.41%
De 40 a 44 años	2,339	6.70%	2,442	6.60%	-4.22%
De 45 a 49 años	2,182	6.20%	2,350	6.30%	-7.15%

Borrador

Cohorte de Edad	Población 2024	Porcentaje 2024	Población 2019	Porcentaje 20219	Cambio porcentual
De 50 a 54 años	2,192	6.30%	2,410	6.50%	-9.05%
De 55 a 59 años	2,020	5.80%	2,361	6.40%	-14.44%
De 60 a 64 años	2,579	7.40%	2,257	6.10%	14.27%
De 65 a 69 años	1,986	5.70%	1,812	4.90%	9.61%
De 70 a 74 años	1,693	4.80%	1,866	5.00%	-9.27%
De 75 a 79 años	1,625	4.70%	1,255	3.40%	29.48%
De 80 a 84 años	1,162	3.30%	825	2.20%	40.85%
85 años o más	857	2.50%	813	2.20%	5.41%
Total	**34,921**		**37,106**		**-5.89%**

Fuente: US Census

La Figura 9 presenta esta misma distribución por grupos de edad mediante un gráfico de barras. Por su parte, la Figura 10 muestra la pirámide poblacional del Municipio de Vega Alta.

Como se observa en la Figura 10, la pirámide poblacional irregular refleja una mayor proporción de población en los grupos de edad más avanzados en comparación con los grupos más jóvenes del municipio. Asimismo, es importante destacar que, mientras las cohortes comprendidas entre los menores de 5 años y los jóvenes de 15 a 19 años registraron una disminución promedio de 22.6%, las cohortes correspondientes a las personas entre 75 y 84 años de edad experimentaron un aumento promedio de 35.2 %.

Borrador

Figura 9: Población por Grupo de Edad (ACS. 2024)

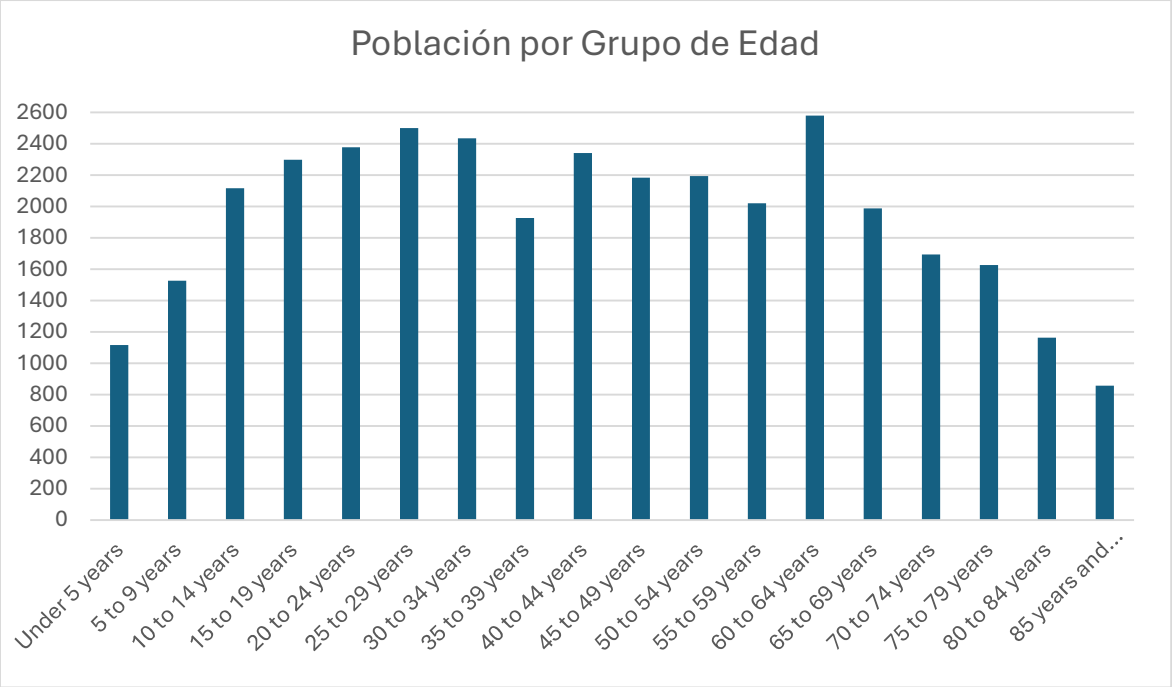
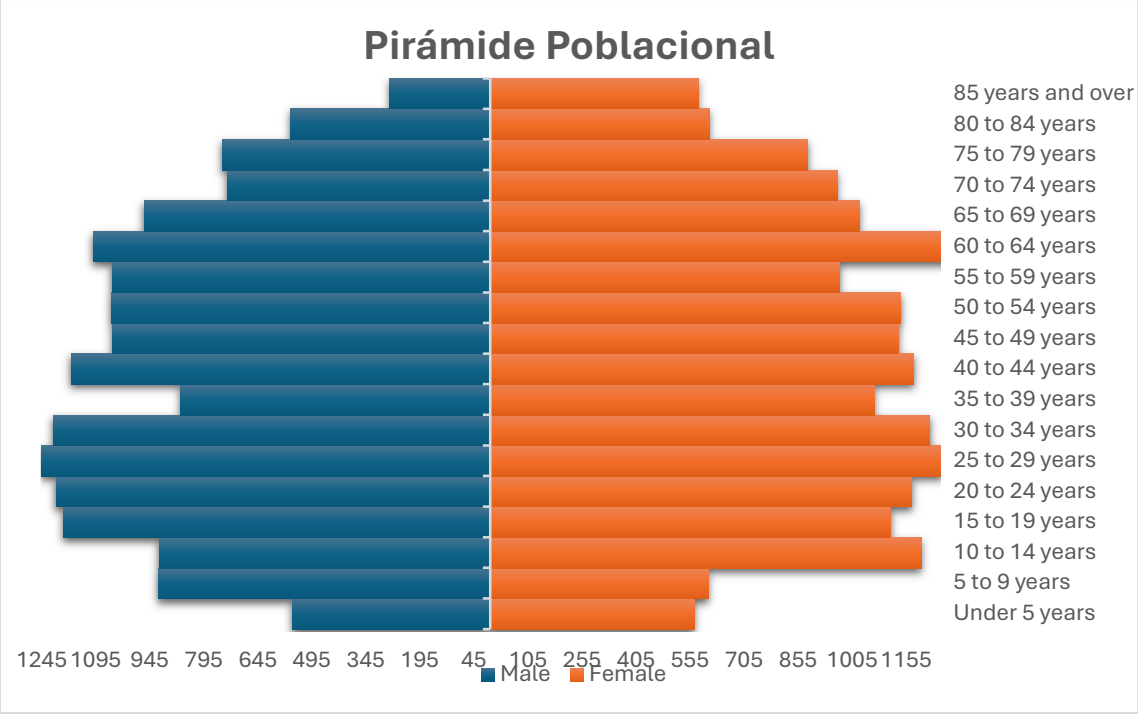


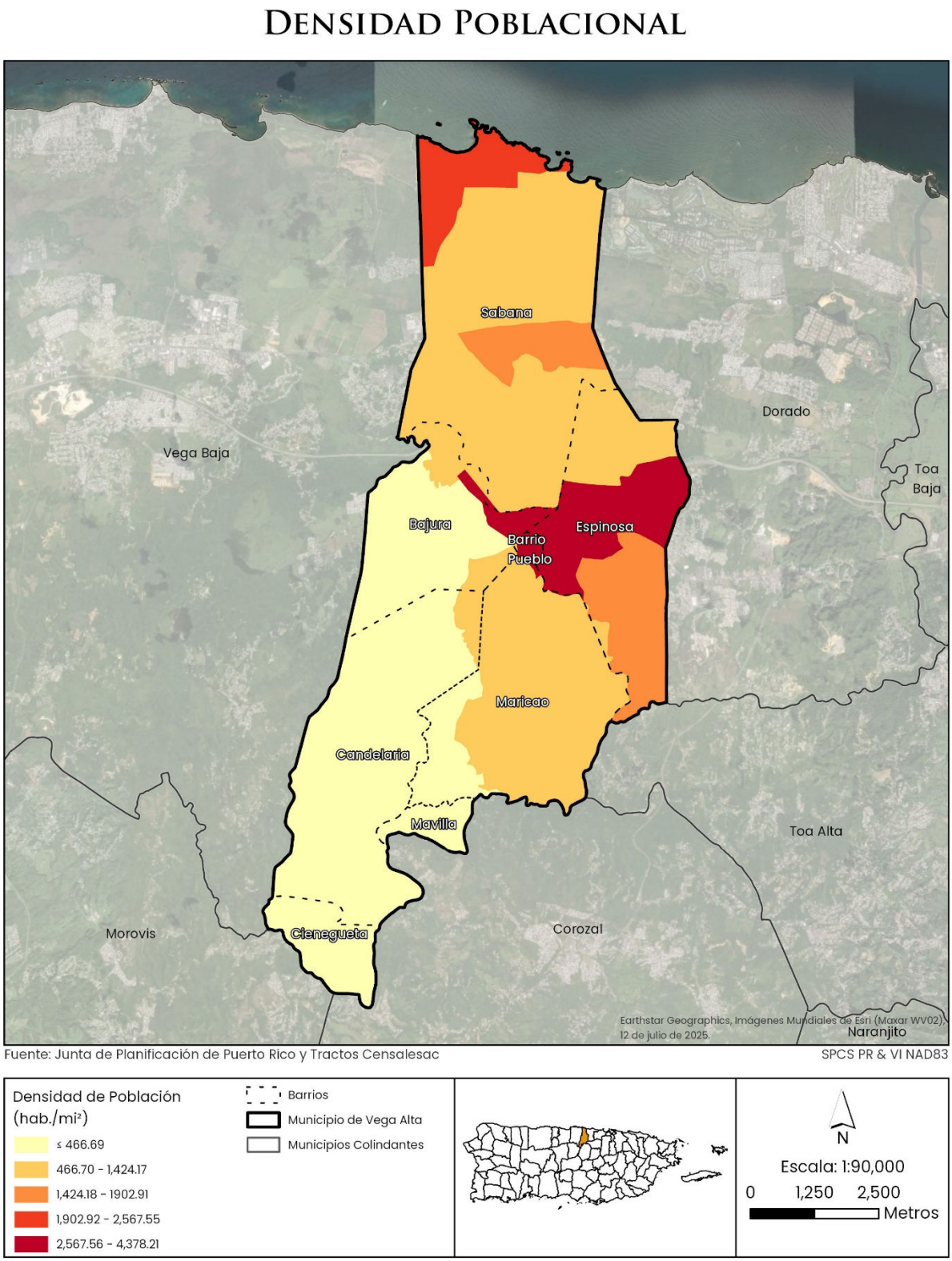
Figura 10: Pirámide Poblacional



El siguiente mapa muestra la densidad poblacional del Municipio de Vega Alta por sector censal (*census tract*). El mapa evidencia que los sectores censales con mayor densidad de población se encuentran en los barrios Pueblo y Espinosa, con aproximadamente 2,568 a 4,378 personas por milla cuadrada. Les sigue el área costera de Cerro Gordo, ubicada en la porción noroeste del municipio.

Borrador

Mapa 7: Densidad Poblacional: (personas por Milla Cuadrada por tracto censal)



3.4.2 Características Socio-económicas

3.4.2.1 Empleo

Las estimaciones de cinco años de la ACS 2024 indican que Vega Alta tiene una tasa de participación laboral de 47.70 %, lo que significa que poco menos de la mitad de la población de 16 años o más participa activamente en la fuerza laboral (Tabla 6). Esta cifra representa un aumento con respecto a la tasa de participación de 43.00 % reportada en las Estimaciones de la ACS 2015-2019.

Además, la tasa de participación laboral de Vega Alta supera la de Puerto Rico, que se situó en 46.40 % en 2024.

Tabla 6: Vega Alta - Fuerza Laboral Actual[1]

Variable	2024	Porcentaje	2019	Porcentaje	Cambio Porcentual
Población de 16 años o más	29,787		30,291		-1.66%
En fuerza laboral	14,204	47.70%	13,011	43.00%	9.17%
Fuerza Laboral Civil	14,175	47.60%	13,011	43.00%	8.95%
Empleado	11,980	40.20%	10,207	33.70%	17.37%
Desempleado	2,195	7.40%	2,804	9.30%	-21.72%
Fuerzas Armadas	29	0.10%	0	0.00%	
Fuera de la fuerza Laboral	15,583	52.30%	17,280	57.00%	-9.82%
Tasa de Desempleo		15.50%		21.60%	-6.1%

Fuente: US Census

[1] La fuerza laboral civil incluye a las personas civiles no institucionalizadas de 16 años o más que están empleadas o buscando empleo activamente. La fuerza laboral es más amplia, ya que incluye a la fuerza laboral civil y también a los miembros de las Fuerzas Armadas en servicio activo. Las personas institucionalizadas, como aquellas en prisiones o hogares de ancianos, no se incluyen en ninguna de estas categorías.

Borrador

Las estimados de la ACS para 2024 mostraron una tasa de desempleo de 15.50 % para el municipio. Esto representa una disminución de 6.1 % en comparación con la tasa de desempleo de 21.60 % reportada en las estimaciones de la ACS 2015-2019.

En comparación con Puerto Rico, la tasa de desempleo de Vega Alta es más alta (15.50 % en Vega Alta frente a 10.70 % en Puerto Rico).

3.4.2.2 Empleo por industria

La siguiente tabla presenta el empleo por industria dentro del municipio, comparando los datos de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS) de cinco años para el período 2020–2024 con los datos de la ACS de cinco años para el período 2015–2019. La columna final refleja el cambio porcentual en el empleo por industria entre ambos períodos de encuesta.

Tabla 7: Empleo por Industria 2024 ACS vs 2019 ACS

Industria	2024	Porcentaje	2019	Porcentaje	Cambio porcentual
Agricultura, Silvicultura, pesca y caza y minería.	180	1.50%	20	0.20%	800.00%
Construcción	823	6.90%	614	6.00%	34.04%
Manufactura	1,247	10.40%	1,007	9.90%	23.83%
Comercio al Por Mayor	361	3.00%	351	3.40%	2.85%
Comercio al detal	1,665	13.90%	1,498	14.70%	11.15%
Transportación, almacenamiento y utilidades	593	4.90%	285	2.80%	108.07%
Información	108	0.90%	173	1.70%	-37.57%
Finanzas y seguros, y bienes raíces, alquiler y arrendamiento	654	5.50%	611	6.00%	7.04%
Servicios profesionales, científicos, gerenciales, administrativos y de manejo de desperdicios	1,276	10.70%	894	8.80%	42.73%

Borrador

Industria	2024	Porcentaje	2019	Porcentaje	Cambio porcentual
Servicios educativos, Cuidado de la salud y asistencia social.	2,242	18.70%	2,473	24.20%	-9.34%
Artes, entretenimiento, recreación, hospedaje y servicios de comida	1,258	10.50%	1,121	11.00%	12.22%
Otros servicios, excepto administración pública	894	7.50%	395	3.90%	126.33%
Administración Pública	679	5.70%	765	7.50%	-11.24%
Población total empleada mayor de 16 años.	11,980	100%-	10,207	100%	17.37%

Fuente: US Census

La Tabla 7 presenta las siguientes características del empleo en Vega Alta:

- La industria con el mayor nivel de empleo en Vega Alta en 2024 es la de *Servicios educativos, servicios de salud y asistencia social*, la cual representa el 18.70 % de la fuerza laboral del municipio.

- En comparación con los datos de la ACS 2019, la industria de "Servicios educativos, servicios de salud y asistencia social" también constituía el sector de empleo más grande en términos de la fuerza laboral total. Sin embargo, el empleo en esta industria se redujo en 231 personas, lo que representa una disminución de 9.34 % entre 2019 y 2024. A pesar de esta reducción, el municipio experimentó un aumento general de 1,773 trabajadores, equivalente a un crecimiento de 17.37 % en la fuerza laboral total durante el mismo período.

Otras industrias que representan más del 10 % de la población empleada en Vega Alta incluyen:

- Comercio al detal : 13.90 %.
- Servicios profesionales, científicos, gerenciales, administrativos y de manejo de desperdicios: 10.70 %.
- Artes, entretenimiento, recreación, alojamiento y servicios de alimentos: 10.50 %.
- Manufactura: 10.40 %.

Borrador

Las industrias que experimentaron un crecimiento negativo entre las encuestas de la ACS 2019 y 2024 incluyen:

- Información: disminución de 65 personas o 37.57 %.
- Administración pública: disminución de 86 personas o 11.24 %.

Las industrias que experimentaron el crecimiento más significativo entre las encuestas de **2019 y 2024** fueron:

- Agricultura, silvicultura, pesca, caza y minería: aumento de 160 personas, lo que representa un incremento de 800.00 % en comparación con las estimaciones de 2019.

Otras industrias que registraron crecimiento positivo incluyen:

- Transportación, almacenamiento y servicios públicos: aumento de 308 personas o 108.07 %.
- Comercio al por mayor: aumento de 10 personas o 2.85 %.
- Otros servicios, excepto administración pública: aumento de 499 personas o 126.33 %..
- Construcción: aumento de 209 personas o 34.04 %.
- Finanzas y seguros, bienes raíces, alquiler y arrendamiento: aumento de 43 personas o 7.04 %.
- Comercio al detal: aumento de 167 personas o 11.15 %.
- Manufactura: aumento de 240 personas o 23.83 %.
- Servicios profesionales, científicos, gerenciales, administrativos y de manejo de desperdicios: aumento de 382 personas o 42.73 %.

3.4.2.3 Nivel de Pobreza

La siguiente tabla presenta la situación estimada de pobreza de los individuos durante los últimos 12 meses, desglosada por grupos de edad. Esta información se utiliza para evaluar el bienestar económico de las personas y las familias. La tabla es fundamental para comprender las condiciones económicas de los distintos grupos de edad y para orientar la formulación e implementación de políticas dirigidas a reducir la pobreza y la vulnerabilidad de la población. Los datos reflejan que aproximadamente el 40.80 % de la población total de Vega Alta se encontraba por debajo del nivel de pobreza, según las estimaciones correspondientes al año 2024.

Borrador

Tabla 8: Nivel de Pobreza en los últimos 12 meses

Cohorte de Edad	Población 2024	Porcentaje 2024	Población 2019	Porcentaje 2019	Cambio porcentual
Menores de 5 años	701	62.80%	1,108	65.60%	-36.73%
5 a 17 años	2,456	49.50%	3,350	53.80%	-26.69%
18 a 34 años	3,603	43.90%	4,059	49.30%	-11.23%
35 a 64 años	4,309	32.80%	5,787	41.80%	-25.54%
Mayores de 65 años o mas	3,106	42.50%	2,451	37.40%	26.72%
Total	**14,175**	**40.80%**	**16,755**	**45.90%**	**-15.39%**

Fuente: US Census

La Tabla 8 compara las estimaciones de pobreza de la ACS correspondientes a los años 2019 y 2024. Aunque la proporción general de residentes que viven por debajo del nivel de pobreza disminuyó durante este período, la pobreza continúa afectando a un segmento considerable de la población. Resulta particularmente preocupante que el número de residentes de 65 años o más que viven en condiciones de pobreza haya aumentado en aproximadamente un 27 %.

Debido a que las poblaciones de bajos ingresos y las personas de edad avanzada suelen enfrentar mayores dificultades para prepararse, responder y recuperarse de los desastres, esta tendencia podría incrementar la vulnerabilidad social del municipio y debe ser considerada al desarrollar y priorizar las acciones de mitigación.

3.4.2.4 Ingresos

Según la ACS 2024, el ingreso mediano por hogar en Vega Alta fue de $25,538, mientras que el ingreso promedio por hogar alcanzó los $41,686.

La siguiente tabla presenta la distribución de los hogares por nivel de ingreso para ambos períodos de estimación.

Borrador

Tabla 9: Nivel de Ingreso por Hogar

Categoría	Hogares 2024	Porcentaje	Hogares 2019	Porcentaje	Cambio porcentual
Menos de $10,000	2,705	19.30%	2,948	24.70%	-8.24%
$10,000 a $14,999	1,537	11.00%	1,521	12.80%	1.05%
$15,000 a $24,999	2,618	18.70%	2,561	21.50%	2.23%
$25,000 a $34,999	1,668	11.90%	1,250	10.50%	33.44%
$35,000 a $49,999	1,811	12.90%	1,325	11.10%	36.68%
$50,000 a $74,999	1,554	11.10%	1,045	8.80%	48.71%
$75,000 a $99,999	853	6.10%	595	5.00%	43.36%
$100,000 a $149,999	763	5.40%	457	3.80%	66.96%
$150,000 a $199,999	341	2.40%	100	0.80%	241.00%
$200,000 a more	165	1.20%	116	1.00%	42.24%
Total de Hogares	14,015	100%	11,918	100%	17.60%

Fuente: US Census

Los datos reflejan que, según la ACS 2024, el 19.30% de los hogares en Vega Alta percibía un ingreso anual inferior a $10,000, mientras que el 49 % de los hogares tenía ingresos anuales inferiores a $25,000. En comparación, las estimaciones de la ACS 2015-2019 indican que el 24.70 % de los hogares percibía menos de $10,000 anuales, mientras que el 59 % de los hogares recibía ingresos anuales inferiores a $25,000. Estos datos evidencian una reducción en la proporción de hogares ubicados en los niveles de ingresos más bajos entre ambos períodos de estimación.

3.4.2.5 Población con impedimentos físicos

La Tabla 10 muestra la data sobre individuos viviendo con algún impedimento físico o diversidad funcional de acuerdo con la Encuesta de la Comunidad 2020-2024 y 2015-2019

Los datos del Censo muestran que el número de personas con diversidad funcional en Vega Alta aumentó de 7,560 en 2019 a 7,793 en 2024, lo que representa un

Borrador

incremento neto de 233 personas (3.08%). A pesar de este aumento general, la mayoría de los grupos de edad experimentaron una disminución en el número de personas con algún tipo de impedimento físico. La excepción fue la población de 75 años o más, que registró un aumento de 19.38 % durante el período analizado.

Según las estimaciones a cinco años de la ACS 2024, las personas con impedimentos físicos representan el 22.42 % de la población total de Vega Alta.

Esta información es particularmente relevante para la actualización del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés), ya que las personas con impedimentos físicos se encuentran entre las poblaciones más vulnerables a los impactos de los eventos de amenazas naturales y pueden enfrentar desafíos adicionales durante las actividades de preparación, respuesta y recuperación ante desastres.

Tabla 10: Personas con Impedimentos por Grupo de Edad

Grupo de Edad	2024	2019	Cambio Neto	Cambio porcentual
Menor de 5 años	0	36	-36	-100.00%
De 5 a 17 años	497	635	-138	-21.73%
De 18 a 34 años	792	595	197	33.11%
De 35 a 64 años	2,799	2,882	-83	-2.88%
De 65 a 74 años	1,487	1,554	-67	-4.31%
75 o más años	2,218	1,858	360	19.38%
Total de población viviendo con un impedimento físico.	**7,793**	**7,560**	**233**	**3.08%**

Fuente: US Census

3.4.2.6 Población recibiendo Asistencia nutricional

La Tabla 11 proporciona información sobre los hogares de Vega Alta que reciben asistencia alimentaria, basada en los datos de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS) de 2020-2024 y 2015-2019 (Oficina del Censo de los Estados Unidos, 2025).

Borrador

Tabla 11: Población Recibiendo Asistencia Nutricional

Datos	2024	2019	Cambio Neto	Cambio porcentual
Total de Hogares en el Municipio	14,015	11,918	2,097	17.60%
Hogares recibiendo asistencia nutricional	6,969	4,817	2,152	44.68%
Porciento de Hogares recibiendo asistencia nutricional	49.70%	40.40%	9.30	

Fuente: US Census

Como se observa en esta tabla, el número de hogares en Vega Alta aumentó en 17.60% desde la ACS de 2019. Durante ese mismo período, la cantidad de hogares que reciben asistencia alimentaria incrementó en 45.0%, lo que indica que la participación en los programas de asistencia nutricional creció a un ritmo mayor que el crecimiento general de los hogares. Esta tendencia sugiere una creciente dependencia de los recursos de asistencia alimentaria por parte de los residentes del municipio.

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, la seguridad alimentaria constituye un importante indicador de vulnerabilidad comunitaria, ya que los hogares que dependen de programas de asistencia alimentaria pueden enfrentar mayores dificultades para acceder a alimentos adecuados después de un desastre.

Las interrupciones en las redes de transporte, las cadenas de suministro, los servicios esenciales y los programas de distribución de alimentos pueden afectar de manera desproporcionada a estos hogares, lo que podría aumentar su vulnerabilidad y retrasar los procesos de recuperación.

Por consiguiente, comprender la distribución y la demanda de los servicios de asistencia alimentaria permite identificar aquellas poblaciones que podrían requerir apoyo adicional antes, durante y después de la ocurrencia de eventos de amenaza. Esta información resulta fundamental para la planificación de estrategias de mitigación, preparación, respuesta y recuperación orientadas a fortalecer la resiliencia comunitaria.

Borrador

3.4.2.7 Cobertura de Seguro Médico

La próxima tabla muestra la cobertura de seguro médico para el municipio de acuerdo con la Encuesta de la Comunidad 2020-2024.

Tabla 12: Cobertura de Plan Médico

Variable	2024	Porcentaje	2019	Porcentaje	Cambio porcentual
Civiles–no institucionalizados	34,753		36,526		-4.85%
Con cobertura de seguro médico	33,326	95.90%	34,524	94.50%	-3.47%
Con seguro médico privado	12,224	35.20%	13,421	36.70%	-8.92%
Con seguro médico público	22,247	64.00%	22,759	62.30%	-2.25%
Sin cobertura de seguro médico	1,427	4.10%	2,002	5.50%	-28.72%

Fuente: US Census

Los datos indican que 1,427 personas (4.10%) en Vega Alta carecen de cubierta o seguro de salud, mientras que casi dos terceras partes de la población (64.00 %) dependen de programas de cobertura médica pública. Esta información será retomada en la discusión relacionada con la amenaza de pandemias y epidemias, ya que el acceso a servicios de salud constituye un factor determinante en la capacidad de la población para prepararse, responder y recuperarse de emergencias de salud pública.

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos y la vulnerabilidad social, la dependencia de la cobertura médica pública y la existencia de personas sin seguro de salud pueden representar factores que incrementan la susceptibilidad de ciertos segmentos de la población ante eventos de salud pública a gran escala. Por ello, estos datos son relevantes para la identificación de poblaciones potencialmente vulnerables y para el desarrollo de estrategias de resiliencia comunitaria dentro del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP).

Borrador

3.4.3 Inventario de Vivienda y otros Asuntos Relacionados

Según los estimados de la ACS 2024, Vega Alta contaba con un total de 17,058 unidades de vivienda, de las cuales 3,043 se encontraban desocupadas. Esto representa el 17.84 % del inventario total de viviendas del municipio.

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, la proporción de viviendas desocupadas constituye un indicador importante para evaluar las condiciones del inventario residencial y la vulnerabilidad de la comunidad. Las unidades de vivienda vacantes pueden incluir propiedades abandonadas, estructuras en deterioro o residencias de uso estacional, las cuales pueden ser más susceptibles a sufrir daños durante eventos de amenazas naturales y, en algunos casos, representar riesgos adicionales para la salud y la seguridad pública. Asimismo, esta información resulta útil para los procesos de planificación, recuperación y desarrollo de estrategias orientadas a fortalecer la resiliencia comunitaria.

La siguiente tabla presenta el año de construcción de las unidades de vivienda, organizado por intervalos de 10 años.

Tabla 13: Año de Construcción del inventario de vivienda

Año de construcción	Unidades de Viviendas	Porcentaje
Construida en el 2020 o después	140	0.80%
Construida 2010 - 2019	883	5.20%
Construida 2000 -2009	3,892	22.80%
Construida 1990 - 1999	2,494	14.60%
Construida 1980 - 1989	2,879	16.90%
Construida 1970 -1979	2,541	14.90%
Construida 1960 -1969	2,395	14.00%
Construida 1950 - 1959	1,369	8.00%
Construida 1940 - 1949	281	1.60%
Construida 1939 o antes	184	1.10%
Total	17,058	100%

Fuente: US Census

Según las estimaciones de la ACS 2024, el 46.4 % del inventario de viviendas de Vega Alta fue construido entre 1970 y 1999. El Código de Construcción de Puerto Rico vigente fue adoptado en 2018. Previo a ello, la versión más reciente del código había sido adoptada en 2011. Esto significa que, al menos, el 94.00 % del inventario de viviendas

Borrador

del municipio fue construido antes de la adopción del código de construcción actualmente vigente.

Otro dato provisto por la ACS 2024 indica que, de las 14,015 viviendas ocupadas, 9,736 unidades (69.47 %) estaban ocupadas por sus propietarios, mientras que 4,279 unidades (30.53 %) estaban ocupadas por arrendatarios.

Finalmente, la Tabla 14 presenta la cantidad de vehículos disponibles por unidad de vivienda ocupada.

Tabla 14: Vehículo por Unidad de Vivienda Ocupada

Variable	Vivienda Ocupada 2024	Porcentaje	Vivienda ocupada 2019	Porcentaje	Pasa porcentual de cambio
Sin Vehículo Disponible	1,572	11.20%	1821	15.28%	-13.67%
1 Vehículo Disponible	5,511	39.30%	4,903	41.14%	12.40%
2 Vehículos Disponibles	4,465	31.90%	3,537	29.68%	26.24%
3 o más Vehículos Disponibles	2,467	17.60%	1,657	13.90%	48.88%
Total de Unidades de Viviendas Ocupadas	**14,015**	100%	**11,918**	100%	**17.60%**

Fuente: US Census

Según las estimaciones de la ACS 2024, en Vega Alta existen 1,572 viviendas ocupadas (11.20 %) cuyos residentes no disponen de ningún vehículo para su uso.

Desde la perspectiva de la planificación para la mitigación de riesgos, la falta de acceso a un vehículo puede incrementar la vulnerabilidad de ciertos hogares durante eventos de emergencia, especialmente en situaciones que requieran evacuaciones, acceso a refugios o la obtención de suministros y servicios críticos.

Borrador

3.5 Infraestructura Crítica

La infraestructura se refiere a los sistemas físicos y organizacionales fundamentales necesarios para que una sociedad o empresa funcione de manera efectiva. Incluye redes esenciales como transporte, carreteras, puentes y ferrocarriles, energía, plantas generadoras y redes eléctricas, suministro de agua, telecomunicaciones y otros servicios críticos que apoyan las actividades económicas y sociales. En esencia, la infraestructura sirve como la columna vertebral que sostiene la vida cotidiana y las operaciones económicas (NIST, s.f.). La infraestructura puede clasificarse como infraestructura dura e infraestructura blanda. La infraestructura dura se refiere a las redes y facilidades físicas esenciales para el funcionamiento de una economía y sociedad modernas. Algunos ejemplos de infraestructura dura son carreteras, puentes, ferrocarriles, aeropuertos, sistemas de suministro de agua, redes eléctricas y redes de telecomunicaciones. Estas son estructuras tangibles y construidas que permiten el transporte, la distribución de energía y la comunicación. Por otro lado, la infraestructura blanda se refiere a las instituciones, políticas y servicios que mantienen los estándares económicos, de salud, sociales y culturales. Algunos ejemplos de infraestructura blanda incluyen los sistemas educativos, los servicios de salud, el orden público, los servicios de emergencia, los parques y las instalaciones recreativas. Estos son marcos organizacionales y sistemas humanos que apoyan el bienestar social y la gobernanza.

El Apéndice F incluye una tabla donde se identifica todos los activos que se consideran como infraestructura crítica para Vega Alta.

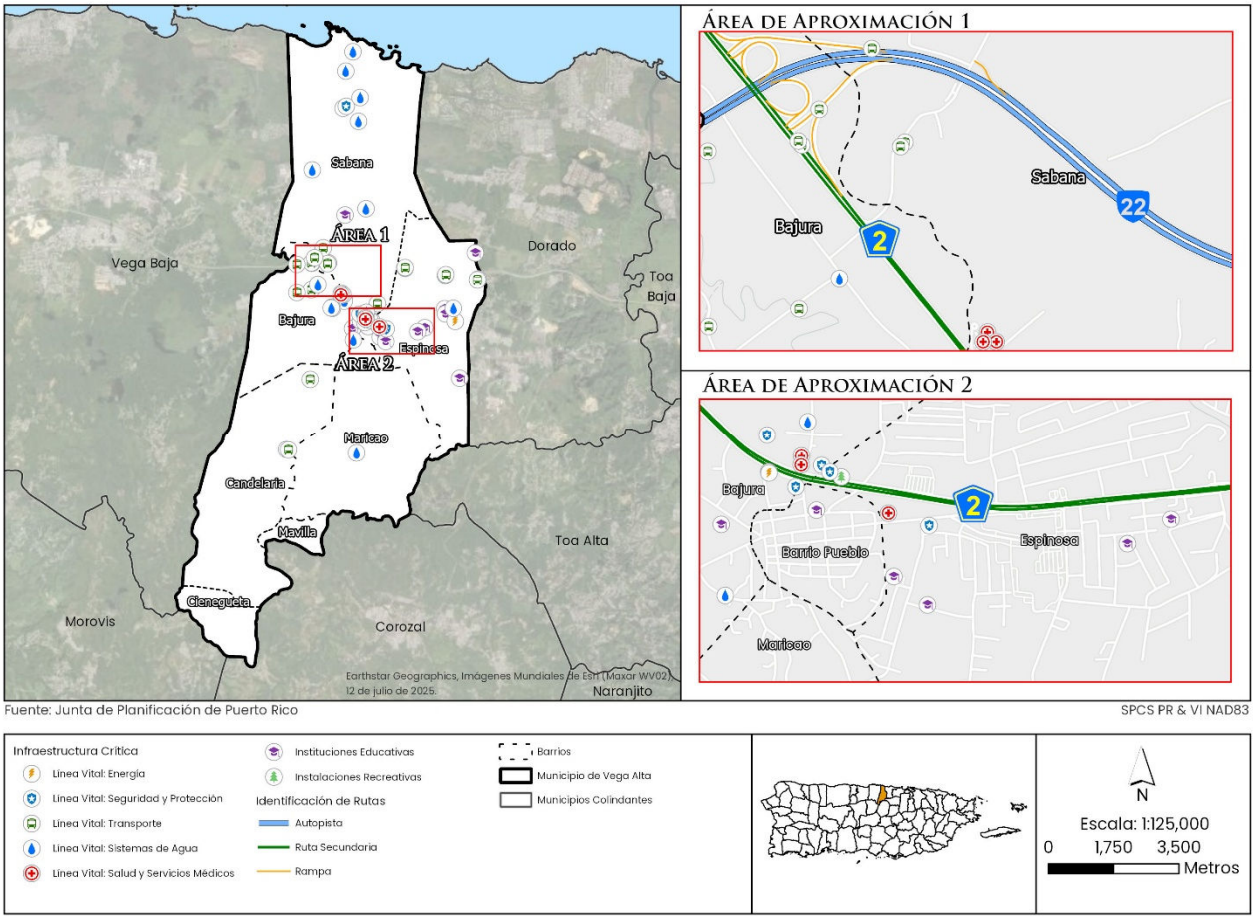
Como se indicó en la Sección 2.8, las líneas vitales de FEMA se definen como los servicios y sistemas más esenciales que permiten la operación continua de las funciones críticas del gobierno y los negocios, y que son vitales para la salud, la seguridad y la seguridad económica de las personas. Estas líneas vitales representan los elementos fundamentales de una comunidad que, una vez estabilizados, permiten que todos los demás aspectos de la sociedad funcionen. Si se interrumpen durante un desastre, requieren una intervención inmediata y decisiva para restaurar la estabilidad. La consideración de la infraestructura existente seguirá las líneas vitales de FEMA.

El Municipio de Vega Alta cuenta con una diversa red de instalaciones críticas que respaldan las funciones comunitarias antes, durante y después de eventos de peligro o desastre (Mapa 8, Apéndice F). En consonancia con el marco de Líneas Vitales Comunitarias (Community Lifelines) de FEMA, la mayor parte de la infraestructura

Borrador

crítica se concentra dentro del corredor urbanizado que abarca los barrios Pueblo, Bajura, Espinosa y Sabana, particularmente a lo largo del corredor de transporte de la PR-2 y en las cercanías de los intercambios de la PR-22 (Autopista José de Diego). Si bien esta concentración aumenta la eficiencia operativa durante condiciones normales, también puede generar efectos en cascada si un evento peligroso interrumpe estos centros clave de prestación de servicios.

Mapa 8: Infraestructura Crítica por Línea Vital



3.5.1 Línea Vital: Seguridad y Protección

El propósito de la Línea Vital de Seguridad y Protección es asegurar la protección física de las personas y mantener la estabilidad social durante emergencias, reduciendo los riesgos inmediatos a la vida y la integridad. Esta línea vital incluye la operación de las fuerzas de seguridad pública, el control de acceso a las áreas afectadas, la protección contra el crimen, disturbios y violencia, así como la seguridad en refugios y centros de distribución.

FEMA establece que la interrupción de esta línea vital puede provocar caos social y aumentar la vulnerabilidad comunitaria, por lo que su pronta restauración constituye una prioridad principal. Las acciones incluyen la coordinación entre agencias federales, estatales y locales, el despliegue de personal de seguridad, la implementación de planes de control de tránsito y la protección de la infraestructura crítica.

En Vega Alta, los activos relacionados con la seguridad pública y la protección ciudadana se concentran principalmente en el núcleo urbano del municipio e incluyen la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (OMMEAD) y la Policía Municipal, el Centro Gubernamental Irmo Figueroa Concepción, la Estación de Bomberos de Vega Alta, el Cuartel de la Policía de Puerto Rico y la Policía Municipal en el barrio Sabana. Estas instalaciones constituyen la base operativa para la respuesta a emergencias, el comando y control de incidentes, las funciones de seguridad pública, la aplicación de la ley y la coordinación de los esfuerzos de protección ciudadana.

La concentración de estas facilidades dentro del Barrio Pueblo y sectores adyacentes favorece una respuesta rápida y eficiente hacia las áreas de mayor concentración poblacional y los principales corredores de transporte del municipio, fortaleciendo así la capacidad de respuesta y coordinación durante eventos de emergencia y desastres.

Borrador

3.5.2 Línea Vital: Comida, Hidratación, Refugio



La Línea Vital de Alimentos, Hidratación y Refugio tiene como propósito asegurar que las poblaciones afectadas por desastres tengan acceso oportuno a necesidades esenciales, incluidos alimentos, agua potable y refugio seguro. Esta línea vital abarca la provisión de comidas listas para consumir, la distribución de agua, el establecimiento de refugios temporeros y la coordinación con organizaciones gubernamentales y voluntarias para atender las necesidades humanas básicas. Las interrupciones a esta línea vital representan una amenaza inmediata a la vida; por lo tanto, se priorizan acciones de respuesta rápida para restablecer la disponibilidad de alimentos y la estabilidad de vivienda lo antes posible.

En Vega Alta, esta línea vital está respaldada por una combinación de instalaciones públicas, escuelas, centros comunitarios, infraestructura de abastecimiento de agua y redes de transporte que facilitan la distribución de recursos esenciales durante situaciones de emergencia. Aunque el municipio no cuenta con una alta concentración de instalaciones designadas formalmente como refugios, varias facilidades educativas y de servicio comunitario ubicadas dentro del núcleo urbano y en comunidades aledañas tienen el potencial de apoyar operaciones de alojamiento de emergencia, distribución de suministros esenciales y asistencia en casos de desastre.

La principal área de apoyo del municipio se localiza dentro del corredor compuesto por los barrios Pueblo, Bajura y Espinosa, donde se concentra una diversidad de instalaciones educativas, servicios médicos, oficinas gubernamentales y rutas de transporte. Escuelas como la Escuela Francisco Felicié Martínez, la Escuela José M. Pagán de Jesús, la Escuela Ileana de Gracia y la Escuela Antonio Paoli, junto con instalaciones comunitarias y recreativas, pueden ser utilizadas como refugios temporeros, Puntos de Distribución (POD, por sus siglas en inglés) o centros de apoyo para la recuperación post-desastre, sujeto a los procedimientos establecidos por las autoridades locales de manejo de emergencias. Asimismo, el Centro de Recepción de Vega Alta y otras facilidades comunitarias fortalecen la capacidad municipal de respuesta y recuperación ante emergencias.

El acceso a alimentos, agua potable y suministros de emergencia depende en gran medida de la operación continua de la red de transporte del municipio, particularmente de las carreteras PR-2, PR-22 y sus vías secundarias asociadas, las cuales conectan los centros de población con las cadenas regionales de suministro.

Borrador

Cualquier interrupción de estos corredores de transporte podría afectar temporalmente la distribución de alimentos, agua potable, combustible y otros recursos esenciales para el sostenimiento de la vida y el bienestar de la población.

3.5.3 Línea Vital: Salud y Medicina

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

FEMA indica que la interrupción de esta línea vital puede tener consecuencias graves; por lo tanto, las acciones prioritarias se enfocan en restablecer las instalaciones de salud, desplegar equipos de respuesta a emergencias, asegurar la disponibilidad de suministros médicos críticos y coordinar esfuerzos entre agencias federales, estatales y locales.

La infraestructura de salud y servicios médicos del Municipio de Vega Alta se concentra principalmente en el centro urbano, donde el Centro de Diagnóstico y Tratamiento (CDT), IPA 307, Vega Alta Community Health, FMC Vega Alta y Fresenius Kidney Care proveen servicios médicos primarios y especializados, incluyendo tratamientos de diálisis. La proximidad geográfica de estas instalaciones conforma un importante conglomerado de servicios de salud que respalda tanto las necesidades médicas rutinarias de la población como las actividades de respuesta durante emergencias.

La protección y accesibilidad de las rutas de acceso a estas facilidades resulta crítica, particularmente a lo largo de la carretera PR-2 y las vías locales que la conectan, ya que estas constituyen los principales corredores para la movilización de pacientes, personal médico, recursos de emergencia y suministros esenciales durante eventos de desastre.

Borrador

3.5.4 Línea Vital: Energía



La Línea Vital de Energía está diseñada para asegurar la prestación confiable y segura de electricidad, gas y combustibles esenciales durante emergencias y eventos de desastre. Esta línea vital es fundamental para sostener la operación de instalaciones y servicios críticos, incluidos hospitales, sistemas de agua y aguas usadas, telecomunicaciones y otra infraestructura que depende de un suministro de energía ininterrumpido.

FEMA reconoce que las interrupciones a los servicios de energía representan una amenaza directa a la seguridad de la vida y a la estabilidad comunitaria. Por consiguiente, las acciones prioritarias de respuesta incluyen el restablecimiento rápido de la red eléctrica, el despliegue de generadores en instalaciones críticas, la coordinación con suplidores de combustible y la implementación de medidas temporeras para mantener la continuidad del servicio.

El sistema de distribución eléctrica del Municipio de Vega Alta está respaldado por cuatro subestaciones principales: la Subestación #9101 Vega Alta Pueblo, la Subestación #9105 Vega Alta 13kV, la Subestación #9103 Santa Ana y la Subestación #9201 Barrio Breñas. Estas instalaciones proporcionan servicio eléctrico a las áreas residenciales, comerciales, gubernamentales y de servicios críticos en todo el municipio.

Las interrupciones que afecten a cualquiera de estas subestaciones podrían generar impactos en cascada sobre otros sectores esenciales, incluyendo los servicios de salud, los sistemas de abastecimiento de agua potable, las telecomunicaciones y las capacidades de respuesta y recuperación ante emergencias. Por ello, la resiliencia y continuidad operacional de esta infraestructura eléctrica resultan fundamentales para mantener la prestación de servicios esenciales y la seguridad de la población durante eventos de desastre.

Borrador

3.5.5 Línea Vital: Comunicaciones



El propósito de esta línea vital es garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas esenciales de comunicaciones durante emergencias y eventos de desastre. Estos sistemas incluyen las redes telefónicas, los servicios de internet, la radio, la televisión y las plataformas de alerta y advertencia pública, todos los cuales son fundamentales para coordinar las 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 afectar gravemente las operaciones de salvamento y la gestión eficaz de recursos. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la restauración de la infraestructura de telecomunicaciones, el despliegue de soluciones temporeras de comunicación, como sistemas satelitales, garantizar la redundancia dentro de las redes críticas y mantener canales de comunicación accesibles para el público.

La Línea Vital de Comunicaciones en el Municipio de Vega Alta está respaldada principalmente por las instalaciones de manejo de emergencias, seguridad pública y gobierno municipal que permiten la coordinación de emergencias, el intercambio de información y la continuidad de las operaciones durante eventos peligrosos o desastres. Entre las principales instalaciones se encuentran la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (OMMEAD) y la Policía Municipal, el Centro Gubernamental Irmo Figueroa Concepción, el Cuartel de la Policía de Puerto Rico, el Destacamento de la Policía Municipal en el barrio Sabana y la Estación de Bomberos de Vega Alta.

Estos activos se concentran dentro del corredor compuesto por los barrios Pueblo, Bajura y Espinosa, donde convergen varias otras líneas vitales críticas, lo que facilita la coordinación interagencial y la ejecución de actividades de respuesta ante emergencias.

Aunque en el inventario disponible de infraestructura crítica no se identificaron instalaciones de telecomunicaciones dedicadas, las capacidades de comunicación del municipio dependen de la operación continua de estas instalaciones de seguridad pública, de las redes comerciales de telecomunicaciones y de la infraestructura eléctrica que las respalda. En consecuencia, mantener sistemas de comunicación redundantes, fuentes alternas de energía y mecanismos

Borrador

interoperables de comunicación de emergencia resulta esencial para sostener las operaciones de respuesta y recuperación tras eventos de desastre.

3.5.6 Línea Vital: Transportación



El propósito de la Línea Vital de Transporte es garantizar el movimiento seguro y eficiente de personas, bienes y servicios esenciales durante emergencias y eventos de desastre. Esta línea vital apoya la operación continua o la rápida restauración de las rutas de transporte terrestre, aéreo y marítimo, permitiendo el acceso a recursos críticos como alimentos, agua potable, atención médica y equipo de respuesta a emergencias.

FEMA indica que las interrupciones en los sistemas de transporte afectan directamente la capacidad para salvar vidas y distribuir suministros esenciales. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la reapertura de 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 de Vega Alta. Los principales corredores de transporte dentro del municipio se describen a continuación.

El sistema vial del Municipio de Vega Alta cuenta con dos rutas principales de acceso: la Autopista José de Diego (PR-22) y la carretera PR-2, que constituye el principal corredor comercial del municipio. Otras vías primarias incluyen la PR-690, que conecta el centro urbano con el norte de Vega Alta; las carreteras PR-693 y PR-691, que funcionan como rutas de conexión hacia el municipio de Dorado; y la PR-647, considerada la vía rural más importante del municipio, la cual se extiende desde el centro urbano hasta el barrio Cienegueta.

Entre las carreteras secundarias y terciarias se destacan la PR-676, que conecta el barrio Bajura con el municipio de Vega Baja, específicamente con el sector Pueblo Nuevo; la PR-678 (Camino Pámpanos), que sirve como vía de conexión hacia la PR-820, con acceso al área del Río Lajas en Toa Alta; la PR-677 (Camino Maricao), que conecta con la PR-630 en dirección al Barrio Abras de Corozal; y el Camino Raspadura, que constituye la única ruta de acceso al Barrio Mavilla.

Borrador

Numerosos puentes se encuentran ubicados a lo largo de las carreteras PR-22, PR-2, PR-620, PR-647, PR-675, PR-690 y PR-694. Estas estructuras son fundamentales para mantener la movilidad regional, garantizar el acceso de los servicios de emergencia y facilitar la distribución de suministros durante eventos de desastre. La concentración de activos de transporte en las proximidades del corredor PR-22/PR-2 resalta la importancia de preservar la funcionalidad de los puentes y la accesibilidad de las vías de rodaje para apoyar las operaciones de desalojo, respuesta y recuperación ante emergencias.

3.5.7 Línea Vital: Materiales Peligrosos



El propósito de esta línea vital es prevenir liberaciones de materiales peligrosos, controlar derrames y proteger a las comunidades ubicadas cerca de instalaciones industriales, plantas químicas y corredores de transporte de materiales peligrosos.

FEMA indica que la interrupción o falla de la Línea Vital de Materiales Peligrosos puede resultar en consecuencias severas, incluyendo contaminación generalizada y el deterioro de los servicios esenciales. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la identificación de materiales peligrosos, la activación de equipos especializados de respuesta a Materiales Peligrosos (HazMat), la coordinación con agencias federales y estatales, y la implementación de protocolos de respuesta rápida. Aunque los materiales peligrosos pueden estar presentes en todo el municipio, es más probable que los incidentes relacionados con materiales peligrosos ocurran dentro de las áreas industriales.

Aunque no están identificadas como Materiales Peligrosos, las estructuras relacionadas con la energía en el centro urbano también se consideran materiales peligrosos, ya que almacenan combustible líquido que puede crear un desastre de origen antropogénico. Esto es especialmente cierto en el caso de los tanques de almacenamiento de combustible ubicados en el Puerto de Vega Alta.

Borrador

3.5.8 Línea Vital: Sistemas de Agua



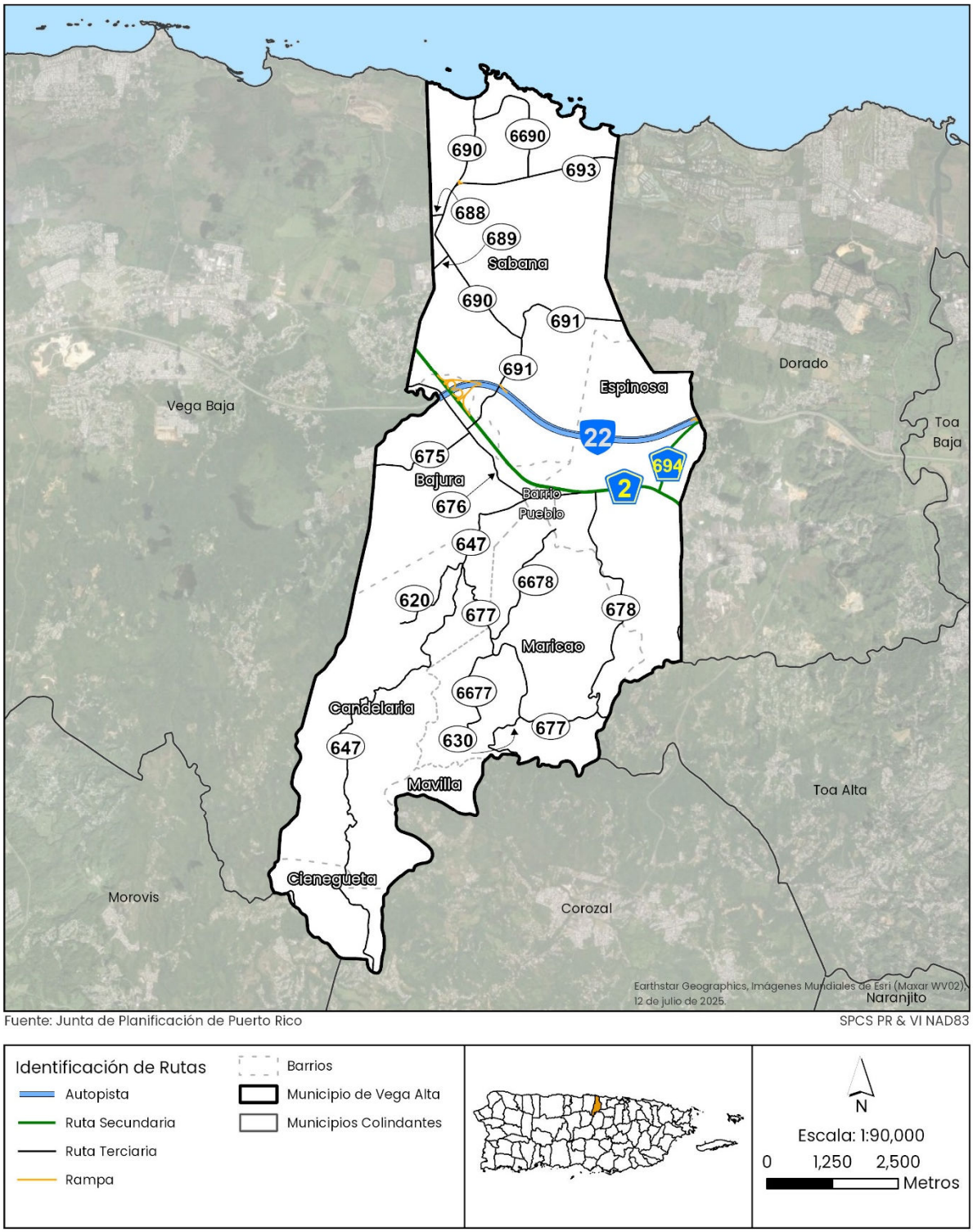
El propósito de esta línea vital es destacar el papel crítico de la infraestructura de agua en la respuesta y recuperación ante desastres. Su objetivo principal es garantizar el acceso confiable y la restauración oportuna de los servicios de agua potable y aguas residuales, los cuales son esenciales para la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. La Línea Vital de Sistemas de Agua está estructurada alrededor de dos componentes principales: Infraestructura de Agua Potable, que incluye la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua; y Manejo de Aguas Residuales, que abarca la recolección, almacenamiento, tratamiento y descarga de aguas residuales. Al priorizar la protección y funcionalidad de los sistemas de agua, FEMA busca mantener las condiciones sanitarias, apoyar los servicios de salud y minimizar los impactos en cascada sobre la seguridad alimentaria y la resiliencia general de la comunidad.

La infraestructura de agua del Municipio de Vega Alta incluye diversas instalaciones de agua potable, alcantarillado sanitario y estaciones de bombeo distribuidas a través de toda la jurisdicción municipal. Entre los activos más importantes se encuentran la Planta de Tratamiento de Aguas Usadas de Vega Alta, el sistema PAS Vega Alta, múltiples Estaciones de Bombeo de Aguas Sanitarias (EBAS), incluyendo las de Maricao, Sabana Hoyos II, Ileana de Gracia y Barriada Correa, así como la Estación de Bombeo Pica El Peje Francés y las instalaciones de generadores eléctricos que respaldan el sistema de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA).

Estas instalaciones son esenciales para garantizar la continuidad del servicio de agua potable, el manejo adecuado de las aguas residuales y la protección de la salud pública durante y después de eventos de desastre o situaciones de emergencia. La concentración de instalaciones de agua potable y saneamiento en los sectores norte y central del municipio destaca su importancia para la continuidad de las operaciones municipales y la prestación ininterrumpida de servicios esenciales a la población.

Borrador

Mapa 9: Carreteras



3.6 Desarrollos Recientes (E1-a)

La planificación para la mitigación de riesgos también debe tomar en cuenta las condiciones de desarrollo futuro. Para evaluar las tendencias de desarrollo previstas dentro del municipio, se evaluaron los patrones históricos utilizando datos sobre los permisos de construcción aprobados entre 2020 y 2026. Este período comienza con el año de aprobación del plan de mitigación de riesgos anterior. Debe señalarse que los datos de 2026 están completos hasta el 30 de junio de 2026.

Se observa un incremento significativo en la actividad de construcción durante el período de la pandemia de COVID-19 (2020–2023). Este aumento en la aprobación de permisos podría estar asociado con la disponibilidad de fondos federales de estímulo económico otorgados durante ese período; sin embargo, sería necesario realizar análisis adicionales para confirmar la existencia de una relación directa.

Según los datos disponibles, el Municipio de Vega Alta registra un promedio de 54 permisos de construcción aprobados por año. La Tabla 15 y la Figura 11 presentan la cantidad de permisos de construcción aprobados entre los años 2020 y 2026. Por su parte, los Mapas 10 y 11 ilustran la distribución espacial de dichos permisos dentro del municipio.

Tabla 15: Permisos de Construcción Emitidos

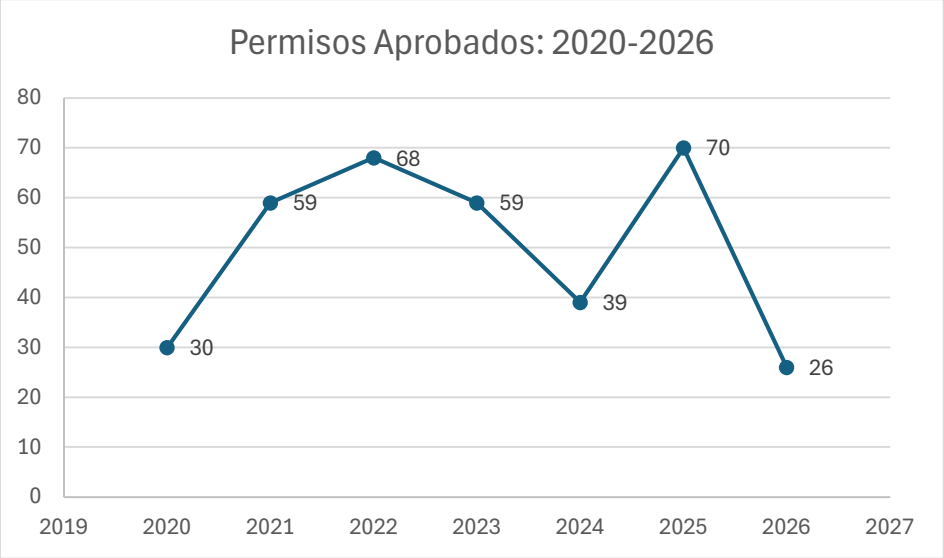
Permisos Aprobados 2020-2026[2]	
Año	Permisos Aprobados
2020	30
2021	59
2022	68
2023	59
2024	39
2025	70
2026	26

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

[2] Permisos del 2026, solo considerados hasta Junio 30, 2026

Borrador

Figura 11: Permisos Aprobados[3]

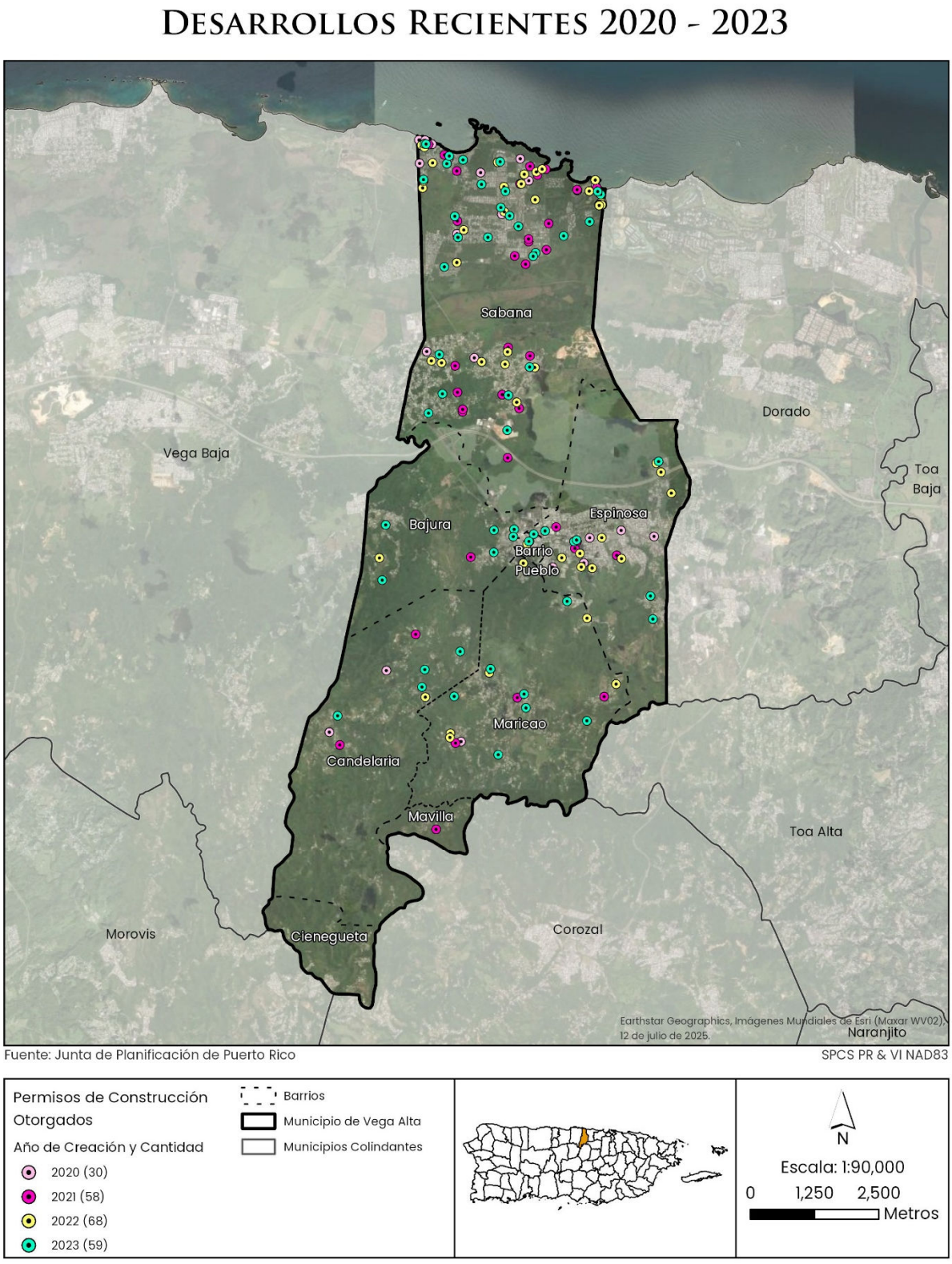


El desarrollo reciente en Vega Alta continúa concentrándose en las áreas costeras del norte del municipio, particularmente en el barrio Sabana, así como en el entorno del centro urbano que comprende los barrios Pueblo y Espinosa (Mapas 10 y 11). La comparación entre los períodos 2020–2023 y 2024–2026 indica que los patrones de desarrollo han permanecido generalmente consistentes, con la mayor parte de la nueva construcción ocurriendo dentro de áreas previamente urbanizadas o en zonas adyacentes a estas.

Esta tendencia sugiere una continua densificación y consolidación de comunidades ya establecidas, en lugar de una expansión significativa hacia terrenos previamente no desarrollados. No obstante, la concentración del desarrollo en los sectores costeros del norte podría aumentar la exposición a amenazas costeras y riesgos de inundación, lo que resalta la importancia de incorporar consideraciones de mitigación de riesgos en futuras decisiones relacionadas con el uso de terrenos y el desarrollo urbano.

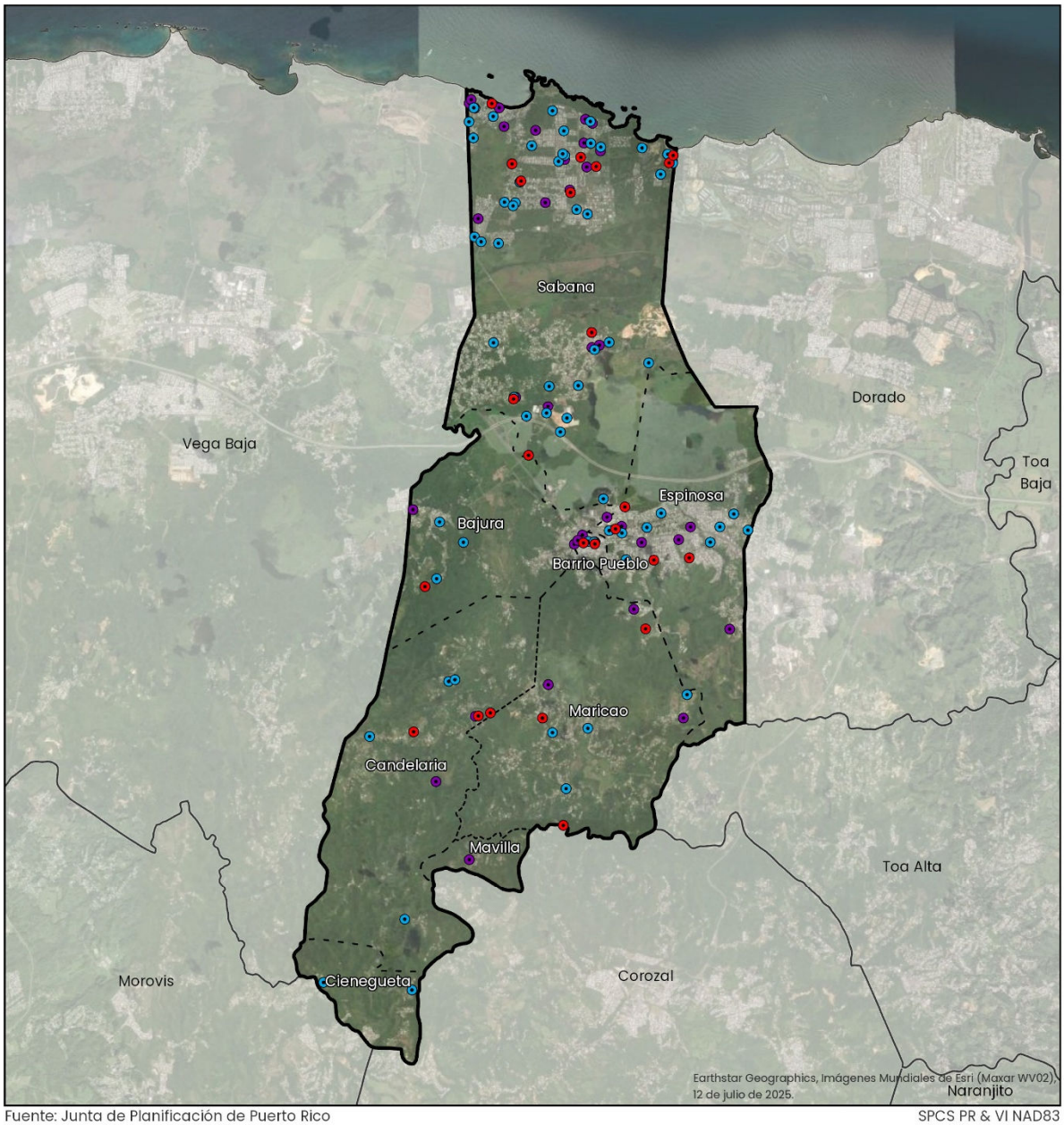
[3] Totales para el 2026 no se incluyen ya que el año no ha finalizado y pudiera mostrar una tendencia errónea.

Mapa 10: Desarrollos Recientes: 2020-2023



Mapa 11: Desarrollos Recientes: 2024-2026

Desarrollos Recientes 2024 - 2026



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

Permisos de Construcción Otorgados

Año de Creación y Cantidad

- 2024 (39)
- 2025 (69)
- 2026 (25)

- Barrios
- Municipio de Vega Alta
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:90,000

0 1,250 2,500

Metros

4. Perfiles de los Peligros y Análisis de Riesgos

4.1 Nota sobre la discusión de los peligros

El LHMP de 2020 dividía la discusión de los peligros considerados en dos secciones separadas y no continuas. Esta organización hacía que el análisis del peligro fuera difícil de seguir, ya que el lector tenía que moverse de una sección a otra dentro de un documento extenso. Para mejorar esto, este nuevo LHMP presenta tanto el perfil del peligro como el riesgo asociado en una sola sección.

4.2 Requisitos Regulatorios

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

- Una evaluación que provea la base para identificar las actividades propuestas dirigidas a reducir las pérdidas asociadas con los peligros identificados. Las evaluaciones locales de riesgo deben proporcionar información suficiente para permitir que la jurisdicción identifique y priorice acciones de mitigación apropiadas para reducir las pérdidas relacionadas con los peligros identificados. La evaluación de peligros debe incluir:
    - Una descripción del tipo, localización y extensión de todos los peligros naturales que puedan afectar la jurisdicción. Debe contener información sobre ocurrencias previas de eventos de peligro y la probabilidad de peligros futuros.
    - Una descripción de la vulnerabilidad de la jurisdicción ante los peligros identificados. Esta descripción debe incluir un resumen integral de cada peligro y su impacto en la comunidad. Este Plan debe describir la vulnerabilidad en términos de:
        - El número de estructuras existentes, infraestructura e instalaciones críticas ubicadas dentro de áreas de peligro identificadas;
        - Un estimado de las posibles pérdidas monetarias a las estructuras identificadas como vulnerables, junto con una descripción de la metodología utilizada para preparar el estimado; y, por último,

Borrador

- Una descripción general del uso del suelo y los patrones de desarrollo dentro de la comunidad, de manera que las opciones de mitigación puedan considerarse en decisiones futuras sobre el uso del suelo.

- Una descripción de todas las estructuras aseguradas bajo el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) que han experimentado daños repetitivos por distintos eventos de inundación. Debe indicar explícitamente si la comunidad participa en el NFIP y cumple con sus reglamentaciones. También debe incluir una tabla que muestre las pérdidas de propiedades repetitivas, junto con una tabla de reclamaciones y pérdidas del NFIP.

4.3 Peligros que pueden Afectar el Municipio

Para determinar los peligros que se atenderán en este LHMP, el Municipio revisó e integró información del Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico de 2026, el Plan Local de Mitigación de Riesgos de Vega Alta de 2020 y los LHMP más recientes de los municipios que comparten límites territoriales con Vega Alta. La siguiente tabla resume los peligros atendidos en estos Planes de Mitigación de Riesgos. Una marca de cotejo "✓" indica que el peligro fue incluido en el plan correspondiente, mientras que una "✗" indica que no fue incluido.

Tabla 16: Peligros considerados en Planes Anteriores

Peligro	Plan Estatal 2026	Plan Vega Alta 2020	Municipios aledaños
Terremotos	✓	✓	✓
Deslizamientos	✓	✓	✓
Tsunami	✓	✓	✓
Inundación	✓	✓	✓
Marejada Ciclónica	✗	✓	✓
Erosión Costera	✓	✓	✓
Aumento en el Nivel del mar	✗	✓	✓
Vientos Fuertes	✓	✓	✓
Calor Extremo	✓	✓	✓
Sequía	✓	✓	✓
Fuego Forestal	✓	✓	✓
Pandemia/Epidemia	✓	✗	✗
Terremotos	✓	✓	✓

Borrador

Luego de revisar los perfiles de peligros contenidos en estos documentos, el Municipio de Vega Alta determinó que los siguientes peligros deberán ser analizados y evaluados como parte del LHMP de 2026:

Tabla 17: Peligros a ser considerados en el LHMP 2026

Peligro	Incluido en Vega Alta 2026 LHMP?	Comentario
Terremoto	Sí	Se incluye debido a la ubicación de Puerto Rico entre fallas principales y a la actividad sísmica de 2020.
Deslizamientos	Sí	Se incluye debido a la alta propensión a deslizamientos en el municipio.
Tsunami	Sí	Se incluye dada la ubicación de Puerto Rico entre las principales fallas y la actividad sísmica de 2020 y ser un municipio costero.
Inundación	Sí	Se incluye debido a la presencia de zonas inundables en el municipio.
Ciclones Tropicales/Vientos Fuertes	Sí	Está incluido debido a que la región al impacto de estos eventos en Puerto Rico ha sido un punto de entrada recurrente de huracanes que han tocado tierra en Puerto Rico a lo largo de la historia registrada
Marejada Ciclónica	Sí	Incluido, el municipio es costero
Modificación costera a largo Plazo	Sí	Incluido, el municipio es costero
Vientos Fuertes	Sí	Incluido con la discusión de Ciclones tropicales
Calor Extremo	Sí	Incluido en el LHMP anterior. Las temperaturas más altas de lo usual justifican su inclusión nuevamente.
Sequía	Sí	Se incluye debido a las sequías de 2014-2016 y la más reciente sequía este año.
Fuego Forestal	Sí	Los períodos de sequía, las altas temperaturas y la vegetación combustible han demostrado la vulnerabilidad del municipio a incendios que amenazan la seguridad pública, la propiedad y los recursos naturales.
Pandemia/Epidemia	Sí	Se considerará en la actualización del LHMP debido a la declaración de emergencia por COVID-19 de 2020.

Borrador

Peligro	Incluido en Vega Alta 2026 LHMP?	Comentario
Represa de Alto Peligro Potencial	No	Este riesgo no fue evaluado en este plan, ya que el municipio no tiene exposición directa al riesgo dentro de su territorio ni desde municipios colindantes.

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

Tabla 18: Orden para Evaluar los Peligros

Clasificación	Peligro
Peligros Geológicos	Terremotos
	Deslizamientos
	Tsunami
Peligros Hidrológicos	Inundación
Peligros Meteorológicos	Ciclón Tropical/Vientos Fuertes
	Calor Extremo
	Sequía
Peligros Ambientales	Fuego Forestal
	Dinámicas Costeras a Largo Plazo
Peligros Biológicos	Pandemia/Epidemia

4.4 Cronología de Eventos

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

4.5 Metodología para la Evaluación de Riesgos

Esta sección describe las metodologías empleadas para evaluar los peligros identificados. Dado que cada peligro presenta características particulares, necesidades de datos y niveles de incertidumbre distintos, se utilizaron múltiples enfoques analíticos para asegurar una evaluación de riesgos exhaustiva, precisa e integral.

4.5.1 HAZUS 6.1

HAZUS es una herramienta de evaluación de riesgos basada en Sistemas de

Borrador

Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), desarrollada por FEMA para estimar las pérdidas potenciales asociadas con peligros naturales. El programa aplica modelos científicos y conjuntos de datos espaciales para evaluar los impactos de eventos tales como terremotos, inundaciones y huracanes sobre edificaciones, infraestructura, población y la economía local. HAZUS genera estimados detallados de daños físicos, pérdidas económicas y consecuencias sociales, apoyando así la planificación de mitigación de riesgos, la preparación ante emergencias y los esfuerzos de recuperación. Al integrar datos sobre intensidad del peligro, exposición y vulnerabilidad, HAZUS permite a los tomadores de decisiones priorizar estrategias de mitigación y asignar recursos de manera efectiva. Los siguientes peligros fueron evaluados utilizando la plataforma HAZUS 6.1:

- Terremoto
- Ciclón tropical / Viento extremo
- Inundación
- Tsunami

4.5.2 Modelos Alternos de SIG

Ciertos peligros actualmente no se modelan en HAZUS; sin embargo, pueden ser evaluados utilizando técnicas alternativas basadas en GIS. ESRI® ArcGIS Pro™ 3.6 se utilizó para evaluar la vulnerabilidad a peligros mediante la incorporación de conjuntos de datos digitales de riesgo y la base de datos de información de peligros descrita anteriormente. Utilizando estas capas de datos espaciales, la vulnerabilidad se estimó identificando el número de instalaciones críticas y edificaciones ubicadas dentro de áreas propensas a peligros. Es importante señalar que este método puede sobreestimar los niveles de exposición. En este LHMP, los siguientes peligros fueron evaluados utilizando este enfoque basado en GIS:

- Deslizamiento
- Marejada Ciclónica

4.5.3 Evaluación Estocástica

La metodología de evaluación estocástica de riesgos se aplicó para evaluar peligros que no son atendidos por los modelos de peligro existentes ni por análisis basados en GIS. Este método es particularmente apropiado para peligros que carecen de límites geográficos definidos y, por lo tanto, no pueden examinarse de manera confiable mediante análisis espacial. El enfoque permite incorporar pérdidas anuales

Borrador

estimadas y datos de impacto; sin embargo, la precisión de los resultados depende en gran medida de la disponibilidad y calidad de los conjuntos de datos subyacentes. En el caso de este LHMP, los peligros evaluados mediante esta metodología son:

- Calor extremo
- Sequía
- Incendios forestales
- Dinámica Costera a Largo Plazo
- Pandemia/Epidemia

Esta metodología es particularmente apropiada para peligros que carecen de límites geográficos claramente definidos y, por lo tanto, no pueden evaluarse mediante análisis basado en GIS. 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.

4.6 Terremoto

4.6.1 Descripción (B1-a)

Un terremoto es un movimiento repentino de la corteza terrestre generado por ondas sísmicas que se propagan hacia el exterior en todas las direcciones desde el foco, o punto de origen (FEMA, 1997). El foco es la ubicación dentro de la Tierra donde se inicia el desplazamiento de las rocas a lo largo de una falla, mientras que el epicentro se refiere al punto en la superficie terrestre situado directamente sobre el foco (Red Sísmica de Puerto Rico, 2019). Los terremotos pueden ocurrir debido a cambios de presión dentro de la corteza terrestre, incluyendo el movimiento de placas tectónicas, la ruptura de rocas, la actividad volcánica, los deslizamientos de terreno o el colapso de cavidades subterráneas.

La mayoría de los terremotos son resultado de la liberación de esfuerzos acumulados generados por el desplazamiento de rocas a lo largo de fallas dentro de la corteza exterior de la Tierra. Estas fallas generalmente se encuentran en los límites de las principales placas tectónicas del planeta. Los niveles más altos de inestabilidad tectónica ocurren en los márgenes de placas, donde movimientos lentos y opuestos crean una presión considerable debido a que las placas se desplazan en distintas direcciones y a diferentes velocidades. Esta deformación a lo largo de los límites de placas provoca la acumulación de esfuerzos en las rocas circundantes. Cuando el esfuerzo acumulado supera la resistencia de la roca, ocurre una ruptura que libera la

Borrador

energía almacenada en forma de ondas sísmicas que se propagan hacia el exterior y producen un terremoto (NMEAD, 2021).

Los terremotos pueden impactar extensas áreas geográficas, ocasionando decenas de miles de millones de dólares en daños a la propiedad, pérdidas significativas de vidas humanas, numerosas lesiones e interrupciones generalizadas a la estabilidad social y económica de las comunidades afectadas. La mayoría de los daños estructurales y las muertes relacionadas con terremotos son el resultado del colapso de edificaciones provocado por el movimiento del terreno (NMEAD, 2026). La severidad de los impactos depende de la amplitud y duración de las sacudidas sísmicas, las cuales están influenciadas por factores tales como la magnitud del terremoto, la proximidad a la ruptura de la falla y las condiciones geológicas locales y regionales (NMEAD, 2026). Los peligros adicionales asociados con los terremotos incluyen deslizamientos de terreno, donde masas de suelo y roca se desplazan pendiente abajo, y la licuefacción, un proceso mediante el cual los suelos saturados pierden su rigidez y se comportan como un fluido. La licuefacción puede provocar que los cimientos y estructuras que dependen de la estabilidad del suelo se desplacen, se inclinen o colapsen.

Puerto Rico está localizado cerca del límite entre las placas tectónicas de Norteamérica y el Caribe, dentro de una zona de subducción donde una placa desciende gradualmente por debajo de la otra. Este entorno tectónico se caracteriza por una actividad sísmica significativa y desplazamiento lateral. El movimiento relativo entre estas dos placas es de aproximadamente 2 centímetros por año (Red Sísmica de Puerto Rico, 2019). Según la Red Sísmica de Puerto Rico, la actividad sísmica en la región se concentra en ocho (8) zonas principales:

- La Fosa de Puerto Rico al norte
- Las fallas de la pendiente norte y sur de Puerto Rico,
- La “Zona Sombrero”, al noreste,
- El Pasaje de la Mona al oeste,
- El Cañón de la Mona al oeste,
- Las depresiones de las Islas Vírgenes y Anegada al este,
- La Fosa de Muertos al sur,
- El suroeste de Puerto Rico.

Para describir el tamaño de un terremoto, la sismología utiliza tres (3) términos principales: intensidad, magnitud y aceleración del terreno. La intensidad mide el nivel de sacudida experimentado por las estructuras y el entorno natural en un lugar

Borrador

específico. Esta varía según la distancia desde el foco del terremoto y la duración del movimiento sísmico. La magnitud se refiere a la cantidad de energía liberada durante el evento, según lo registrado por los sismómetros. La aceleración del terreno expresa la fuerza de las ondas sísmicas que actúan sobre la superficie y se utiliza comúnmente para caracterizar la severidad de un terremoto (PRSN, 2019).

Los terremotos pueden generar una variedad de peligros secundarios, incluyendo licuefacción, deslizamientos de terreno, amplificación de ondas sísmicas y tsunamis. Para los propósitos de este análisis, el principal peligro secundario de interés es la licuefacción inducida por terremotos, ya que es una condición para la cual pueden desarrollarse estrategias de mitigación eficaces una vez se identifiquen y cartografíen las áreas susceptibles. La licuefacción se refiere al proceso mediante el cual ciertos suelos saturados pierden temporalmente su resistencia estructural y se comportan como un fluido denso, reduciendo significativamente su capacidad para soportar cargas (PRSN, 2019). La licuefacción ocurre típicamente en áreas compuestas por suelos arenosos de grano medio a fino, saturados con agua y de origen geológico relativamente reciente. Estas condiciones se encuentran con mayor frecuencia a lo largo de las márgenes de los ríos y dentro de depósitos aluviales del Cuaternario (Q). Otro peligro secundario asociado con los terremotos es la amplificación de las ondas sísmicas. La amplificación sísmica ocurre en depósitos aluviales espesos donde las ondas sísmicas disminuyen su velocidad, aumentando su oscilación y provocando que el terreno experimente movimientos más fuertes y prolongados.

4.6.1.1 Área Afectada (B1-B)

Los siguientes mapas miden la aceleración y el desplazamiento espectrales en los escenarios modelados mediante HAZUS.

La aceleración espectral es una medida utilizada principalmente en la ingeniería sísmica para describir cuán intensamente el movimiento del terreno durante un terremoto aceleraría una estructura con un período natural específico de vibración. Esta medida responde a la pregunta: "Si un edificio (o cualquier estructura) vibra naturalmente con un cierto período, ¿cuánta aceleración experimentaría durante un terremoto?" o, en otras palabras, "¿Qué tan fuerte está empujando el terreno al edificio en un período específico de vibración?". Mientras más alta sea la aceleración espectral, mayores serán las fuerzas que actúan sobre la estructura, lo que puede provocar fallas estructurales si el edificio no fue diseñado para resistirlas (USGS, 2019).

Borrador

El desplazamiento espectral mide cuánto se espera que una estructura se mueva (o deforme) durante un terremoto, considerando su período natural de vibración y amortiguamiento. En otras palabras, responde a la pregunta: "Para un edificio con un período natural determinado, ¿cuál sería el desplazamiento máximo que experimentaría durante un evento sísmico?" (National Institute of Building Sciences, 2020).

Los mapas 12 y 13 presentan los escenarios de HAZUS para períodos de 0.3 segundos y 1.0 segundo. La diferencia entre ambos está relacionada con la forma en que un terremoto afecta distintos tipos de estructuras según el período natural de vibración del edificio. Los mapas que muestran el escenario de 0.3 segundos representan los efectos sobre estructuras bajas y rígidas, como edificios de uno o dos pisos. Estas edificaciones son más rígidas y, por lo tanto, vibran rápidamente cuando ocurre el movimiento sísmico. Por otro lado, el escenario de 1.0 segundo es más relevante para estructuras más altas y flexibles, como edificios de mediana y gran altura. Estas edificaciones son más altas y menos rígidas, por lo que se balancean más lentamente (con períodos más largos) durante un terremoto (FEMA, Hazus Earthquake Model User Guidance, 2024).

El análisis de aceleración espectral indica que el potencial de sacudida sísmica varía a través del Municipio de Vega Alta, registrándose las mayores demandas sísmicas en la porción norte del municipio, particularmente en el barrio Sabana y en sectores de los barrios Espinosa y Pueblo (Mapas 12 y 13). Aunque los impactos asociados a terremotos pueden ocurrir en todo el municipio, la combinación de valores más elevados de aceleración espectral y la concentración del desarrollo urbano en los sectores norte y central incrementa la vulnerabilidad relativa de estas áreas. La implementación continua de estándares de diseño sismorresistente, medidas para fortalecer la resiliencia de la infraestructura y estrategias de planificación territorial basadas en el riesgo será fundamental para reducir las pérdidas asociadas a futuros eventos sísmicos y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Los mapas de aceleración espectral para Vega Alta ilustran la intensidad esperada de las sacudidas del terreno provocadas por terremotos en distintas áreas del municipio para estructuras con diferentes períodos naturales de vibración. El mapa de aceleración espectral a 1.0 segundo (Mapa 13) representa la respuesta de estructuras más altas y flexibles, incluyendo edificios de varios niveles y ciertas instalaciones críticas. Por su parte, el mapa de aceleración espectral a 0.3 segundos (Mapa 12) representa la respuesta de estructuras más bajas y rígidas, tales como

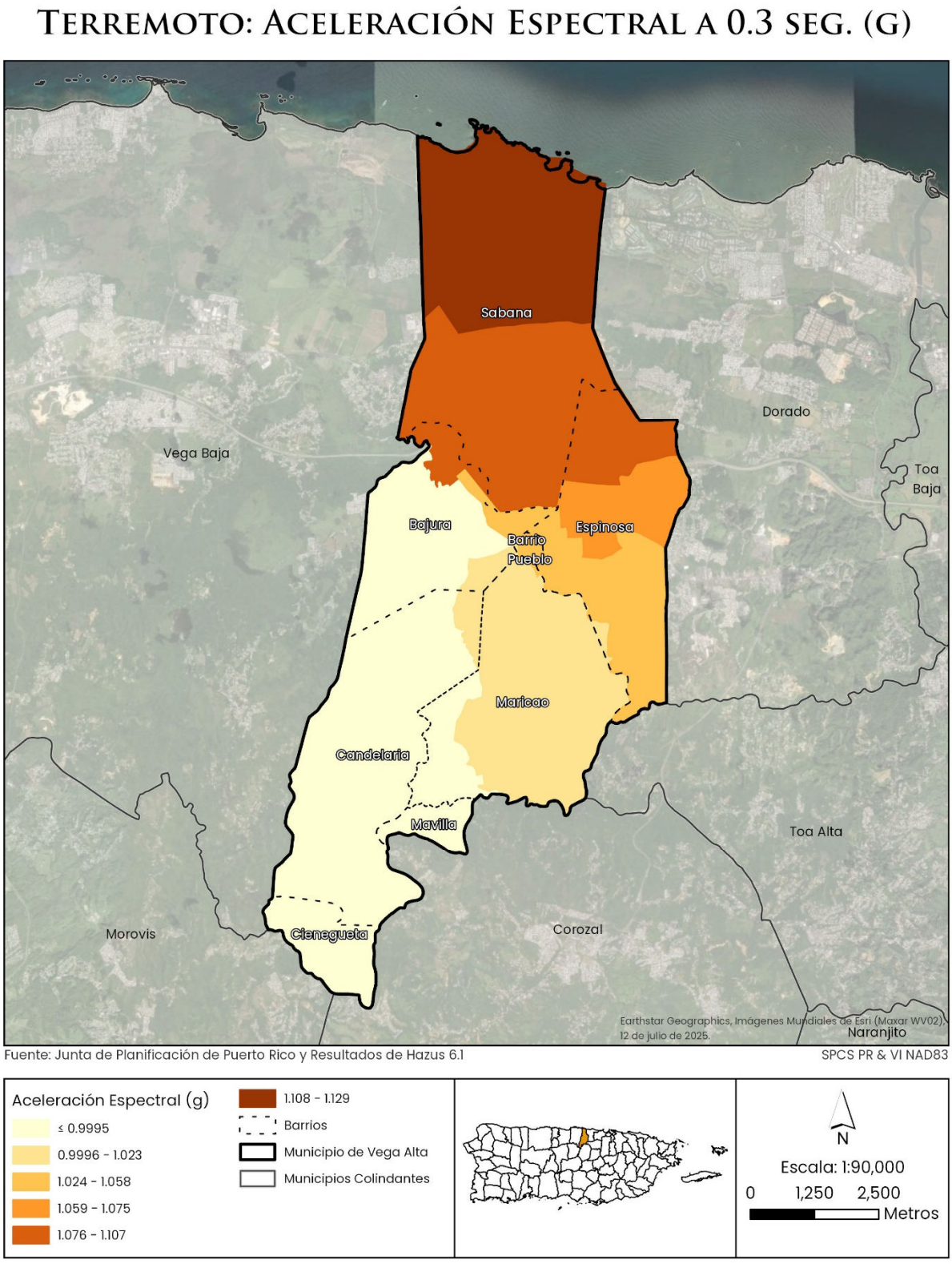
Borrador

viviendas unifamiliares, edificios comerciales de poca altura y muchas instalaciones públicas.

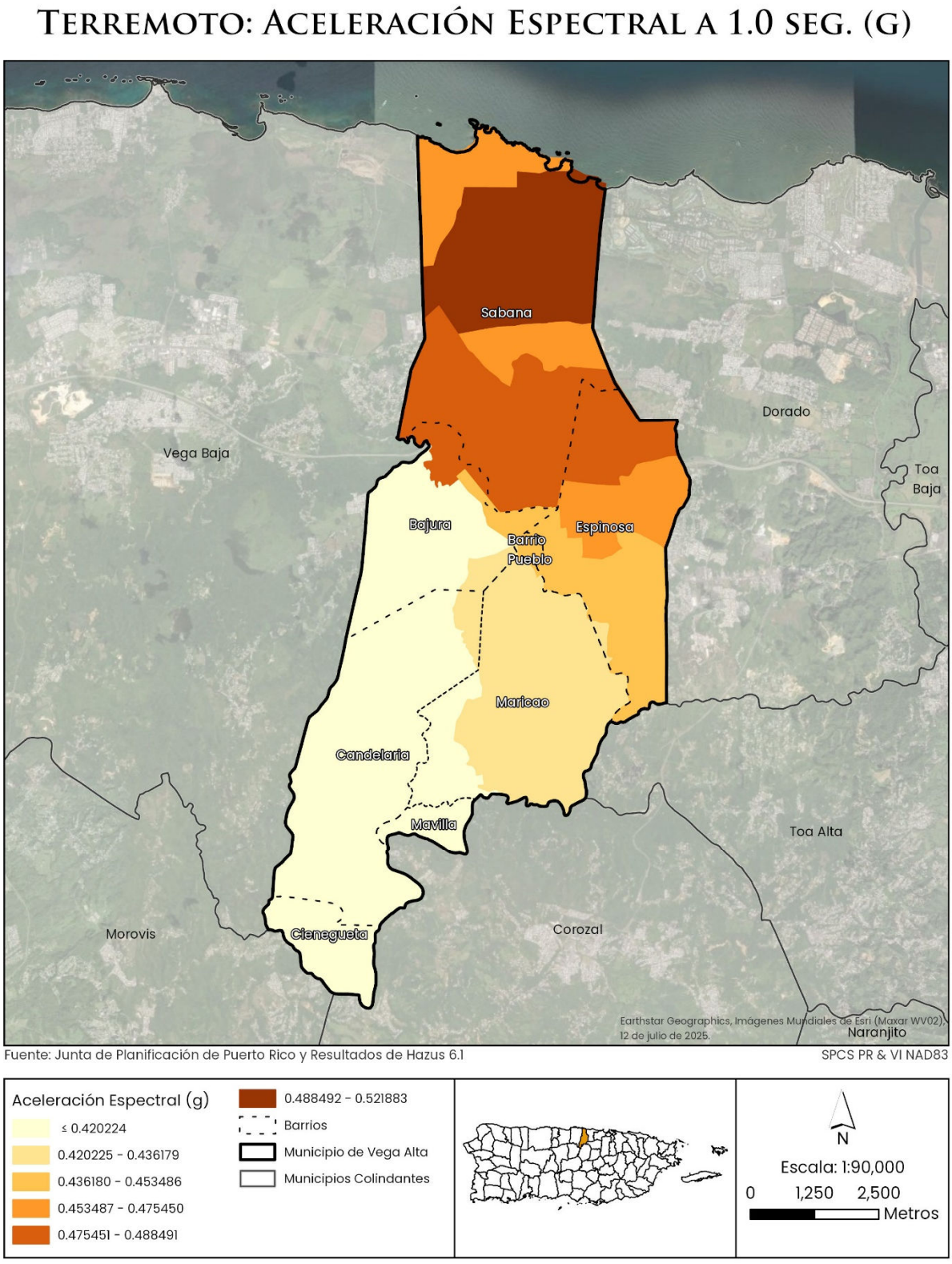
La aceleración espectral se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (g) y proporciona una medida de las fuerzas sísmicas que las estructuras podrían experimentar durante un evento sísmico significativo. Este parámetro constituye una herramienta esencial para la evaluación de riesgos sísmicos, el diseño de edificaciones resilientes y la planificación de medidas de mitigación orientadas a reducir la vulnerabilidad de la infraestructura y de la población ante terremotos.

Borrador

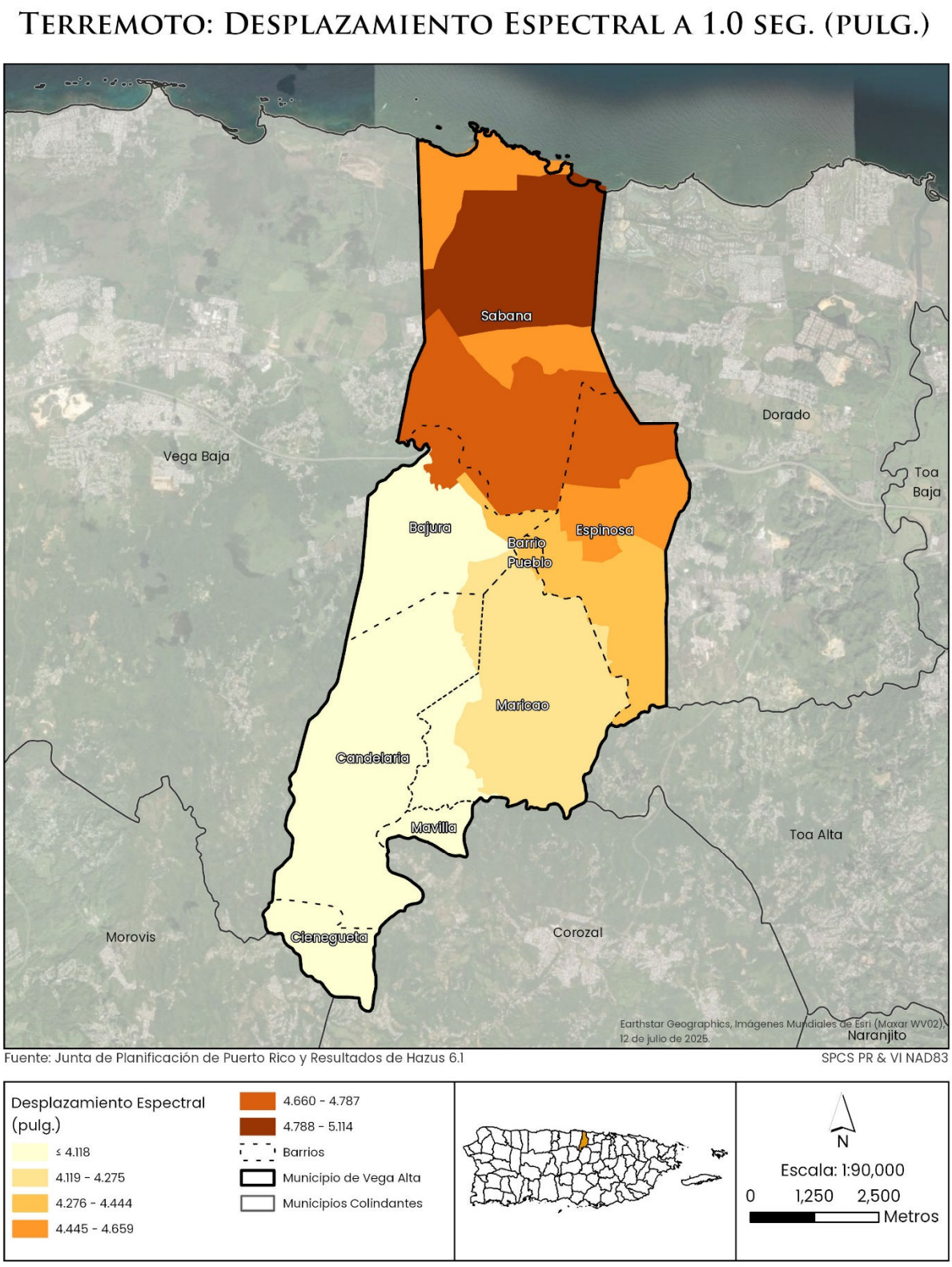
Mapa 12: Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 Seg (g)



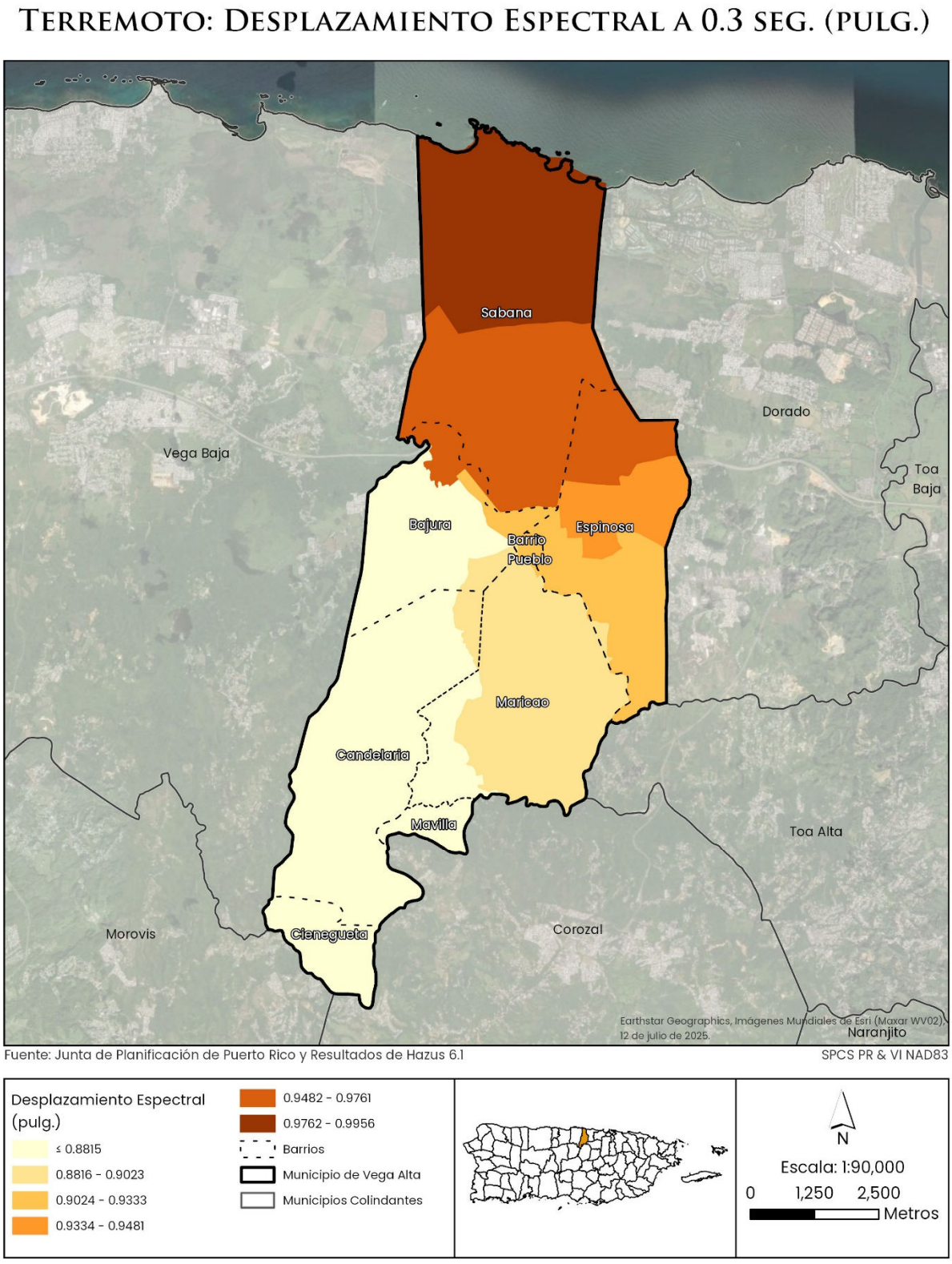
Mapa 13: Terremoto: Aceleración Espectral a 1.0 Seg (g)



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



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



El análisis de desplazamiento espectral indica que los niveles más altos de movimiento estructural inducido por terremotos se esperan en la porción norte del Municipio de Vega Alta, particularmente en el barrio Sabana y en sectores de los barrios Espinosa y Pueblo. De manera similar a los resultados obtenidos para la aceleración espectral, los valores de desplazamiento generalmente disminuyen hacia los barrios del sur del municipio.

Mientras que la aceleración espectral representa las fuerzas sísmicas que actúan sobre las estructuras, el desplazamiento espectral representa el movimiento y la deformación estructural esperados como resultado de dichas fuerzas. Valores elevados de desplazamiento aumentan el potencial de desplazamiento lateral de las estructuras (*structural drift*), daños a componentes arquitectónicos y estructurales, interrupciones en los sistemas de utilidades y afectaciones funcionales en instalaciones críticas.

De igual forma que en los mapas de aceleración espectral, los Mapas 14 y 15 muestran un patrón espacial definido en Vega Alta, donde los valores más altos de desplazamiento espectral se concentran en los barrios del norte del municipio, particularmente en Sabana, así como en porciones de Espinosa y Pueblo. Los valores de desplazamiento disminuyen gradualmente hacia los barrios del sur, incluyendo Cienegueta, Mavilla y Candelaria.

Para el período de 1.0 segundo, los valores de desplazamiento oscilan entre aproximadamente 4.1 pulgadas y más de 5.1 pulgadas, mientras que para el período de 0.3 segundos los valores fluctúan entre aproximadamente 0.88 pulgadas y 1.0 pulgada. Este patrón sugiere que las estructuras ubicadas en la porción norte del municipio podrían experimentar mayores niveles de movimiento inducido por terremotos que aquellas localizadas en las áreas del sur.

Dado que las áreas con los valores más altos de desplazamiento coinciden en gran medida con las principales concentraciones residenciales, comerciales e institucionales del municipio, estos sectores podrían enfrentar un mayor riesgo de daños relacionados con terremotos e interrupciones en la prestación de servicios esenciales. Los resultados resaltan la importancia de mantener el cumplimiento de los códigos de construcción sísmica vigentes, incorporar criterios de diseño sismorresistente en futuros proyectos de desarrollo, evaluar el desempeño sísmico de las instalaciones críticas y priorizar inversiones en mitigación en aquellas áreas donde las mayores demandas sísmicas coinciden con concentraciones significativas de población e infraestructura esencial.

Borrador

La implementación de estas medidas contribuirá a reducir pérdidas futuras y a fortalecer la resiliencia general del Municipio de Vega Alta frente a amenazas sísmicas.

4.6.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c)

El tamaño de un terremoto, comúnmente asociado con la Escala de Richter, es ampliamente conocido, aunque con frecuencia se interpreta de manera incorrecta. El concepto de una escala logarítmica de magnitud fue introducido por primera vez por Charles Richter en la década de 1930 para medir terremotos en el sur de California utilizando registros de alta frecuencia obtenidos de estaciones sismográficas cercanas. Esta escala original, denominada ML, donde la "L" significa "local", llegó a conocerse posteriormente como la magnitud de Richter.

A medida que las redes mundiales de monitoreo sísmico se expandieron, se hizo evidente que el método de Richter era preciso únicamente dentro de rangos específicos de frecuencia y distancia. Para acomodar una gama más amplia de señales sísmicas registradas en diferentes partes del mundo, se desarrollaron escalas adicionales como extensiones del concepto original de Richter, incluyendo la magnitud de ondas de cuerpo (Mb) y la magnitud de ondas superficiales (Ms). Cada una de estas escalas se aplica a un rango de frecuencias y tipos de ondas sísmicas particular y, dentro de sus respectivos ámbitos de aplicación, proporcionan magnitudes equivalentes a la escala de Richter (USGS, 2024).

Debido a las limitaciones de las escalas ML, Mb y Ms, se desarrolló una escala de aplicación más universal conocida como magnitud de momento (Mw). Para los terremotos de gran magnitud, la Mw proporciona la estimación más precisa y confiable del tamaño real del evento sísmico.

El momento sísmico es una magnitud física proporcional a la cantidad de desplazamiento que ocurre a lo largo de una falla multiplicada por el área de la superficie de la falla que experimenta ruptura. Este parámetro refleja la energía total liberada por un terremoto. El momento sísmico puede derivarse a partir 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 de momento, proporciona una estimación consistente y comparable del tamaño de los terremotos a lo largo de todo el rango de magnitudes, una capacidad que las escalas anteriores no ofrecen (USGS, 2024).

Borrador

La Tabla 19 presenta la relación entre el momento sísmico y la magnitud de momento (Mw).

Tabla 19: Rango de Magnitud Momento

Rango	Descripción
Mw < 3.0	Usualmente no es sentido por las personas.
Mw 3.0 – 4.9	Terremotos menores; a menudo se sienten, pero rara vez causan daños.
Mw 5.0 – 5.9	Moderados; pueden causar daños leves a estructuras construidas deficientemente.
Mw 6.0 – 6.9	Fuertes; pueden causar daños significativos en áreas pobladas.
Mw 7.0-7.9	Mayores; daños graves en áreas extensas.
Mw ≥ 8.0	Grandes terremotos; daños catastróficos en regiones muy extensas.

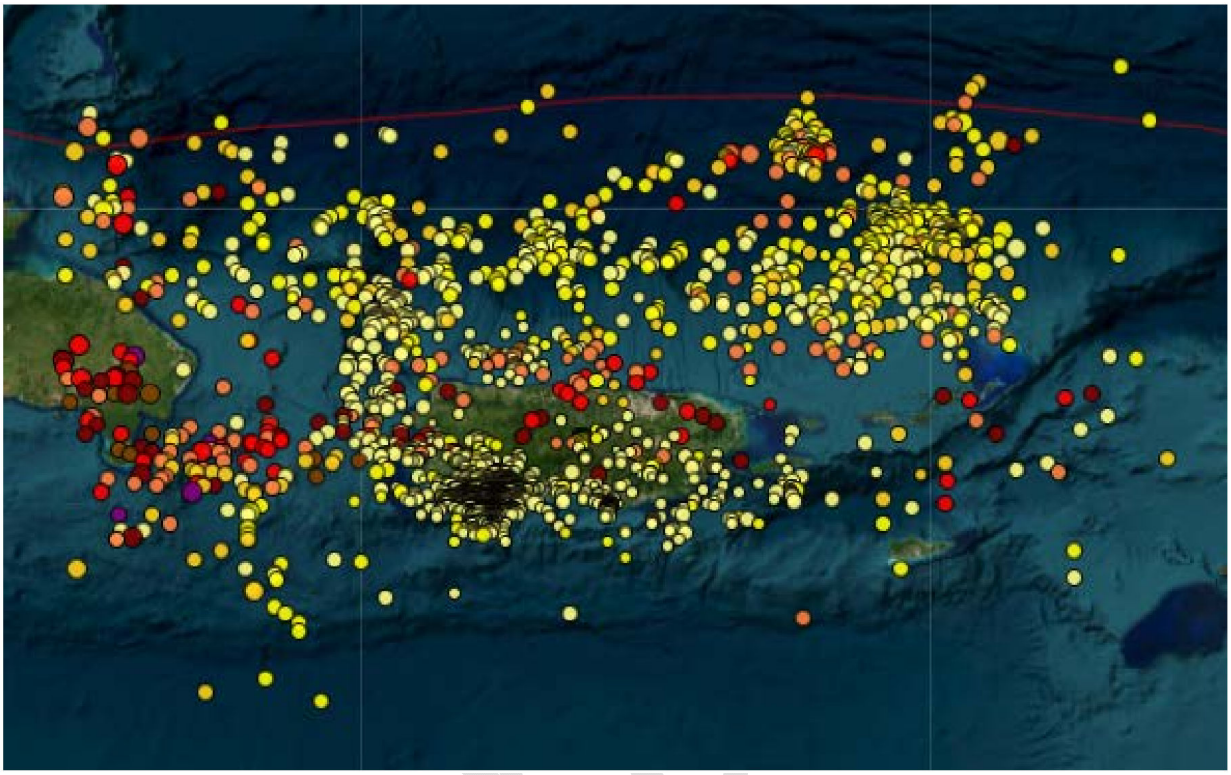
4.6.1.3 Eventos Anteriores(B1-D)

Los terremotos ocurren naturalmente todos los días. Mientras mayor sea la magnitud de un terremoto, mayor será su impacto en la región afectada. Los terremotos pueden ser muy peligrosos, ya que causan destrucción extensa y pérdida de vidas en ciertas áreas. Puerto Rico está ubicado cerca de zonas sísmicas como la Trinchera de Puerto Rico, el Cañón de la Mona, la Fosa de Anegada, la Fosa de Muertos y el sistema de fallas del sur de Puerto Rico. En consecuencia, la isla ha experimentado diversos eventos sísmicos. En el área sureste de Puerto Rico, la sismicidad se origina en fallas ubicadas en las depresiones de las Islas Vírgenes y Anegada. En el área suroeste de la isla, también se encuentra la falla Punta Montalva (Roig Silva, 2010), la cual ha experimentado un aumento significativo en la actividad sísmica (Weilert & Laó-Dávila, 2023).

La Figura 12 es una captura de pantalla obtenida de un informe publicado por la Red Sísmica de Puerto Rico. Este informe ilustra los epicentros de los terremotos registrados en la región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos en 2024 (RSPR, 2025). Mientras más oscuro es el símbolo, más fuerte fue el terremoto sentido.

Borrador

Figura 12: Epicentros de Terremotos



Cronología de Terremotos

La Tabla 20 a continuación muestra la lista cronológica de la actividad sísmica en Puerto Rico para el periodo de 2012 a 2024, según reportada por la PRSN (PRSN, s.f.).

Tabla 20:. Actividad Sísmica 2013-2024

Año	Descripción de eventos sísmicos
2024	El terremoto más grande de 2024 ocurrió el 14 de mayo de 2024, a las 8:30:11 p.m. —hora local de Puerto Rico—. El terremoto de magnitud 5.6 Ml se localizó a 94.3 km al norte-noroeste de Aguadilla, Puerto Rico, a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico, con una intensidad máxima de V en Aguadilla, Puerto Rico, según la Escala de Intensidad Modificada de Mercalli (MMI). El terremoto más grande de 2024 ocurrió el 14 de mayo de 2024, a las 8:30:11 p.m. —hora local de Puerto Rico—. El terremoto de magnitud 5.6 Ml se localizó a 94.3 km al norte-noroeste de Aguadilla, Puerto Rico, a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico, con una intensidad máxima de V en Aguadilla, Puerto Rico, según la Escala de Intensidad Modificada de Mercalli (MMI). Durante 2024, continuaron las réplicas de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019 con un terremoto de magnitud 4.7 Ml. El

Año	Descripción de eventos sísmicos
	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 terremoto fuerte, a una profundidad de 7 km, tuvo una intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto Rico, y causó daños mayores a través de la isla. Desde el inicio de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se han procesado 27,497 terremotos asociados con esta secuencia. Se han registrado más de 1,688 terremotos sentidos y más de 492 eventos significativos con magnitudes mayores de 3.5. De estos, 42 terremotos tuvieron magnitudes mayores de 4.5.
2023	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 Ml se localizó a 192.28 km al este-noreste de San Juan, Puerto Rico, a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V en St. Thomas, USVI, según la Escala de Intensidad Modificada de Mercalli (MMI). Durante 2023, continuaron las réplicas de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019 con un terremoto de magnitud 4.7 Ml. 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 Mww. Este terremoto fuerte, a una profundidad de 7 km, tuvo una intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto Rico, y causó daños mayores a través de la isla.
2022	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 había registrado un total de 19,436 terremotos asociados con esta secuencia. En dicho informe, se documentaron 1,502 eventos para 2022, de los cuales 30 fueron reportados como sentidos. Las regiones con mayor actividad sísmica durante marzo de 2022 se ubicaron en el área sur de Puerto Rico.
2021	El terremoto más grande de 2021 ocurrió el 24 de enero de 2021, a las 7:21:41 p.m. —hora local de Puerto Rico—. El terremoto de magnitud 5.4 Ml se localizó a 44.82 km al sureste de Virgin Gorda, BVI, a una profundidad de 94 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V en Tortola, Islas Vírgenes Británicas, según la Escala de Intensidad Modificada de Mercalli (MMI).
2020	El año 2020 estuvo marcado por una actividad sísmica significativa. El 6 de enero de 2020 se registró un terremoto de magnitud 5.8, seguido por otro de magnitud 6.4 el 7 de enero de 2020, localizado 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, aproximadamente más de 1,200 terremotos de magnitud 2.0 o mayor fueron sentidos en la isla. La actividad tectónica en Puerto Rico está dominada por la convergencia entre las placas de Norteamérica y del Caribe, con la isla comprimida entre ambas. Al norte de Puerto Rico, la placa de Norteamérica se subduce debajo de la placa del Caribe a lo largo de la Trinchera de Puerto Rico. Al sur de la isla, y al sur del terremoto del 7 de enero, la corteza superior de la placa del Caribe se subduce debajo de Puerto Rico en la Fosa de Muertos. Sin embargo, el terremoto del 6 de enero y otros eventos recientes están ocurriendo en la zona de deformación marina, conectada por la falla Punta Montalva en tierra y el Cañón de Guayanilla mar afuera

Borrador

Año	Descripción de eventos sísmicos
	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 mayor, incluyendo el terremoto de magnitud 6.5 del 7 de enero de 2020, según el USGS. Estos movimientos sísmicos llevaron a las autoridades estatales a solicitar una declaración de desastre
2019	Durante 2019, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) 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 las 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 menor sismicidad, con 303 terremotos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2019 fue el Cañón de la Mona, con 1,288 eventos sísmicos, seguida por la región sur de Puerto Rico, con 885 terremotos (Tabla 3). Las profundidades de los terremotos fluctuaron entre 1 km y 191 km, y las magnitudes variaron entre 0.34 Md y 6.0 Mw. Del total de terremotos en 2019, 70 fueron reportados como sentidos. El 28 de diciembre de 2019 comenzó un período 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.
2018	Durante 2018, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) 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 las longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2017 (3,129 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en 845 terremotos más que el año anterior. En 2018, el mes con mayor actividad fue diciembre, con 549 terremotos, mientras que febrero tuvo la menor sismicidad, con 227 terremotos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2018 fue la región sur de Puerto Rico, con 412 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla de 19°N, con 349 terremotos. Las profundidades de los terremotos fluctuaron entre 2 km y 185 km, y las magnitudes variaron entre 0.63 Md y 4.67 Md. Del total de terremotos en 2018, 29 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2017	Durante 2017, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) 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 las longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2016 (3,948 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 20%, lo que representa 819 terremotos menos que el año anterior. En 2017, el mes con mayor actividad fue abril, con 518 terremotos, mientras que octubre tuvo la menor sismicidad, con 48 eventos sísmicos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2017 fue la Zona Sísmica de Sombrero, con 856 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes, con 327 terremotos. Las profundidades de los terremotos fluctuaron 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 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2016	Durante 2016, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) 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 las longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2015 (3,235 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 22.0%, o 712 terremotos más que el año anterior. En 2016, el mes con mayor actividad fue septiembre, con 566 terremotos, mientras que marzo tuvo la menor sismicidad, con 169 terremotos.

Borrador

Año	Descripción de eventos sísmicos
	La región con la mayor sismicidad registrada durante 2016 fue la Zona Sísmica de Sombrero, con 973 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes, con 497 terremotos. Las profundidades de los terremotos fluctuaron 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 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2015	Durante 2015, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) 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 las longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2014 (3,420 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 5.4%, o 185 terremotos menos que el año anterior. En 2015, el mes con mayor actividad fue julio, con 473 terremotos, mientras que abril tuvo la menor sismicidad, con 157 terremotos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2015 fue la Zona Sísmica de Sombrero, con 588 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla de 19°N, con 477 terremotos. Las profundidades de los terremotos fluctuaron entre 1 km y 211 km, y las magnitudes variaron entre 0.80 Md y 4.80 Md (magnitud de duración). Del total de terremotos en 2015, 23 fueron reportados como sentidos dentro del área de responsabilidad.
2014	Durante 2014, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN, por sus siglas en inglés) localizó un total de 3,420 terremotos en el área de responsabilidad (AOR, por sus siglas en inglés) conocida 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 en un 49%, lo que representa 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. Del total de sismicidad en 2014, 29 terremotos (0.85%) fueron reportados como sentidos, todos localizados dentro de nuestra AOR. Las magnitudes (Md) de los eventos sísmicos calculadas para este año por la PRSN fluctuaron entre 1.0 y 6.4, aunque para los eventos sentidos fluctuaron 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 fluctuaron 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 aquellos entre 175 km y 200 km fueron los menos frecuentes este año. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2014 fue la Zona de Falla de 19°N, con 905 eventos sísmicos, seguida por la Zona Sísmica de Sombrero, con 483 terremotos.

Borrador

Secuencia sísmica de 2020

A principios de enero de 2020, Puerto Rico experimentó una secuencia sísmica significativa que comenzó con una serie de sismos precursores y culminó con un terremoto mayor el 7 de enero. El evento principal registró una magnitud de 6.4 Mw y ocurrió a lo largo de la costa sur de la Isla, afectando severamente a los municipios de Guayanilla, Ponce y Yauco. Este evento fue precedido por un terremoto de magnitud 5.8 Mw el 6 de enero, el cual ya había causado preocupación generalizada

y daños estructurales notables (USGS, s.f.). La actividad sísmica estuvo asociada con la compleja interacción entre las placas tectónicas del Caribe y Norteamérica, una región caracterizada por zonas de subducción activas y sistemas de fallas. El movimiento resultante se sintió en toda la Isla, causando interrupciones del servicio eléctrico, cierres de escuelas y el colapso de numerosas estructuras, incluidas edificaciones residenciales y públicas.

Las consecuencias del terremoto resultaron en daños extensos a viviendas e infraestructura crítica, desplazando a miles de residentes y provocando una declaración federal de emergencia. La región sur experimentó réplicas prolongadas —algunas superiores a magnitud 5.0—, las cuales continuaron durante semanas, intensificando la preocupación pública y creando una interrupción sostenida. Este evento subrayó la elevada vulnerabilidad de Puerto Rico ante los peligros sísmicos y destacó la importancia de las medidas de preparación y las prácticas de construcción resiliente. El incidente recibió una Declaración Presidencial de Desastre bajo la Ley Stafford (DR-4473-PR) (FEMA, s.f.). Vega Alta fue incluido en esta Declaración Presidencial de Desastre. La ubicación de Puerto Rico a lo largo de límites tectónicos activos coloca a todas las jurisdicciones en riesgo de eventos sísmicos capaces de causar millones de dólares en daños e interrupciones significativas a la vida diaria.

Según laPRSN, desde el inicio de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se registraron y procesaron un total de 27,497 terremotos asociados con esta secuencia. De estos eventos, más de 1,688 fueron reportados como sentidos, y más de 492 registraron magnitudes mayores de 3.5. Además, 42 terremotos alcanzaron magnitudes superiores a 4.5 (PRSN 2025).

4.6.1.4 Probabilidad 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 realizar pronósticos científicos. Entre 1670 y el presente, Puerto Rico ha experimentado cuatro terremotos destructivos significativos en los años 1670, 1787, 1867 y 1918. Este registro histórico sugiere un ciclo de recurrencia que varía entre 51 y 117 años, con un promedio de 83 años para terremotos destructivos. No obstante, es importante señalar que cada uno de estos eventos ocurrió a lo largo de fallas diferentes; por lo tanto, el cálculo de una tasa precisa de recurrencia no puede basarse únicamente en estos eventos.

Borrador

Para estudios más abarcadores, se analizan mapas geológicos de zonas específicas, enfocándose en fallas activas y otras características estructurales. Estos se correlacionan con las distribuciones históricas de intensidad sísmica, los modelos de atenuación sísmica y los datos estadísticos. El resultado es un mapa de zonas sísmicamente activas, que identifica las regiones donde pueden ocurrir distintos grados de terremotos fuertes. La identificación de 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, la PRSN cita un estudio probabilístico de amenaza sísmica realizado en 1987 por el Dr. William McCann, el cual estimó una probabilidad de 33% a 50% de que ocurriera un terremoto fuerte —Intensidad VII o mayor en la Escala Modificada de Mercalli— en distintas partes de la isla durante un periodo de 50 años (PRSN, 2025).

Investigaciones adicionales realizadas por el U.S. Geological Survey en 2003 revelaron que un área al oeste-suroeste de Puerto Rico es la ubicación más probable para terremotos fuertes en la isla. Este análisis probabilístico no considera efectos secundarios como tsunamis, licuación y amplificación de ondas sísmicas, los cuales impactan principalmente las zonas costeras bajas y las áreas montañosas propensas a deslizamientos.

4.6.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

4.6.2.1 Pérdidas Estimadas

Exposición Municipal

La Tabla 21 presenta la exposición a peligros de terremoto. Es importante señalar que, aunque asignar un valor monetario exacto a la vida humana es inherentemente complejo, la guía de FEMA convierte la pérdida de población en un estimado económico utilizando una metodología de "equivalencia poblacional" basada en el Valor de una Vida Estadística (VSL, por sus siglas en inglés). Bajo este enfoque, a cada fatalidad —o al equivalente de diez lesiones— se le asigna un valor de pérdida económica de $13.7 millones, lo que refleja el estimado de VSL de FEMA ajustado por inflación. Todas las cifras históricas de pérdidas se ajustan posteriormente a dólares de diciembre de 2024 para considerar la inflación.

La siguiente tabla muestra los datos de exposición total a un evento de terremoto según el Índice Nacional de Riesgo de FEMA (datos del NRI).

Borrador

Tabla 21: Exposición al Peligro del Terremoto

Exposición Área de Impacto (sq mi)	Exposición Edificios	–Exposición Población	Equivalencia de la Exposición de la Población	–Total de Exposición
28.06	$4,144	35,395	$410,582_	$414,726

Pérdida Anual Esperada

El Análisis de Terremotos de HAZUS de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias proporciona estimados de las Pérdidas Anualizadas por Terremotos, definidas como el impacto económico anual promedio a largo plazo de los terremotos sobre el inventario general de edificaciones dentro de un área geográfica determinada, así como estimados anualizados de pérdida poblacional.

La Pérdida Anualizada por Terremoto se calcula utilizando el Método de Sumas de Riemann, el cual promedia las pérdidas anuales asociadas con múltiples períodos de recurrencia y luego multiplica cada pérdida promedio por su probabilidad diferencial correspondiente para producir un único estimado de pérdida para cada tracto censal (FEMA, *National Risk Index Data - Technical Documentation*, 2025).

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

Tabla 22: Terremoto: Pérdida Anual Estimada

Pérdida Anual Esperada Valor de los Edificios	Pérdida Anual Esperada - Población	Pérdida Anual Esperada Equivalencia de la Población	Total de Pérdida Anual Esperada
$2,937,822.20	0.2072	$2,403,310.90	$5,341,133.10

4.6.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Los terremotos pueden afectar las líneas vitales de una comunidad de las siguientes

Borrador

maneras:

- Seguridad y Protección – Un terremoto puede causar la falla estructural de instalaciones críticas, tales como estaciones de policía y estaciones de bomberos, generar una mayor demanda de operaciones de búsqueda y rescate, y provocar el desplazamiento de población que requiera refugio de emergencia. Estas condiciones también pueden crear retos para mantener el orden público y asegurar la seguridad comunitaria.

- Alimentos, Hidratación y Refugio – Un evento sísmico puede causar daños a plantas de tratamiento de agua y sistemas de distribución, resultando en contaminación o pérdida de agua potable. Las interrupciones a las rutas de transportación y a las instalaciones de almacenamiento también pueden interrumpir las cadenas de suministro de alimentos. El daño estructural generalizado puede aumentar la demanda de refugios temporeros. Además, la pérdida de capacidad de refrigeración puede ocasionar el deterioro significativo de productos perecederos.

- Salud y Medicina – Los hospitales y las clínicas pueden experimentar daños estructurales o una reducción en su capacidad operacional durante un terremoto. Un aumento repentino en las lesiones que requieren atención médica de emergencia puede sobrecargar las instalaciones de salud existentes. También pueden ocurrir interrupciones en las cadenas de suministro farmacéutico y en la logística médica. Además, las condiciones de saneamiento comprometidas en refugios de emergencia pueden elevar el riesgo de brotes de enfermedades.

- Energía – Los daños a plantas de energía, subestaciones y líneas de transmisión pueden resultar en apagones generalizados. Las rupturas en líneas de gas pueden crear peligros de incendio y explosión. Las interrupciones en la cadena de suministro de combustible también pueden impedir la operación de generadores y vehículos de respuesta a emergencias.

- Comunicaciones – Los daños a torres celulares, cables de fibra óptica y centros de comunicación pueden resultar en una pérdida significativa de conectividad. Los aumentos repentinos en llamadas de emergencia pueden sobrecargar las redes de telecomunicaciones, degradando aún más la disponibilidad del servicio. Estas interrupciones pueden afectar la coordinación entre agencias de respuesta a emergencias y obstaculizar la difusión oportuna de información

Borrador

crítica.

- Transportación – El colapso o daño severo a carreteras, puentes y túneles puede restringir significativamente la movilidad. Los aeropuertos y puertos marítimos pueden quedar inoperantes debido a daños en pistas o muelles. Los sistemas ferroviarios, incluido el Tren Urbano, también pueden verse interrumpidos debido a deformaciones en las vías o deslizamientos.

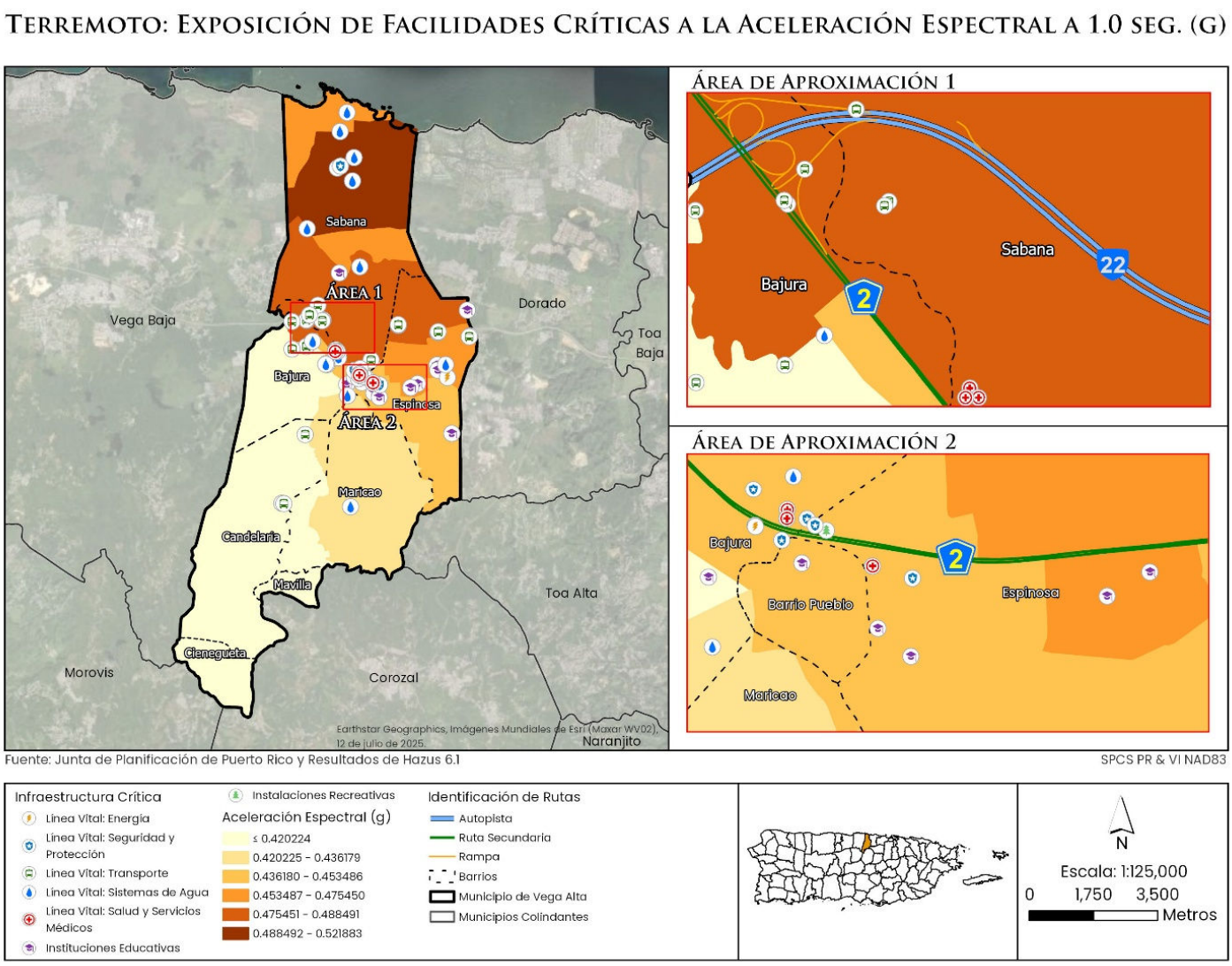
- Materiales Peligrosos – Un terremoto puede causar derrames en instalaciones industriales, plantas químicas o tanques de almacenamiento, aumentando el riesgo de contaminación ambiental que afecte los recursos de aire, suelo y agua. Además, los daños a sitios que contienen materiales peligrosos pueden resultar en incendios o explosiones.

- Sistemas de Agua – La rotura de tuberías principales de agua y líneas sanitarias puede resultar en inundaciones localizadas y contaminación. Dichos daños también pueden reducir la capacidad de extinción de incendios debido a la disminución de la presión de agua y provocar interrupciones a largo plazo en la recolección de aguas usadas y los servicios de saneamiento.

Los mapas de aceleración espectral para períodos de 0.3 segundos y 1.0 segundo indican que Vega Alta presenta un gradiente de demanda sísmica que aumenta desde los barrios del interior sur hacia las áreas costeras del norte del municipio (Mapas 16 y 17). En ambos escenarios, los valores más elevados de aceleración espectral se concentran en el barrio Sabana, seguidos por sectores de los barrios Bajura, Pueblo y Espinosa. Como resultado, numerosas instalaciones críticas que respaldan las líneas vitales de la comunidad se encuentran ubicadas en áreas sujetas a fuerzas sísmicas de moderadas a altas.

Borrador

Mapa 16: Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg (G)



El mapa de aceleración espectral a 1.0 segundo representa la respuesta esperada de estructuras más altas y flexibles. Los valores de aceleración oscilan aproximadamente entre 0.42 g y 0.52 g, registrándose nuevamente los valores más altos en el barrio Sabana y en la porción costera norte del municipio.

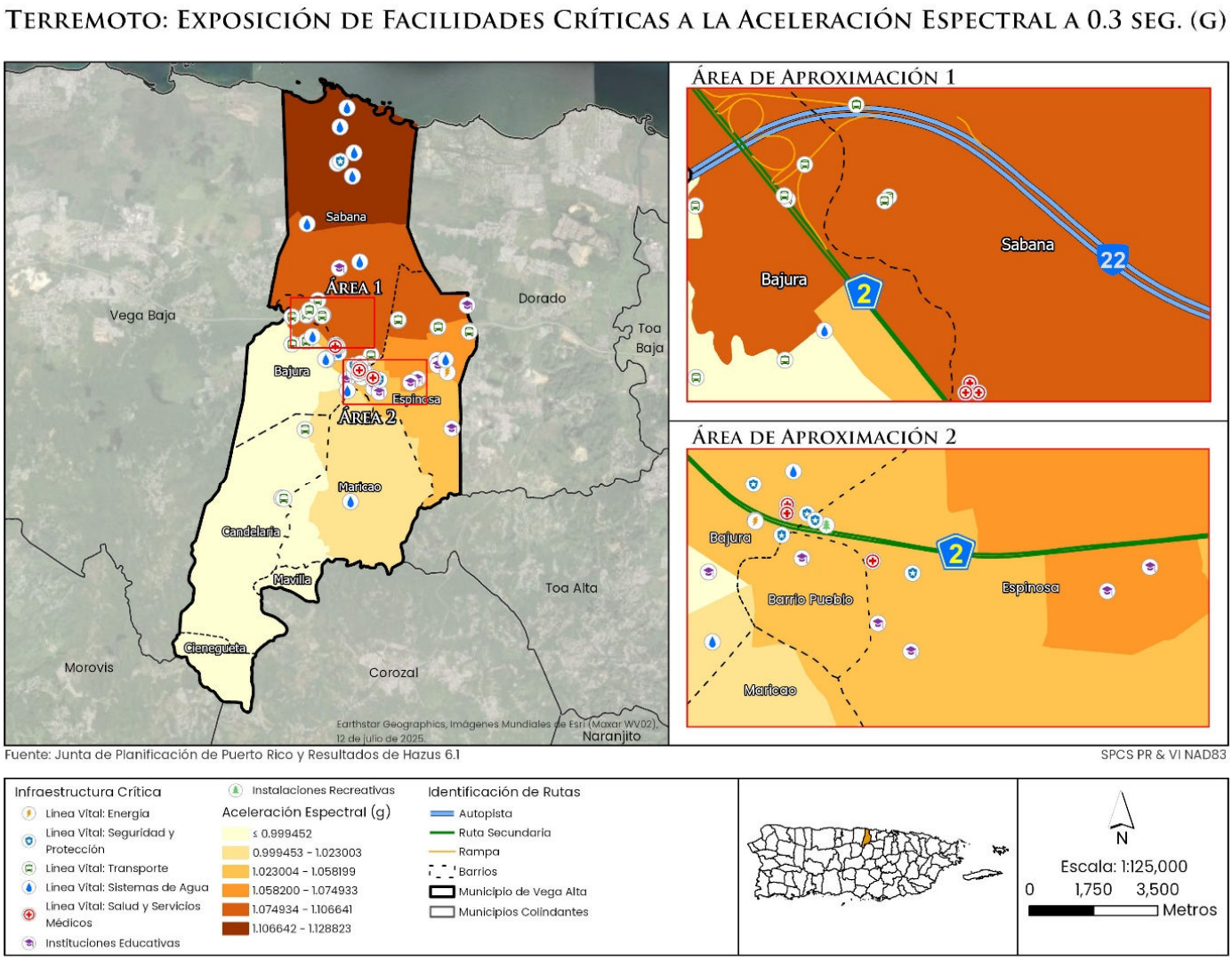
Aunque los valores de aceleración son menores que los observados en el escenario de 0.3 segundos, la distribución espacial mantiene un patrón similar. Entre las instalaciones críticas expuestas a los niveles más altos de sacudida sísmica de período largo se incluyen:

- Las instalaciones del sistema de agua potable y alcantarillado, ubicadas a través de los barrios Sabana y Bajura.
- La infraestructura de transporte localizada a lo largo de la PR-2 y sus intersecciones asociadas.
- Las instalaciones de salud y servicios médicos ubicadas en el corredor Pueblo-Espinosa.
- Las instalaciones de servicios de emergencia, concentradas alrededor del centro urbano del municipio.
- Las instalaciones educativas distribuidas en el norte de Vega Alta.

La concentración de estas instalaciones esenciales dentro de áreas con mayores niveles de demanda sísmica resalta la importancia de continuar fortaleciendo la resiliencia de la infraestructura crítica mediante el cumplimiento de códigos de construcción sismorresistentes, la evaluación periódica de vulnerabilidades y la implementación de medidas de mitigación que reduzcan el riesgo de interrupciones en los servicios esenciales durante eventos sísmicos.

Borrador

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



4.6.2.3 VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad social ante los terremotos en Puerto Rico está determinada por altos niveles de pobreza, infraestructura envejecida y acceso limitado a recursos esenciales, factores que afectan de manera desproporcionada la capacidad de las comunidades para resistir y recuperarse de eventos sísmicos. Muchos residentes enfrentan desventajas acumulativas, tales como discapacidades, bajos niveles educativos y acceso limitado a vehículos, que reducen su capacidad para evacuar, acceder a información o recibir ayuda después de un terremoto destructivo. Las investigaciones sobre la gobernanza de desastres también demuestran que el abandono gubernamental sistémico y la inseguridad energética intensifican los

impactos de los desastres, dejando a las comunidades con menos mecanismos de resiliencia tras los terremotos.

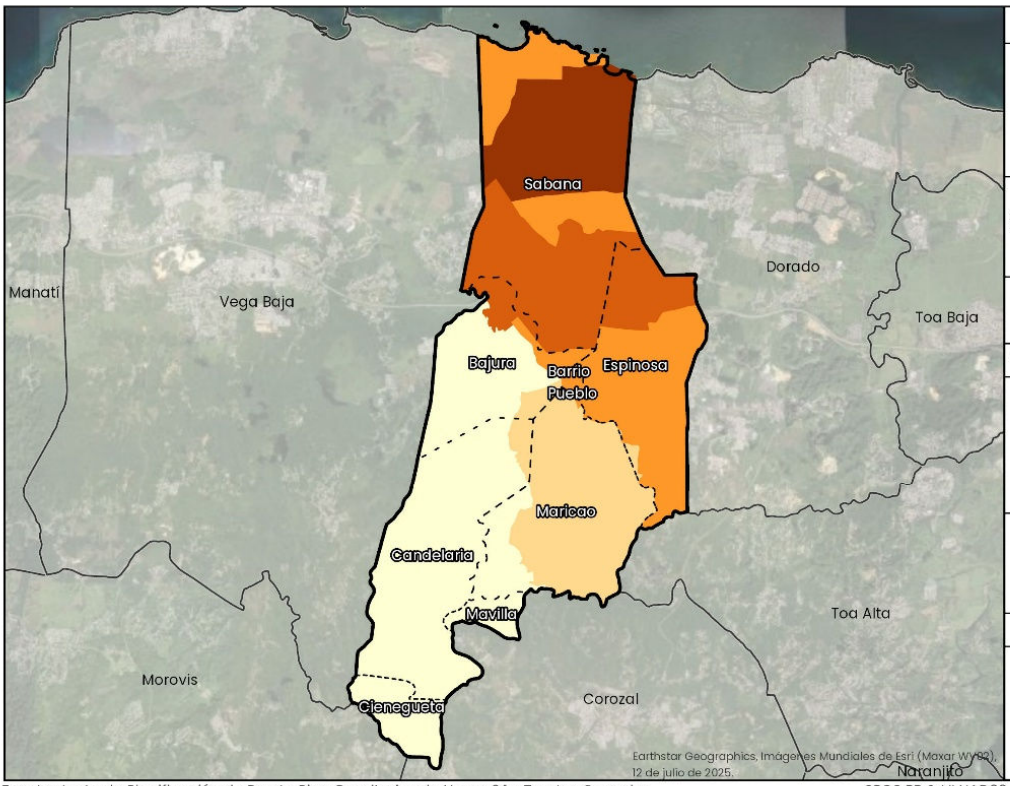
La literatura sobre desastres en Puerto Rico identifica desigualdades estructurales de larga duración que aumentan la vulnerabilidad, incluyendo la marginación política y económica que limita la recuperación a largo plazo y exacerba la acumulación de riesgo ante múltiples peligros. Las evaluaciones federales también concluyen que muchos sectores censales presentan altos índices de vulnerabilidad social (US Census Bureau, 2024; US Census Bureau, 2025), lo que significa que los impactos de un terremoto probablemente se combinarán con una mayor fragilidad socioeconómica. En conjunto, estos factores demuestran que los terremotos en Puerto Rico no representan únicamente un peligro físico, sino también un importante desafío social vinculado a condiciones históricas, económicas e infraestructurales que contribuyen a resultados desiguales durante y después de los desastres. Para más detalles sobre las vulnerabilidades sociales, consulte la Sección 3.4.4.

Los mapas de exposición poblacional (Mapas 18 y 19) combinan el análisis de aceleración espectral por terremotos con los datos de distribución de la población para identificar las áreas donde los residentes tienen una mayor probabilidad de estar expuestos a distintos niveles de sacudida sísmica del terreno. A diferencia de los mapas de aceleración espectral, que ilustran la intensidad esperada de las fuerzas sísmicas en todo el municipio, estos mapas evalúan el componente humano del riesgo al identificar la cantidad de personas que residen dentro de cada categoría de riesgo asociada a la aceleración espectral. Este enfoque es consistente con el énfasis de FEMA en la evaluación de la vulnerabilidad mediante la consideración tanto de la intensidad de la amenaza como de la población potencialmente afectada.

Borrador

Mapa 18: Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 Seg. (G)

Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g)



Barrios	Categoría de Riesgo	Población
Bajura	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	3,471
	Muy Alta	4,936
Barrio Pueblo	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	3,471
Candelaria	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
Cienegueta	Muy Baja	4,552
Espinosa	Baja	4,616
	Media	6,477
	Alta	4,917
	Muy Alta	4,936
Maricao	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	6,477
Mavilla	Muy Baja	4,552
Sabana	Media	3,471
	Alta	9,316
	Muy Alta	4,936
	Extrema	4,694

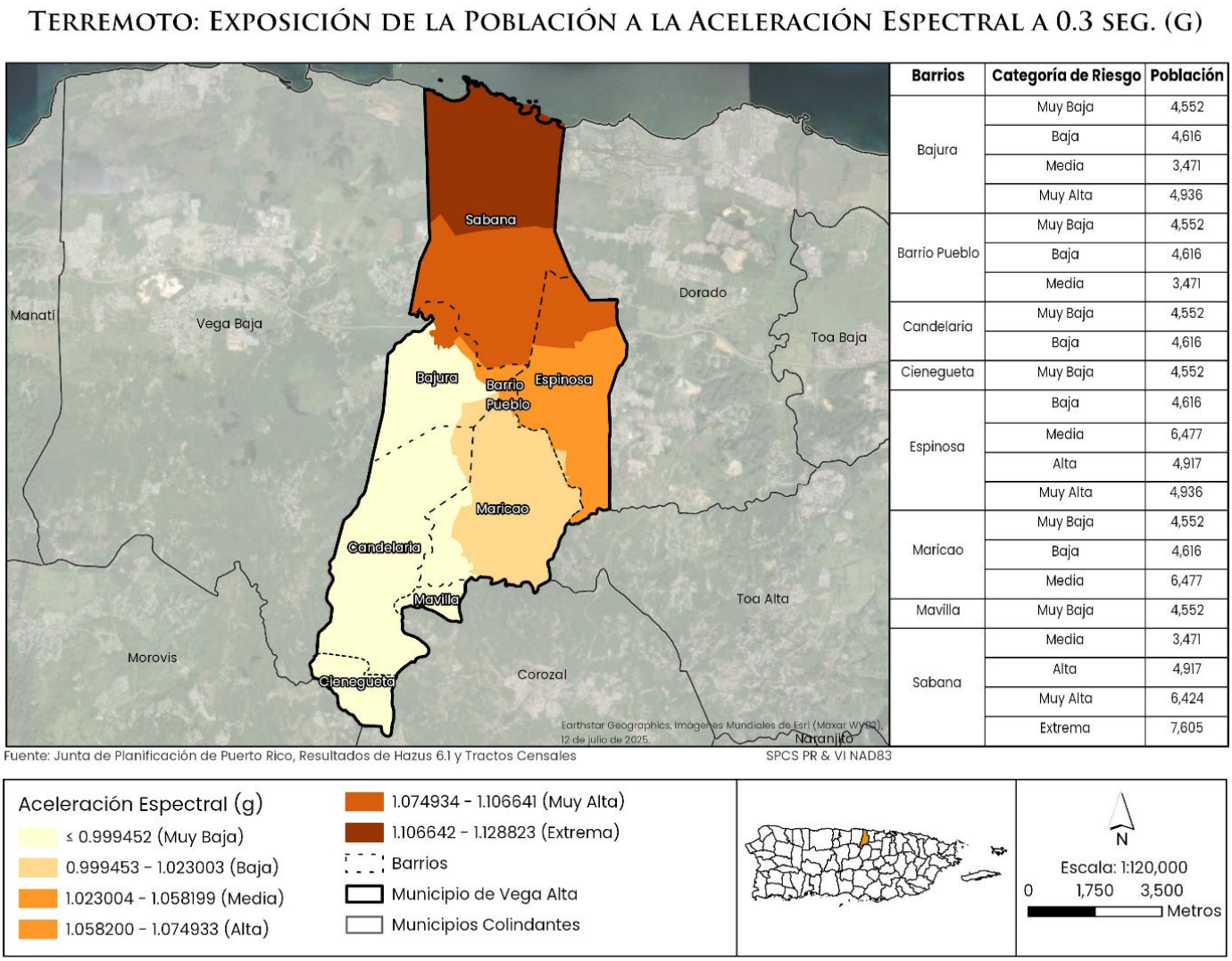
Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83



Los mapas presentan la exposición poblacional a la aceleración espectral para períodos de 0.3 segundos (SA-0.3) y 1.0 segundo (SA-1.0). Aunque ambos mapas representan diferentes períodos de respuesta estructural, los dos muestran un patrón geográfico similar en el que los niveles más altos de amenaza sísmica se concentran en la porción norte de Vega Alta y disminuyen gradualmente hacia los barrios del sur del municipio.

Mapa 19: Terremoto: Exposición de la Población Espectral a .3 Seg. (G)



Barrios	Categoría de Riesgo	Población
Bajura	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	3,471
	Muy Alta	4,936
Barrio Pueblo	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	3,471
Candelaria	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
Cienegueta	Muy Baja	4,552
Espinosa	Baja	4,616
	Media	6,477
	Alta	4,917
	Muy Alta	4,936
Maricao	Muy Baja	4,552
	Baja	4,616
	Media	6,477
Mavilla	Muy Baja	4,552
Sabana	Media	3,471
	Alta	4,917
	Muy Alta	6,424
	Extrema	7,605

Entre todos los barrios del municipio, Sabana presenta la mayor exposición poblacional a las categorías más altas de amenaza sísmica. Bajo el escenario de aceleración espectral a 1.0 segundo (SA-1.0) (Mapa 18), aproximadamente 4,694 residentes están expuestos a condiciones de riesgo Extremo, mientras que 4,936 residentes se encuentran expuestos a condiciones de riesgo Muy Alto. De manera similar, bajo el escenario de aceleración espectral a 0.3 segundos (SA-0.3), alrededor de 7,605 residentes se ubican dentro de la categoría de riesgo Extremo y otros 6,424 residentes dentro de la categoría de riesgo Muy Alto. Estas cifras indican que una porción sustancial de la población municipal reside en áreas donde se esperan los niveles más intensos de movimiento sísmico del terreno.

El análisis de exposición también identifica poblaciones significativas dentro de categorías elevadas de amenaza en el barrio Espinosa, donde aproximadamente 6,477 residentes están expuestos a condiciones de riesgo Moderado, 4,917 residentes a condiciones de riesgo Alto y 4,936 residentes a condiciones de riesgo Muy Alto. De igual forma, el núcleo urbano que comprende el Barrio Pueblo se encuentra ubicado dentro de zonas de amenaza sísmica moderada a alta, situando los servicios municipales, las actividades comerciales y los desarrollos residenciales en áreas con una exposición significativa a terremotos.

Por otro lado, los barrios del sur, incluyendo Cienegueta, Mavilla y sectores de Candelaria, se asocian predominantemente con categorías de riesgo Muy Bajo y Bajo. Aunque los residentes de estos barrios continúan estando expuestos a la amenaza sísmica, las intensidades de sacudida del terreno que se proyectan para estas áreas son comparativamente menores que las estimadas para la zona norte de Vega Alta.

El análisis sugiere que las poblaciones de Sabana, Espinosa, Pueblo y Bajura podrían presentar una mayor vulnerabilidad ante los impactos de terremotos debido a su ubicación dentro de zonas con valores más elevados de aceleración espectral. Estas comunidades podrían enfrentar mayores riesgos asociados con daños estructurales, caída de escombros y objetos, interrupciones en los servicios esenciales, afectaciones a la red de transporte y una posible reducción en el acceso a recursos de respuesta de emergencia inmediatamente después de un evento sísmico mayor.

Estos hallazgos resaltan la importancia de continuar fortaleciendo las estrategias de mitigación sísmica, la preparación comunitaria, la resiliencia de la infraestructura crítica y la planificación de emergencias en las áreas de mayor exposición, con el fin de reducir el riesgo para la población y mejorar la capacidad de respuesta y recuperación del Municipio de Vega Alta ante futuros terremotos.

4.6.2.4 Recursos Naturales y Culturales

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

- Deslizamientos e inestabilidad del suelo: La actividad sísmica puede provocar deslizamientos, caídas de rocas y licuación del suelo, alterando las formas naturales del terreno y dañando hábitats ecológicos.
- Calidad del agua e hidrología: El movimiento del terreno puede modificar los cauces de los ríos, afectar los acuíferos y aumentar la sedimentación en

Borrador

cuerpos de agua, lo que puede degradar la calidad del agua e interrumpir los ecosistemas acuáticos.
- Vegetación y vida silvestre: La deformación del terreno y los peligros secundarios relacionados, como inundaciones o incendios, pueden causar pérdida de hábitat, fragmentación y efectos adversos sobre la biodiversidad.
- Ambientes costeros y marinos: Los terremotos submarinos pueden generar tsunamis, resultando en erosión costera, degradación de arrecifes de coral y deterioro de ecosistemas marinos y estuarinos.

Mientras que los siguientes daños pueden ocurrir a los recursos culturales:

- Las fuerzas sísmicas pueden causar daños estructurales significativos o el colapso total de estructuras patrimoniales, sitios arqueológicos y monumentos.
- Museos y archivos: Los terremotos pueden provocar la pérdida, daño o deterioro de artefactos, materiales de archivo y colecciones debido a fallas estructurales o a una protección sísmica insuficiente.
- Identidad comunitaria y turismo: Los daños a sitios de importancia cultural pueden menoscabar la identidad comunitaria y reducir la actividad turística, afectando así la estabilidad económica local.

4.6.2.5 Condiciones Futuras(E1-A)

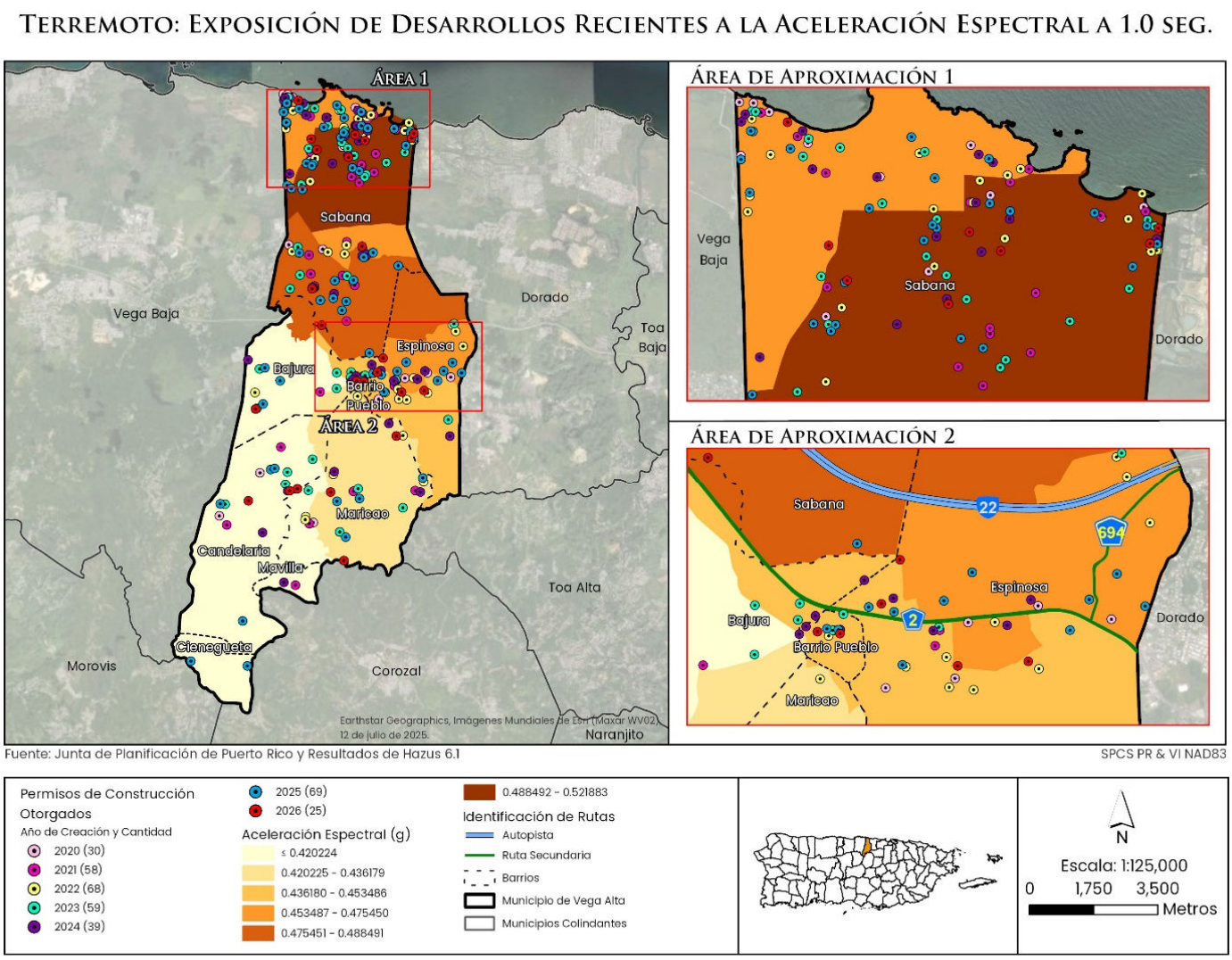
Como se discutió en la Sección 3.5, el elevado número de permisos de construcción emitidos por el Municipio refleja un nivel sostenido de actividad económica. Para complementar este análisis, el **Error! Reference source not found.** y el **Error! Reference source not found.** destacan las áreas con los valores más altos de aceleración espectral a 0.3 y 1.0 segundos junto con la distribución de los permisos de construcción autorizados.

El análisis demuestra que el desarrollo reciente en Vega Alta se ha concentrado principalmente en dos áreas:

- Área 1: Comprende la porción costera norte del municipio, particularmente en el barrio Sabana, donde se observa la mayor concentración de actividad de desarrollo y nuevas construcciones.
- Área 2: Comprende el sector urbano central, incluyendo porciones del Barrio Pueblo, Espinosa y áreas desarrolladas adyacentes a lo largo del corredor de la PR-2 y de la red de transporte circundante.

Borrador

Mapa 20: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 1.0 seg.

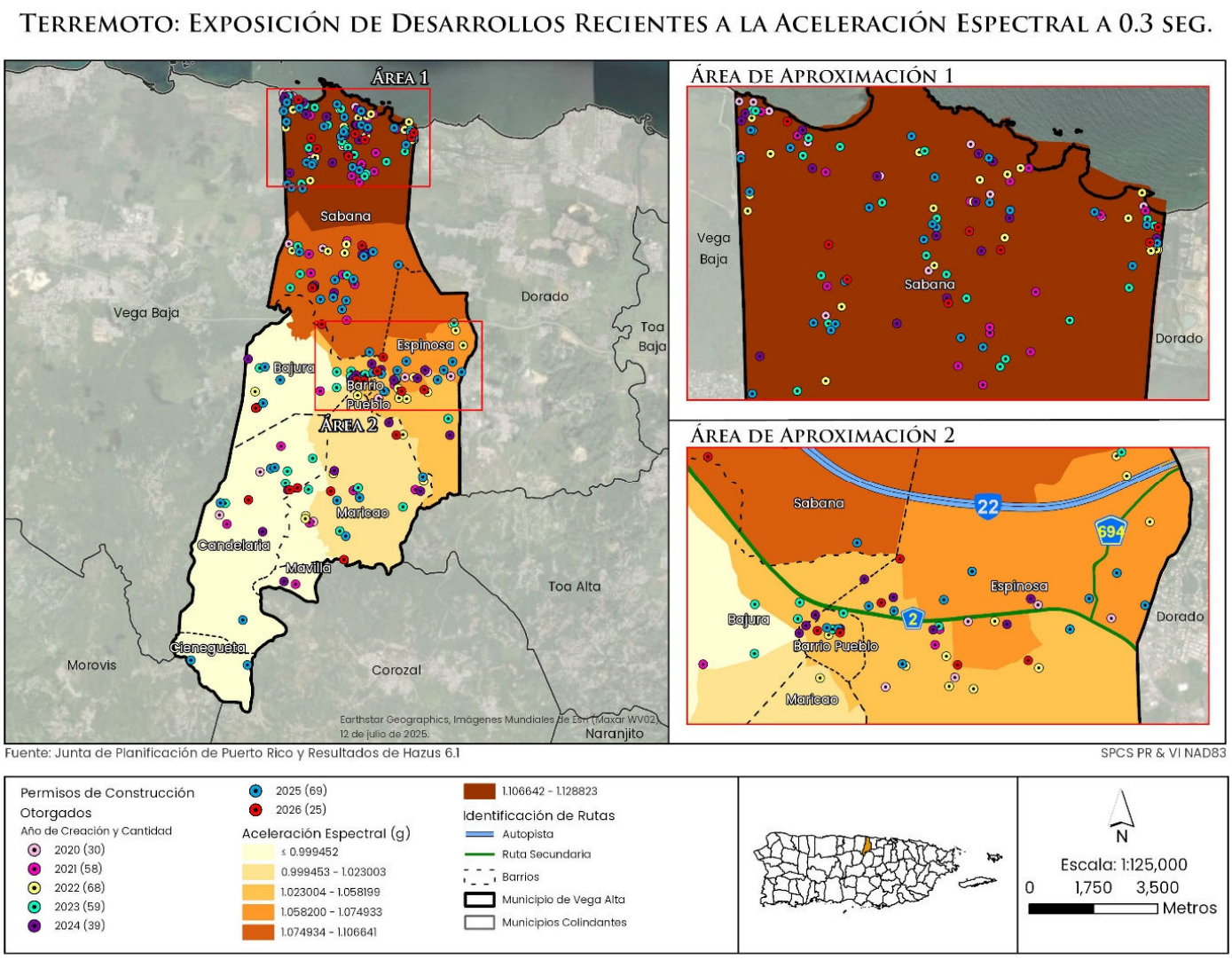


Estas áreas coinciden con los valores más altos de aceleración espectral modelada identificados en la evaluación de la amenaza sísmica. Como resultado, una porción significativa del desarrollo reciente y futuro se está produciendo en zonas donde se espera que ocurran las sacudidas sísmicas más intensas inducidas por terremotos.

La superposición entre la actividad de desarrollo y las áreas de elevada amenaza sísmica indica que la exposición del municipio al riesgo de terremotos podría continuar aumentando a medida que se construyan nuevos activos residenciales, comerciales e institucionales en estas zonas. Aunque el cumplimiento con los códigos

de construcción sismorresistentes vigentes contribuye a reducir la vulnerabilidad estructural, la concentración del desarrollo en áreas de mayor amenaza incrementa la cantidad y el valor de los activos potencialmente expuestos a futuros eventos sísmicos.

Mapa 21: Terremoto: Exposición de Desarrollos Recientes a la Aceleración Espectral a 0.3 seg



Por lo tanto, la aplicación continua de los estándares de diseño sísmico, la integración de información sobre la amenaza sísmica en los procesos de revisión y aprobación de proyectos de desarrollo, la protección de la infraestructura crítica y la incorporación de principios de mitigación de riesgos en las futuras decisiones sobre el uso de terrenos serán fundamentales para limitar las pérdidas futuras y fortalecer la resiliencia a largo plazo del Municipio de Vega Alta.

Este análisis demuestra que los patrones de crecimiento futuro deben continuar siendo una consideración importante dentro de los esfuerzos municipales de reducción del riesgo sísmico y mitigación de amenazas, con el fin de promover un desarrollo más seguro y resiliente frente a futuros eventos sísmicos.

4.7 Deslizamiento

4.7.1 Descripción (B1-a)

Los deslizamientos son un proceso geomorfológico natural caracterizado por el movimiento cuesta abajo de suelo, roca o escombros debido a la inestabilidad del terreno. Estos eventos ocurren cuando las condiciones ambientales se combinan de tal manera que las fuerzas gravitacionales que actúan sobre los materiales superficiales exceden su resistencia natural. El término deslizamiento abarca múltiples tipos de desplazamiento del terreno, incluidos desprendimientos de rocas, fallas de taludes y flujos de escombros, todos los cuales representan riesgos significativos para la vida y la propiedad. Dichos movimientos pueden obstruir rutas de transportación y arrastrar vegetación, viviendas, puentes, vehículos y otra infraestructura, causando interrupciones y daños extensos (FEMA, 1997).

La lluvia prolongada e intensa asociada con sistemas meteorológicos tales como ondas tropicales, vaguadas y ciclones tropicales es uno de los principales detonantes de eventos de deslizamiento. Además, el crecimiento poblacional y la expansión de construcciones informales aumentan la exposición del municipio a peligros de deslizamientos. Los sistemas de suministro de agua potable y de aguas usadas —incluidas tuberías sanitarias, tanques sépticos y alcantarillas pluviales—, ya sea que estén debidamente autorizados o instalados informalmente, pueden exacerbar aún más la inestabilidad de taludes. La probabilidad de deslizamientos aumenta significativamente cuando estos sistemas tienen filtraciones o están ubicados o construidos de manera inadecuada (USGS, s.f.).

Múltiples factores contribuyen al desarrollo de deslizamientos, incluidos el tipo de suelo, la pendiente del terreno, el grado de saturación del suelo, los procesos de erosión, la presencia de depresiones o vacíos subterráneos, las actividades humanas y los eventos sísmicos. El *Building Performance Assessment Report* (BPAR), preparado después del huracán Georges, advierte que "los deslizamientos se convertirán en un problema importante en el futuro a medida que se construyan más viviendas y ocurra más desarrollo en áreas susceptibles a estos riesgos". Esta observación subraya la

Borrador

creciente vulnerabilidad asociada con el desarrollo continuo en zonas de alto riesgo (FEMA, 1997).

Muchos deslizamientos en Puerto Rico corresponden a un subtipo específico conocido como flujos de escombros. Estos eventos generalmente ocurren en áreas montañosas con pendientes pronunciadas durante períodos de lluvia intensa. A medida que el agua de lluvia se infiltra en el terreno, el suelo se satura y la capa subsuperficial subyacente pierde su cohesión. Esta pérdida de estabilidad causa que el material se desprenda, a menudo en la interfaz donde la capa subsuperficial se encuentra con la roca madre, resultando en un flujo rápido cuesta abajo de suelo, roca y agua.

Existen muchos tipos de deslizamientos; sin embargo, aquellos específicamente vinculados a suelos saturados de agua incluyen los siguientes (NMEAD, 2021):

- Deslizamiento lento: Movimiento gradual y sostenido cuesta abajo de suelo o roca. Estos eventos suelen identificarse por troncos de árboles desplazados, verjas y muros de contención deformados o torcidos, y postes o estructuras inclinadas.
- Flujo de escombros: Movimiento rápido de masa en el que suelo suelto, rocas y material orgánico se combinan con agua infiltrada y aire para formar un flujo denso y viscoso que se desplaza rápidamente cuesta abajo por una ladera.
- Avalancha de escombros: Forma extremadamente rápida o de movimiento muy veloz de flujo de escombros, caracterizada por alta velocidad y un potencial destructivo significativo.
- Flujo de lodo: Masa de movimiento rápido compuesta por material saturado de agua que contiene al menos 50 por ciento de partículas de arena, limo y arcilla.

4.7.1.1 Área Afectada(B1-B)

El análisis de susceptibilidad a deslizamientos de terreno indica que la mayor amenaza por deslizamientos en Vega Alta se concentra en los barrios del sur del municipio, particularmente en Cienegueta, Mavilla, Candelaria y sectores de Maricao (Mapa 22). Estas áreas coinciden con terrenos de mayor pendiente y paisajes cársticos caracterizados por un mayor potencial de inestabilidad de taludes. En contraste, los barrios más urbanizados del norte, incluyendo Sabana, Espinosa, Barrio Pueblo y Bajura, generalmente presentan una menor susceptibilidad a deslizamientos.

Borrador

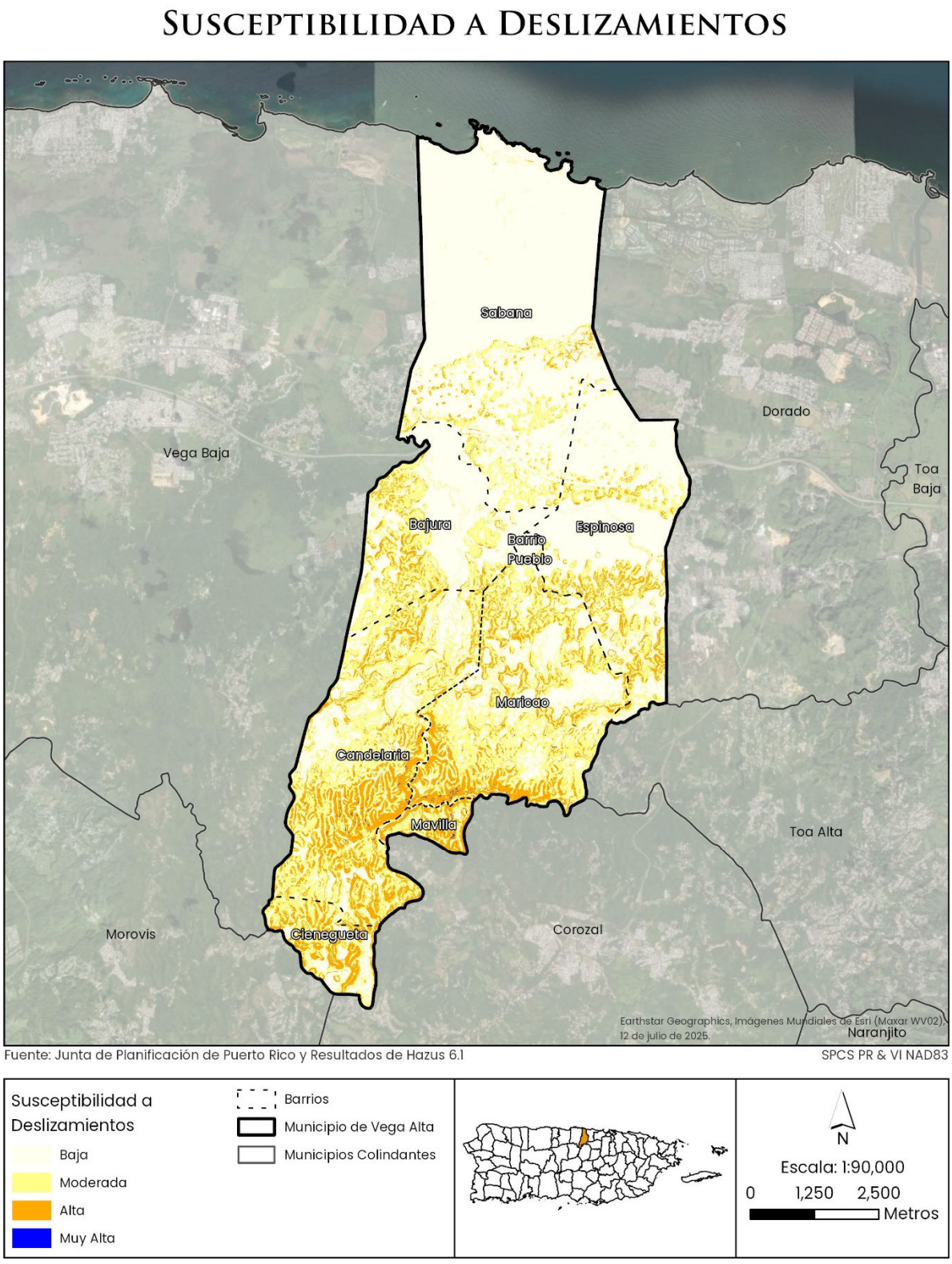
Aunque los barrios del sur generalmente tienen una densidad poblacional menor que la porción urbanizada del norte del municipio, la susceptibilidad a deslizamientos continúa siendo una amenaza importante debido a que puede afectar la infraestructura de transporte, los sistemas de utilidades, las estructuras residenciales, los terrenos agrícolas y las rutas de acceso para respuesta a emergencias.
Los deslizamientos en estas áreas tienen el potencial de:

- Ocasionar daños a viviendas y otras estructuras ubicadas sobre o cerca de taludes empinados.
- Comprometer la estabilidad de carreteras, puentes y estructuras de contención.
- Interrumpir servicios esenciales, incluyendo los sistemas de agua potable, energía eléctrica y telecomunicaciones.
- Limitar el acceso de los respondedores de emergencia durante y después de eventos meteorológicos severos.
- Aislar comunidades mediante el bloqueo de corredores de transporte.
- Acelerar los procesos de erosión y desestabilizar propiedades adyacentes.

Esta amenaza puede ser particularmente significativa durante tormentas tropicales y huracanes, cuando las lluvias prolongadas saturan los suelos y aumentan la probabilidad de fallas de taludes y movimientos en masa. En algunas localidades, la combinación de pendientes pronunciadas y geología cárstica también puede aumentar la complejidad de las labores de estabilización y recuperación posteriores a un evento de deslizamiento.

Borrador

Mapa 22: Susceptibilidad a Deslizamientos



4.7.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c)

Los deslizamientos generalmente ocurren en áreas montañosas y escarpadas durante períodos de lluvia intensa o prolongada. A medida que el agua se infiltra en el terreno, el suelo se satura, debilitando los sistemas naturales de drenaje y reduciendo la capacidad estructural del terreno, lo que finalmente puede provocar una falla del talud. Ciertas áreas son inherentemente más susceptibles a deslizamientos que otras, particularmente aquellas con pendientes más pronunciadas. La vegetación desempeña un papel crítico en mantener la cohesión del suelo y reducir la erosión superficial; por lo tanto, las pendientes sin vegetación generalmente son más propensas a la inestabilidad.

La estabilidad de las pendientes está influenciada por varios factores, incluida la elevación, la inclinación, la cobertura vegetal y la geología subyacente. En general, los aumentos en la altura e inclinación de una pendiente se correlacionan con una mayor probabilidad de inestabilidad del terreno. A continuación, se presentan factores clave que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos:

- La base de pendientes inclinadas.
- Áreas cercanas a pequeñas depresiones donde converge el drenaje.
- La porción inferior de pendientes compuesta por material de relleno.
- La base o la corona de una pendiente muy pronunciada.
- Lugares con historial de deslizamientos previos.
- Laderas que han sido desarrolladas y donde existen sistemas sépticos.
- Pendientes pronunciadas sustentadas por suelos ricos en arcilla.
- Colinas o pendientes con inclinaciones mayores de 12 grados y elevaciones que exceden los 300 metros.

Las categorías de peligro que se presentan a continuación se derivan del índice de clasificación del USGS, el cual evalúa las características de pendiente y suelo según definidas por dicha agencia. La describe estas categorías —baja, moderada, alta y muy alta— y los niveles de peligro correspondientes.

Borrador

Tabla 23: Categoría de Deslizamiento

Categoría	Descripción
Bajo	Áreas con pendientes mínimas y suelos estables; es poco probable que ocurran deslizamientos, excepto bajo condiciones extremas.
Moderado	Áreas con cierta susceptibilidad; pueden ocurrir deslizamientos durante períodos prolongados de lluvia o precipitaciones intensas.
Alto	Áreas con susceptibilidad significativa; es probable que ocurran deslizamientos durante lluvias intensas o actividad sísmica.
Muy Alto	Áreas extremadamente propensas a los deslizamientos; se registran eventos frecuentes durante tormentas o terremotos.

4.7.1.3 Eventos Anteriores

Como se señaló anteriormente, los deslizamientos de terreno están frecuentemente asociados con eventos de lluvia intensa. El **Error! Reference source not found.** ilustra los deslizamientos reportados tras el huracán María en 2017, los cuales coinciden con las áreas de mayor susceptibilidad identificadas en el mapa. Los deslizamientos de terreno a menudo están relacionados con eventos de precipitación y con la presencia de carreteras (Larsen & Park, 1997; Larsen & Torres-Sánchez, 1998). Según datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se identificaron más de 200 deslizamientos de terreno individuales tras el paso del huracán María (Hughes, Bayouth García, Martínez Milian, Schulz, & Baum, 2019).

La distribución de los deslizamientos de terreno reportados tras el paso del Huracán María proporciona evidencia histórica importante sobre la susceptibilidad de Vega Alta a las fallas de taludes y constituye un valioso indicador de las áreas que experimentaron impactos reales por deslizamientos durante un evento extremo de lluvia. En consonancia con los requisitos de planificación para la mitigación de riesgos de FEMA, los datos históricos sobre la ocurrencia de amenazas ayudan a validar los análisis modelados de susceptibilidad al demostrar dónde han ocurrido eventos en el pasado e identificar las áreas que podrían ser vulnerables a impactos futuros.

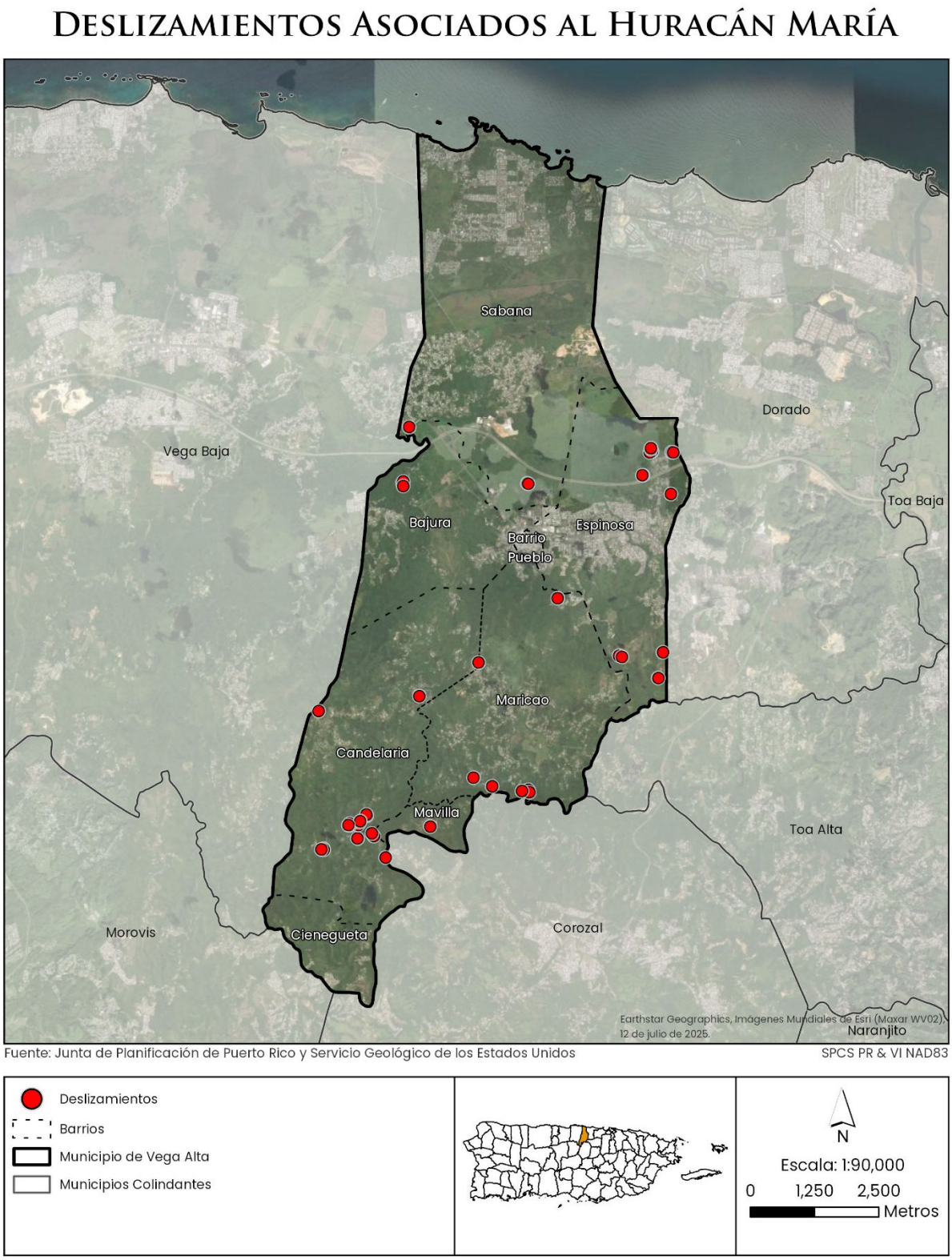
El mapa indica que los deslizamientos asociados al Huracán María fueron reportados en múltiples sectores de Vega Alta; sin embargo, la mayor concentración de ocurrencias documentadas se localiza en los barrios del sur y centro-sur del

Borrador

municipio, particularmente en Mavilla, Cienegueta, Candelaria y Maricao. También se reportaron eventos de deslizamiento en sectores de Bajura, Espinosa, Barrio Pueblo y la porción sur de Sabana, lo que indica que la inestabilidad de taludes no se limitó exclusivamente al sector sur. No obstante, la concentración espacial de los eventos reportados en los barrios del interior y del sur del municipio demuestra que estas áreas experimentaron los impactos más significativos por deslizamientos durante la tormenta (Mapa 23).

Borrador

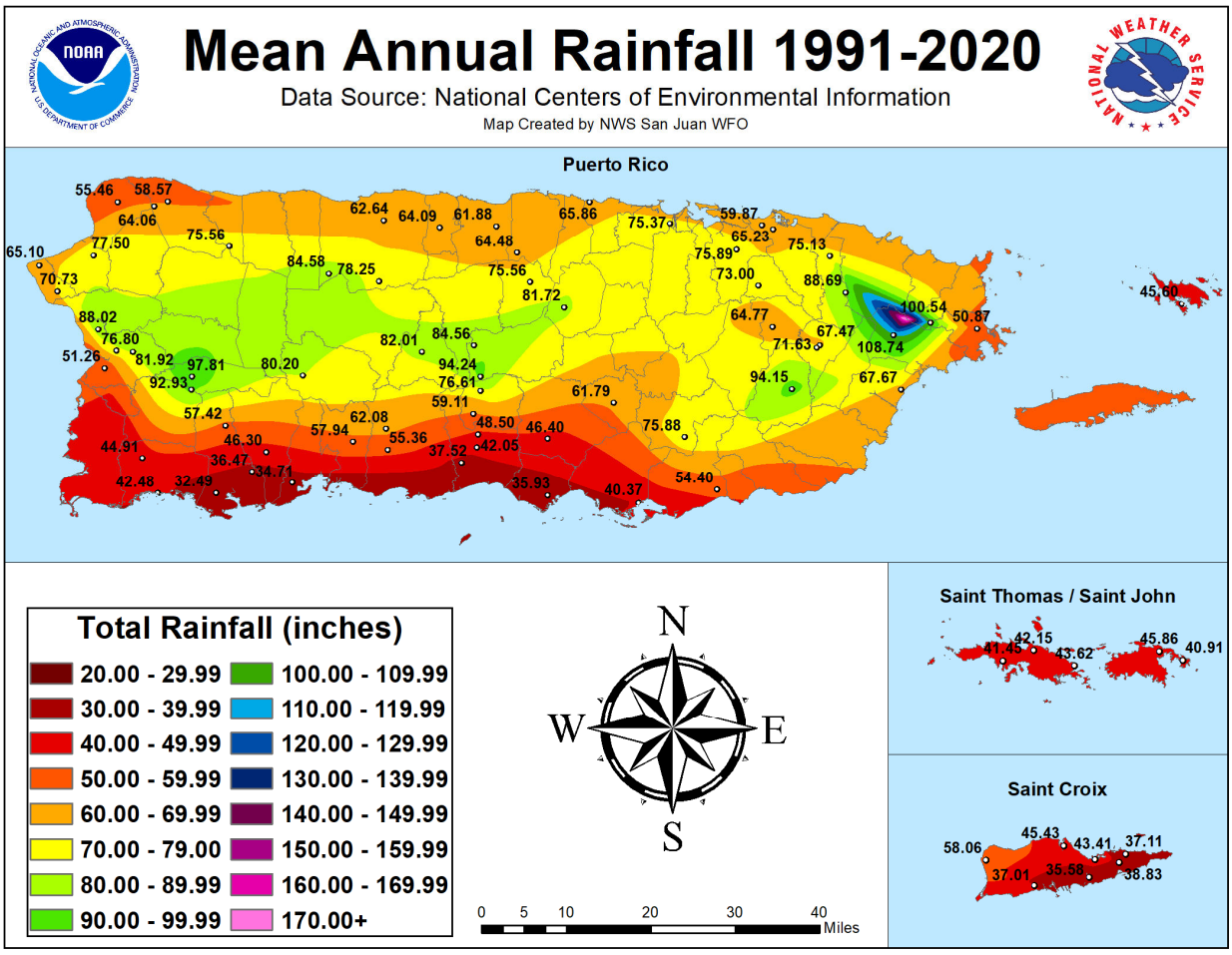
Mapa 23: Deslizamientos Asociados al Huracán María



4.7.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros

Aunque los deslizamientos de terreno también pueden ocurrir como resultado de terremotos o actividades humanas, la mayoría de los deslizamientos en Puerto Rico son provocados por eventos de lluvia. Como se discutió anteriormente, estos eventos pueden ocurrir durante cualquier episodio de precipitación. La Figura 13 presenta la precipitación media anual para Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos durante el período de 1991 a 2020. El Municipio de Vega Alta se encuentra completamente dentro de una zona que recibe entre 65.86 y 75.37 pulgadas de lluvia al año. Dado estos niveles de precipitación, se espera que los deslizamientos de terreno continúen ocurriendo en el municipio.

Figura 13: Promedio de Precipitación 1991 -2020



4.7.2 Análisis de Riesgo

4.7.2.1 Pérdidas Estimadas

En el Municipio de Vega Alta, al igual que en muchas otras partes de Puerto Rico, los deslizamientos ocurren con mayor frecuencia durante o inmediatamente después de tormentas mayores que producen lluvia intensa y prolongada. Los deslizamientos inducidos por lluvia están estrechamente vinculados a sistemas de tiempo severo o a eventos consecutivos de lluvia que saturan suelos empinados y vulnerables.

Actualmente, no existen modelos estandarizados para cuantificar las pérdidas estructurales o de contenido resultantes de deslizamientos u otros eventos de movimiento en masa. Por consiguiente, los índices de susceptibilidad del USGS se aplicaron empíricamente utilizando los mejores datos disponibles para estimar los impactos potenciales de estos peligros en Vega Alta. Estos índices clasifican el riesgo en cuatro niveles: bajo, moderado, alto y muy alto. Debido a las limitaciones de los datos, actualmente no es posible calcular las pérdidas monetarias asociadas con daños a edificaciones.

4.7.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Los deslizamientos pueden impactar las Líneas Vitales de FEMA de las siguientes maneras:

- Seguridad y Protección: Los deslizamientos pueden atrapar, lesionar o causar la muerte de personas debido al movimiento rápido de escombros, obstaculizar las operaciones de rescate y crear riesgos para la seguridad de la vida cuando los servicios de emergencia quedan aislados o sufren daños (Center for Disaster Resilient Communities, s.f.).
- Alimentos, Hidratación y Refugio: Los deslizamientos pueden destruir viviendas y áreas agrícolas, resultando en desplazamiento e incremento de la inseguridad alimentaria. También pueden interrumpir los sistemas locales de agua y saneamiento, aumentando los riesgos de contaminación, especialmente dentro de ambientes de refugio temporero (IFRC, 2023).
- Salud y Medicina: Los deslizamientos pueden causar lesiones directas, tales como trauma o asfixia, mientras que los impactos a más largo plazo pueden incluir brotes de enfermedades transmitidas por el agua y por vectores, así como angustia psicológica y trauma entre los sobrevivientes (Center for Disaster Resilient Communities, s.f.).

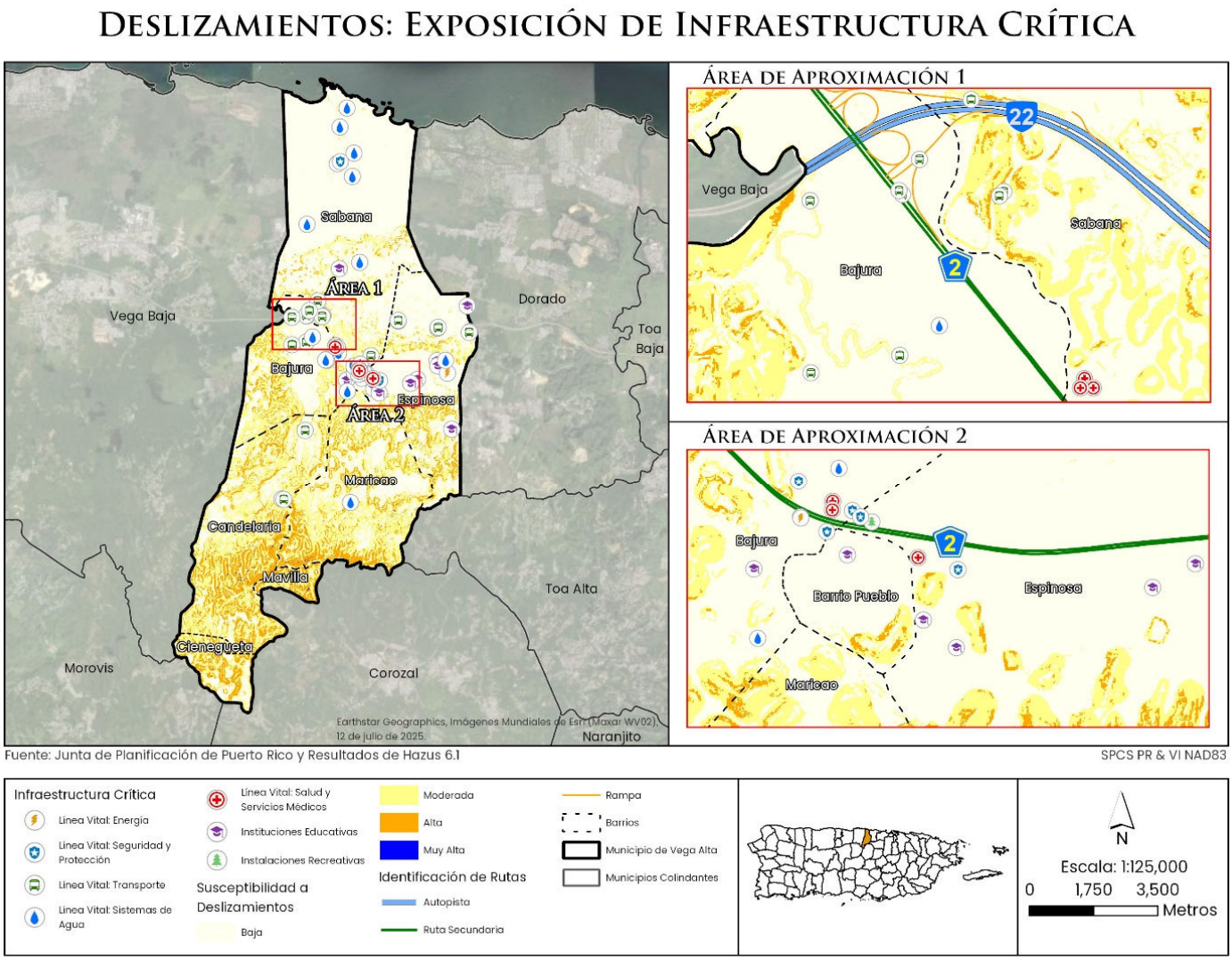
Borrador

- Energía: Los deslizamientos pueden causar daños severos a líneas eléctricas, subestaciones eléctricas e infraestructura de suministro de combustible, resultando en apagones generalizados que obstaculizan tanto los servicios públicos como las operaciones de respuesta a emergencias.
- Comunicaciones: Los daños a cables de comunicación, postes de servicios públicos caídos y el acceso restringido a la infraestructura de telecomunicaciones pueden interrumpir los sistemas de alerta y aviso, obstaculizar la coordinación entre los respondedores de emergencia y afectar las redes de información pública.
- Transportación: Los deslizamientos pueden hacer que carreteras, vías férreas, puentes y túneles queden intransitables o destruirlos por completo, ya que los escombros pueden obstruir rutas críticas, limitando severamente la movilidad del público y restringiendo el acceso de los servicios de respuesta a emergencias.
- Materiales Peligrosos: Los deslizamientos pueden romper estructuras de contención, tuberías, tanques de almacenamiento o instalaciones industriales, provocando la liberación de químicos peligrosos o contaminantes y potencialmente generando emergencias de materiales peligrosos (FEMA, 2024).
- Sistemas de Agua: Los deslizamientos pueden dañar tomas de agua, plantas de tratamiento, líneas de distribución e instalaciones de recolección y tratamiento de aguas usadas, provocando contaminación, reducción en la presión de agua e interrupciones significativas del servicio (IFRC, 2023).

El Mapa 24 muestra la infraestructura crítica identificada que podría verse afectada por deslizamientos de terreno. El mapa evidencia que la mayor susceptibilidad a deslizamientos se concentra en la mitad sur del municipio, particularmente en Cienegueta, Mavilla, Candelaria y sectores de Maricao, mientras que una menor susceptibilidad predomina en las áreas costeras del norte. Aunque muchas de las instalaciones críticas se encuentran ubicadas dentro de áreas de menor susceptibilidad asociadas al sector norte más urbanizado del municipio, varias instalaciones importantes y corredores de transporte intersecan o se localizan adyacentes a zonas de susceptibilidad moderada y alta a deslizamientos.

Borrador

Mapa 24: Deslizamientos: Exposición de Infraestructura Crítica



El análisis identifica varias categorías de infraestructura crítica potencialmente expuestas a la amenaza de deslizamientos de terreno, entre ellas:

- Instalaciones de salud y servicios médicos.
- Infraestructura de los sistemas de agua.
- Instalaciones y corredores de transporte.
- Instalaciones de seguridad pública y protección ciudadana.
- Instituciones educativas.
- Infraestructura energética.

- Instalaciones recreativas.

La mayor concentración de instalaciones críticas se localiza dentro del núcleo urbano del municipio, particularmente en las proximidades de Barrio Pueblo, Bajura y Espinosa, donde múltiples servicios esenciales se agrupan a lo largo del corredor de transporte de la PR-2. Aunque gran parte de esta zona se encuentra dentro de áreas de menor susceptibilidad a deslizamientos, varias instalaciones están ubicadas inmediatamente adyacentes a áreas con susceptibilidad moderada y, localmente, alta a deslizamientos de terreno.

4.7.2.3 Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social ante los deslizamientos de terreno en Puerto Rico es el resultado de la combinación de la topografía, la pobreza, el envejecimiento de la población, la fragilidad de la infraestructura y el aislamiento geográfico, todos factores que influyen en la severidad de los impactos después de tormentas importantes o eventos sísmicos. Los análisis académicos y federales muestran consistentemente que los deslizamientos de terreno afectan de manera desproporcionada a las comunidades que ya enfrentan dificultades relacionadas con el acceso al transporte, servicios de salud, estabilidad económica y capacidad de respuesta ante emergencias. Abordar estas vulnerabilidades requiere estrategias de mitigación que integren análisis geoespaciales de riesgo, indicadores de vulnerabilidad social, planificación comunitaria e iniciativas de fortalecimiento de infraestructura adaptadas a municipios rurales y montañosos (West, Rodríguez Cruz, & Hughes, 2023).

El análisis de exposición poblacional indica que los residentes que viven dentro de las áreas propensas a deslizamientos de terreno del municipio se concentran principalmente en los barrios del sur y centro-sur de Maricao, Mavilla, Candelaria y Cienegueta, donde la susceptibilidad moderada a alta a deslizamientos coincide con áreas de desarrollo residencial. Aunque estos barrios albergan menos residentes que la porción norte más urbanizada de Vega Alta, representan las áreas donde la población está más directamente expuesta a los posibles impactos de deslizamientos debido a la mayor probabilidad de fallas de taludes.

El mapa indica que los niveles de población expuesta en áreas susceptibles a deslizamientos generalmente oscilan entre aproximadamente 601 y 1,371 residentes en sectores de Maricao y Mavilla, mientras que la exposición en Candelaria y Cienegueta es generalmente menor, fluctuando entre aproximadamente 56 y 600

Borrador

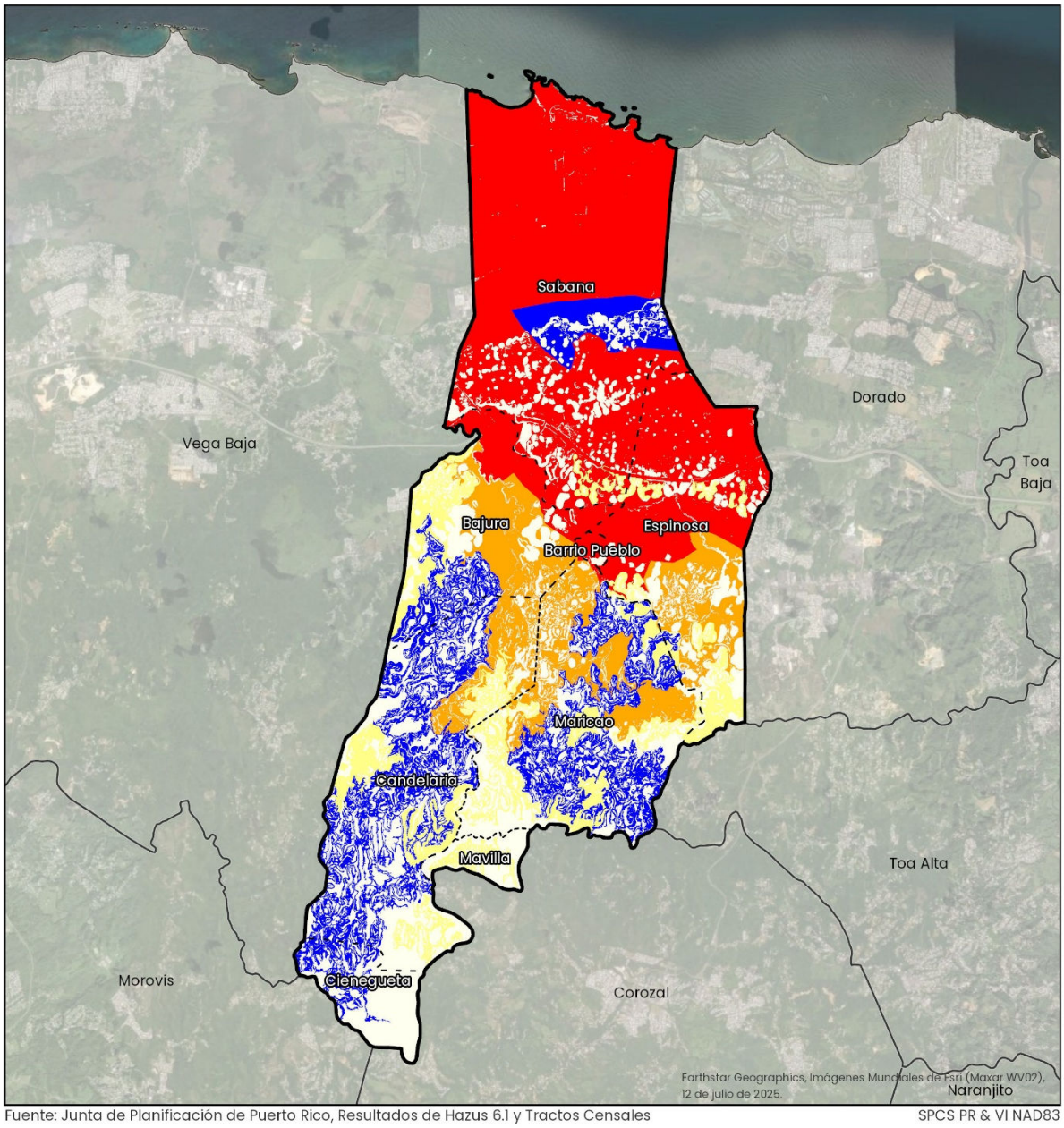
residentes, dependiendo del sector censal. En conjunto, estos barrios del sur concentran la mayor parte de la población del municipio que reside dentro de áreas con susceptibilidad elevada a deslizamientos de terreno.

En contraste, Sabana, Espinosa y Barrio Pueblo contienen poblaciones totales más numerosas; sin embargo, la mayoría de sus residentes se ubican fuera de las zonas de mayor susceptibilidad a deslizamientos del municipio. Como resultado, estas áreas pueden presentar una mayor densidad poblacional, pero una exposición directa comparativamente menor a la amenaza de deslizamientos de terreno.

Borrador

Mapa 25: Deslizamientos: Exposición de la Población

Deslizamientos: Exposición de la Población



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

SPCS PR & VI NAD83



4.7.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Los deslizamientos de terreno se encuentran entre los peligros naturales más destructivos, produciendo impactos que se extienden mucho más allá de los daños físicos inmediatos que ocasionan (Eliot, Cloyd, & Philbin, 1994). Sus efectos sobre los recursos naturales son profundos y, en muchos casos, irreversibles. Cuando ocurre un deslizamiento de terreno, extensas áreas de vegetación son arrancadas o enterradas, provocando la pérdida de hábitats críticos y una disminución 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 terreno frecuentemente modifican los sistemas hidrológicos al bloquear cauces fluviales y crear presas temporales que aumentan el riesgo de inundaciones y alteran los patrones de recarga de aguas subterráneas.

La dimensión cultural de los impactos de los deslizamientos de terreno es igualmente significativa. Los sitios arqueológicos, monumentos históricos y paisajes de importancia cultural son altamente vulnerables a ser enterrados o destruidos durante estos eventos. Estas pérdidas son irremplazables, ya que eliminan vínculos tangibles con el pasado y reducen el patrimonio cultural. En muchas regiones, los deslizamientos han dañado estructuras con siglos de antigüedad, incluyendo iglesias, edificios coloniales y sitios sagrados, lo que ha resultado en costosos esfuerzos de restauración o en pérdidas permanentes. Más allá de los daños físicos, la alteración de paisajes culturales, como terrenos agrícolas en terrazas o espacios ceremoniales, debilita la identidad comunitaria y las tradiciones estrechamente vinculadas al territorio. Desde una perspectiva económica, estos impactos también repercuten en las economías locales que dependen del turismo cultural, reduciendo el número de visitantes y los ingresos de las comunidades que sustentan actividades basadas en el patrimonio cultural.

4.7.2.5 Condiciones Futuras

Según la distribución espacial de los permisos de construcción emitidos entre 2020 y 2026 y las zonas de susceptibilidad a deslizamientos cartografiadas, la mayor parte del desarrollo reciente en Vega Alta se concentra en el sector costero norte (Sabana) y en el corredor urbano central (Barrio Pueblo-Espinosa), los cuales se ubican predominantemente en áreas de susceptibilidad baja a moderada a deslizamientos de terreno (Mapa 26). Sin embargo, una porción de la huella de desarrollo reciente se

Borrador

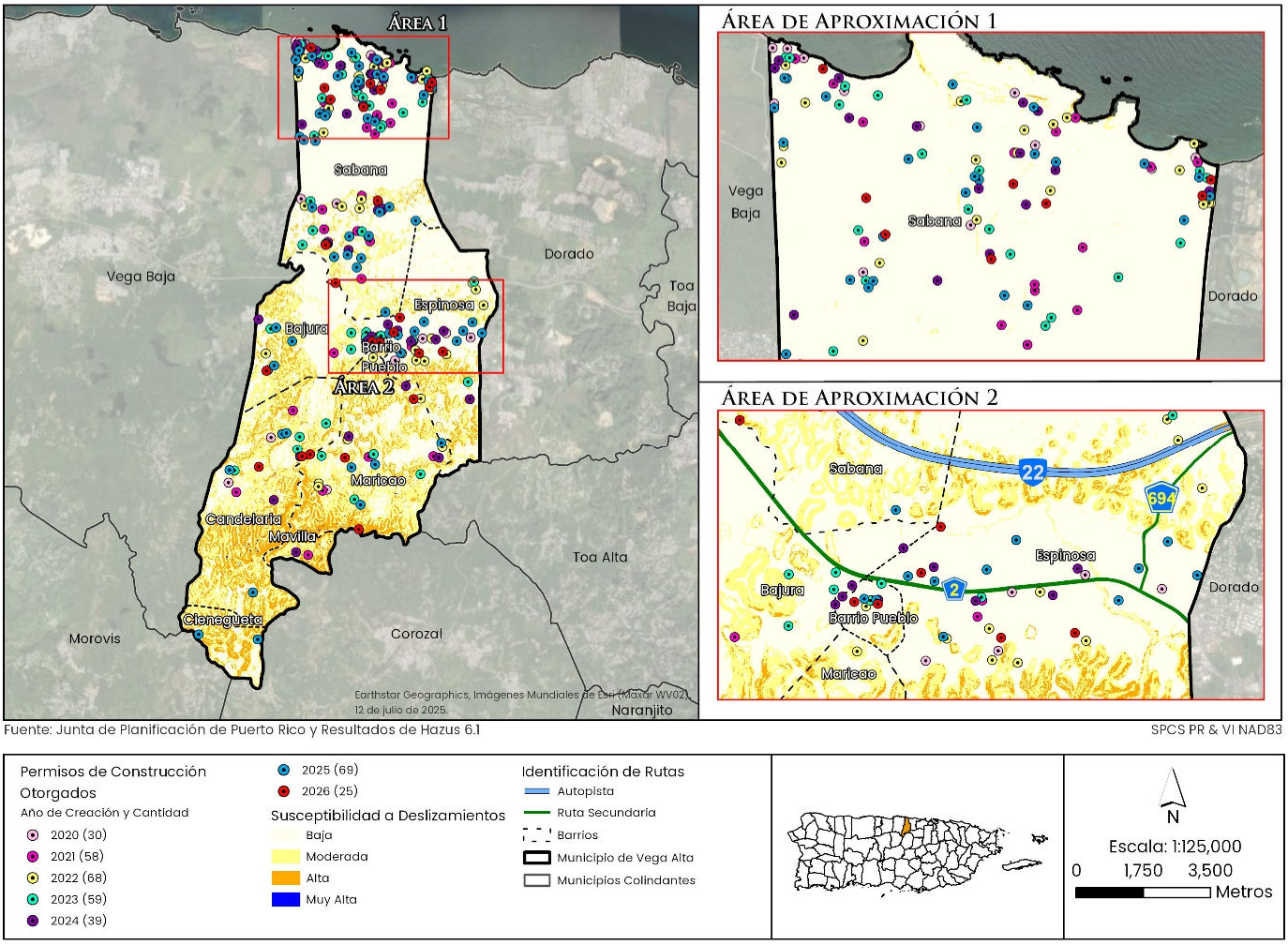
extiende hacia los sectores sur y suroeste del municipio, donde las áreas de susceptibilidad moderada a alta son más frecuentes.

La mayor concentración de permisos recientes se observa en la porción norte del municipio, donde la susceptibilidad a deslizamientos es generalmente baja, lo que indica una exposición relativamente limitada a esta amenaza. En contraste, se observa desarrollo disperso asociado con permisos emitidos entre 2020 y 2026 cerca de las laderas de transición al sur de Barrio Pueblo, Maricao y Candelaria, donde existen zonas de susceptibilidad moderada y, localmente, alta. Aunque el desarrollo dentro de áreas de alta susceptibilidad parece ser limitado, estas ubicaciones pueden experimentar un mayor riesgo por inestabilidad de taludes, particularmente durante eventos de lluvia prolongada.

En términos generales, la exposición del desarrollo reciente a la amenaza de deslizamientos en Vega Alta se considera de baja a moderada, ya que la mayor parte de las nuevas construcciones se ha realizado fuera de las áreas de mayor susceptibilidad. No obstante, el desarrollo continuo en zonas cercanas a laderas y ambientes de pendientes de transición debe evaluarse mediante estudios geotécnicos específicos para cada sitio y la implementación de medidas apropiadas de control de erosión y estabilización de taludes, con el fin de minimizar el riesgo futuro de deslizamientos, en consonancia con los principios de planificación para la mitigación de riesgos de FEMA.

Borrador

Mapa 26: Deslizamientos: Exposición de Desarrollos Recientes



4.8 Tsunami

4.8.1 Descripción (B1-a)

Un tsunami o maremoto es una serie de olas generalmente causadas por un desplazamiento vertical del fondo oceánico como resultado de un terremoto submarino. Los tsunamis también pueden ser provocados por deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas en una región específica. Las características de un tsunami varían según la ola se desplace en aguas profundas o se aproxime a la costa. En aguas profundas, estas olas pueden viajar a velocidades de hasta 500 millas por hora y presentarse como olas bajas, generalmente de menos de un pie

sobre el nivel del mar, pasando desapercibidas para las embarcaciones en el océano. La distancia entre las crestas de las olas suele ser muy amplia. A medida que las olas se acercan a las zonas costeras, su velocidad disminuye significativamente mientras su altura aumenta dramáticamente debido a que la frecuencia de la ola aumenta a medida que disminuye su amplitud. Este fenómeno puede producir olas masivas, algunas veces superiores a los 98 pies de altura. Los tsunamis suelen manifestarse como aumentos repentinos y significativos del nivel del mar a lo largo de la costa, semejantes a una poderosa marea que avanza tierra adentro.

Señales adicionales pueden preceder a un tsunami. Entre ellas se incluye un notable retroceso del mar, donde el agua se retira de la costa, o un rápido y excesivo aumento del nivel del mar en zonas costeras. Por lo general, puede escucharse un fuerte rugido proveniente del océano, similar al sonido de una aeronave volando a baja altura. También pueden producirse otros ruidos cuando las poderosas olas impactan arrecifes, rocas y objetos arrastrados por la corriente.

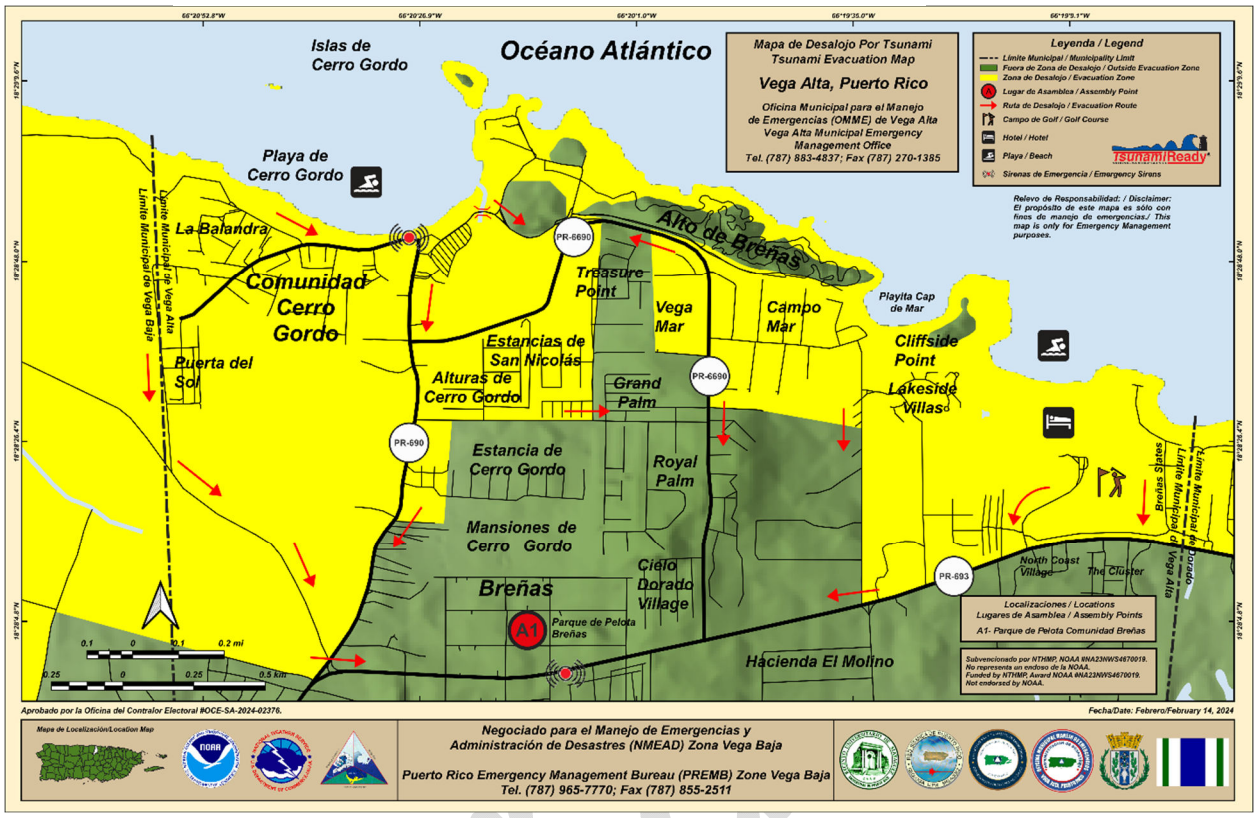
Aunque los peligros asociados a los tsunamis no pueden prevenirse, los municipios pueden implementar medidas de mitigación mediante la preparación individual y colectiva, mantener sistemas de alerta para advertir a las comunidades vulnerables y garantizar una respuesta efectiva después de un evento de esta naturaleza. En Puerto Rico, estos esfuerzos han sido coordinados bajo el Programa Nacional de Mitigación de Riesgos por Tsunamis (NTHMP, por sus siglas en inglés) en la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez (UPRM) y por IOCARIBE de la UNESCO para las áreas regionales. Este programa tiene como objetivo reducir los impactos de los tsunamis mediante la evaluación de desastres, el desarrollo de guías para mensajes de alerta y la implementación de estrategias de mitigación. El NTHMP desarrolla mapas de inundación por tsunami, difunde información a través de los medios de comunicación para simulacros comunitarios y promueve el conocimiento de eventos históricos. Los esfuerzos de mitigación incluyen mejorar la difusión de información, reducir riesgos, desarrollar planes de evacuación, producir materiales educativos e implementar el Programa Tsunami Ready de NOAA, entre otras iniciativas.

4.8.1.1 Área Afectada(B1-B)

La Figura 14 muestra el Mapa de Evacuación por Tsunami desarrollado por la Red Sísmica de Puerto Rico (PREMB) y sus entidades colaboradoras. En caso de un tsunami, las áreas de Vega Alta que experimentarían los mayores impactos incluyen las comunidades de Cerro Gordo, La Balandra, Puerta del Sol, Estancias de San Nicolás, Alturas de Cerro Gordo, Vega Mar, Campo Mar y Lakeside Villas.

Borrador

Figura 14: Mapa de Desalojo de Tsunami



4.8.1.2 MAGNITUD DEL RIESGO(B1-C)

Los eventos de tsunami se encuentran entre los desastres naturales más severos. Entre los peligros asociados con un evento de tsunami se encuentran los siguientes:

- Inundación de áreas costeras bajas: Esto ocurre cuando las olas del tsunami penetran tierra adentro, provocando destrucción de propiedad y muertes por ahogamiento.
- Daños a propiedades y edificios costeros: Las viviendas y estructuras ubicadas cerca de la costa pueden sufrir daños severos, quedando inhabitables.
- Además, estas olas causan una erosión costera significativa y socavan los cimientos de los edificios al arrastrar arena y suelo, aumentando su alcance y fuerza.
- Escombros flotantes y objetos de gran tamaño: Un tsunami puede arrastrar escombros o incluso embarcaciones grandes tierra adentro, creando peligros adicionales y potencialmente provocando accidentes graves y otras tragedias.

Aunque este fenómeno natural se desplaza lentamente a través del océano, la fuerza de las olas de un tsunami puede causar miles de muertes y extensos daños a la

Borrador

propiedad, incluyendo viviendas, instalaciones críticas e infraestructura municipal. Si la perturbación se origina cerca de una zona costera, el tsunami puede devastar la comunidad en cuestión de minutos (NOAA, s.f.). Desarrollar e implementar un sistema de alerta temprana es esencial para mitigar o reducir los impactos de tales eventos. Asimismo, es fundamental que las comunidades vulnerables a tsunamis estén preparadas para responder de manera rápida y efectiva una vez se emita una alerta (NOAA, s.f.).

En 1995, el Congreso de los Estados Unidos designó a NOAA para dirigir el Programa Nacional de Mitigación de Riesgos por Tsunami (NTHMP, por sus siglas en inglés). Este programa representa una asociación federal-estatal que incluye a NOAA, FEMA, el Servicio Geológico de los Estados Unidos y 28 estados y territorios. Su objetivo principal es reducir los impactos de los tsunamis en las costas de los Estados Unidos mediante actividades tales como educación y concienciación pública, planificación a nivel comunitario, evaluaciones de riesgo para áreas específicas y orientación sobre alertas de tsunami (NOAA, s.f.).

El Programa TsunamiReady, creado por el Servicio Nacional de Meteorología de NOAA, tiene como objetivo minimizar la pérdida de vidas y propiedades causada por tsunamis y promover la preparación. En Puerto Rico, la Red Sísmica (RSPR) administra los fondos tanto del NTHMP como del Programa TsunamiReady, en coordinación con la Oficina de Pronósticos del NWS en San Juan, FEMA, PREMB, las Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMMEs) y las comunidades locales.

Actualmente, 46 municipios de la isla participan en el Programa TsunamiReady, incluyendo a Vega Alta. El Municipio de Vega Alta cuenta con un mapa de evacuación por tsunami y posee certificación TsunamiReady.

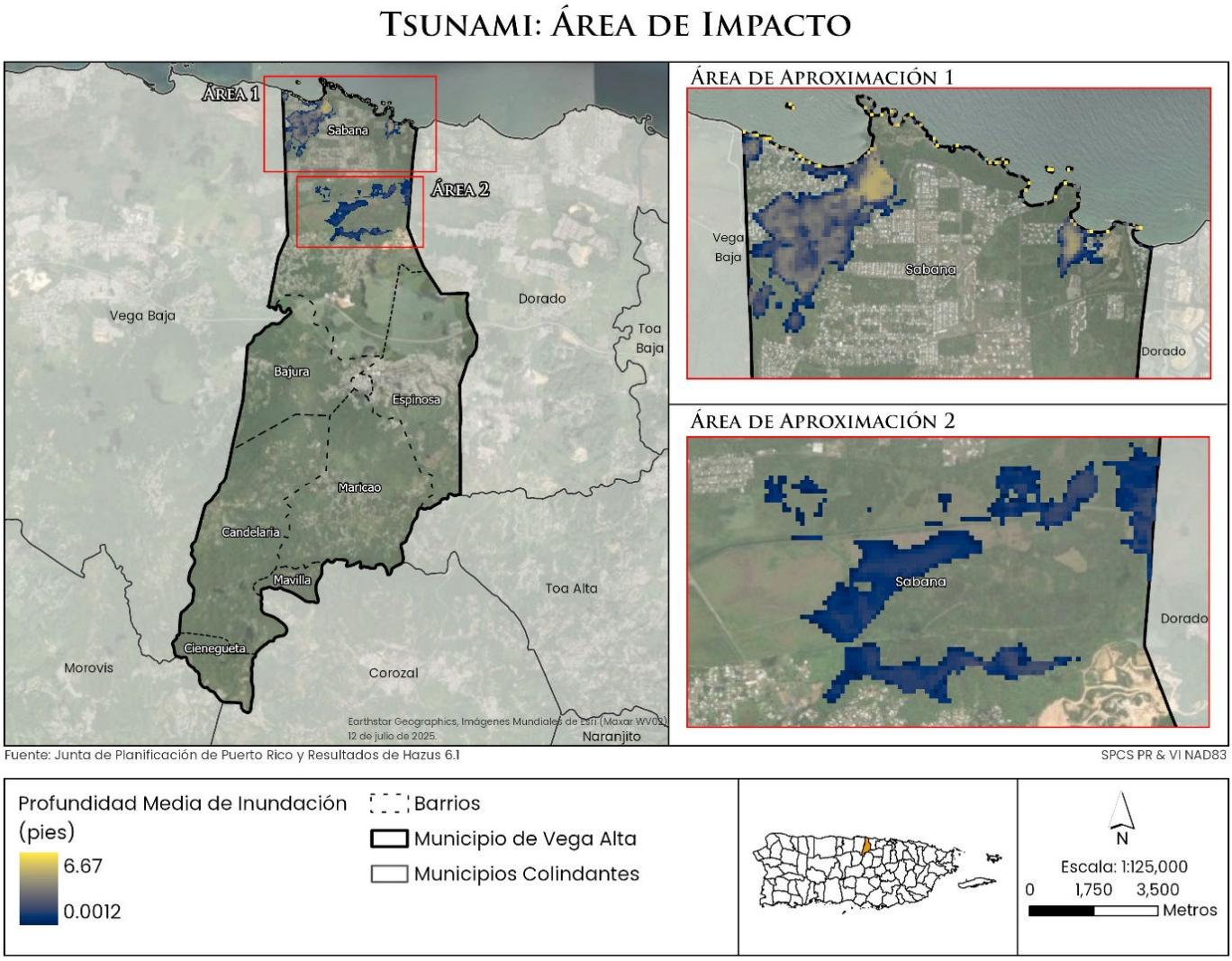
El análisis de inundación por tsunami indica que la exposición de Vega Alta a esta amenaza se concentra casi exclusivamente en la zona costera norte del municipio, particularmente en el barrio Sabana, donde las tierras costeras de baja elevación son más susceptibles a la inundación. El área de impacto modelada se extiende tierra adentro desde la costa del Océano Atlántico e incluye porciones de áreas residenciales desarrolladas, recursos recreativos, instalaciones de transporte y terrenos costeros ambientalmente sensibles.

El análisis identifica dos áreas principales de preocupación, ambas ubicadas en el barrio Sabana, donde las olas de tsunami podrían propagarse a través de terrenos relativamente llanos y alcanzar áreas interiores más allá de la línea de costa

Borrador

inmediata. Aunque la extensión geográfica de la exposición a tsunamis es considerablemente menor que la de las áreas expuestas a inundaciones en el municipio, los eventos de tsunami representan un riesgo particular debido a su rápida ocurrencia, el tiempo limitado de advertencia y su potencial para causar inundaciones que ponen en peligro la vida humana.

Mapa 27: Tsunami: Área de Impacto



El Área de Aproximación 1 abarca la porción más septentrional del municipio, adyacente al Océano Atlántico. Esta área contiene la mayor concentración de exposición potencial a tsunamis e incluye comunidades residenciales, áreas recreativas asociadas a las playas, carreteras costeras e infraestructura de servicios públicos.

La modelación indica que la inundación por tsunami puede extenderse tierra adentro a través de zonas costeras de baja elevación, con áreas localizadas que experimentarían las mayores profundidades de inundación cerca de la línea de costa. La presencia de vecindarios desarrollados dentro de la franja costera aumenta el potencial de impactos directos sobre residentes, visitantes, estructuras y rutas de acceso al transporte. Debido a que gran parte del área expuesta se encuentra cerca de la costa, el tiempo disponible para la evacuación podría ser limitado tras un evento de tsunami generado localmente.

Esta área también contiene infraestructura que sustenta actividades recreativas y turísticas costeras. En consecuencia, las poblaciones estacionales y transitorias pueden incrementar el número de personas que requerirían evacuación durante una emergencia por tsunami.

El Área de Aproximación 2 destaca una segunda concentración de inundación por tsunami que se extiende tierra adentro a través de las zonas bajas del barrio Sabana. El patrón de inundación cartografiado sugiere que la topografía puede canalizar los flujos de tsunami a través de áreas con depresiones y corredores naturales de drenaje, permitiendo que el agua penetre más hacia el interior de lo que podría esperarse considerando únicamente la distancia desde la costa.

4.8.1.3 EVENTOS ANTERIORES(B1-D)

La próxima tabla muestra los eventos de tsunami registrados en Puerto Rico

Tabla 24: Eventos de Tsunami en Puerto Rico

Evento de Tsunami	Descripción
Tsunami del 1946	En Puerto Rico, el mar se retiró en Aguadilla (24 m) y Mayagüez (76 m) antes de regresar en forma de olas destructivas. La combinación del terremoto y el tsunami ocasionó 75 muertes y dejó a 20,000 personas sin hogar. En San Juan, el tsunami fue registrado en un mareógrafo 35 minutos después del terremoto, tras una segunda sacudida (Ms 7.9) casi tan fuerte como el sismo del 4 de agosto, pero localizada aproximadamente 100 km al noroeste. Las olas también fueron detectadas en lugares distantes, con tiempos de viaje de 2:02

Borrador

Evento de Tsunami	Descripción
	horas a Bermudas, 4:02 a Daytona Beach y 4:42 a Atlantic City (Lander, Whiteside, & Lockridge, 2002).
Tsunami del 1918	El 11 de octubre de 1918, Puerto Rico experimentó uno de los terremotos más poderosos de su historia. Los informes oficiales indican que 116 personas perdieron la vida y las pérdidas económicas fueron estimadas en $4 millones, el doble del presupuesto anual de la isla en aquel momento. El terremoto generó un tsunami que impactó la costa occidental de la isla pocos minutos después de las sacudidas iniciales. Las olas alcanzaron alturas de hasta 20 pies en el extremo noroeste de la isla, apareciendo casi inmediatamente después del terremoto. Aproximadamente 40 de las muertes fueron atribuidas al propio tsunami (PRSN, 2025). En todas las áreas donde se observó la ola, los testigos informaron que el mar primero se retiró, dejando expuestos arrecifes y secciones del fondo marino nunca vistas, ni siquiera durante las mareas más bajas. Posteriormente, el agua regresó alcanzando niveles igualmente altos. En algunos lugares, la gran ola fue seguida por una o dos olas menores y, en bahías cerradas, el agua permaneció turbulenta durante algún tiempo. En Punta Borinquen, en Aguadilla, el farero señaló que el agua comenzó a retirarse durante el terremoto y posteriormente se elevó hasta 15 pies. Cerca de Punta Aguejereada, la ola alcanzó entre 18 y 20 pies de altura, llegando de 4 a 7 minutos después del terremoto. En Aguadilla, 32 personas se ahogaron y cerca de 300 chozas ubicadas en la playa fueron destruidas. El tsunami llegó a Mayagüez aproximadamente 20 minutos después del terremoto, con una altura aproximada de 5 pies (PRSN, 2025).
Tsunami del 1867	El 18 de noviembre, un terremoto de magnitud 7.3 se sintió intensamente en las Islas Vírgenes y en la región este de Puerto Rico. El epicentro se localizó en el Pasaje de Anegada, entre las islas de St. Thomas, St. Croix y Vieques. El tsunami resultante alcanzó alturas de casi 20 pies en St. Thomas y St. Croix. En San Juan y Arroyo, los niveles del agua aumentaron aproximadamente entre 0.9 y 1.5 metros, acompañados por una actividad significativa del oleaje cerca de la isla de Vieques. En Fajardo solo se documentó una ola menor, mientras que en Vega Alta se produjo un pronunciado retiro del mar antes de una oleada de retorno que penetró

Borrador

Evento de Tsunami	Descripción
	aproximadamente 137 metros tierra adentro (Lander, Whiteside, & Lockridge, 2002). No se registraron muertes (Castro Rivera, Proyecto 1867, s.f.).

4.8.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e)

La ocurrencia de un tsunami no puede predecirse, ni puede determinarse con precisión el momento en que ocurrirá. Sin embargo, debido a que los tsunamis están estrechamente asociados con eventos sísmicos como los terremotos, su probabilidad futura depende de la probabilidad de actividad sísmica futura. Los estudios de vulnerabilidad han estimado una probabilidad de entre 33% y 50% de experimentar sacudidas sísmicas fuertes (Intensidad Modificada de Mercalli VII o superior) en diferentes partes de la isla dentro de un período de 50 años (PRSN, s.f.). En consecuencia, dado que las áreas de mayor actividad sísmica alrededor de Puerto Rico se encuentran bajo el agua al noroeste, sureste y suroeste de la isla, es plausible que el próximo terremoto significativo pueda generar un tsunami.

Los terremotos y los tsunamis son fenómenos relativamente poco frecuentes, y no todos los terremotos generan tsunamis. No obstante, cuando ocurre un terremoto de gran magnitud bajo el fondo oceánico, la probabilidad de que se produzca un tsunami aumenta sustancialmente. Esto implica que la probabilidad de un tsunami está directamente correlacionada con la probabilidad de que ocurra un terremoto fuerte, particularmente en las zonas costeras. Esta probabilidad sirve como un parámetro clave para la clasificación del riesgo, basándose en los registros históricos y en las aportaciones de los comités de planificación y los estudios existentes.

4.8.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

4.8.2.1 Pérdidas Estimadas

Los datos de exposición a tsunamis de FEMA indican que los impactos potenciales de esta amenaza en Vega Alta se concentran en la zona costera norte del municipio, principalmente en el barrio Sabana, donde el área de inundación por tsunami se superpone con zonas residenciales y comerciales desarrolladas. El Índice Nacional de Riesgo (National Risk Index, NRI) estima que aproximadamente 0.45 millas cuadradas del territorio están expuestas a la amenaza de tsunami, abarcando una población estimada de 2,071 residentes y aproximadamente $513.1 millones en valor de

Borrador

edificaciones. El valor total expuesto, incluyendo la equivalencia económica de la población, se estima en $24.54 mil millones, lo que resalta la significativa concentración de activos localizados dentro del área de amenaza por tsunami.

La Tabla 25 presenta la exposición a tsunamis según los datos registrados en el Índice Nacional de Riesgo de FEMA (FEMA National Risk Index).

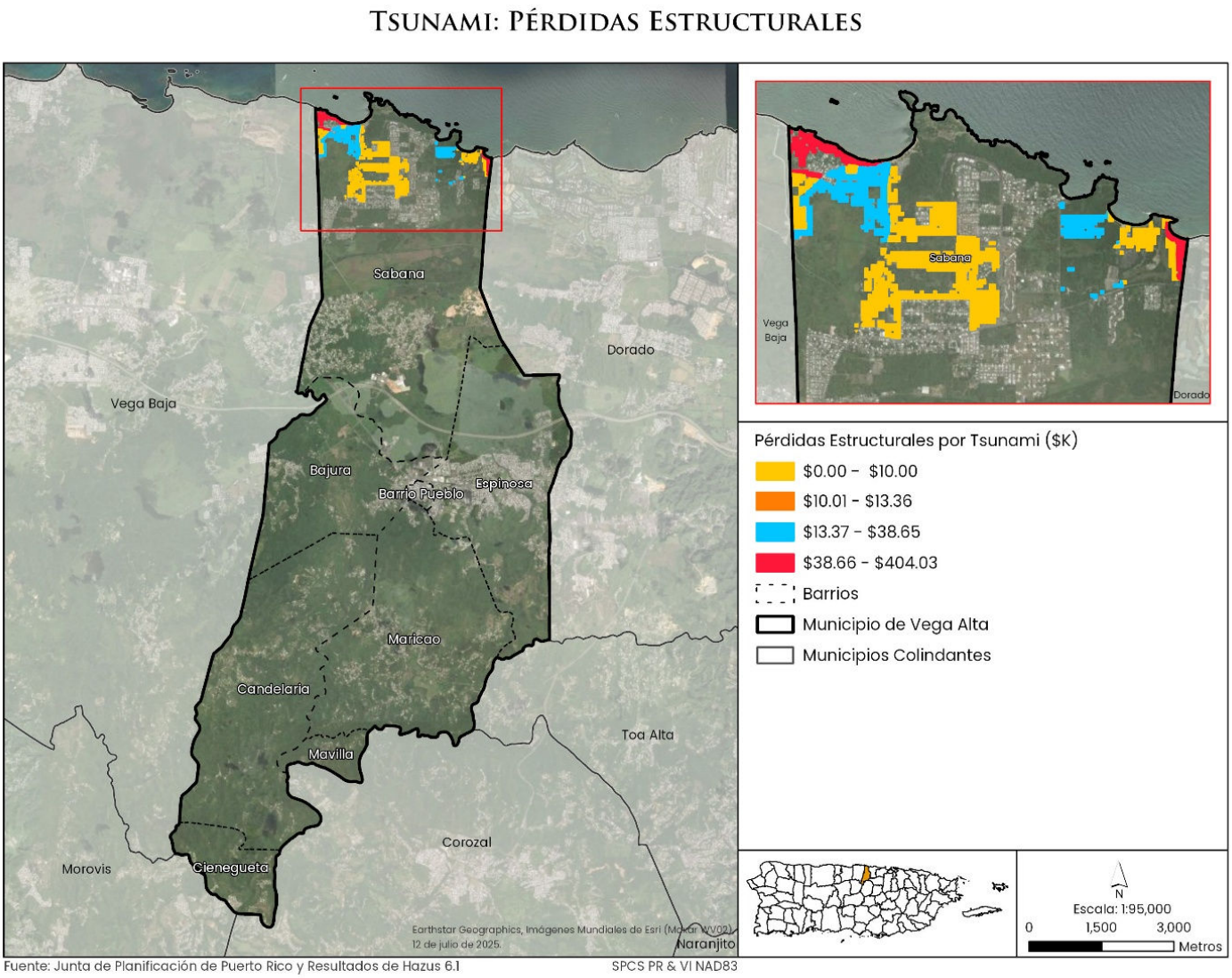
Tabla 25: Exposición al Peligro del Tsunami

Área Impactada (Millas cuadradas)	Valor de los Edificios Expuestos	Población Expuesta	Equivalencia de la Población Expuesta (en millones de $)	Exposición Total (en millones de $)
0.447397	$513,082,550.54	2,071	$24,027	$24,540

El análisis de pérdidas estructurales por tsunami muestra que las mayores pérdidas estimadas se concentran a lo largo de la línea de costa inmediata y en las comunidades costeras de baja elevación del norte de Vega Alta (Mapa 28). Varios bloques censales ubicados a lo largo de la costa presentan las categorías de pérdidas más altas, con pérdidas estructurales estimadas que oscilan entre aproximadamente $38,660 y $404,030 por unidad de análisis, mientras que las porciones interiores del área de inundación por tsunami generalmente presentan pérdidas estimadas menores. La distribución espacial de las pérdidas refleja tanto la presencia de propiedades desarrolladas en la zona costera como la mayor vulnerabilidad de las estructuras ubicadas más próximas a la línea de costa.

Borrador

Mapa 28: Tsunami: Pérdidas Estructurales



En términos generales, el riesgo por tsunami en Vega Alta es geográficamente limitado, pero potencialmente severo debido a la concentración de población y valor de las propiedades dentro de la zona costera expuesta. Mantener y fortalecer las iniciativas de planificación para la evacuación por tsunami, los sistemas de alerta y notificación pública, la educación y concienciación sobre el riesgo, las prácticas de desarrollo costero resiliente y la protección de la infraestructura crítica ubicada dentro del área de inundación contribuirá a reducir las pérdidas futuras y aumentar la resiliencia de la comunidad ante esta amenaza.

4.8.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Un evento de tsunami representa una amenaza severa y en cascada para la funcionalidad de la comunidad debido a su rápida ocurrencia, inundación generalizada, fuertes corrientes y extenso transporte de escombros. Los tsunamis pueden interrumpir significativamente todas las Líneas Vitales Comunitarias de FEMA (FEMA Community Lifelines), tanto de manera inmediata como durante períodos prolongados de recuperación. Los impactos sobre las líneas vitales suelen ser interdependientes, creando efectos acumulativos que dificultan la respuesta, las labores de socorro y los esfuerzos de recuperación a largo plazo (FEMA, 2021).

- La línea vital de Seguridad y Protección se ve críticamente comprometida durante eventos de tsunami debido a las inundaciones repentinas, los escombros y el tiempo limitado para evacuar. Las agencias del orden público, los servicios de bomberos y los refugios de emergencia pueden resultar dañados o quedar inaccesibles debido a la inundación o la erosión costera. Con frecuencia, las operaciones de búsqueda y rescate son necesarias a gran escala, ejerciendo una fuerte presión sobre los respondedores de emergencia mientras las rutas de acceso quedan obstruidas por escombros, estructuras colapsadas o carreteras socavadas por el agua. Además, las instalaciones correccionales dañadas y las interrupciones en las comunicaciones pueden aumentar los riesgos secundarios para la seguridad pública (NOAA, s.f.).

- Los impactos de los tsunamis contaminan con frecuencia los sistemas de agua potable a través de la intrusión de agua salada, liberación de sustancias químicas y daños a las instalaciones de tratamiento. Los sistemas de distribución de alimentos pueden verse interrumpidos debido a almacenes inundados, puertos dañados y pérdida de refrigeración. Las viviendas ubicadas en zonas costeras y áreas bajas son particularmente vulnerables; comunidades completas pueden ser destruidas o declaradas inhabitables debido a daños estructurales o contaminación por moho. Como resultado, grandes poblaciones desplazadas requieren atención masiva, refugio y soluciones de vivienda a largo plazo, lo que ejerce una presión significativa sobre los recursos locales y regionales (FEMA, 2020).

- Los sistemas de salud enfrentan desafíos inmediatos después de un tsunami, incluyendo daños físicos a hospitales y clínicas, pérdida de energía eléctrica y acceso limitado para pacientes y personal. Son comunes los aumentos repentinos en la demanda de servicios médicos debido a ahogamientos,

Borrador

traumas y lesiones relacionadas con la exposición. Los riesgos para la salud pública aumentan a medida que el agua estancada y los escombros contribuyen a la transmisión de enfermedades, mientras que las interrupciones continuas en los sistemas de agua y saneamiento agravan las vulnerabilidades sanitarias. Los impactos a largo plazo sobre la salud mental también son frecuentes entre las poblaciones afectadas y los primeros respondedores (FEMA, 2017; World Health Organization, 2019).

- Las subestaciones eléctricas, las instalaciones de almacenamiento de combustible y la infraestructura de distribución ubicadas en zonas costeras o de baja elevación presentan un alto riesgo de inundación y daños por corrosión durante eventos de tsunami. Los cortes de energía pueden prolongarse por períodos extensos, afectando todas las demás líneas vitales, como el tratamiento de agua, la prestación de servicios de salud, las telecomunicaciones y las operaciones de emergencia. Las interrupciones en el suministro de combustible pueden dificultar la remoción de escombros, la respuesta de emergencia y la operación de generadores, retrasando aún más los esfuerzos de recuperación (FEMA, 2017).

- Las olas de tsunami y las inundaciones asociadas pueden dañar líneas de fibra óptica, torres celulares e instalaciones de conmutación, provocando pérdidas generalizadas de comunicaciones de voz y datos. Estas interrupciones afectan las notificaciones de emergencia, el conocimiento situacional, la coordinación interagencial y la difusión de información pública. Las interrupciones en las comunicaciones durante las fases de evacuación y respuesta pueden aumentar significativamente el riesgo para la vida y complicar las operaciones de rescate (FEMA, 2020).

- Los sistemas de transporte se encuentran entre las líneas vitales más afectadas durante eventos de tsunami. Carreteras, puentes, puertos, líneas ferroviarias y aeropuertos pueden ser destruidos, socavados u obstruidos por escombros y sedimentos. Las instalaciones portuarias son particularmente vulnerables y pueden experimentar cierres prolongados, afectando las cadenas de suministro regionales y la recuperación económica. Las redes de transporte afectadas limitan la evacuación, el acceso de emergencia y la entrega de suministros críticos durante las operaciones de respuesta y recuperación (NOAA, 2023).

Borrador

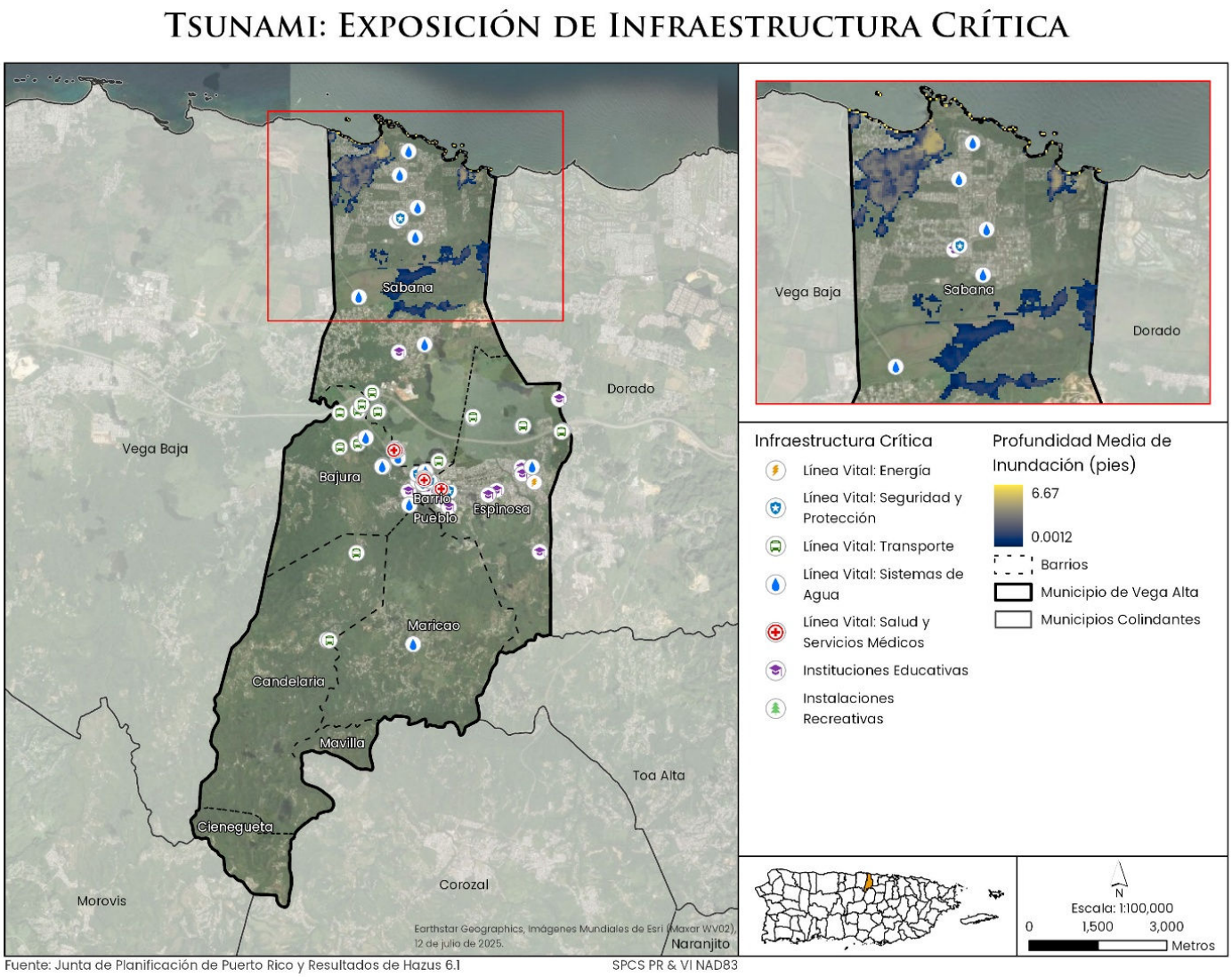
- La infraestructura de agua potable y aguas residuales es altamente susceptible a daños por tsunami debido a inundaciones, roturas de tuberías, fallas en estaciones de bombeo y contaminación por agua salada y materiales peligrosos. Las fallas en los sistemas de aguas residuales pueden provocar contaminación ambiental y riesgos para la salud pública. La restauración del servicio de agua suele ser compleja y prolongada, particularmente cuando la infraestructura subterránea se ha desplazado o corroído debido a la exposición al agua salada (FEMA, 2017).

El análisis de exposición de infraestructura crítica a tsunamis indica que la vulnerabilidad de la infraestructura en Vega Alta se concentra principalmente en el barrio Sabana, la única área del municipio que interseca directamente la zona de inundación por tsunami modelada (Mapa 29). A diferencia de las inundaciones, los movimientos sísmicos o los impactos de ciclones tropicales, que afectan porciones más extensas del municipio, la exposición a tsunamis es geográficamente limitada; sin embargo, las instalaciones ubicadas dentro de la zona costera pueden experimentar impactos severos debido a la rápida inundación, las fuerzas asociadas al arrastre de escombros, la erosión y el limitado tiempo disponible para emitir advertencias y realizar evacuaciones.

El análisis muestra que la mayor parte de la infraestructura crítica de Vega Alta se encuentra fuera del área de impacto por tsunami, particularmente dentro del corredor urbano Bajura-Pueblo-Espinosa. No obstante, varias instalaciones críticas asociadas a los sistemas de agua y a las líneas vitales comunitarias de Seguridad y Protección Pública se encuentran ubicadas dentro o inmediatamente adyacentes a la zona de inundación por tsunami modelada en el norte de Sabana, lo que genera vulnerabilidades localizadas que podrían afectar las operaciones de respuesta a emergencias y la continuidad de los servicios esenciales.

Borrador

Mapa 29: Tsunami: Exposición de Infraestructura Crítica



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

4.8.2.3 Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social durante un evento de tsunami refleja condiciones sociales, económicas y de salud preexistentes que influyen en la forma en que las personas y las comunidades se preparan, responden y se recuperan de peligros costeros de rápida ocurrencia. Las investigaciones realizadas por académicos estadounidenses demuestran que las poblaciones con menores ingresos, acceso limitado al transporte y residencia en zonas costeras propensas a peligros enfrentan un riesgo desproporcionadamente mayor durante las evacuaciones por tsunami (Cutter, Boruff, & Shirley, 2003). Los adultos mayores y las personas con discapacidades son

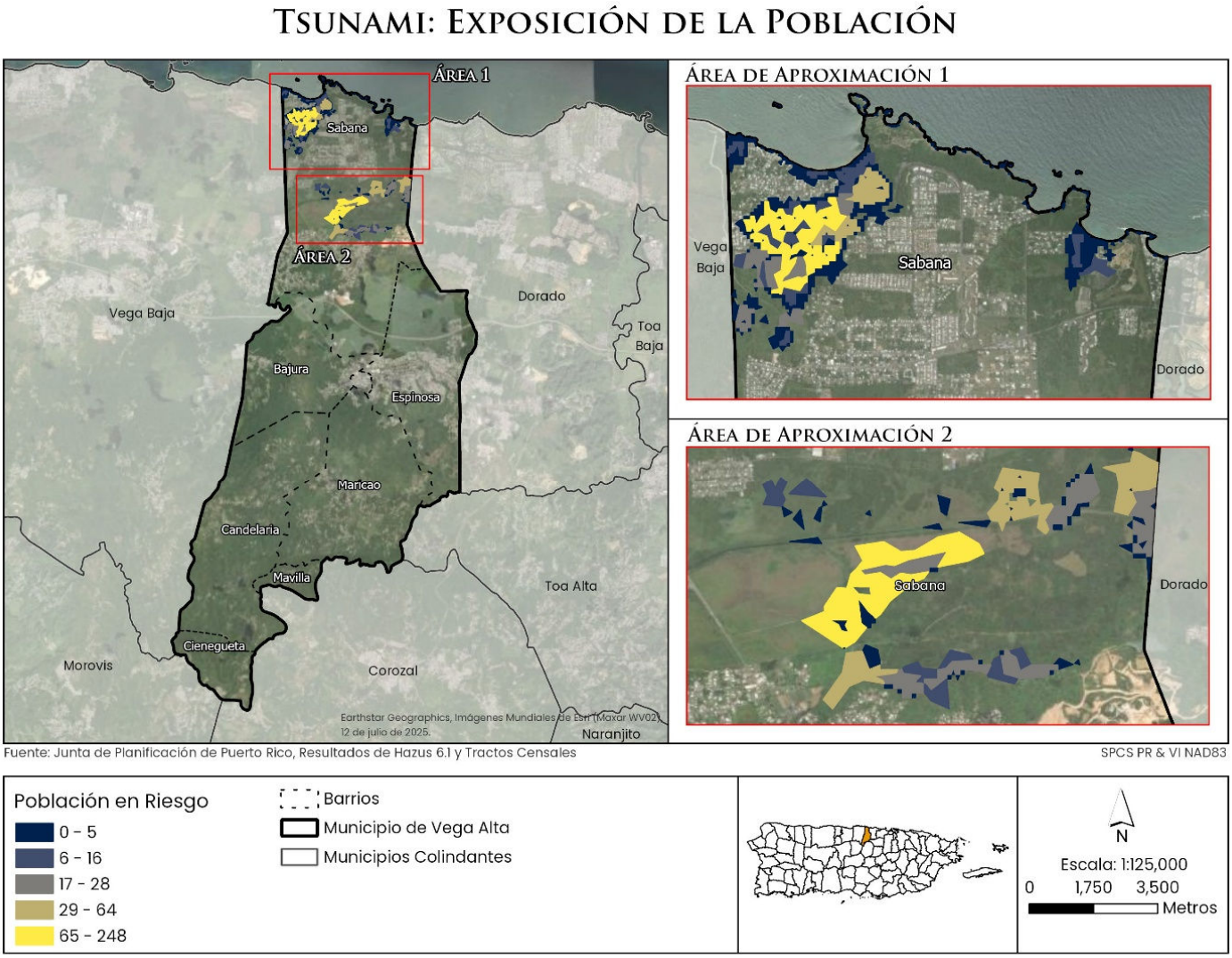
particularmente vulnerables debido a su movilidad reducida, dependencia de sistemas médicos y de apoyo social, y dificultades para acceder oportunamente a advertencias y asistencia para la evacuación (Peek & Stough, 2010).

Los estudios sobre resiliencia comunitaria también demuestran que una comunicación de riesgo inadecuada, la falta de conocimiento sobre los peligros y una planificación institucional deficiente pueden amplificar significativamente los impactos de los desastres, incluso cuando la exposición física es similar (Norris, Stevens, Pfefferbaum, Wyche, & Pfefferbaum, 2007). Las barreras lingüísticas y el aislamiento social pueden retrasar la adopción de medidas de protección, aumentando el riesgo de mortalidad y lesiones durante eventos de tsunami que ocurren en períodos de tiempo muy limitados. En conjunto, estos factores producen resultados desiguales durante los desastres y resaltan la importancia de incorporar consideraciones de vulnerabilidad social en la preparación para tsunamis y en la planificación de emergencias.

El Mapa 30 muestra la exposición de la población a tsunamis.

Borrador

Mapa 30: Tsunami: Exposición de la Población



El análisis de exposición poblacional a tsunamis indica que la exposición humana en Vega Alta se concentra en la zona costera norte del municipio, específicamente en el barrio Sabana, donde la zona de inundación por tsunami modelada se superpone con sectores censales poblados. Aunque los impactos de un tsunami son geográficamente más limitados en comparación con otras amenazas, como las inundaciones y los huracanes, esta amenaza representa una preocupación significativa para la seguridad de la vida debido al corto tiempo de advertencia disponible y a la rápida llegada de las olas tras un evento sísmico.

El análisis identifica dos áreas principales de exposición poblacional dentro del barrio Sabana, ambas caracterizadas por diferentes concentraciones de residentes ubicados dentro o adyacentes al área de inundación modelada.

La mayor concentración de población expuesta se localiza en la porción noroeste del barrio Sabana, cerca de la costa y del límite municipal con Vega Baja. Varios bloques censales dentro de esta área contienen una población estimada de entre 65 y 248 residentes, representando la categoría más alta de exposición poblacional reflejada en el mapa.

Esta área incluye vecindarios residenciales establecidos situados en terrenos costeros de baja elevación vulnerables a la inundación por tsunami. Los bloques censales adyacentes a este grupo principal contienen entre 29 y 64 residentes, conformando una zona más amplia de exposición que se extiende tierra adentro desde la línea de costa.

4.8.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Las olas de un tsunami erosionan las áreas costeras, desgastando playas, dunas y acantilados, y remodelando la geomorfología mediante la redistribución de sedimentos. Estas eliminan la vegetación costera, incluyendo manglares, marismas y bosques costeros, debilitando severamente las barreras ecológicas contra eventos futuros y alterando el hábitat de la vida silvestre. Los ecosistemas submarinos, como los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos, sufren daños mecánicos o quedan cubiertos por escombros y sedimentos, reduciendo la biodiversidad y afectando las pesquerías (Institute for Environmental Research and Education, 2025).

La intrusión de agua salada contamina los ecosistemas de agua dulce y los acuíferos, comprometiendo el suministro de agua potable y la agricultura. Tierra adentro, los peces y otros organismos acuáticos frecuentemente son desplazados o perecen debido a cambios abruptos en la salinidad, la fuerza de las olas y la sedimentación. Los estudios sobre el tsunami de Tōhoku de 2011 mostraron cambios en la estructura de los sedimentos del fondo marino que afectaron la actividad de los invertebrados bentónicos a lo largo del tiempo, destacando los efectos ecológicos duraderos. En general, estos impactos pueden requerir años o incluso décadas para su recuperación, especialmente cuando se combinan con una disminución en la complejidad de los hábitats y alteraciones en las condiciones físicas (Institute for Environmental Research and Education, 2025).

Borrador

El patrimonio cultural de las regiones costeras, incluyendo pueblos históricos, monumentos y sitios arqueológicos, también se ve profundamente afectado. La destrucción física suele ocurrir debido a la fuerza de las olas, las inundaciones, el impacto de escombros y la inundación prolongada. Los edificios y monumentos pueden colapsar o sufrir fallas estructurales, mientras que los artefactos y las prácticas culturales intangibles pueden perderse de manera irrecuperable (Okamura, et al., 2013).

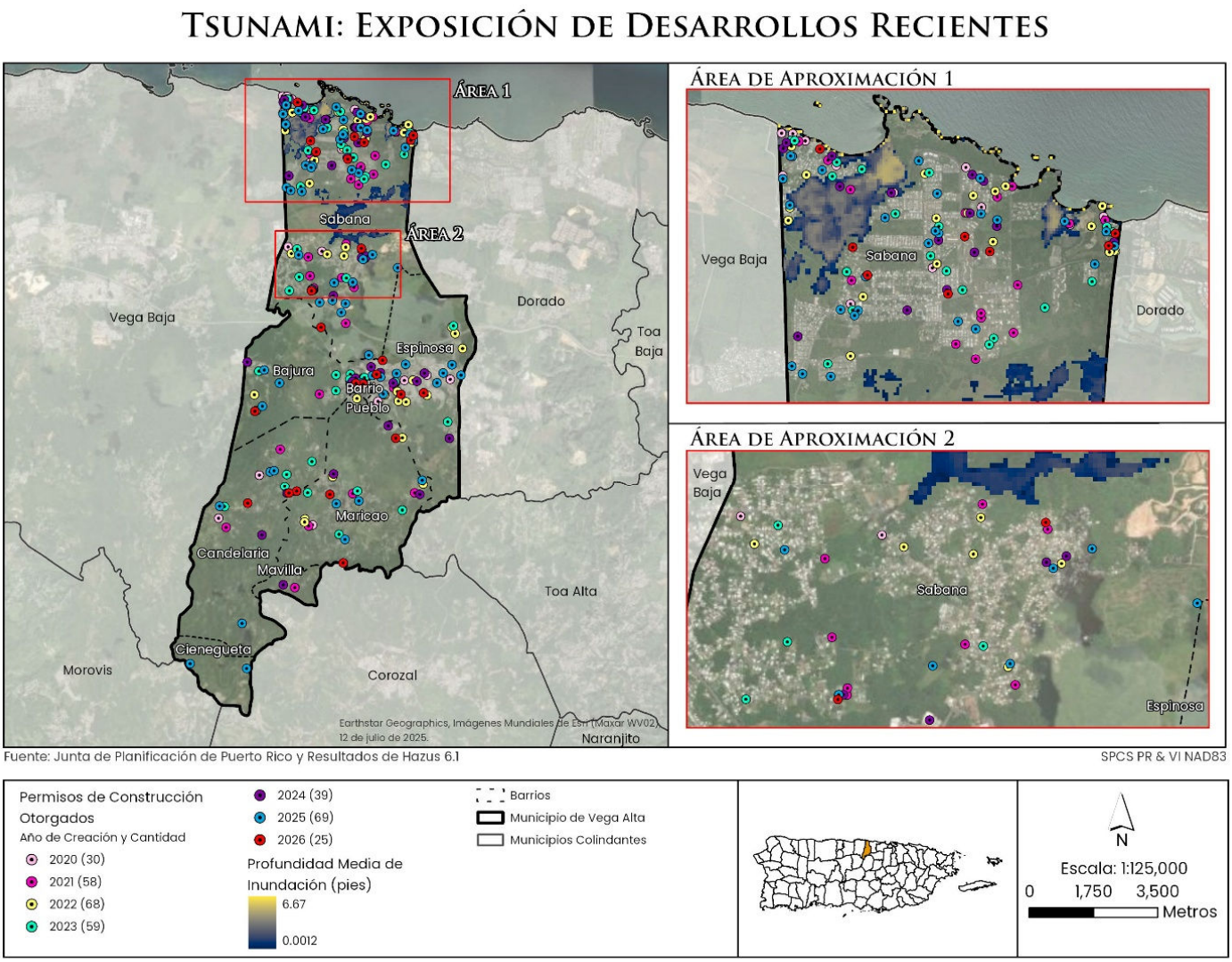
4.8.2.5 Condiciones Futuras(E1-a)

El análisis de exposición del desarrollo reciente indica que una parte de la actividad de desarrollo ocurrida en Vega Alta desde el año 2020 se localiza dentro o adyacente al área de inundación por tsunami modelada, principalmente en el barrio Sabana. Aunque la exposición a tsunamis continúa siendo geográficamente limitada en comparación con otras amenazas que afectan al municipio, la concentración de nuevos desarrollos en sectores de la zona costera tiene el potencial de aumentar la exposición futura de personas, estructuras e infraestructura a los impactos asociados con tsunamis.

El mapa 31 muestra los permisos de construcción emitidos entre 2020 y 2026 distribuidos a través del municipio; sin embargo, la mayor superposición entre el desarrollo reciente y el área de inundación por tsunami se observa en el norte de Sabana, donde se han desarrollado nuevas construcciones residenciales, comerciales y de infraestructura de apoyo dentro de áreas costeras de baja elevación.

Borrador

Mapa 31: Tsunami: Exposición de Desarrollos Recientes



El Área de Aproximación 1 contiene la mayor concentración de desarrollo reciente que interseca el área de impacto por tsunami. Numerosos proyectos autorizados mediante permisos se localizan dentro o inmediatamente adyacentes a la zona de inundación modelada que se extiende a lo largo de la costa norte.

Esta área incluye porciones de comunidades residenciales establecidas y en expansión, donde la actividad de construcción reciente ha continuado a pesar de la presencia de amenazas costeras. Varios de los desarrollos autorizados se encuentran cerca de bloques censales previamente identificados con los niveles más altos de exposición poblacional a tsunamis, lo que sugiere el potencial de aumentos graduales en el riesgo futuro para la seguridad de la vida.

La superposición entre el desarrollo reciente y la zona de inundación indica que futuros eventos de tsunami podrían afectar estructuras de nueva construcción, además del entorno construido existente. Aunque las prácticas modernas de construcción pueden mejorar el desempeño estructural de las edificaciones, los residentes y visitantes que ocupen estos desarrollos continuarían siendo vulnerables a los desafíos de evacuación asociados con un evento de tsunami de rápida ocurrencia.

4.9 Inundación

4.9.1 Descripción (B1-a)

Las inundaciones, generalmente causadas por lluvia excesiva (FEMA, 1997), se clasifican en dos categorías principales: inundaciones generales e inundaciones repentinas.

- Las inundaciones generales son eventos de larga duración que pueden extenderse por varios días e incluyen inundaciones fluviales, costeras y urbanas. Las inundaciones costeras están asociadas con marejadas ciclónicas, oleaje 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 la escorrentía excesiva de agua por lluvia o fallas estructurales, provocando que el agua se extienda hacia terrenos circundantes. Las inundaciones repentinas a menudo se originan por tormentas estacionarias, huracanes o fallas de represas, y pueden afectar tanto áreas montañosas como zonas urbanizadas.

- Las inundaciones repentinas ocurren cuando lluvia prolongada cae sobre una cuenca hidrográfica. Estas resultan de precipitación intensa durante un corto periodo de tiempo 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 de la superficie. Las inundaciones repentinas se originan principalmente por tormentas de lento desplazamiento sobre áreas específicas o por lluvias intensas asociadas con huracanes y tormentas tropicales (NMEAD, 2021). Sin embargo, también pueden ocurrir tras el colapso de represas o diques en cuestión de minutos u horas, debido a lluvias extremas

Borrador

o a la liberación repentina de agua desde embalses de retención u otras instalaciones de control de aguas pluviales. Aunque son más frecuentes en quebradas y riachuelos de montaña, estos eventos pueden ocurrir en áreas urbanas donde las superficies impermeables limitan la infiltración.

La inundación periódica de terrenos adyacentes a ríos, quebradas y costas—conocidos como valles inundables—es un fenómeno natural predecible basado en intervalos de recurrencia. Estos intervalos representan el tiempo promedio, en años, entre eventos de igual o mayor magnitud. Mientras mayor sea el intervalo de recurrencia, mayor será la magnitud del evento, lo que implica un aumento significativo en el riesgo y en la extensión del área afectada. Los valles inundables se inundan periódicamente según intervalos de recurrencia, definidos como el tiempo promedio entre eventos de igual magnitud. Por ejemplo, una inundación de 100 años tiene una probabilidad anual de 1%, mientras que una inundación de 500 años corresponde a 0.2%. Estas frecuencias se calculan mediante análisis estadísticos de registros históricos de caudal y eventos extremos.

La Tabla 26 muestra las diferentes clasificaciones de zonas inundables para Puerto Rico adoptadas por la JPPR (JPPR, 2021).

Tabla 26: Descripción de Zonas de Inundación

Zona inundable	Descripción
Zona A	Área Especial de Riesgo de Inundación con un periodo de recurrencia de cien (100) años, determinada mediante metodologías aproximadas, sin elevación base de inundación ni cauce regulatorio determinado.
Zona AE	Áreas Especiales de Riesgo de Inundación con un periodo de recurrencia de cien (100) años, determinadas mediante metodologías detalladas, con elevaciones base de inundación indicadas. Según el alcance del estudio, puede incluir la determinación del cauce regulatorio.
Zona AO/AH	Áreas Especiales de Riesgo de Inundación poco profundas con un periodo de recurrencia 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 promedio de inundación se obtienen mediante análisis hidráulicos detallados.
Zona A99	Áreas propensas a inundación por un evento con una probabilidad anual de ocurrencia de uno por ciento (1%). Estas áreas especiales se encuentran dentro de un sistema de protección o control de inundaciones donde se ha logrado suficiente progreso en su construcción, aunque no ha sido completado, pero se ha alcanzado el progreso estatutario específico para completarlo. Esta zona no detalla elevaciones base de inundación ni profundidades de inundación, por lo que se recomienda utilizar, de ser necesario, la elevación de inundación previa para la Zona 99. Aplican los requisitos obligatorios de adquisición de seguro de inundación.
Zona D	Área de inundación no determinada, pero posible.
Zona VE	Área costera de alto riesgo de inundación con un periodo de recurrencia de cien (100)

Borrador

Zona inundable	Descripción
	años, con velocidad y energía —marejada ciclónica— y una elevación base de inundación determinada.
Zona X sombreada	Área de inundación con 0.2% de probabilidad de ocurrir cada año, o inundación de cien (100) años con una profundidad de agua menor de 0.3 metros, con áreas de drenaje menores de 2.6 kilómetros cuadrados o áreas protegidas por diques contra la inundación de cien (100) años.
Zona X no sombreada	Área determinada como fuera de la inundación de la tormenta de quinientos (500) años.

4.9.1.1 Área Afectada

Mapa de Tasas de Seguro contra Inundaciones

El Mapa 32 presenta las zonas de riesgo de inundación identificadas por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) dentro del Municipio de Vega Alta. El mapa identifica las áreas sujetas al evento de inundación con un 1 % de probabilidad anual de ocurrencia (comúnmente conocido como la llanura de inundación de 100 años), al evento de inundación con un 0.2 % de probabilidad anual de ocurrencia (llanura de inundación de 500 años) y las vías de inundación reglamentarias (floodways) designadas. Estas zonas de riesgo de inundación se concentran principalmente a lo largo del corredor del Río Cibuco y sus sistemas de drenaje asociados, extendiéndose a través de sectores de Bajura, Barrio Pueblo, Sabana y otras áreas costeras adyacentes de baja elevación. También existen áreas propensas a inundaciones cerca de la zona costera norte del municipio, donde las bajas elevaciones y la proximidad a las aguas mareales aumentan la susceptibilidad a inundaciones.

Las zonas de riesgo cartografiadas son significativas porque contienen comunidades residenciales, corredores de transporte, infraestructura pública, establecimientos comerciales y otros recursos comunitarios que pueden experimentar impactos relacionados con inundaciones durante eventos de lluvias intensas, inundaciones fluviales, eventos costeros severos e huracanes. Dada la ubicación de Vega Alta dentro de la cuenca hidrográfica del Río Cibuco y su exposición a ciclones tropicales, estas áreas han sido históricamente vulnerables a inundaciones y continúan siendo susceptibles a eventos futuros.

Los FIRMettes revisados corroboran las observaciones locales y las condiciones históricas de inundación documentadas por el Municipio (Figuras 16 a 19). Las áreas identificadas en los FIRMettes se encuentran dentro de las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (Special Flood Hazard Areas, SFHA) designadas por FEMA, incluyendo

Borrador

sectores propensos a inundaciones a lo largo del corredor del Río Cibuco y la zona costera de baja elevación del barrio Sabana. Estas áreas son susceptibles a inundaciones fluviales, acumulación de aguas pluviales e inundaciones asociadas con eventos de lluvia intensa y ciclones tropicales.

Las siguientes comunidades son las más susceptibles a eventos de inundación:

- Parcelas Nuevas Cerro Gordo
- Carmelita
- El Corozo
- Ojo de Agua
- Balandras del Arrecife
- Cachete
- Balneario de Cerro Gordo
- PR-647
- Candongo
- Puente Fátima
- La Esperanza
- Machuchal Korea
- La Ponderosa
- Bajura
- Sector Nevelio Dávila
- Comunidades a lo largo de la Quebrada Honda
- Sector Cerro Gordo
- Entrada a Lakeside Village
- Breñas
- Parcelas Villa Alegría
- PR-690
- El Corozo/Carmelita
- PR-2 (CDT)
- El Batey
- El Manantial
- Extensión Santa Ana
- Sector Morán La Balandra

Las Figuras 15 a la 18 muestran varias imágenes tipo FIRMette que ilustran áreas específicas de inundación dentro del municipio.

Borrador

La Figura 15 muestra un segmento significativo de la PR-2 ubicado dentro de un Área Especial de Riesgo de Inundación (Special Flood Hazard Area, SFHA), predominantemente clasificada como Zona AE, que se extiende desde el barrio Bajura hasta el centro urbano (Barrio Pueblo). Las inundaciones en esta área están asociadas principalmente al Río Cibuco. Se han propuesto estrategias de mitigación específicamente dirigidas a atender los impactos de estas inundaciones sobre este importante corredor de transporte, con el objetivo de aumentar la resiliencia de la vía y mantener la conectividad durante eventos de inundación (Estrategia P-2).

Figura 15: National Flood Hazard Layer FIRMette (PR-2 y comunidades cercanas)

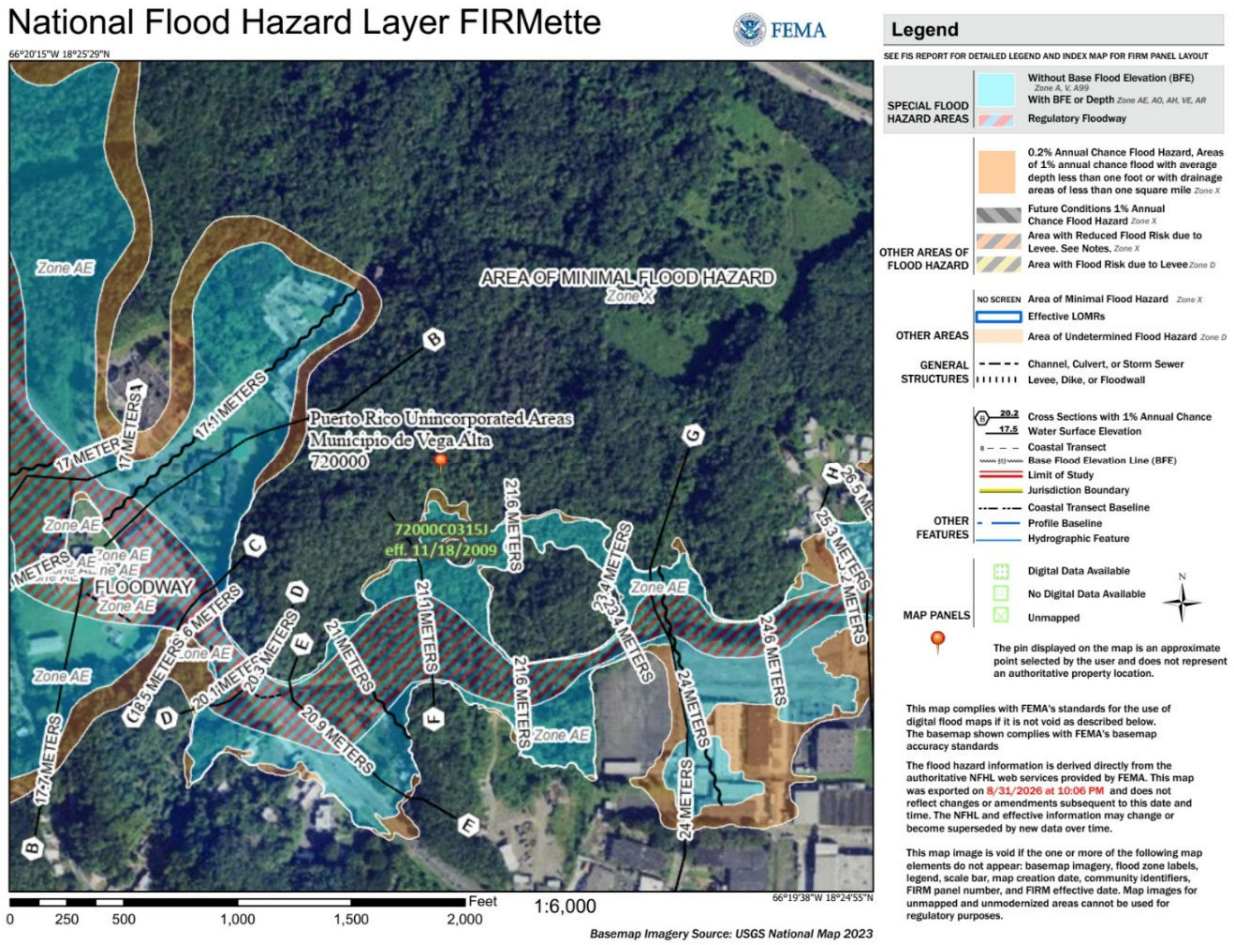
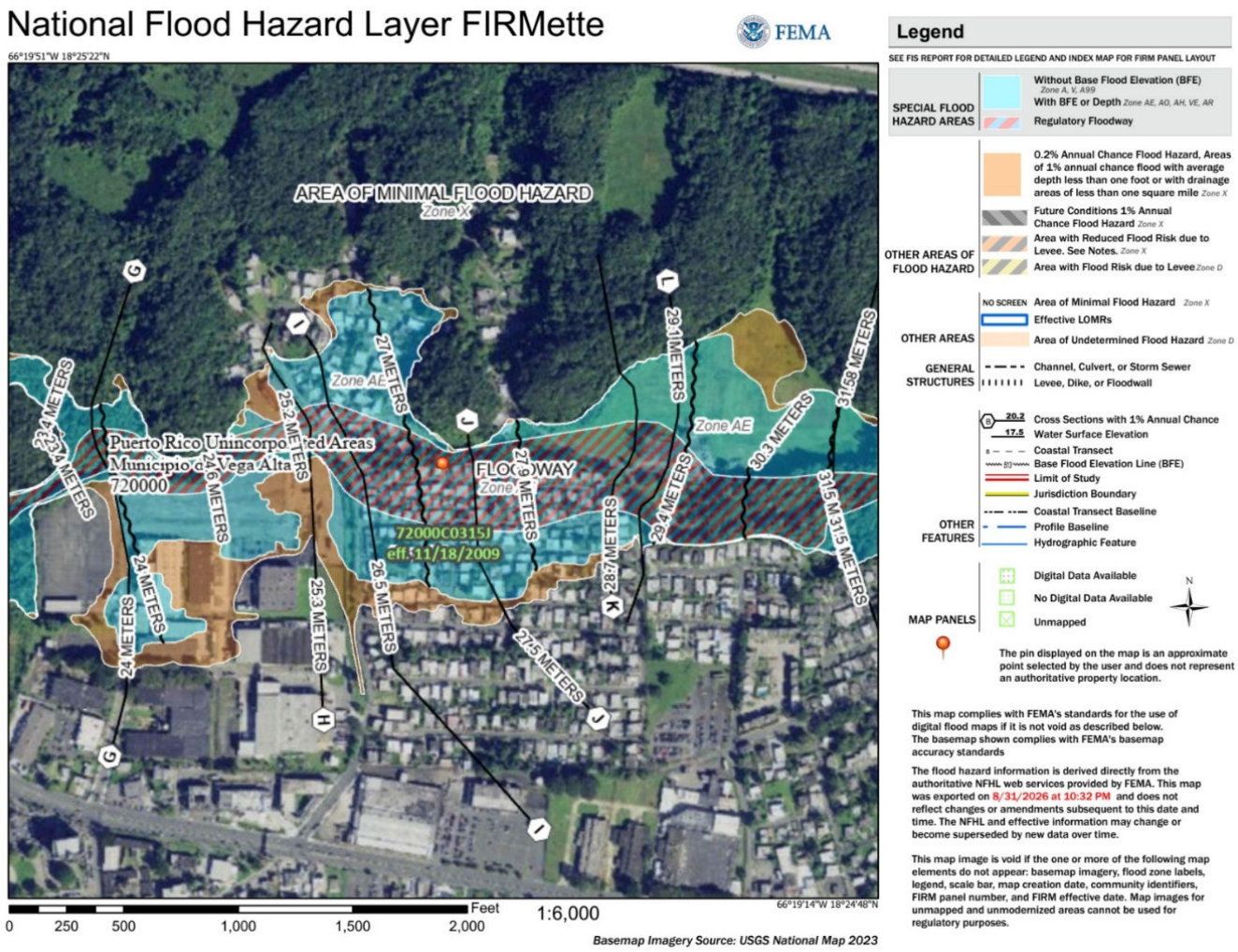


Figura 16: National Flood Hazard Layer FIRMette (La Ponderosa, Vega Alta)



La Figura 16 ilustra la continuación de las inundaciones asociadas al Río Cibuco a medida que este se extiende hacia el Barrio Pueblo, afectando los sectores La Ponderosa e Inmaculada. Condiciones de inundación similares se presentan en la Figura 17, donde los impactos se extienden al área de Parcelas Carmen, cerca del límite municipal con el Municipio de Dorado. Estas áreas se encuentran dentro de las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (Special Flood Hazard Areas, SFHA) designadas por FEMA, clasificadas principalmente como Zonas AE y vías de inundación reglamentarias (regulatory floodways).

Mapa 32: Zonas de Inundación (FIRM)

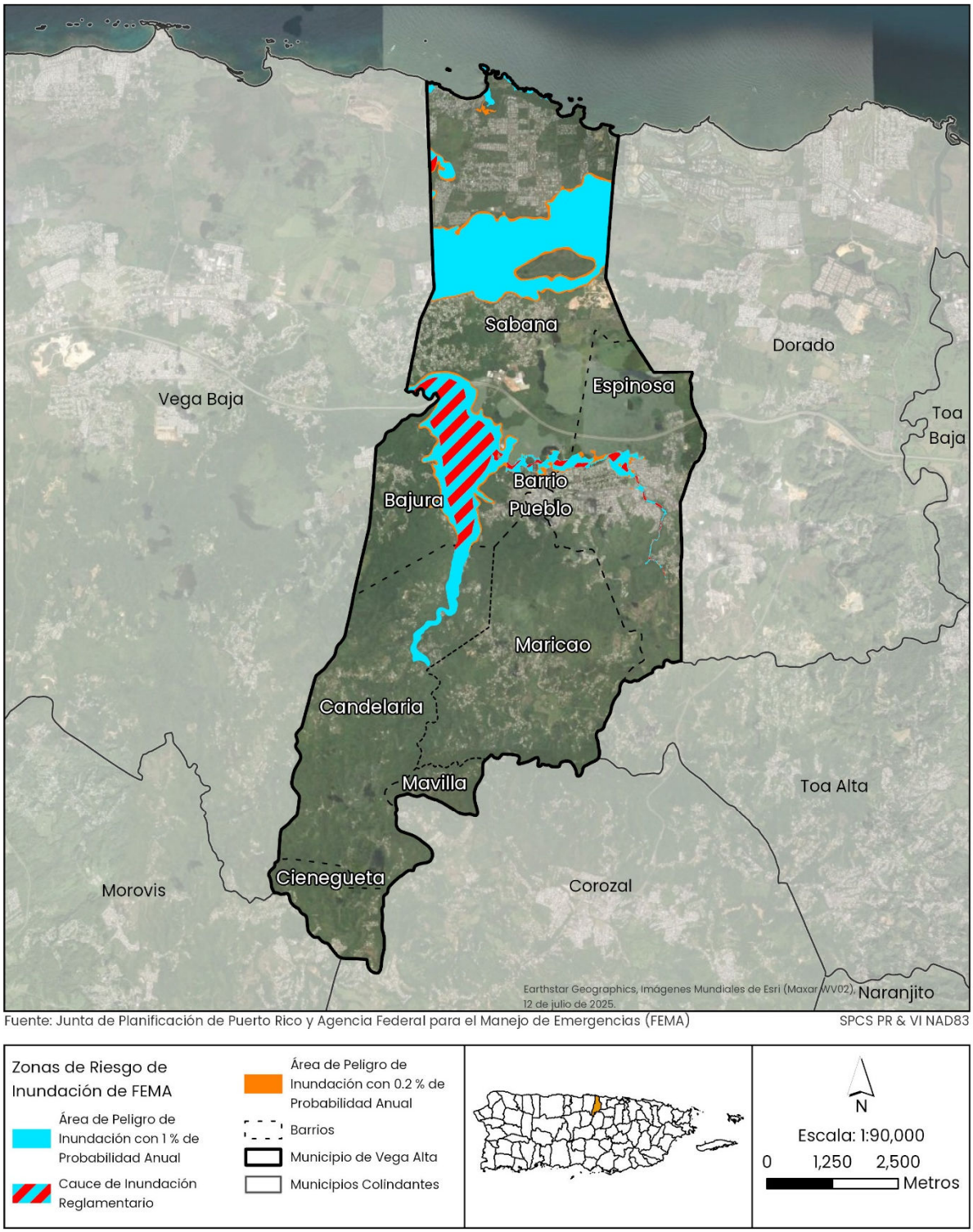
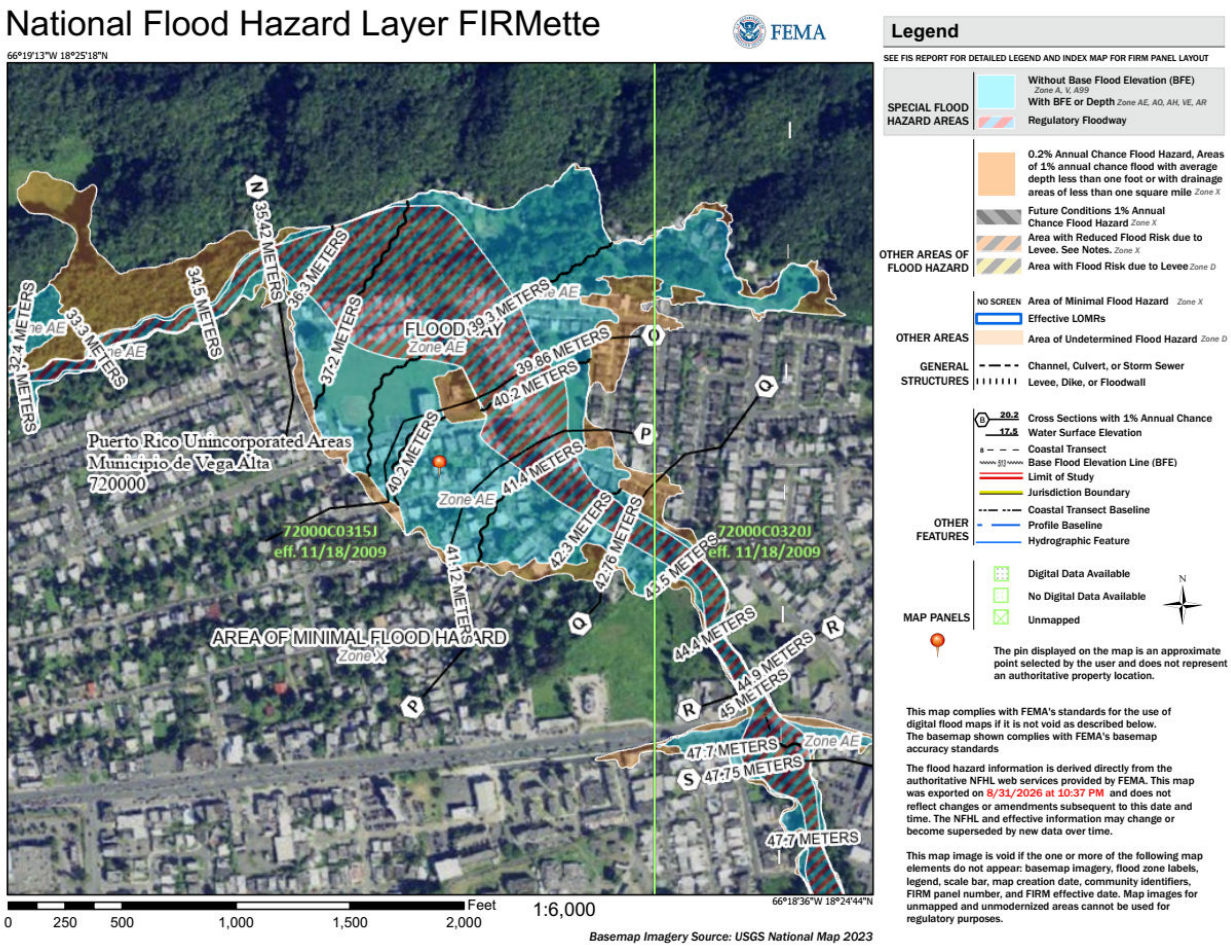
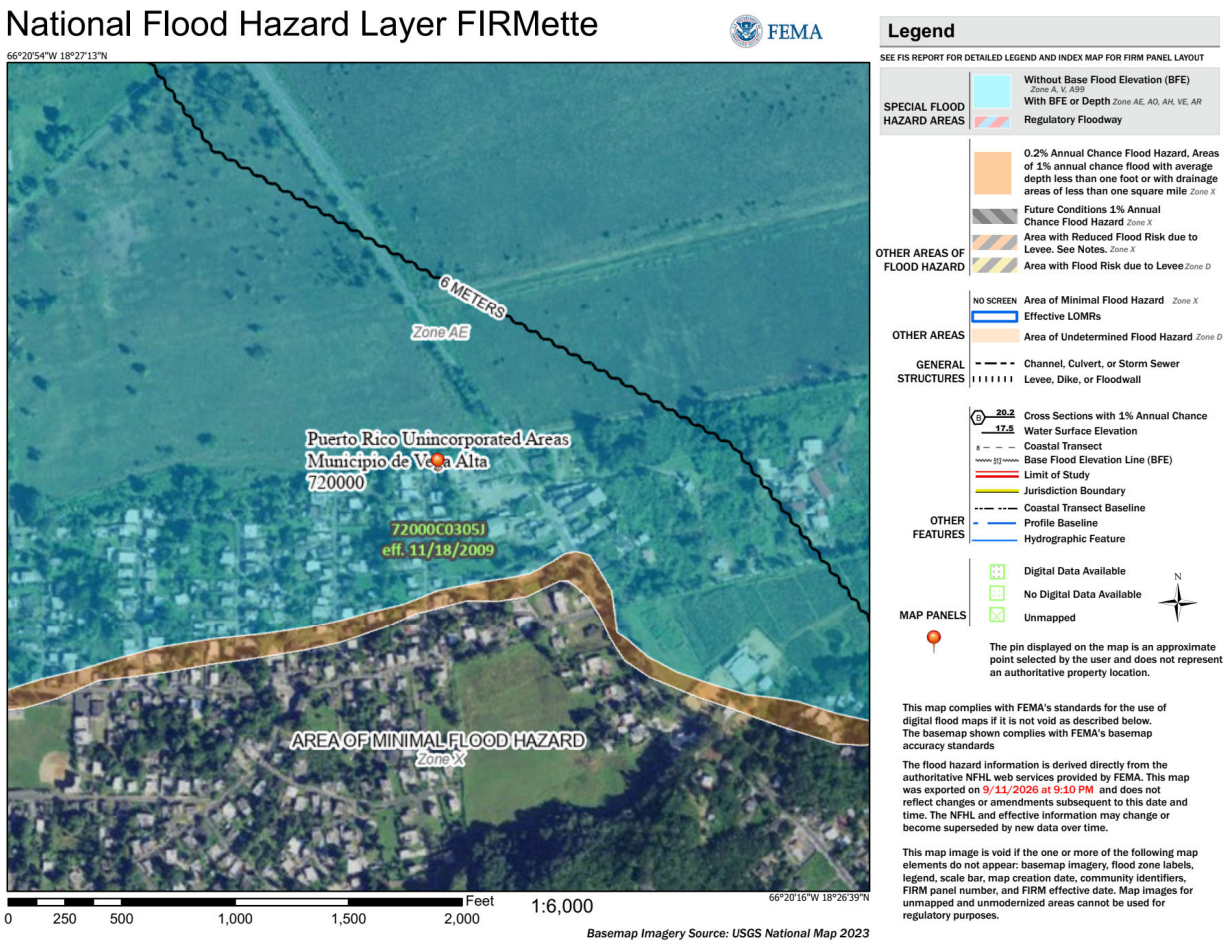


Figura 17: National Flood Hazard Layer FIRMette (Parcelas Carmen, Vega Alta))



Finalmente, la Figura 19 destaca una importante área propensa a inundaciones dentro del Sector Carmelita, ubicada cerca de la PR-690 y al norte del Barrio Pueblo. Esta área se ve afectada por inundaciones asociadas a la cuenca hidrográfica del Río Cibuco y a los sistemas tributarios que drenan hacia la Laguna Tortuguero. La mayoría de las áreas afectadas se encuentran dentro de la Zona AE de inundación, lo que indica un alto riesgo de inundación durante eventos significativos de crecida.

Figura 18: National Flood Hazard Layer FIRMette (Sector Carmelita and PR-690, Bo. Sabana)



Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendadas (Advisory Base Flood Elevation)

FEMA utiliza otro tipo de mapa con el propósito de desarrollar reglamentos y permisos de construcción conocido como los mapas de *Advisory Base Flood Elevation* (ABFE). Los ABFE se desarrollan después de la ocurrencia de un evento atmosférico de alto impacto, y se toman en consideración varios factores relacionados con el análisis de ingeniería más reciente para determinar si es necesario realizar un análisis. Algunos de los factores considerados incluyen la antigüedad del análisis, el territorio cubierto por el análisis y los modelos/datos de ingeniería utilizados en el mismo.

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 debido a la disponibilidad de mejores datos, FEMA desarrolló los ABFE para Puerto Rico. Debe señalarse que la Junta de Planificación de Puerto Rico adoptó los ABFE de manera emergente en marzo de 2018. En la actualidad, Puerto Rico cuenta con dos (2) tipos de mapas de inundación: los FIRMs (2009), que se utilizan exclusivamente para las tarifas de seguros contra inundaciones, y los ABFE (2018), que se utilizan para regular la construcción en la Isla.

Para propósitos de comparación, esta subsección incluye la diferencia en la extensión del terreno afectado por inundaciones según los FIRMs previos al huracán María en septiembre de 2017 y los ABFE desarrollados por FEMA para Puerto Rico. Después del huracán María en 2017, las áreas designadas como propensas a inundaciones en toda la Isla aumentaron en un 20%. Así, esto reflejó un incremento de 41%.

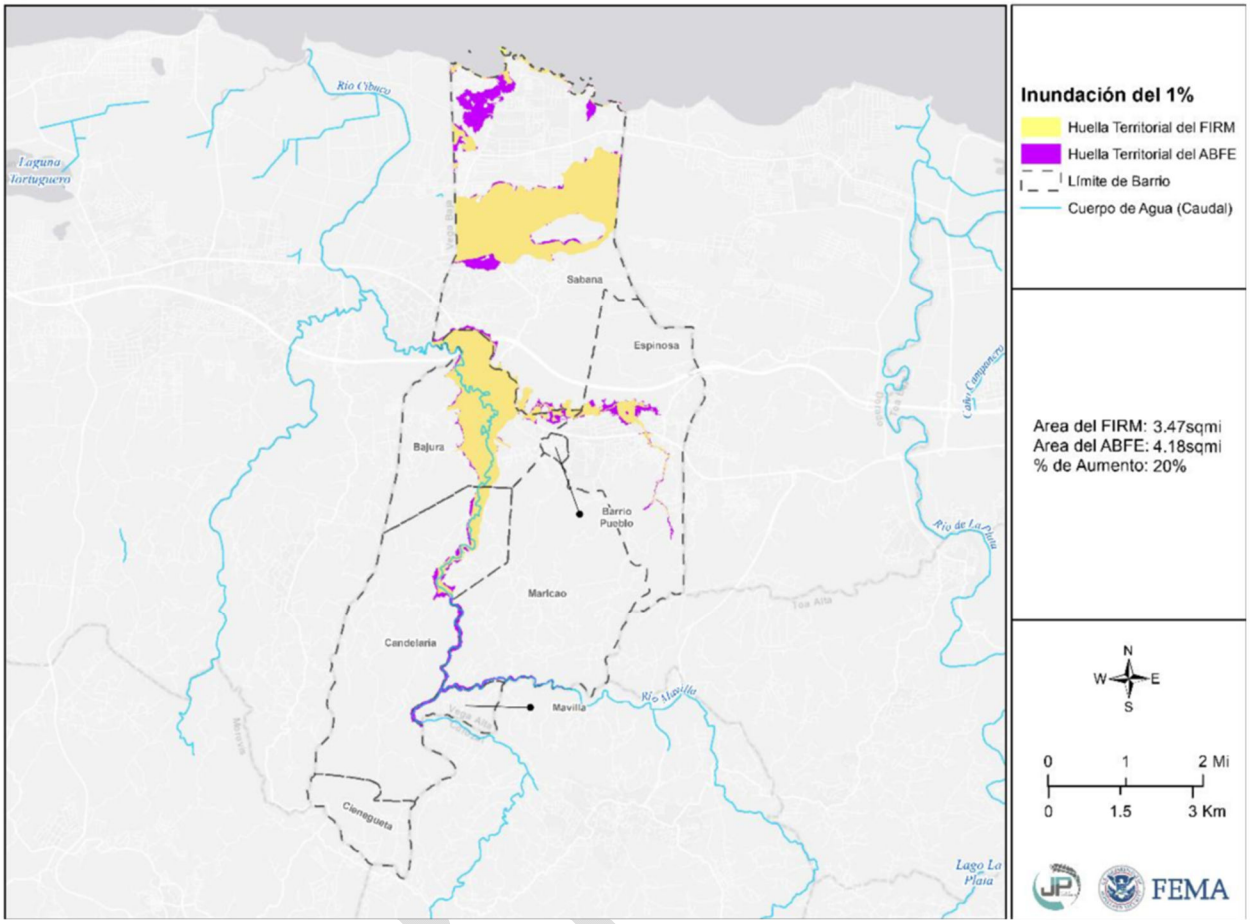
La siguiente Figura muestra la diferencia entre la extensión de los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) vigentes antes del paso del Huracán María y los mapas de Niveles de Elevación Base Recomendadas (Advisory Base Flood Elevation, ABFE) para un evento con 1 % de probabilidad anual de ocurrencia (inundación de 100 años) desarrollados después del huracán.

En el Municipio de Vega Alta, esta diferencia representa un aumento aproximado del 20 % en la extensión de las áreas inundables, pasando de 3.47 millas cuadradas a 4.18 millas cuadradas. Esto significa que las áreas expuestas a inundaciones son más extensas de lo que se había determinado previamente y mayores que las identificadas en el plan anterior del municipio.

La nueva delimitación incluye tanto la expansión de áreas previamente identificadas como la incorporación de nuevas áreas a lo largo de varios cuerpos de agua del municipio, incluyendo el Río Cibuco y sus tributarios.

Borrador

Figura 19: FIRM vs. ABFE



Modelación HAZUS

La identificación de las fuentes de inundación y la estimación de pérdidas asociadas a las amenazas 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 por múltiples amenazas. El módulo de inundación de Hazus se utilizó para delimitar cauces en áreas donde no se han desarrollado estudios de ingeniería y también para estimar las posibles pérdidas monetarias asociadas a daños estructurales.

Los datos de entrada incluyeron cuadrículas de profundidad (*depth grids*) producidas mediante un estudio de Base Level Engineering (BLE) realizado en 2018 tras el paso de los huracanes Irma y María. Este estudio BLE no evaluó todas las posibles fuentes de inundación fluvial, por lo que se desarrolló modelación adicional utilizando

los módulos hidrológicos e hidráulicos de Hazus para analizar otras pérdidas potenciales asociadas con corrientes de agua que drenan áreas de una milla cuadrada o más.

Los datos topográficos utilizados por Hazus para los cálculos de profundidad y estimación de daños proceden del Programa de Elevación 3D (3DEP) del USGS, mediante un Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés) continuo de 1/3 de segundo de arco, con una resolución aproximada de 10 pies. Este conjunto de datos proporciona cobertura actualizada para Puerto Rico y sus islas adyacentes.

El DEM continuo de 3DEP para Puerto Rico se deriva de dos levantamientos LiDAR realizados por el USGS: uno efectuado entre 2016 y 2017 y otro realizado en 2018 posterior al huracán María. El levantamiento de 2018, llevado a cabo luego de los significativos cambios geomorfológicos costeros ocasionados por el huracán María, representa la información topográfica más actualizada disponible 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 en este LHMP pueden mostrar cauces representados cartográficamente, pero sin cuadrículas de profundidad asociadas. Debido a inconsistencias en las ecuaciones de regresión disponibles y en otros datos necesarios para la modelación del riesgo de inundación y de pérdidas utilizando los modelos hidrológicos e hidráulicos de Hazus, algunos cauces identificados no pudieron completarse durante los procesos de modelación. Estas áreas fluviales deberán evaluarse en futuros estudios de inundación y de identificación de riesgo. Sin embargo, debido a la falta de datos disponibles, no fue posible incorporarlas en los análisis realizados mediante Hazus.

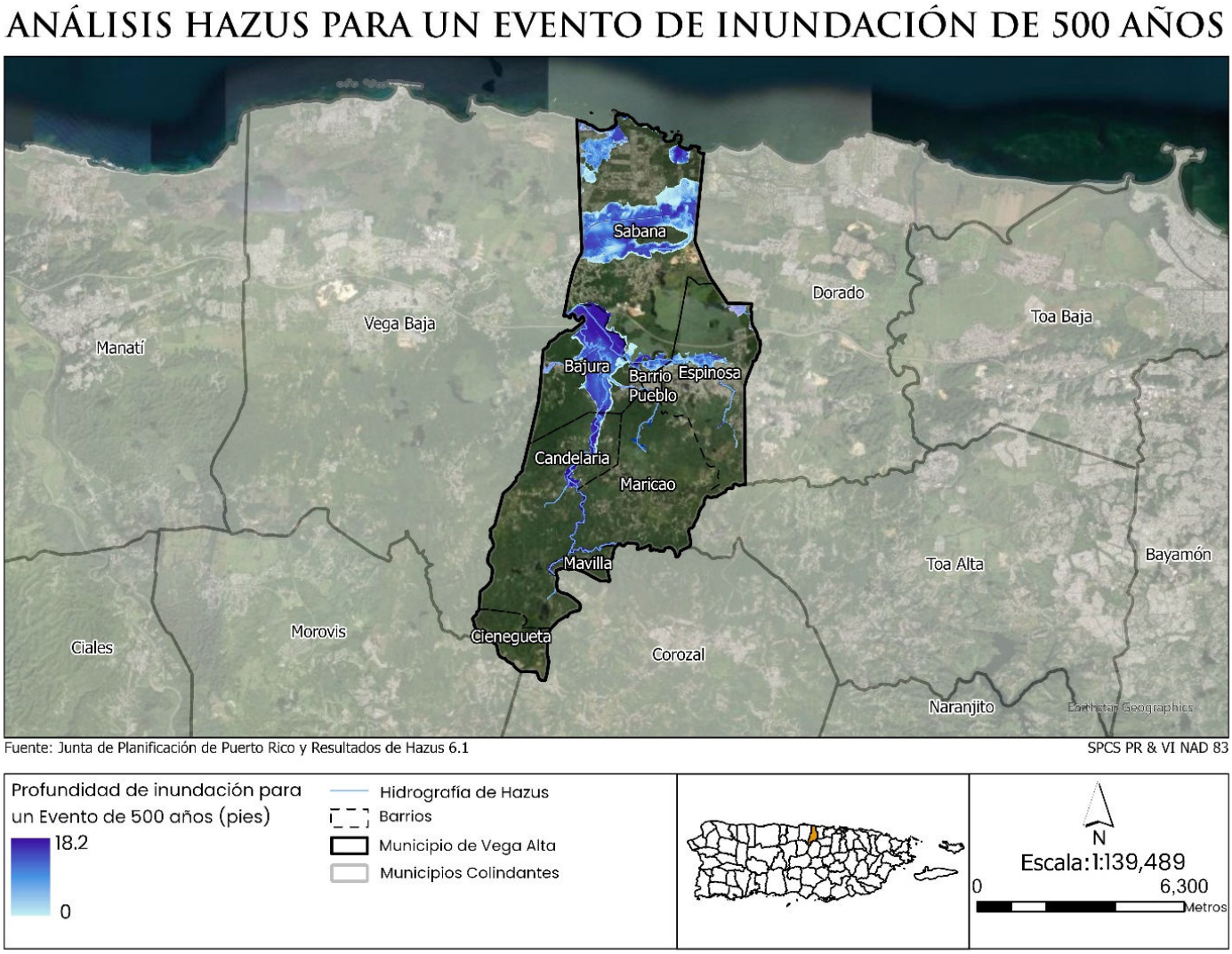
El análisis realizado con Hazus 6.1 indica que la inundación potencial asociada al evento de inundación de 500 años puede extenderse más allá de las áreas identificadas en los mapas de Niveles de Inundación Base Recomendada (Advisory Base Flood Elevation, ABFE) de 2018 (Mapa 33 y Figura 19). Las mayores extensiones de inundación se localizan en el barrio Sabana y a lo largo de la llanura de inundación del Río Cibuco, extendiéndose hacia el sur a través de Bajura, Pueblo, Candelaria y sectores del barrio Mavilla.

Las profundidades máximas de inundación modeladas alcanzan aproximadamente 18 pies en el barrio Bajura. El análisis también indica que porciones de las áreas desarrolladas de Pueblo y Espinosa podrían estar expuestas a impactos por inundación.

Borrador

Los resultados destacan la importancia de la gestión adecuada de las llanuras de inundación, la implantación de mejoras al sistema de drenaje, la protección de la infraestructura crítica y la incorporación de consideraciones sobre el riesgo de inundación en las decisiones futuras de desarrollo y ordenamiento territorial en todo el municipio.

Mapa 33: Análisis HAZUS para un Evento de 500 Años



4.9.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-C)

Los eventos de inundación pueden representar una de las amenazas atmosféricas más severas, ya que no existe otro evento a nivel mundial que cause una mayor pérdida de vidas (FEMA, 1997). Esto se debe a la alta frecuencia de estos eventos y a

la falta de conocimiento de la población sobre la magnitud de los daños que pueden ocasionar, ya sean daños físicos o daños a la propiedad. Cabe señalar que la mayoría de las declaraciones de desastre en los Estados Unidos están relacionadas con eventos de inundación. La mayoría de los incidentes asociados con inundaciones involucran a personas que son arrastradas por aguas de rápido movimiento, junto con sus vehículos (FEMA, 1997). Cada año, la devastación causada por las inundaciones resulta en miles de millones de dólares en pérdidas de activos. Las áreas altamente urbanizadas y densamente pobladas son particularmente vulnerables a las inundaciones repentinas, ya que la construcción de edificios, carreteras y estacionamientos crea superficies impermeables, reduciendo la capacidad natural del terreno para absorber agua (NSWL, s.f.).

Las inundaciones son el desastre natural más común y ocurren cuando el agua se desborda y cubre terrenos que normalmente están secos. A menudo son provocadas por lluvias intensas, el derretimiento rápido de nieve o marejadas ciclónicas asociadas con ciclones tropicales o tsunamis en regiones costeras. Las inundaciones pueden causar destrucción extensa, incluida la pérdida de vidas y daños severos a viviendas, propiedades e infraestructura crítica de salud pública. Entre 1998 y 2017, las inundaciones afectaron a más de 2 mil millones de personas a nivel mundial. Las personas que viven en valles inundables, en edificaciones mal construidas o sin acceso a sistemas de alerta y conocimiento sobre los peligros son las más vulnerables (WHO, 2025).

Tres tipos comunes de inundaciones incluyen:

- Inundaciones repentinas: resultan de lluvias súbitas e intensas que elevan rápidamente los niveles de agua, sobrepasando la capacidad de ríos, quebradas, canales o carreteras.
- Inundaciones fluviales: ocurren cuando lluvias prolongadas o el derretimiento de nieve hacen que los ríos excedan su capacidad.
- Inundaciones costeras: son causadas por marejadas ciclónicas asociadas con ciclones tropicales o tsunamis.

En cuanto al impacto sobre la vida, la propiedad y las operaciones, las inundaciones ocasionan pérdida de vidas y daños a la propiedad, incluidas residencias, edificios, infraestructura, agricultura y sistemas sanitarios y de drenaje. Después de un evento de inundación, las condiciones posteriores pueden aumentar la incidencia de diversas enfermedades, como la leptospirosis, y provocar aumentos en la presencia de agua contaminada (Malilay, 2000).

Borrador

Según un informe de la Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO, por sus siglas en inglés), "durante los últimos 10 años, los daños por inundaciones en los Estados Unidos han promediado $46 mil millones por año (en dólares de 2023)" (CBO, 2024). Este estimado incluye costos tales como:

- El reemplazo de propiedad residencial y comercial;
- Reparaciones o reconstrucción de infraestructura pública;
- Medidas de respuesta de emergencia;
- Costos asociados con la pérdida continua del uso de la propiedad, por ejemplo, la provisión de vivienda temporera;
- Pérdidas comerciales resultantes de interrupciones en los negocios; y
- Daños a cultivos, ganado y madera (CBO, 2024).

Aunque la efectividad de los proyectos de adaptación varía, los estimados del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos indican que aproximadamente dos terceras partes de sus proyectos—excluyendo aquellos ubicados en el sexto más alto y el sexto más bajo de las razones beneficio-costo—se espera que reduzcan los daños por inundación entre $2 y $6 por cada dólar invertido durante una vida útil del proyecto de 50 años (CBO, 2024).

4.9.1.3 Eventos Anteriores(B1-D)

En su mayor parte, los eventos de inundación en Puerto Rico están relacionados con sistemas tropicales, tales como ondas tropicales, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes. Como consecuencia, los peligros de inundación ocurren con mayor frecuencia durante la temporada de huracanes del Atlántico, la cual se extiende desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre.

Sin embargo, los eventos de inundación pueden ocurrir fuera de este periodo, como se evidencia en el caso de las inundaciones de abril-mayo de 2024, las inundaciones de febrero de 2022 y las inundaciones del Día de Reyes de 1992. La siguiente tabla resume los principales eventos de inundación ocurridos durante el periodo de 2010 a 2025

Borrador

Tabla 27: Eventos de Inundación de Envergadura

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
Tormenta Tropical Ernesto	8/14/2025 – 8/16/2025	DR-4850-PR EM-3610-PR	Asistencia Pública: Sí (Categorías A-G) Asistencia Pública: Si (Categoría B) Asistencia Individual: No	El movimiento lento de la tormenta y su ambiente rico en humedad contribuyeron a precipitación prolongada, particularmente en municipios del centro y este. Partes del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas. Ocurrieron inundaciones repentinas en áreas urbanas y rurales, dejando intransitables carreteras primarias y secundarias. Las aguas de inundación causaron fallas estructurales en puentes y arrastraron segmentos críticos de carreteras, aislando varias comunidades. Los sistemas de drenaje pluvial en áreas metropolitanas fueron sobrepasados, lo que provocó inundaciones urbanas localizadas.
Tormentas severas, inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo en Puerto Rico	4/29/2024 – 5/10/2024	DR-4805-PR	Asistencia Pública – No Asistencia Individual: No	En abril de 2024, Puerto Rico fue impactado por una serie de tormentas severas que produjeron lluvias intensas prolongadas —en algunas áreas se recibieron más de 10 pulgadas—, provocando inundaciones generalizadas y deslizamientos. Los municipios del centro y oeste observaron desbordamientos de ríos. Las aguas de inundación convirtieron las calles en torrentes, atraparon residentes

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
				en techos y provocaron desalojos de emergencia en más de 20 municipios.
Huracán Fiona	9/17/2025 - 9/21/2022	DR-4671-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia Individual: Sí	El huracán Fiona impactó a Puerto Rico en septiembre de 2022, produciendo lluvias torrenciales de hasta 31.22 pulgadas durante 72 horas en Ponce, casi igualando la acumulación registrada durante el huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con acumulaciones comunes de entre 7 y 20 pulgadas en la mayor parte de la isla y lugares localizados que excedieron las 30 pulgadas.
Tormenta severa, inundaciones y deslizamientos en Puerto Rico	2/4/2022 – 2/6/2022	DR-4649-PR	Asistencia Pública – No Asistencia Individual: Si	En febrero de 2022, Puerto Rico experimentó una tormenta severa que trajo lluvias intensas prolongadas, causando inundaciones generalizadas a través de la isla. Los totales de lluvia fluctuaron entre 3 y 10 pulgadas en muchas áreas, con máximos localizados de hasta 16 pulgadas. Los ríos aumentaron por encima de sus cauces, inundando carreteras y aislando comunidades, mientras que los deslizamientos agravaron los daños en regiones montañosas. El personal de respuesta a emergencias emitió advertencias de inundaciones repentinas y llevó a cabo desalojos mientras viviendas y negocios quedaban bajo agua.

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
Tormenta severa e inundaciones en Puerto Rico	9/13/2020	DR-4571-PR	Asistencia Pública – No Asistencia Individual: No	Puerto Rico fue afectado por una tormenta severa e inundaciones el 13 de septiembre de 2020, lo que resultó en daños generalizados por inundación e interrupciones de infraestructura. Las lluvias torrenciales sobrepasaron los sistemas de drenaje y causaron desbordamientos de ríos en áreas como Arecibo, donde una vivienda fue destruida, más de 100 sufrieron daños mayores y más de 20 experimentaron inundaciones menores. Carreteras y puentes quedaron sumergidos o dañados, aislando comunidades e impidiendo los esfuerzos de respuesta a emergencias. Las aguas de inundación inundaron viviendas e instalaciones públicas, provocando órdenes de desalojo y advertencias de inundaciones repentinas en varios municipios.
Tormenta Tropical Isaías	7/29/2020 - 7/30/2020	DR-4560-PR	Asistencia Pública – No 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 registraron acumulaciones de lluvia de hasta 10 pulgadas alrededor de la isla.
Huracán María	9/20/2017	DR-4339-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia Individual: Sí	Inundaciones generalizadas afectaron severamente a toda la isla. En algunos municipios, los niveles de agua alcanzaron hasta 6 pies en algunas áreas y

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
				numerosas estructuras perdieron sus techos.
Huracán Irma	9/5/2017	DR-4336-PR	Asistencia Pública – No Asistencia Individual: No	El 5 de septiembre de 2017, el huracán Irma impactó a Puerto Rico; se emitió una Declaración de Emergencia para la isla. El 6 de septiembre de 2017, se emitió una Declaración Mayor de Desastre luego del paso del huracán Irma. Dos personas murieron debido a lluvias torrenciales antes del huracán.
Tormenta Tropical María[4]	9/8/2011 – 9/114/2011	DR-4040-PR	Asistencia Pública – No Asistencia Individual: No	La tormenta tropical — posteriormente 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 causó inundaciones generalizadas que anegaron numerosas carreteras y viviendas; las aguas de inundación cerca de Patillas destruyeron varias viviendas y puentes, y aproximadamente 150 casas en Vega Alta quedaron inundadas y dañadas.
Huracán Irene	8/22/2011	DR-4017-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Pública – No	La lluvia total alcanzó 22 pulgadas durante tres días, siendo la región este la más afectada, la misma área que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto durante el paso cercano de la

[4] La tormenta tropical María fue un sistema tropical que pasó al noreste de Puerto Rico en 2011 y provocó inundaciones en la isla. No debe confundirse con el huracán María de 2017. El nombre «María» fue retirado de la lista oficial de nombres para la temporada de huracanes del Atlántico después de 2017.

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
				tormenta tropical Emily. Las inundaciones fueron lo suficientemente severas como para causar presión sobre la infraestructura y condiciones peligrosas en múltiples municipios. Trágicamente, se registró una muerte directa atribuida a Irene por ahogamiento.
Tormentas severas, inundaciones, flujos de lodo y deslizamientos en Puerto Rico	5/20/2021 – 6/8/2021	DR-4004-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Pública – No	En mayo de 2021, Puerto Rico experimentó una serie de eventos de lluvia intensa que causaron inundaciones repentinas, desbordamientos de ríos, flujos de lodo y deslizamientos, particularmente en regiones montañosas e interiores. Aunque mayo normalmente es uno de los meses más lluviosos del año, varios sistemas de tormentas produjeron lluvia de corta duración, pero de alta intensidad, sobrepasando los sistemas locales de drenaje y desestabilizando terrenos escarpados.
Tormenta Subtropical Otto	10/3/2010 – 10/8/2010	DR-1946-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	Una extensa banda de lluvia cubrió a Puerto Rico mientras Otto se desplazaba como un ciclón tropical distante al norte de la isla (NOAA). Esto resultó en lluvias fuertes y continuas que causaron inundaciones severas (Eco Exploratorio).
Tormentas severas e inundaciones en Puerto Rico	5/26/2010 – 5/31/2010	DR-1919-PR	Asistencia Pública – Si	En mayo de 2010, Puerto Rico fue impactado por una serie de tormentas severas que produjeron lluvias torrenciales e

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Vega Alta incluido?	Descripción
			Asistencia Individual: No	inundaciones generalizadas a través de la isla. La lluvia excedió las 12 pulgadas en algunas áreas, sobrepasando los sistemas de drenaje y causando que los ríos se salieran de sus cauces. Las comunidades bajas y los centros urbanos experimentaron inundaciones significativas, con carreteras sumergidas y puentes dañados, aislando varios municipios. Las inundaciones repentinas atravesaron áreas residenciales, forzando desalojos y dejando viviendas y negocios bajo agua. Los deslizamientos provocados por suelos saturados agravaron la crisis, bloqueando rutas de acceso y retrasando los esfuerzos de respuesta a emergencias. El evento resultó en daños extensos a la infraestructura y destacó la vulnerabilidad de la isla ante eventos prolongados de lluvia intensa durante la temporada lluviosa.

Borrador

En resumen, entre 2010 y 2025 hubo un total de 13 declaraciones de desastre mayor causadas por inundaciones o por eventos que provocaron daños relacionados con inundaciones. De estas, el Municipio de Vega Alta fue declarado elegible para recibir Asistencia Pública o Asistencia Individual en ocho ocasiones.

4.9.1.4 Consideraciones Especiales: Geología Cárstica

La formación cárstica de Puerto Rico es una región de roca caliza que cubre aproximadamente el 27.5 % de la superficie de la isla, abarcando las áreas calizas del

norte y sur, así como afloramientos dispersos de piedra caliza en diferentes partes del territorio. La topografía cárstica más pronunciada se encuentra en la región caliza del norte, conocida como el "cinturón cárstico", que se extiende por aproximadamente 142,544 hectáreas, equivalentes al 65 % de esa región.

Los procesos de disolución tropical han moldeado este cinturón en un paisaje caracterizado por mogotes, colinas cónicas, sumideros (dolinas), valles ciegos, cuevas, paredes escarpadas de cañones y corrientes de agua subterráneas o intermitentes. Estas características se formaron mediante la disolución de las calizas de edad Oligoceno y Mioceno bajo condiciones tropicales (Lugo et al., 2021; PRPB, 2014).

Este terreno alberga los acuíferos de agua dulce más importantes de la isla, bosques maduros, humedales, estuarios y extensos sistemas de cuevas, elementos fundamentales para la hidrología y la biodiversidad de Puerto Rico. Su topografía escarpada y sus suelos poco profundos han limitado el desarrollo agrícola a gran escala y la urbanización intensiva, permitiendo que gran parte de la región permanezca relativamente inalterada. Sin embargo, la región cárstica continúa siendo vulnerable a actividades humanas tales como la remoción de vegetación, el drenaje de humedales, la pavimentación, la extracción de aguas subterráneas y la contaminación. Estas actividades pueden desestabilizar el paisaje y afectar sus funciones ecológicas e hidrológicas esenciales (Lugo et al., 2021; PRPB, 2014).

El cinturón cárstico del norte de Puerto Rico, del cual una parte se encuentra dentro del Municipio de Vega Alta, constituye un paisaje único de roca caliza modelado por procesos de disolución tropical. Se caracteriza por la presencia de mogotes, sumideros, cuevas y acuíferos subterráneos. Esta región contiene las mayores reservas de agua dulce de la isla, sostiene 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).

Desde una perspectiva económica y ambiental, la región contribuye a reducir los riesgos de inundación, sustenta actividades agrícolas en las áreas circundantes y ofrece oportunidades recreativas y turísticas. Su topografía accidentada ha limitado la urbanización intensiva, favoreciendo la conservación de su integridad ecológica. No obstante, la región continúa siendo vulnerable a la deforestación, la extracción de aguas subterráneas y la contaminación (Lugo et al., 2021; PRPB, 2014). Según Lugo et al., la protección de esta región es esencial para garantizar la seguridad hídrica de Puerto Rico.

Borrador

El Municipio de Vega Alta se localiza casi en su totalidad dentro de la Región Cárstica del Norte de Puerto Rico, con Áreas Especiales de Planificación del Carso designadas en todos los barrios del municipio, según se muestra en el Mapa 34. Las concentraciones más extensas de terrenos cársticos con restricciones de uso se encuentran en las porciones central y sur del municipio, particularmente en los barrios de Cienegueta, Candelaria, Maricao, Bajura y Espinosa. También existen áreas cársticas de menor extensión en el barrio Sabana. Esta amplia distribución de rasgos cársticos refleja la geología caliza subyacente del municipio, caracterizada por sumideros, depresiones, sistemas de drenaje subterráneo y suelos de alta permeabilidad.

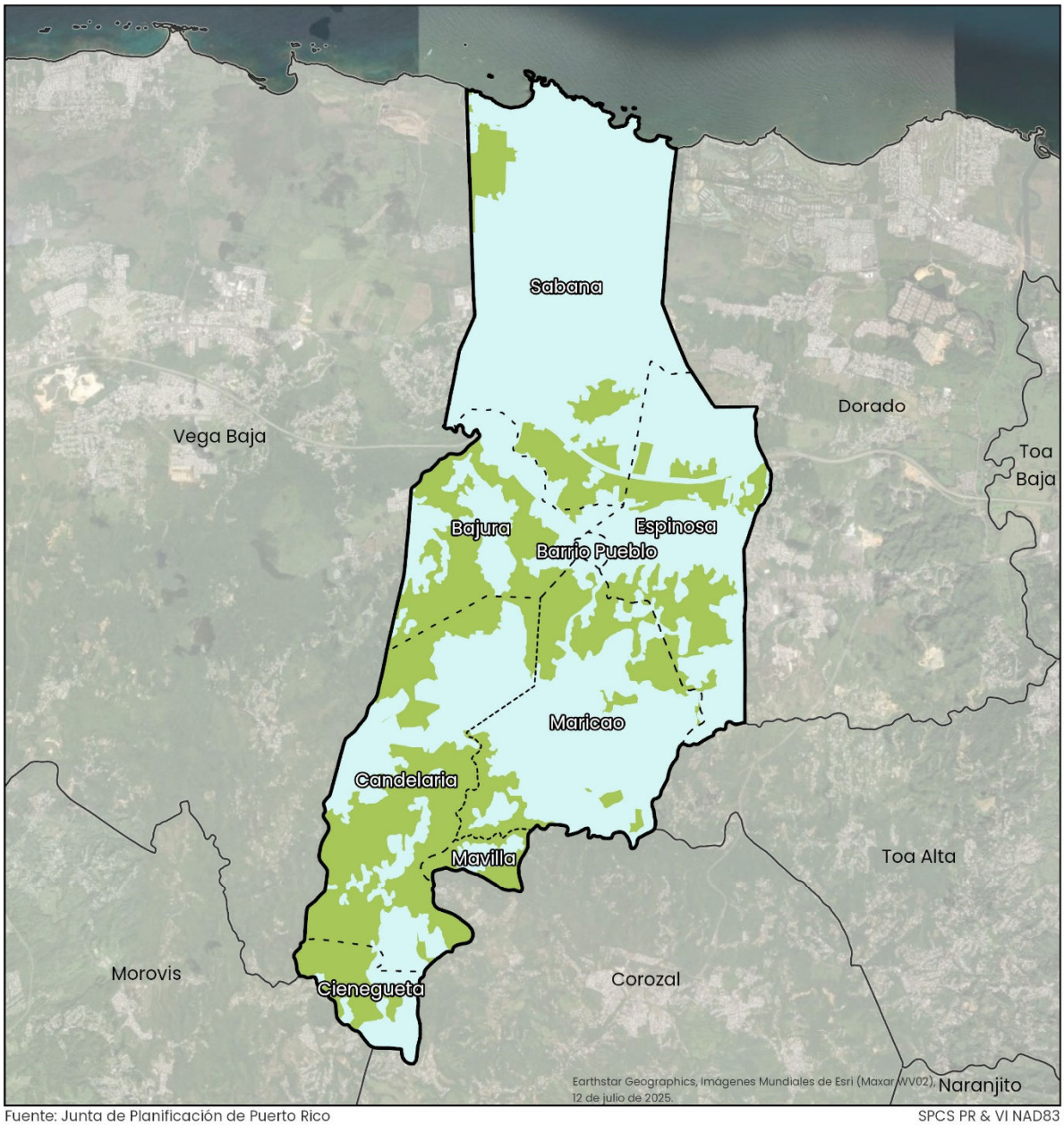
Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, la interacción entre el terreno cárstico y las inundaciones presenta desafíos particulares. Aunque los sistemas cársticos pueden facilitar la infiltración y el drenaje subterráneo en condiciones normales, los eventos de lluvia intensa asociados con tormentas tropicales y huracanes pueden exceder la capacidad de estos sistemas naturales, provocando acumulación de agua, inundaciones localizadas y la activación de depresiones cerradas. Estas condiciones pueden agravarse aún más cuando el desarrollo urbano y la infraestructura vial han alterado los patrones naturales de drenaje.

Se debe prestar especial atención a las áreas cársticas ubicadas cerca de la cuenca hidrográfica del Río Cibuco y de sus zonas bajas propensas a inundaciones. Varias comunidades y áreas desarrolladas dentro de Bajura, Espinosa, Pueblo y sectores de Maricao se encuentran próximas a zonas donde las inundaciones de la cuenca y las limitaciones de drenaje asociadas al carso pueden interactuar. Durante eventos extremos de precipitación, las aguas de inundación provenientes de la cuenca del Río Cibuco pueden acumularse en áreas bajas asentadas sobre formaciones cársticas, prolongando potencialmente los periodos de inundación y dificultando el drenaje de las aguas pluviales. A medida que los eventos de lluvia intensa y extrema se vuelven más frecuentes, estas áreas podrían experimentar una mayor exposición a inundaciones y una presión creciente sobre la infraestructura de drenaje existente.

Borrador

Mapa 34: Región Cárstica

Región Cárstica



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

Área Especial de Planificación Restringida del Karso
Zona Cársica de Planificación Especial
Barrios
Municipio de Vega Alta
Municipios Colindantes



N

Escala: 1:90,000

0 1,250 2,500

Metros

La presencia de extensos recursos cársticos representa, por tanto, tanto un importante activo ambiental como una consideración fundamental para la planificación de la mitigación de riesgos. Los esfuerzos futuros dirigidos a fortalecer la resiliencia del municipio deben continuar evaluando la relación entre las amenazas de inundación, la dinámica de las cuencas hidrográficas, las condiciones de las aguas subterráneas y los patrones de desarrollo del terreno dentro de las zonas cársticas del municipio, con el fin de reducir los riesgos para los residentes, la infraestructura y las instalaciones críticas ubicadas en estas áreas.

4.9.1.5 Consideraciones Especiales: Inundación por Sistemas Pluviales Deficientes

Los sistemas de drenaje urbano —ya sean naturales o construidos— están diseñados para conducir la escorrentía superficial hacia los cuerpos de agua receptores. Cuando los sistemas pluviales, canales o cunetones se obstruyen, resultan insuficientes o son sobrepasados por lluvias intensas y la expansión urbana, pueden desbordarse e inundar las áreas circundantes. Como resultado, las aguas de inundación pueden extenderse más allá de los valles inundables cartografiados por FEMA, incluso ingresando a zonas que típicamente se consideran de riesgo bajo o moderado, como las Zonas B, C o X (FEMA, *Reducing Damage from Localized Flooding*, 2025).

La escorrentía pluvial en Puerto Rico está condicionada por el clima, la topografía y la cobertura del terreno de la Isla. La precipitación anual varía desde menos de 1,000 milímetros (mm) hasta más de 4,000 mm (40 a 157 pulgadas). Las cuencas hidrográficas de la Isla son mayormente montañosas, con pendientes pronunciadas, y los valles de los ríos y quebradas suelen ser estrechos y bien encajonados. Las tormentas intensas, pero de corta duración, son comunes, lo que provoca inundaciones rápidas con descargas máximas que pueden ser varios órdenes de magnitud mayores que los caudales base. Todas las cuencas hidrográficas de Puerto Rico han experimentado alteraciones significativas. Se estima que más del 11% de la Isla está cubierta por superficies desarrolladas, con áreas que alcanzan hasta un 40% en regiones como el Área Metropolitana de San Juan. Estos cambios han modificado significativamente los patrones de drenaje pluvial y los niveles de inundación aguas abajo (FEMA, 2024).

Las superficies pavimentadas limitan severamente la infiltración del agua de lluvia, aumentando tanto el volumen como la velocidad de la escorrentía superficial. Como resultado, los sistemas pluviales pueden ser sobrepasados con facilidad. Además, la

Borrador

escorrentía proveniente de superficies pavimentadas llega mucho más rápido a las quebradas y ríos, excediendo su capacidad para conducir el agua y causando niveles de inundación más altos y frecuentes en áreas adyacentes. Asimismo, los contaminantes procedentes de fuentes puntuales y no puntuales de contaminación tienen mayor probabilidad de llegar a los cuerpos de agua superficiales cuando son transportados por la escorrentía sobre superficies pavimentadas, en lugar de ser degradados parcial o totalmente por suelos con vegetación. Los caudales más altos también tienen una mayor capacidad para remover y transportar suelo y otros materiales sueltos de las riberas y los cauces, facilitando la erosión y la socavación (FEMA, 2024).

Paradójicamente, el caudal de los ríos entre eventos de lluvia tiende a disminuir después de la urbanización. Las superficies pavimentadas actúan como una barrera que aísla el suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia que, de otro modo, se descargaría gradualmente desde el terreno hacia las quebradas días después. Este proceso es crítico para mantener los caudales base necesarios para los peces y la vida silvestre ribereña, así como para sostener el suministro público de agua. En respuesta, se han implementado ampliamente en Puerto Rico diversas medidas de infraestructura gris, tales como estaciones de bombeo para control de inundaciones, canales trapezoidales de concreto y cunetones curvos. Aunque son efectivas para transportar rápidamente la escorrentía, estas estructuras a menudo pasan por alto consideraciones ecológicas, sociales, culturales y estéticas. Estas prácticas suelen conllevar costos significativos de operación y mantenimiento y, en muchas instancias, pueden exacerbar la erosión, la socavación y los problemas de calidad del agua aguas abajo.

Un enfoque más sostenible consiste en aprovechar los servicios ecológicos que ofrecen las áreas verdes y otras soluciones basadas en la naturaleza para manejar los flujos de escorrentía y mejorar la calidad del agua. Estas estrategias son cada vez más críticas para proteger a las comunidades de los crecientes impactos relacionados con el agua en Puerto Rico (FEMA, 2024).

4.9.1.6 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e)

Se ha identificado un aumento sostenido en la frecuencia de eventos de lluvia extrema durante las décadas recientes. Como se indicó anteriormente, la Isla de Puerto Rico ha tenido 13 declaraciones de desastre mayor relacionadas con inundaciones durante los últimos quince años. Esto significa que la frecuencia promedio de un evento de inundación es de aproximadamente cada 14 meses.

Borrador

Cualquier acción de mitigación adoptada para reducir los efectos de las inundaciones en el Municipio de Vega Alta debe considerar, por ejemplo, que los eventos con periodo de retorno de 100 años, o aquellos con una probabilidad anual de 1%, podrían convertirse en eventos con periodo de retorno de 50 años o tener una probabilidad anual de 2% en el futuro. Esto significa que los eventos de inundación de cierta magnitud e impacto sobre el municipio podrían aumentar, particularmente en las áreas de alto riesgo. Aunque existen numerosos proyectos de control de inundaciones en Vega Alta, la probabilidad de eventos futuros se considera alta.

4.9.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.9.2.1 Pérdidas Estimadas

Las inundaciones representan una de las amenazas naturales más significativas que afectan a Vega Alta debido a la concentración de desarrollo urbano a lo largo de corredores fluviales, áreas de baja elevación y la llanura costera del norte del municipio. Según los datos del Índice Nacional de Riesgo de FEMA (FEMA National Risk Index), aproximadamente 0.29 millas cuadradas del municipio están expuestas a amenazas de inundación, abarcando una población estimada de 1,827 residentes y aproximadamente $189.5 millones en valor expuesto de edificaciones. El valor total expuesto, incluyendo la equivalencia económica de la población, se estima en $21.38 mil millones (Tabla 28).

Tabla 28: Exposición al Peligro de Inundación

Área Impactada (Millas cuadradas)	Valor de los Edificios Expuestos	Población Expuesta	Equivalencia de la población Expuesta	Exposición Total
.289142	$189,512,065.41	1,827	$21,194,406,489.59	$21,383,918,534.01

Fuente: FEMA NRI

Mientras, la siguiente tabla presenta las pérdidas anuales esperadas por inundaciones para las estructuras y la población expuesta.

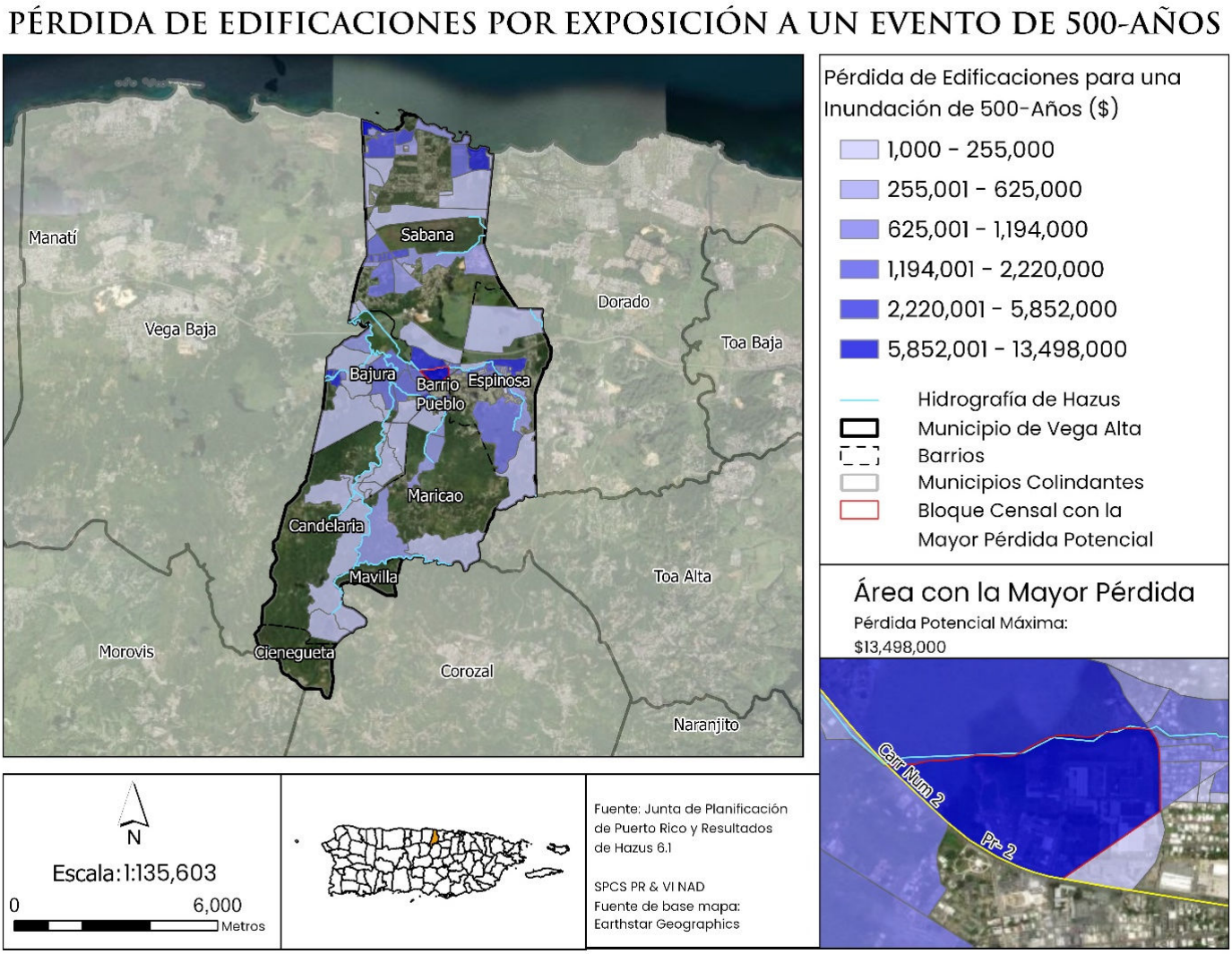
Borrador

Tabla 29: Pérdida Anual Esperada

Valor anual de las pérdidas esperadas por edificio	Pérdida anual estimada de la población	Equivalencia de la pérdida anual estimada de la población	Pérdidas totales anuales esperada
$5,001,782.53	0.0279	$323,117.20	$5,324,899.74

. Fuente: FEMA NRI

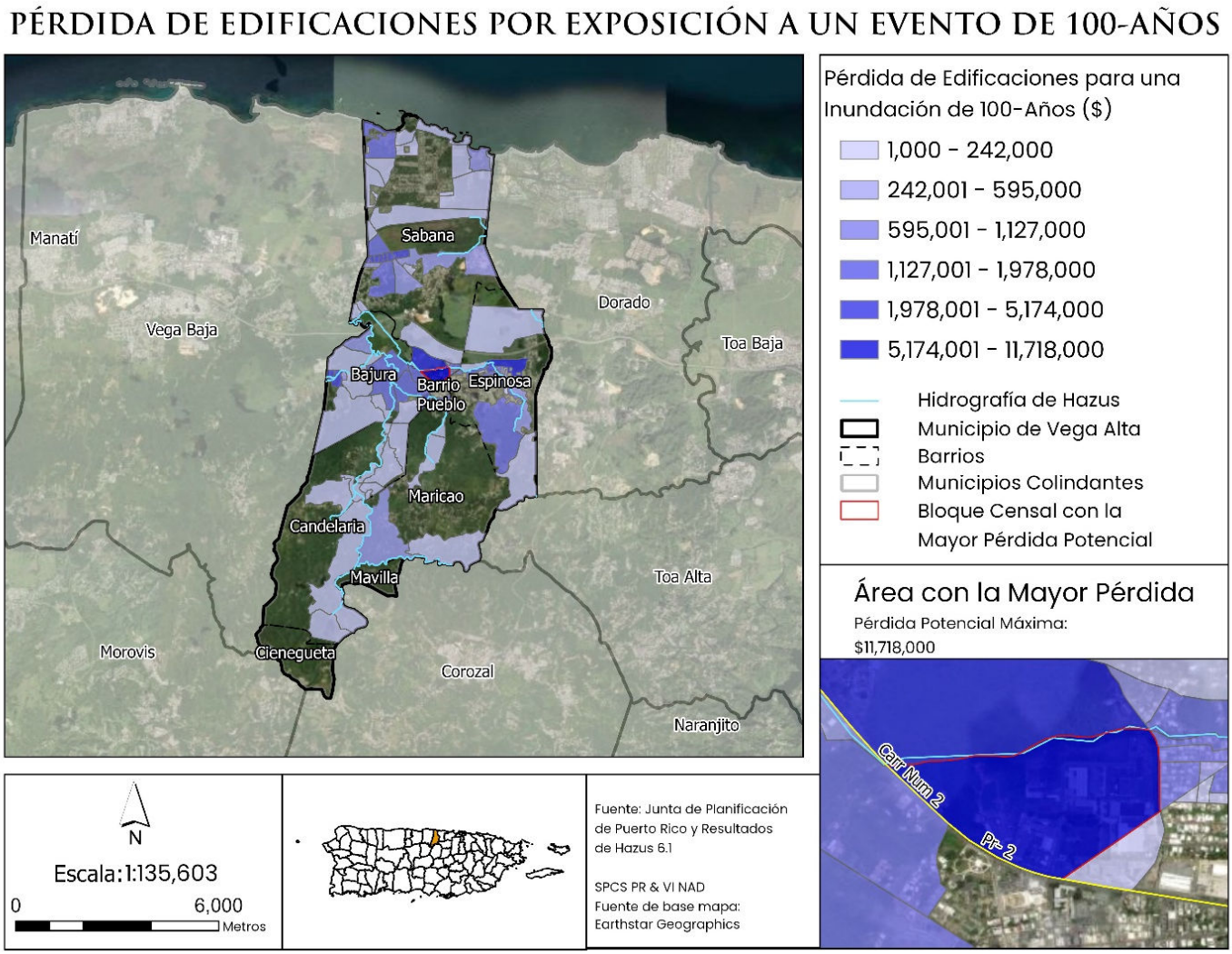
Mapa 35: Pérdidas de Edificaciones por Exposición a un Evento de 500 años



La distribución espacial de las pérdidas potenciales indica que los mayores daños a edificaciones relacionados con inundaciones se concentran en los sectores desarrollados del centro y norte del municipio, particularmente a lo largo de corredores de quebradas y ríos en Barrio Pueblo, Bajura, Espinosa y Sabana (Mapa 35). El bloque censal con las mayores pérdidas potenciales identificado por el análisis de Hazus se localiza cerca del corredor de la PR-2, en el área de Barrio Pueblo, donde las pérdidas estimadas en edificaciones alcanzan aproximadamente $11.7 millones durante un evento de inundación con 1 % de probabilidad anual de ocurrencia (inundación de 100 años, Mapa 36) y $13.5 millones durante un evento de inundación con 0.2 % de probabilidad anual de ocurrencia (inundación de 500 años, Mapa 35). Estas pérdidas elevadas reflejan la concentración de activos residenciales, gubernamentales, de transporte y comunitarios ubicados dentro de áreas propensas a inundaciones.

Borrador

Mapa 36: Pérdida de Edificaciones por Exposición a Evento de 100 años



El modelado de pérdidas por inundación realizado mediante Hazus estima que aproximadamente 16,249 estructuras están expuestas al riesgo de inundación en Vega Alta, incluyendo 16,230 estructuras residenciales y 19 estructuras no residenciales (Tabla 30). Las pérdidas anuales esperadas por inundación se estiman en aproximadamente $5.3 millones, lo que refleja la naturaleza recurrente de los daños asociados a inundaciones dentro del municipio.

Tabla 30: Total de Pérdidas de Estructuras

Estructuras	
No Residenciales	19
Residenciales	16,230
Total de estructuras	16,249

Tabla 31: Total de Pérdidas de Estructuras No-Residencial vs Residencial

Tipo de Uso	Pérdidas en dólares Evento de 1%	Pérdidas en dólares Evento de 0.2%
No - Residencial	$14,511,000	$17,068,000
Residencial	$51,945,000	$82,174,000
Total	**$66,456,000**	**$99,242,000**

Tabla 32: Pérdidas No Residenciales Detalladas

Tipo de Uso	Pérdidas en dólares Evento de 1%	Pérdidas en dólares Evento de 0.2%
Comercial	$0	0$
Educación	$5,800,000	$6,883,000
Gobierno	$8,711,000	$10,185,000
Religioso	$0	$0
Agricultura	$0	$0
Industrial	$0	$0
Total	**$14,511,000**	**$17,068,000**

Tabla 33: Pérdidas No Residenciales Detalladas

Pérdidas Residenciales Detalladas	Pérdidas en dólares Evento de 1%	Pérdidas en dólares Evento de 0.2%
Estructura	$17,943,000	$32,254,000
Contenido	$9,686,000	$17,893,000
Relocalización	$16,974,000	$22,112,000
Ingresos de Alquiler	$7,420,000	$9,993,000
Total	**$52,023,000**	**$82,252,000**

Para el evento de inundación de 100 años, las pérdidas totales proyectadas se estiman en aproximadamente $66.5 millones, incluyendo $51.9 millones en pérdidas

Borrador

residenciales y $14.5 millones en pérdidas no residenciales (Tabla 31). Bajo el escenario más severo de una inundación de 500 años, las pérdidas totales aumentan a aproximadamente $99.2 millones, de las cuales alrededor de $82.2 millones corresponden a pérdidas residenciales y aproximadamente $17.1 millones a pérdidas no residenciales. Las propiedades residenciales representan la mayor parte de los daños esperados en ambos escenarios, constituyendo más de las tres cuartas partes de las pérdidas totales proyectadas.

En términos generales, la evaluación de pérdidas por inundación demuestra que Vega Alta enfrenta un riesgo económico significativo tanto por eventos de inundación frecuentes como por eventos extremos, con impactos concentrados en áreas desarrolladas adyacentes a quebradas, ríos y llanuras de inundación. El predominio de las pérdidas residenciales, combinado con los posibles efectos sobre instalaciones gubernamentales y educativas, resalta la importancia de continuar fortaleciendo la gestión de las llanuras de inundación, implementar mejoras a los sistemas de drenaje, promover medidas de resiliencia en la infraestructura y desarrollar acciones de mitigación orientadas a reducir los daños futuros asociados a inundaciones en todo el municipio.

4.9.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Las inundaciones se encuentran entre los peligros naturales más disruptivos, ya que afectan las ocho Líneas Vitales Comunitarias de FEMA. Estas líneas vitales 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 sobre las líneas vitales:

- Seguridad y Protección - Las inundaciones pueden dañar la infraestructura de servicios de emergencia, como estaciones de policía, estaciones de bomberos y centros de operaciones de emergencia. Las rutas de evacuación bloqueadas y las carreteras anegadas dificultan los esfuerzos de rescate, mientras que las interrupciones prolongadas de servicios aumentan la vulnerabilidad ante actos delictivos y disturbios civiles.

- Alimentos, Agua y Refugio - Las aguas de inundación pueden contaminar los suministros de agua potable y dañar las instalaciones de tratamiento de agua. Las cadenas de suministro de alimentos pueden verse severamente interrumpidas cuando almacenes y supermercados se inundan. Los daños a estructuras residenciales pueden provocar desplazamientos, generando una

Borrador

demanda urgente de refugios temporeros.

- Salud y Servicios Médicos - Los hospitales y clínicas pueden volverse inaccesibles o experimentar interrupciones del servicio eléctrico durante eventos de inundación. Las condiciones de inundación pueden contribuir al aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, mientras que las enfermedades relacionadas con el moho pueden aumentar significativamente. Las interrupciones en las cadenas de suministro médico pueden retrasar tanto la atención de emergencias como los tratamientos rutinarios.

- Energía (electricidad y combustible) - Las inundaciones pueden sumergir subestaciones eléctricas y transformadores, provocando interrupciones generalizadas del servicio eléctrico. Las redes de distribución de combustible pueden verse afectadas debido a carreteras intransitables y rutas de transportación dañadas. La pérdida prolongada de energía puede afectar significativamente instalaciones críticas, como hospitales y plantas de tratamiento de agua.

- Comunicaciones - Las inundaciones pueden dañar torres celulares, cables de fibra óptica y sistemas de comunicación de emergencia, reduciendo la capacidad para coordinar las operaciones de rescate y recuperación. Esta interrupción puede retrasar la divulgación de información crítica.

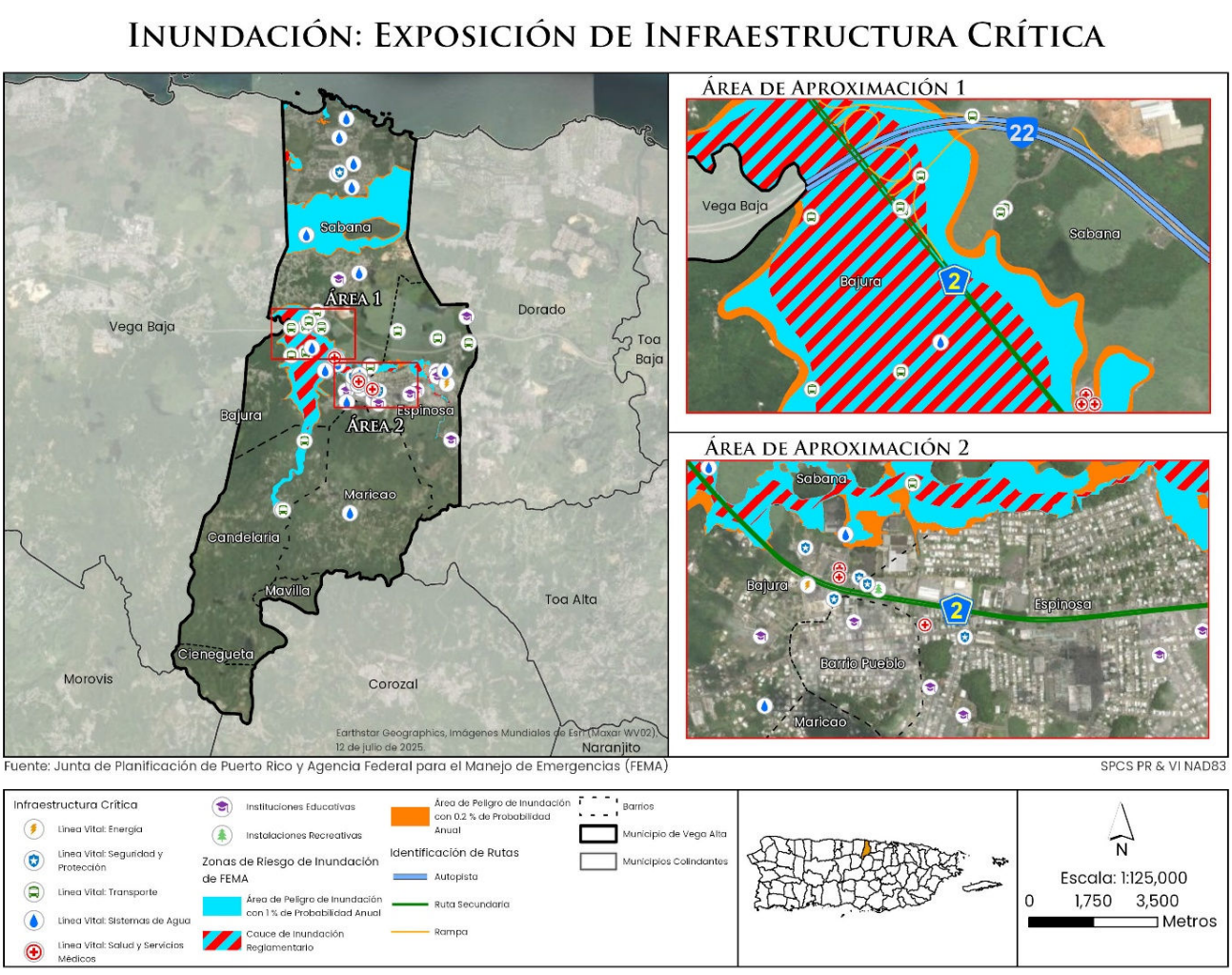
- Transportación - Las inundaciones pueden arrasar o socavar carreteras, puentes y líneas ferroviarias, dejándolos intransitables. Los aeropuertos y puertos marítimos pueden verse obligados a suspender operaciones, retrasando la evacuación y la entrega de suministros de emergencia. Además, las interrupciones en la transportación amplifican el impacto general del desastre.

- Materiales Peligrosos - Las aguas de inundación pueden movilizar y dispersar sustancias peligrosas provenientes de instalaciones industriales, sistemas sanitarios y tanques de almacenamiento de combustible, aumentando el riesgo de contaminación ambiental. Los esfuerzos de limpieza pueden volverse complejos, costosos y prolongados, con posibles impactos a largo plazo sobre la salud pública y el ambiente.

Borrador

- Sistemas de Agua - Las aguas de inundación pueden contaminar los suministros de agua potable y dañar las instalaciones de tratamiento de agua. El flujo excesivo de aguas de inundación puede sobrepasar la capacidad de los sistemas sanitarios, provocando el reflujo de aguas residuales sin tratar hacia calles y viviendas. Las condiciones de inundación pueden exceder la capacidad de diseño de los sistemas pluviales y estanques de retención, ocasionando inundaciones urbanas y daños a la infraestructura. La acumulación de sedimentos y escombros puede obstruir los sistemas de drenaje, reduciendo su efectividad e incrementando el riesgo de inundación durante eventos de tormenta posteriores.

Mapa 37: Inundación: Exposición de Infraestructura Crítica



El Mapa 37 muestra la ubicación de las instalaciones críticas en relación con las zonas de inundación.

El análisis de exposición a inundaciones indica que la mayor concentración de infraestructura crítica vulnerable se localiza dentro del corredor Sabana-Bajura y el área urbana de Pueblo-Espinosa. Las instalaciones de los sistemas de agua, la infraestructura de transporte, las facilidades de atención médica y los recursos de seguridad pública están expuestos tanto al área de amenaza de inundación con 1 % de probabilidad anual de ocurrencia como, en algunos casos, a la vía de inundación reglamentaria (*regulatory floodway*). Las inundaciones en estas áreas tienen el potencial de interrumpir simultáneamente múltiples Líneas Vitales Comunitarias de FEMA, afectando las capacidades de respuesta a emergencias, los servicios públicos esenciales, el acceso al transporte y las funciones relacionadas con la salud pública.

Como resultado, la protección de la infraestructura crítica ubicada dentro de la llanura de inundación del norte del municipio y a lo largo del corredor del Río Cibuco debe continuar siendo una prioridad para los futuros esfuerzos de planificación de mitigación e inversiones en resiliencia.

El Área de Aproximación 1 representa uno de los conglomerados de exposición a inundaciones más vulnerables del municipio. El análisis muestra múltiples instalaciones de transporte, infraestructura de los sistemas de agua y facilidades de atención médica ubicadas dentro o adyacentes a la vía de inundación reglamentaria (*regulatory floodway*) y a la llanura de inundación con 1 % de probabilidad anual de ocurrencia.

Particularmente notable es la exposición de las instalaciones localizadas a lo largo del corredor de transporte de la PR-2 y de la red vial secundaria asociada, la cual constituye una ruta crítica de transporte este-oeste que conecta a Vega Alta con los municipios vecinos. Las inundaciones en esta área podrían obstaculizar las operaciones de respuesta a emergencias, restringir los movimientos de evacuación y limitar el acceso a servicios esenciales. Varios activos relacionados con el transporte parecen estar ubicados inmediatamente adyacentes a la vía de inundación, lo que incrementa su susceptibilidad a la inundación durante eventos de crecida significativos.

La concentración de infraestructura de los sistemas de agua dentro de esta área aumenta aún más la vulnerabilidad, ya que los daños relacionados con inundaciones

Borrador

podrían comprometer los sistemas de distribución y suministro de agua que sirven tanto a residentes como a comercios.

4.9.2.3 Vulnerabilidad Social

El análisis de exposición poblacional para la inundación de 500 años indica que el riesgo de inundación no se distribuye uniformemente en todo Vega Alta (Mapa 38). Las mayores concentraciones de residentes potencialmente afectados se localizan en la porción norte del municipio, particularmente en el barrio Sabana y en sectores de Bajura, Barrio Pueblo y Espinosa. Las áreas de exposición cartografiadas incluyen bloques censales con poblaciones estimadas en riesgo que varían desde menos de 30 residentes hasta cerca de 2,000 residentes por bloque, lo que demuestra que tanto las áreas de baja densidad poblacional como las zonas residenciales relativamente densas pueden verse afectadas por eventos extremos de inundación.

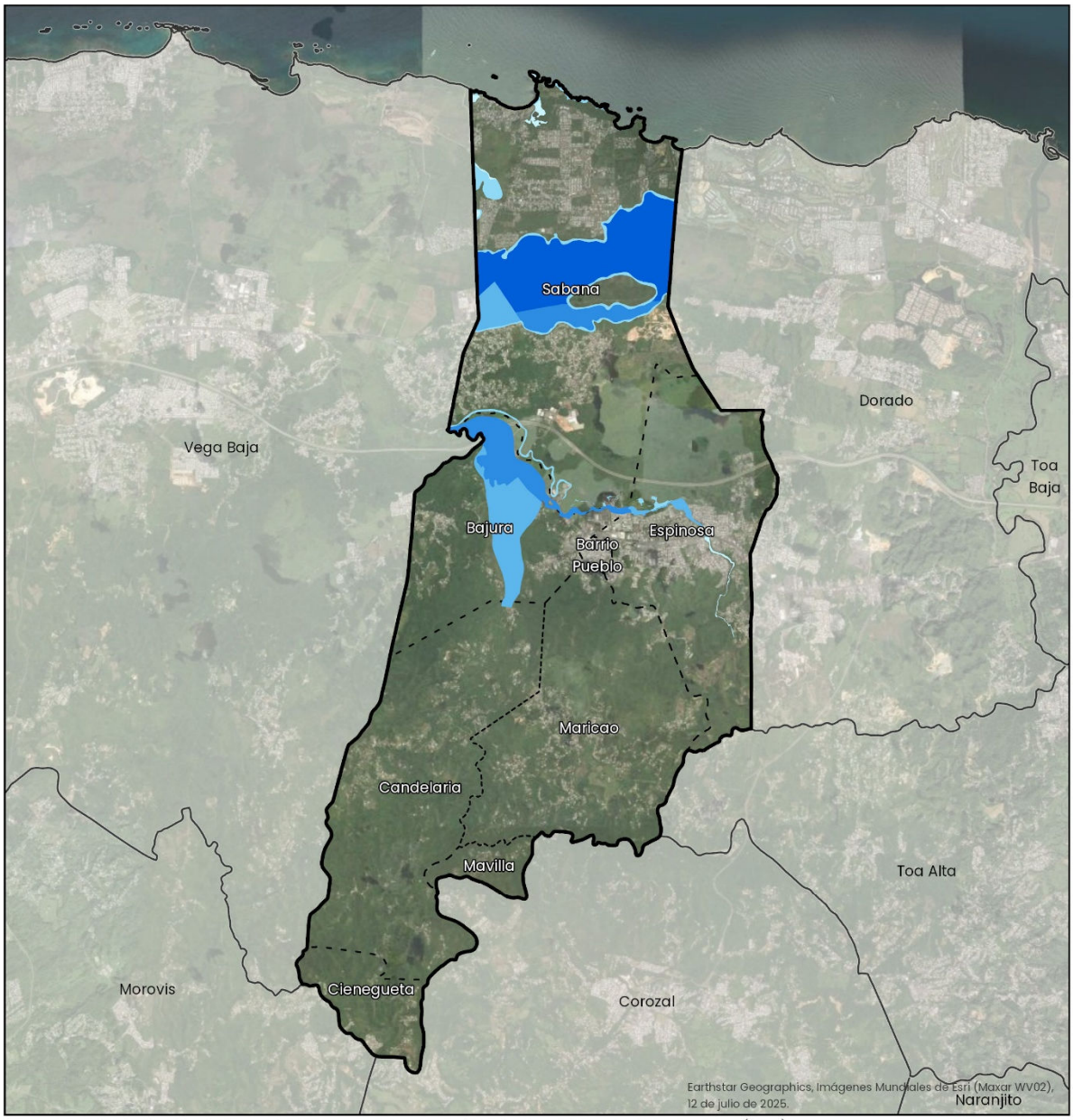
La exposición de la población está influenciada por el patrón de asentamiento del municipio, donde muchas áreas residenciales se concentran en las porciones bajas de la llanura costera y a lo largo de los corredores de drenaje asociados con la cuenca hidrográfica del Río Cibuco. La vulnerabilidad a las inundaciones también está condicionada por el extenso paisaje cárstico de Vega Alta, donde las lluvias intensas pueden sobrepasar la capacidad de los sistemas naturales de drenaje subterráneo, provocando acumulaciones localizadas de agua, inundaciones prolongadas y un aumento en la profundidad de las inundaciones en áreas de sumideros. Como resultado, las amenazas de inundación tienen el potencial de afectar a los residentes mediante daños directos a la propiedad, restricciones en el acceso a rutas de transporte, desplazamientos temporales e interrupciones en los servicios esenciales.

La superposición entre áreas pobladas, terrenos propensos a inundaciones y zonas de topografía cárstica pone de relieve la importancia de implementar medidas de mitigación de inundaciones, preservar las funciones naturales de drenaje y orientar el desarrollo futuro fuera de las áreas con exposición documentada a inundaciones. Estas consideraciones son particularmente relevantes ante la posibilidad de que eventos de precipitación más frecuentes e intensos incrementen el riesgo de inundación en el municipio durante los próximos años.

Borrador

Mapa 38: Inundación - Exposición de la Población

Inundación: Exposición de la Población



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

SPCS PR & VI NAD83

Población en Riesgo
- 7 - 29
- 30 - 102
- 103 - 216
- 217 - 444
- 445 - 1,946

Barrios
Municipio de Vega Alta
Municipios Colindantes



N

Escala: 1:90,000

0 1,250 2,500 Metros

4.9.2.4 Recursos Naturales y Culturales

En la mayoría de los eventos de inundación, los recursos hídricos están expuestos a altos niveles de contaminantes asociados con el aumento en los niveles del agua, la acumulación de aguas residuales y otras sustancias peligrosas o tóxicas dejadas por las inundaciones (Malilay, 2000). Esta contaminación puede facilitar la propagación de enfermedades en los cuerpos de agua municipales y afectar adversamente la flora y fauna local, incluidos los seres humanos. Por ejemplo, el agua estancada por periodos prolongados después de una inundación puede favorecer enfermedades como el dengue y la leptospirosis. Luego del huracán María, el agua estancada contribuyó a brotes de leptospirosis y a la proliferación de mosquitos. 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 el agua estancada después de los eventos de inundación.

Las inundaciones también provocan la acumulación de escombros, incluidos remanentes estructurales, suelo, sedimentos, desechos orgánicos y pertenencias personales. Si no se manejan adecuadamente, estos escombros pueden contaminar el suelo y el agua cuando se queman, abandonan, entierran o descargan en cuerpos de agua.

4.9.2.5 Consideraciones Especiales: Pérdidas Repetitivas y Pérdidas Repetitivas Severas

En Vega Alta existen propiedades aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés). Estas propiedades participan en el NFIP bajo la cobertura de la JPPR. La Sección 6.5 proporciona detalles adicionales sobre cómo el municipio puede utilizar el NFIP como un mecanismo para la planificación de mitigación.

El Municipio ha incluido propiedades que han experimentado pérdidas repetitivas y/o pérdidas repetitivas severas ubicadas en áreas identificadas como propensas a inundaciones. Estas propiedades actualmente carecen de descripciones sobre el tipo de estructura (residencial, comercial, institucional, 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 de control o prevención de inundaciones a través de programas como;

Borrador

Flood Mitigation Assistance (FMA), *Hazard Mitigation Grant Pro*gram (HMGP), *Housing and Urban Development* (HUD), CDBG-DR, entre otros.

Al 29 de mayo de 2026, la información sobre la cobertura del NFIP para Pérdidas Repetitivas (RL, por sus siglas en inglés)) y Pérdidas Repetitivas Severas (SRL, por sus siglas en inglés) para el Municipio de Vega Alta es la siguiente:

Tabla 34: Número de Pólizas NFIP

Numero de Pólizas	Total de Desembolsos para RL y SRL
110	$71,242

Esta información incluye propiedades cubiertas por el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) que han experimentado pérdidas repetitivas (RL, por sus siglas en inglés) y/o pérdidas repetitivas severas (SRL, por sus siglas en inglés), ubicadas dentro de áreas identificadas como de riesgo de inundación.

Tabla 35: NFIP - Pérdidas Repetitivas

Estructuras con Pérdidas Repetitivas	Estructuras Aseguradas (RL)	Total de Pérdidas Repetidas
4	0	9

Tabla 36: NFIP - Pérdidas Repetitivas Severas

Estructuras con Pérdidas severas repetitivas (SRL)	Estructuras Aseguradas	Total de pérdidas severas repetitivas
0	0	0

4.9.2.6 Condiciones Futuras(E1-A)

El análisis de exposición del desarrollo reciente indica que una parte de los permisos de construcción emitidos entre 2020 y 2026 se localiza dentro o adyacente a las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (Special Flood Hazard Areas, SFHA) designadas por FEMA, incluyendo tanto las llanuras de inundación con 1 % de probabilidad anual

Borrador

de ocurrencia como las de 0.2 % de probabilidad anual de ocurrencia. La mayor concentración de desarrollo expuesto se encuentra en el norte de Vega Alta, particularmente en los barrios de Sabana, Bajura, Barrio Pueblo y Espinosa, donde las áreas de riesgo de inundación coinciden con zonas urbanizadas establecidas y en expansión. El desarrollo que ocurre cerca de las vías de inundación reglamentarias es motivo de especial preocupación, ya que estas áreas están sujetas a mayores profundidades y velocidades de inundación, así como a posibles impactos sobre la infraestructura durante eventos significativos de inundación.

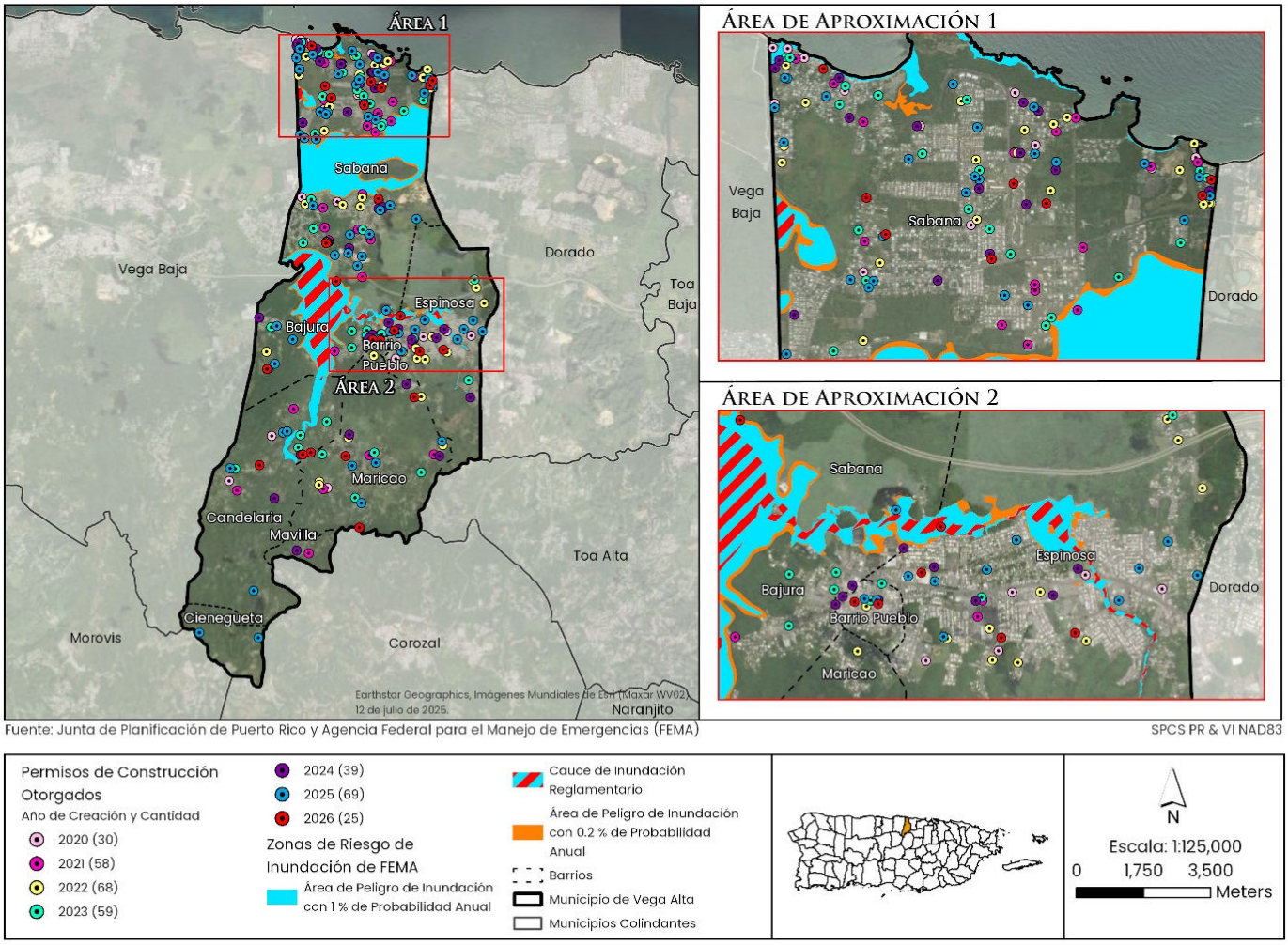
A medida que el desarrollo continúa creciendo en estas áreas, el número y el valor de los activos expuestos a inundaciones podrían aumentar. La interacción entre las condiciones de las llanuras de inundación, las influencias costeras, las inundaciones de cuenca hidrográfica y la fisiografía cárstica del municipio contribuye aún más a la susceptibilidad a inundaciones y puede exacerbar las inundaciones localizadas durante eventos extremos de precipitación.

Estos hallazgos respaldan la necesidad de continuar aplicando los requisitos de administración de llanuras de inundación, la planificación del uso de terrenos basada en el conocimiento del riesgo y la implementación de medidas de mitigación dirigidas a reducir el desarrollo futuro en áreas vulnerables a inundaciones.

Borrador

Mapa 39: Inundación: Exposición de Desarrollos Recientes

Inundación: Exposición de Desarrollos Recientes



4.10 Ciclón Tropical y Vientos Fuertes

4.10.1 Descripción (B1-a)

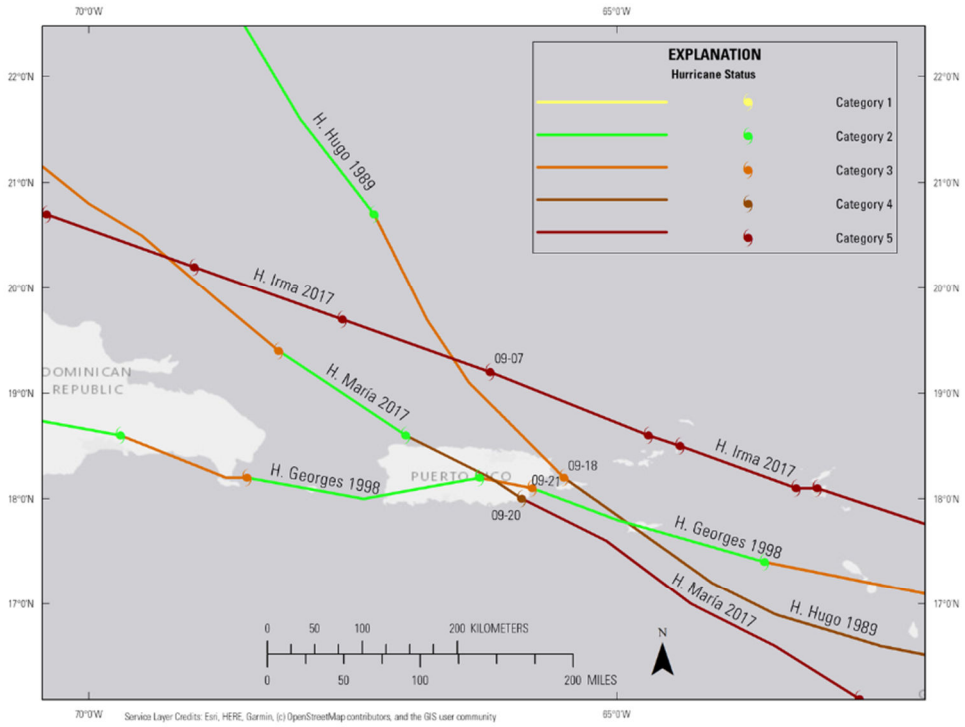
Los vientos consisten en corrientes de aire generadas en la atmósfera debido a variaciones en la presión. Aunque estas corrientes están presentes constantemente, cuando su intensidad aumenta pueden convertirse en un peligro de alto nivel. Para propósitos de este Plan, el enfoque será en eventos de vientos severos asociados con ciclones tropicales y su fuerza extrema (Castro Rivera & López Marrero, *Cartilla de los Ciclones*, 2018).

Este subcapítulo se titula Ciclones Tropicales para incluir fenómenos tales como tormentas y depresiones tropicales. Sin embargo, los huracanes representan la mayor amenaza debido a su alto potencial destructivo, amplio impacto geográfico, rápido desarrollo y, en ocasiones, trayectorias impredecibles. Además, los huracanes suelen estar acompañados de mareas altas, marejadas ciclónicas y lluvias intensas, las cuales pueden ocasionar deslizamientos e inundaciones fluviales. Dado que estos peligros asociados se atienden en secciones separadas, esta sección se enfocará específicamente en el impacto del viento dentro del municipio.

La Figura 20 muestra la trayectoria de los huracanes de categoría 2 a 5 que han afectado a Puerto Rico desde 1989.

5

Figura 20: Huracanes Categoría 2-5 (1998 - 2017)



Sources/Usage: Public Domain. View Media Details

Figure 1. *Hurricane tracks for Hugo (1898), 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.*

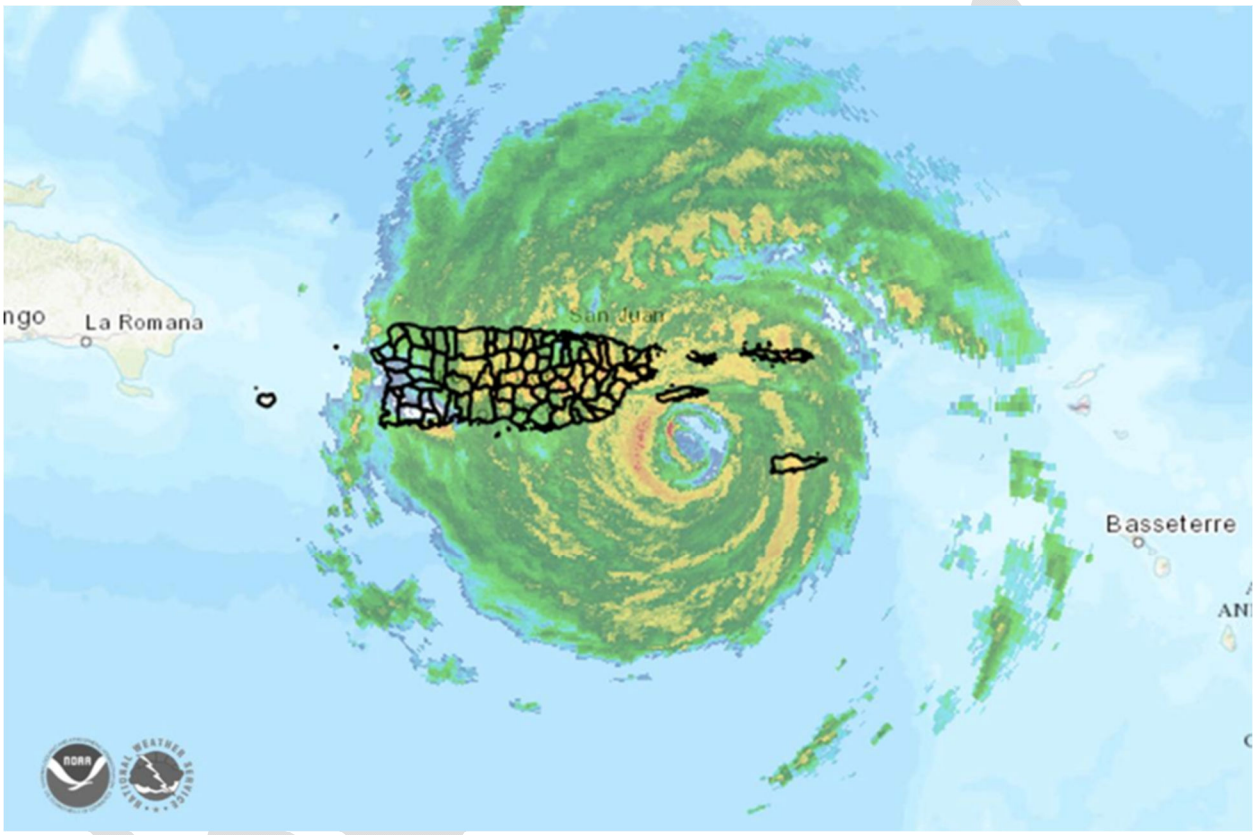
Figura 1: *Trayectorias de los huracanes Hugo (1989), Georges (1998), Irma (2017) y María (2017). Datos provistos por la NOAA. La imagen de base es propiedad intelectual de Esri y se usa aquí bajo licencia. Los derechos de autor y reproducción son propiedad de Esri y sus licenciatarios.*

[5]htt.s://www.usgs/gov/mission-areas/natural-hazards/science/Puerto-rico-natural-hazards-hurricanes-peligros-naturales-de

4.10.1.1 Área Afectada(B1-b)

Los ciclones tropicales son sistemas atmosféricos que pueden afectar a toda la Isla. Por ejemplo, la Figura 21 muestra el tamaño del huracán María (2017) mientras se aproximaba a Puerto Rico.

Figura 21: Imagen de Huracán mientras se acerca a Puerto Rico



4.10.1.2 Magnitud del 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 vientos sostenidos que exceden setenta y cuatro (74) millas por hora. Se desarrollan sobre aguas oceánicas cálidas y resultan de la inestabilidad causada por la interacción de masas de aire cálidas y frías. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos de la siguiente manera:

- Depresión tropical: sistema organizado de nubes con una circulación definida

y vientos máximos sostenidos menores de 39 mph. Representa la etapa formativa de un ciclón tropical.

- Tormenta tropical: sistema organizado de nubes con una circulación definida y vientos máximos sostenidos entre 39 y 73 mph.
- Huracán: forma más intensa de un ciclón tropical, con vientos sostenidos de 74 mph o más. Los huracanes presentan un centro bien definido con presión barométrica muy baja. Se clasifican de uno (I) a cinco (V), y los más intensos pueden alcanzar velocidades de viento que exceden las 155 mph (Castro Rivera & López Marrero, 2018).

La Tabla 37 muestra la Escala de Huracanes Saffir-Simpson y presenta ejemplos históricos de huracanes que han pasado por Puerto Rico o cerca de la Isla.

Tabla 37: Escala Saffir - Simpson

Categoría	Velocidad del viento	Descripción	Ejemplo histórico
Tormenta tropical	39–73 mph	Lo suficientemente fuerte como para causar daños a árboles, interrupciones del servicio eléctrico e inundaciones localizadas, pero generalmente menos destructiva que un huracán.	Frederic (1979) Claudette (1979) Eloise (1975) Jeanne (2004) Irene (2011) Isaías (2020)
1	74–95 mph	Los vientos pueden causar daños menores a techos, revestimientos y árboles, con potencial de interrupciones del servicio eléctrico.	Santa Clara (1956)[6] Hortense (1996) Fiona (2022)
2	96–110 mph	Los vientos fuertes pueden causar daños extensos a techos y árboles, provocando pérdida generalizada del servicio eléctrico.	Marilyn (1995)
3	111–129 mph	Los vientos devastadores pueden destruir techos y paredes de viviendas, arrancar árboles de raíz y causar interrupciones prolongadas del servicio eléctrico.	Hugo (1989) Georges (1998)
4	130–156 mph	Los vientos catastróficos pueden causar daños estructurales severos, partir o arrancar de raíz la mayoría de los árboles, e interrumpir el servicio eléctrico durante semanas.	San Ciriaco (1899) San Ciprián (1932) Donna (1960) David (1979) María (2017)
5	157 mph o más	Los vientos catastróficos pueden resultar en falla total de techos y colapso de edificios, dejando áreas inhabitables durante semanas o meses.	San Felipe II (1928) Irma (2017)

[6] Conocida oficialmente como Betsy

Borrador

Para evaluar la vulnerabilidad que representan los huracanes, este LHMP utiliza como estándares de referencia el evento de viento de 100 años y el evento de viento de 500 años. Un evento de viento de 100 años se refiere a una velocidad de viento que tiene una probabilidad de 1% de ser igualada o excedida en cualquier año determinado. De manera similar, un evento de viento de 500 años tiene una probabilidad anual de 0.2% de ser igualado o excedido. Estos términos describen periodos estadísticos de recurrencia y no implican que dichos eventos ocurran solo una vez cada 100 o 500 años. Más bien, expresan la probabilidad de ocurrencia en cualquier año individual. Los valores de periodos de recurrencia del viento se derivan mediante análisis estadísticos de registros históricos de velocidad del viento utilizando modelos probabilísticos de valores extremos. Estos análisis estiman las intensidades de viento asociadas con intervalos específicos de recurrencia y se aplican ampliamente en la ingeniería, el modelaje de seguros y la planificación de mitigación de riesgos.

Estos valores son críticos para los estándares de diseño estructural, como el *American Society of Civil Engineers Standard 7* (ASCE 7), que especifica las cargas de viento para distintas categorías de riesgo, y para las compañías de seguros al evaluar daños potenciales por tormentas. Por ejemplo, las velocidades típicas de ráfagas de 3 segundos a 33 pies sobre el terreno —Categoría de Exposición C— son de aproximadamente 100 mph para un evento de 100 años y de aproximadamente 110 a 115 mph para un evento de 500 años. Estas velocidades de diseño aseguran la seguridad de edificios, puentes e infraestructura crítica, y ayudan a orientar la planificación de emergencias y la gestión del riesgo financiero.

4.10.1.3 Eventos Anteriores(B1-d)

La tabla 38 muestra los eventos de vientos extremos que recibieron una declaración de desastre entre 1989 y 2025. Una de las columnas identifica si el Municipio de fue designado para Asistencia Pública (PA), Asistencia Individual (IA), o ambas, bajo cada declaración. El Apéndice G provee una lista de ciclones tropicales que han afectado a Puerto Rico durante el primer cuarto del siglo veintiuno (21), durante todo el siglo veinte (20), y tormentas notables seleccionadas de siglos anteriores que tuvieron un impacto histórico significativo.

Borrador

Tabla 38: Tormenta Tropical-Declaración de Desastre

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿Vega Alta incluido?	Descripción
Tormenta Tropical Ernesto	8/14/2024 – 8/16/2024	DR-4850-PR EM-3610-PR	Public Assistance (Categories (A-G)– Si Public Assistance Si Individual Assistance (Category B)- No	El movimiento lento de la tormenta y su ambiente rico en humedad contribuyeron a precipitación prolongada, particularmente en municipios del centro y este. Partes del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas. Ocurrieron inundaciones repentinas en áreas urbanas y rurales, dejando intransitables carreteras primarias y secundarias. Las aguas de inundación causaron fallas estructurales en puentes y arrastraron segmentos críticos de carreteras, aislando varias comunidades. Los sistemas de drenaje pluvial en áreas metropolitanas fueron sobrepasados, lo que provocó inundaciones urbanas localizadas.
Huracán Fiona	9/17/2022 -9/21/2022	DR-4671-PR	Public Assistance – Si Individual Assistance - Si	El huracán Fiona impactó a Puerto Rico en septiembre de 2022, produciendo lluvias torrenciales de hasta 31.22 pulgadas durante 72 horas en Ponce, casi igualando la acumulación registrada durante el huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con acumulaciones comunes de entre 7 y 20 pulgadas en la mayor parte de la isla y lugares localizados que excedieron las 30 pulgadas.
Tormenta Tropical Isaías	9/29-30/2020	DR-4560-PR	Public Assistance: 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

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿Vega Alta incluido?	Descripción
			Individual Assistance; No	Puerto Rico. Se registraron acumulaciones de lluvia de hasta 10 pulgadas alrededor de la isla.
Huracán María	9/20/2017	DR-4339-PR	Public Assistance – Si Individual Assistance - Si	Inundaciones generalizadas afectaron severamente a toda la isla. Por ejemplo, en San Juan, los niveles de agua alcanzaron hasta 6 pies en algunas áreas y numerosas estructuras perdieron sus techos. Sobrevivientes reportaron que las aguas de inundación subieron 6 pies en apenas 30 minutos, y algunas áreas experimentaron profundidades de hasta 15 pies —4.6 m—.
Huracán Irma	9/5/2017	DR-4336-PR	Public Assistance – No Individual Assistance - No	El 5 de septiembre de 2017, el huracán Irma impactó a Puerto Rico; se emitió una Declaración de Emergencia para la isla. El 6 de septiembre de 2017, se emitió una Declaración Mayor de Desastre luego del paso del huracán Irma. Dos personas murieron debido a lluvias torrenciales antes del huracán. Las alturas de las olas en Puerto Rico alcanzaron 9 metros.
Tormenta Tropical María[7]	9/8/2011 – 9/11/2011	DR-4040-PR	Public Assistance: No Individual Assistance: No	La tormenta tropical —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 causó inundaciones generalizadas que anegaron numerosas carreteras y viviendas;

[7] La tormenta tropical María fue un Sistema tropical que paso al Noreste de Puerto Rico en el 2011, No debe confundirse con el Huracán María del 2017. El nombre "María" se retiró de la lista oficial de nombres para sistemas tropicales del Atlántico luego del 2017.

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿Vega Alta incluido?	Descripción
				las aguas de inundación cerca de Patillas destruyeron varias viviendas y puentes, y aproximadamente 150 casas en Vega Alta quedaron inundadas y dañadas.
Huracán Irene	8/22/2011	DR-4017-PR	Public Assistance: Si Individual Assistance: No	La lluvia total alcanzó 22 pulgadas durante tres días, siendo la región este la más afectada, la misma área que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto durante el paso cercano de la tormenta tropical Emily. Las inundaciones fueron lo suficientemente severas como para causar presión sobre la infraestructura y condiciones peligrosas en múltiples municipios. Trágicamente, se registró una muerte directa atribuida a Irene por ahogamiento.
Tormenta Tropical Jeanne	9/14/2004 – 9/19/2004	DR-1152-PR	Public Assistance: Si Individual Assistance: Si	La tormenta tropical Jeanne cruzó Puerto Rico el 15 de septiembre de 2004 como una tormenta tropical fuerte, con vientos máximos sostenidos de aproximadamente 70 mph —110 km/h— y ráfagas de hasta 72 mph —aproximadamente 116 km/h—. Los vientos causaron interrupciones generalizadas de los servicios de electricidad y agua, con numerosos reportes de daños estructurales a viviendas, árboles arrancados de raíz, postes del tendido eléctrico caídos e impactos significativos a la infraestructura en toda la isla. La tormenta resultó en ocho muertes en Puerto Rico —cuatro

Borrador

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿Vega Alta incluido?	Descripción
				directas y cuatro indirectas—, incluyendo muertes durante los preparativos y por intoxicación con monóxido de carbono. Los daños se estimaron en aproximadamente $169.5 millones —dólares de 2004—, convirtiendo a Jeanne en el ciclón tropical más destructivo que impactó a Puerto Rico desde el huracán Georges en 1998.

4.10.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e)

Según el Equipo de Ciclones Tropicales, Radar, Modelaje Atmosférico y Programación de la Universidad Estatal de Colorado, las siguientes probabilidades anuales promedio aplican para tormentas que tocan tierra o pasan dentro de un radio de 50 millas de Puerto Rico (Colorado State University, 2026):

- Probabilidad promedio de que una tormenta nombrada toque tierra o pase dentro de 50 millas de Puerto Rico: 40%
- Probabilidad promedio de que un huracán toque tierra o pase dentro de 50 millas de Puerto Rico: 24%
- Probabilidad promedio de que un huracán mayor toque tierra o pase dentro de 50 millas de Puerto Rico: 9%

4.10.2 Risk Analysis (B2-a, B2-b)

4.10.2.1 Pérdidas Estimadas

Los ciclones tropicales representan una de las amenazas naturales más significativas que afectan al Municipio de Vega Alta, debido a su ubicación a lo largo de la costa norte de Puerto Rico y su exposición a vientos de fuerza huracanada, lluvias intensas, inundaciones y los efectos de la marejada ciclónica. Eventos históricos como los huracanes Irma y María demostraron la vulnerabilidad del municipio a daños estructurales generalizados, interrupciones en la infraestructura crítica y pérdidas económicas considerables.

Borrador

Según el Índice Nacional de Riesgo (National Risk Index, NRI) de FEMA, los ciclones tropicales tienen el potencial de afectar aproximadamente 28.07 millas cuadradas del municipio, exponiendo a un estimado de 35,353 residentes y alrededor de $4.14 mil millones en activos de edificaciones. Al convertir la población expuesta a términos económicos, el valor total expuesto dentro del municipio alcanza aproximadamente $414.2 mil millones, lo que resalta la significativa concentración de personas y activos vulnerables a los impactos asociados con huracanes.

La Tabla 39 presenta la exposición a ciclones, según se registra en el NRI.

Tabla 39: Exposición a los Ciclones Tropicales

Exposición - Área impactada (millas cuadradas)	Exposición-Valor de Estructuras (en miles)	Exposición - Población	Exposición – Equivalencia Población (en miles)	Total Exposición (valor en dólares en miles)
28.07	$ 4,141,229	35,353	$410,091,722	$414,232,950

La pérdida anual esperada representa el impacto económico promedio anual, expresado en dólares, que se anticipa como resultado de eventos de amenazas naturales. La Tabla 40 presenta las pérdidas anuales esperadas relacionadas con ciclones tropicales, tanto para las edificaciones como para la población.

Tabla 40: Pérdidas Anuales Esperadas

Pérdida anual esperada – Valor de estructuras	Pérdida anual esperada - Población	Pérdida anual esperada – Equivalencia Población	Total Pérdida anual esperada
$17,107,371.90	0.0588	$681,590.11	$17,788,962.01

El modelado realizado con HAZUS 6.1 ilustra además el potencial de daños estructurales significativos en todo el municipio. El escenario de ciclón tropical con período de recurrencia de 100 años muestra impactos generalizados en todos los barrios, con una estimación de edificaciones dañadas que varía aproximadamente entre 145 y 585 estructuras por barrio (Mapa 40). Las mayores concentraciones de edificaciones dañadas se proyectan en las porciones norte y central del municipio,

particularmente en los barrios Sabana, Bajura, Pueblo y Espinosa, donde las mayores densidades de desarrollo aumentan la exposición a los vientos huracanados y a las amenazas asociadas.

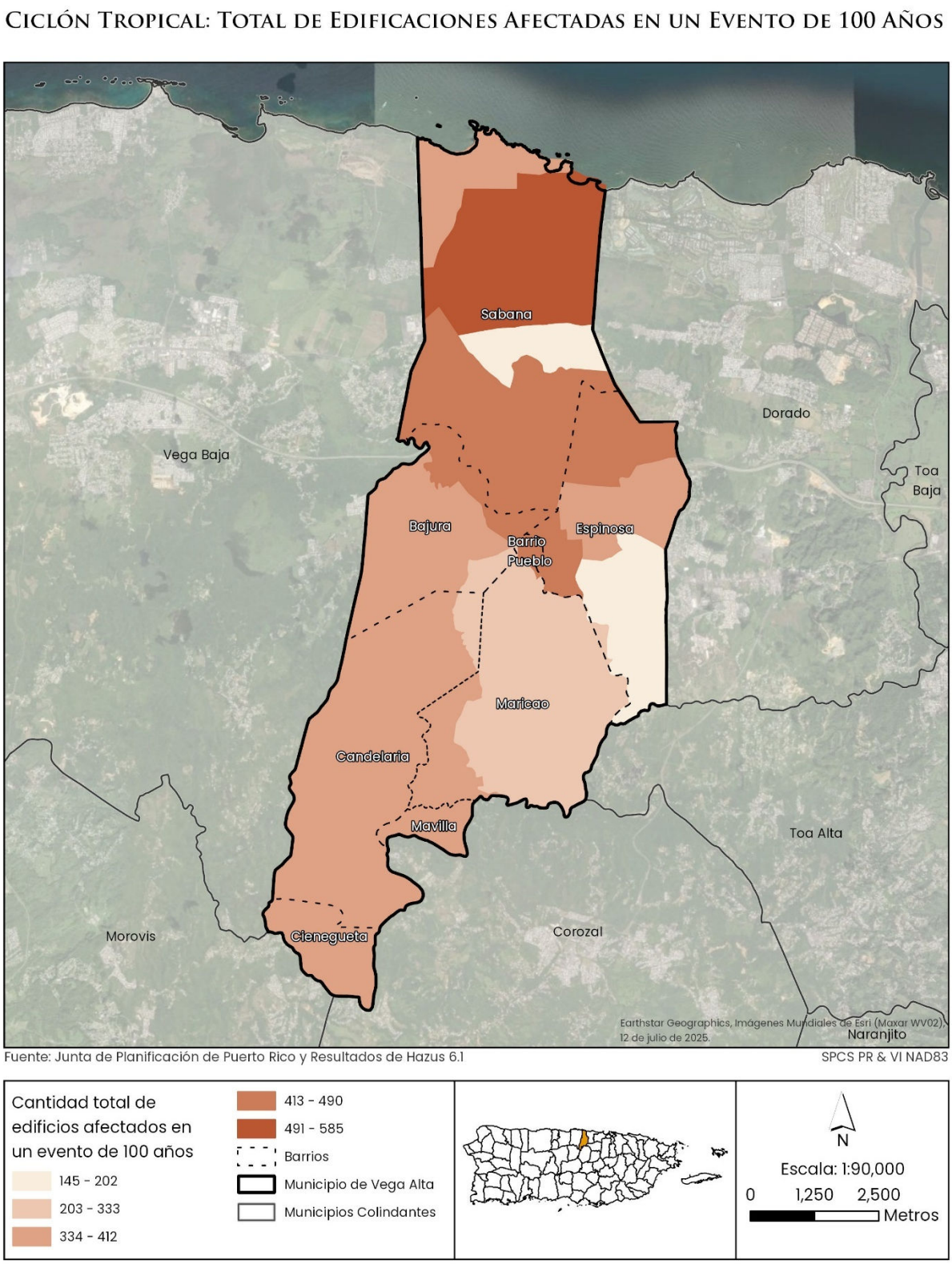
Bajo el escenario más severo de ciclón tropical con período de recurrencia de 500 años, la cantidad estimada de edificaciones dañadas aumenta sustancialmente, variando aproximadamente entre 239 y 748 estructuras por barrio. Las mayores pérdidas en edificaciones continúan concentrándose en los barrios del norte y centro del municipio, especialmente Bajura, Sabana, Espinosa y Pueblo, los cuales presentan las categorías de daño más elevadas en los mapas de HAZUS. Estas áreas contienen una cantidad significativa de activos residenciales, comerciales e infraestructura pública que podrían experimentar daños extensos durante un evento severo de huracán.

La distribución espacial de los daños proyectados indica que, aunque todos los barrios de Vega Alta son susceptibles a los impactos de los ciclones tropicales, los sectores costeros del norte y las áreas con mayor grado de desarrollo urbano presentan las mayores concentraciones de estructuras expuestas. Los barrios del sur, incluyendo Candelaria, Maricao, Mavilla y Cienegueta, también muestran un potencial significativo de daños, aunque las pérdidas proyectadas son generalmente menores que las observadas en las zonas urbanizadas del norte del municipio.

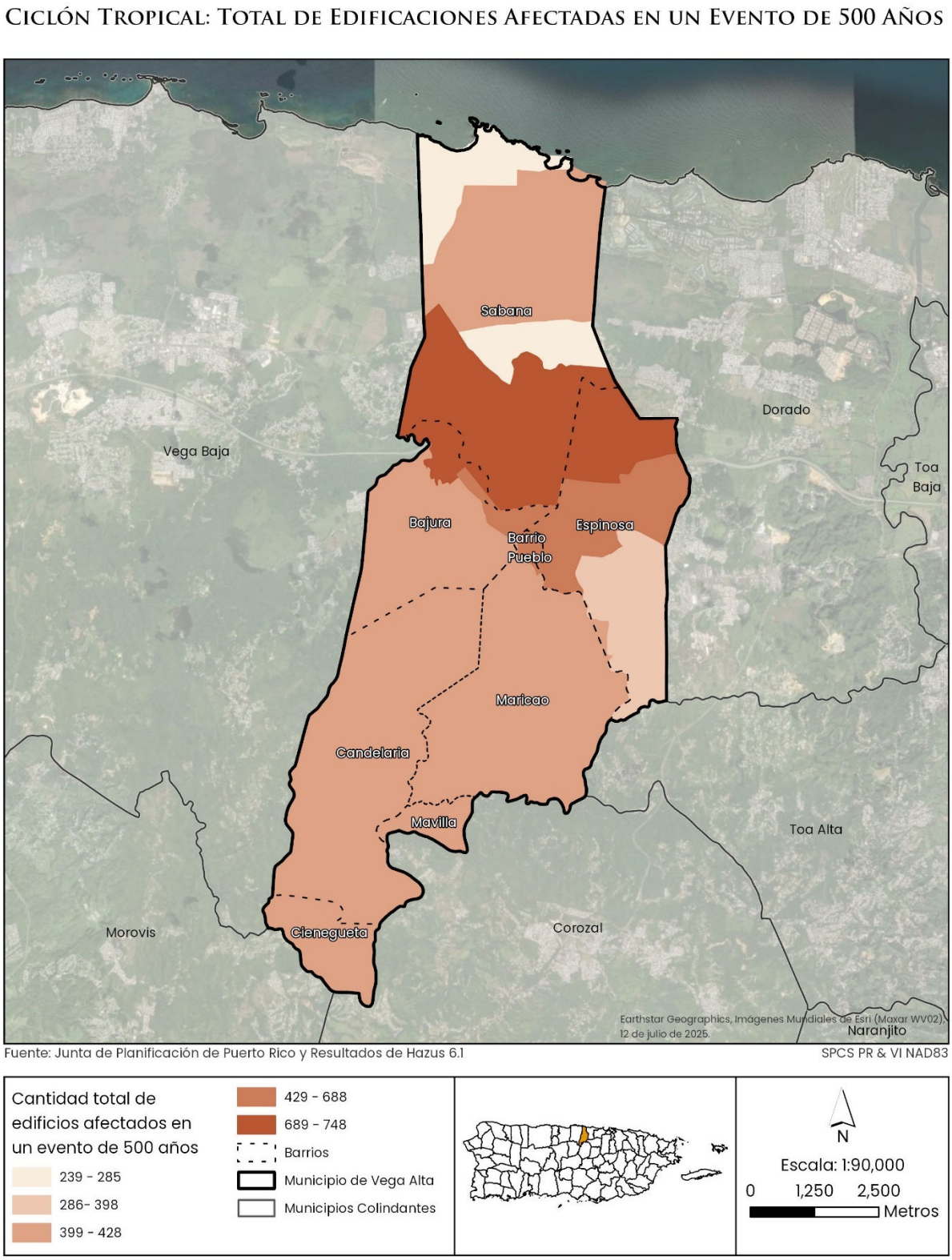
Los resultados del NRI de FEMA y de los análisis de HAZUS demuestran que los ciclones tropicales continúan siendo una amenaza de alto riesgo para Vega Alta debido al extenso inventario de edificaciones del municipio, la exposición de su población y su ubicación costera.

Borrador

Mapa 40: Ciclón Tropical: Total de Edificaciones Afectadas en un Evento de 100 Años



Mapa 41: Ciclón Tropical: Edificaciones Afectadas en un Evento de 500 Años



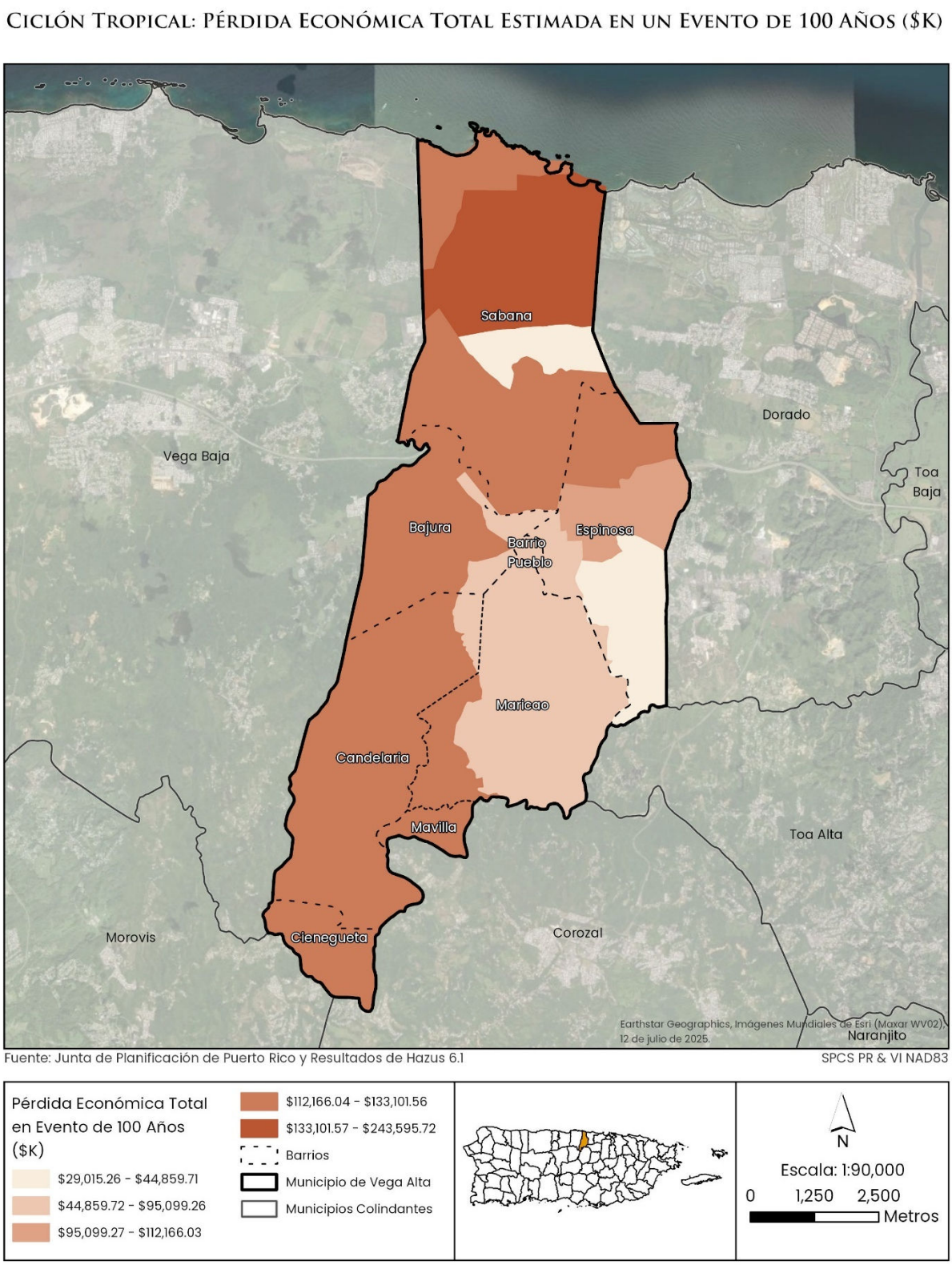
Los resultados de HAZUS indican que los ciclones tropicales podrían ocasionar pérdidas económicas significativas en todo el municipio de Vega Alta bajo los escenarios de eventos con períodos de recurrencia de 100 y 500 años (Mapas 42 y 43). Las pérdidas más elevadas se concentran consistentemente en el Barrio Sabana, donde las pérdidas estimadas aumentan de aproximadamente $133 millones a $244 millones bajo el escenario de 100 años, hasta entre $320 millones y $489 millones bajo el escenario de 500 años. Se proyecta que la mayoría de los demás barrios experimenten pérdidas de moderadas a altas, reflejando la amplia distribución de activos residenciales, comerciales y públicos en todo el municipio. Los resultados sugieren que la zona norte de Vega Alta, donde la densidad de desarrollo es mayor, es particularmente vulnerable a los impactos de los ciclones tropicales y debe continuar siendo un área prioritaria para iniciativas de mitigación y fortalecimiento de la resiliencia.

Bajo el escenario de evento de 100 años, también se proyectan pérdidas moderadas en los barrios Bajura, Candelaria, Cienegueta y sectores de Espinosa, lo que refleja la concentración de activos residenciales, comerciales e infraestructura pública ubicados en estas áreas. Las menores pérdidas estimadas se observan en sectores de Maricao y en la porción oriental de Espinosa, donde la intensidad del desarrollo es generalmente menor.

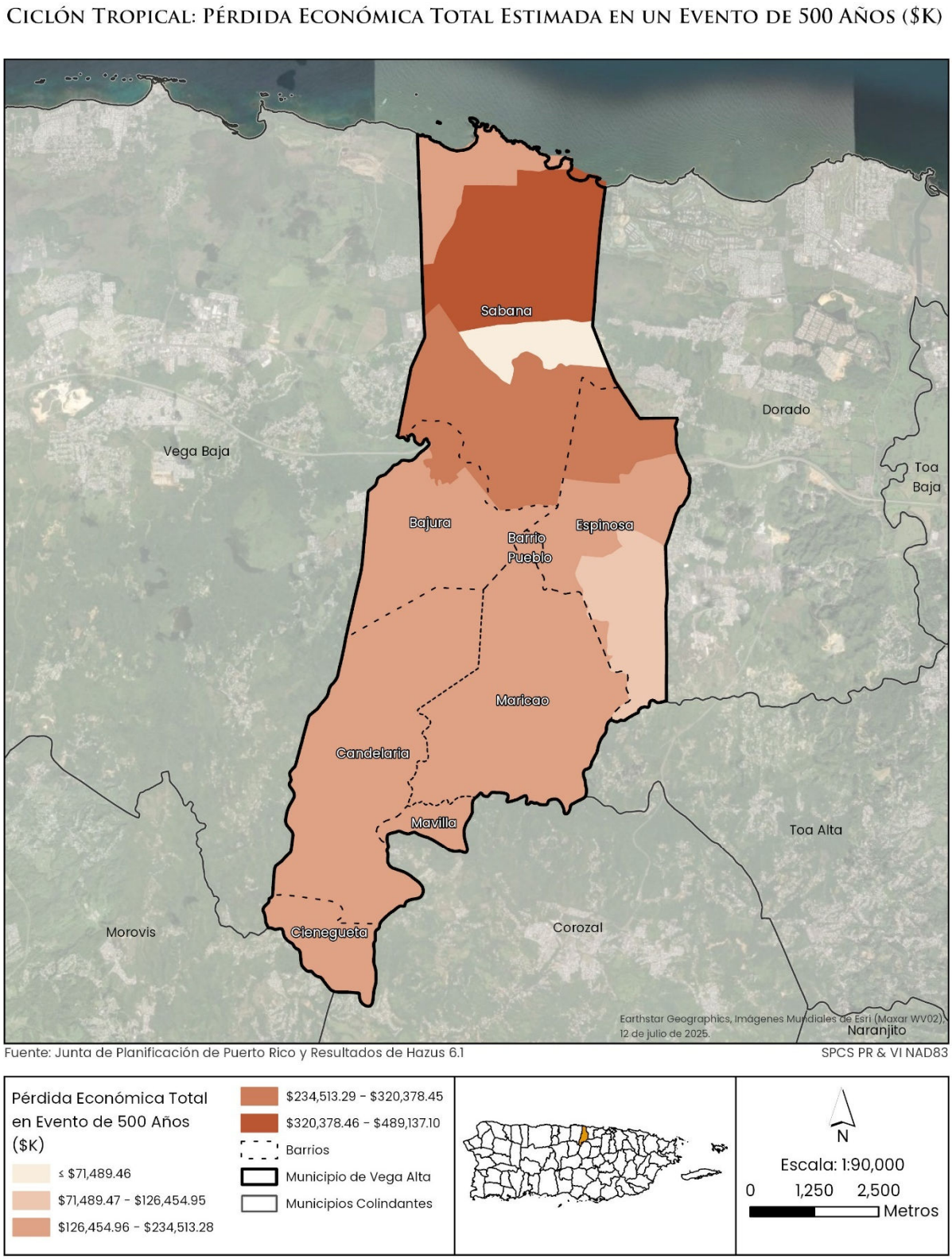
Bajo el escenario más severo de evento de 500 años, las pérdidas proyectadas aumentan sustancialmente en todo el municipio. El Barrio Sabana continúa presentando las pérdidas estimadas más altas, alcanzando aproximadamente entre $320 millones y $489 millones, mientras que la mayoría de los demás barrios experimentan pérdidas que fluctúan entre aproximadamente $126 millones y $320 millones. El incremento en las pérdidas entre ambos escenarios refleja la mayor extensión y severidad de los impactos de los ciclones tropicales, incluidos vientos más intensos, mayores acumulaciones de lluvia y los daños asociados a estructuras, infraestructura y actividad económica.

Borrador

Mapa 42: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Estimada en un Evento de 100 Años



Mapa 43: Ciclón Tropical: Pérdida Económica Total Estimada en un Evento de 500 Años



4.10.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

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

- Seguridad y Protección: Los sistemas de seguridad se ven comprometidos cuando los fuertes vientos dañan estaciones de policía, cuarteles de bomberos y centros de operaciones de emergencia, mientras que los escombros y las líneas eléctricas caídas obstruyen las rutas de emergencia, retrasando las labores de rescate.

- Alimentos, Hidratación y Refugio: Estas líneas vitales se ven afectadas cuando los vientos destruyen cultivos agrícolas, dañan instalaciones de almacenamiento de alimentos y arrancan los techos de viviendas y refugios, dejando a las comunidades vulnerables y desplazando a miles de personas.

- Salud y Medicina: Los hospitales y clínicas pueden experimentar fallas en los techos y daños estructurales, lo que obliga a realizar evacuaciones e interrumpe la prestación de servicios médicos críticos. Además, las farmacias y las cadenas de suministro enfrentan interrupciones severas.

- Energía: Esta línea vital es particularmente vulnerable, ya que los vientos huracanados pueden derribar torres de transmisión, romper postes eléctricos y dañar subestaciones, provocando interrupciones generalizadas del servicio eléctrico que repercuten en las demás líneas vitales.

- Comunicaciones: Los sistemas de comunicación fallan cuando las torres y antenas de telecomunicaciones son derribadas por el viento, interrumpiendo la conectividad celular y de internet y dificultando la coordinación de las respuestas de emergencia.

- Transporte: Las redes de transporte quedan severamente afectadas por carreteras bloqueadas, puentes dañados y destrucción relacionada con el viento en aeropuertos y puertos marítimos, retrasando las operaciones de socorro y la entrega de suministros.

- Materiales Peligrosos: Las instalaciones que manejan materiales peligrosos enfrentan mayores riesgos cuando los escombros impulsados por el viento

Borrador

perforan tanques o tuberías, creando peligros ambientales y complicando las operaciones de limpieza.

- Sistemas de Agua: Los sistemas de agua se ven afectados cuando las plantas de tratamiento y estaciones de bombeo sufren daños en techos y equipos, mientras que los tanques elevados de almacenamiento y la infraestructura de distribución colapsan, interrumpiendo el acceso al agua potable para consumo y saneamiento.

Estas fallas en cascada subrayan la necesidad crítica de contar con estándares de diseño resistentes al viento y una planificación proactiva para proteger las líneas vitales y mantener la resiliencia comunitaria durante eventos huracanados.

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

4.10.2.3 Vulnerabilidad Social

Como se discutió anteriormente en la Sección 4.6.1.1, un ciclón tropical puede impactar a toda la isla. Para este LHMP se asume que toda la población de Vega Alta es vulnerable a esta amenaza. Para más detalles sobre la vulnerabilidad social del municipio, consulte la Sección 3.4.

4.10.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Los vientos huracanados causan daños extensos tanto a los recursos naturales como a los recursos culturales al ejercer fuerzas mecánicas extremas sobre los paisajes y el entorno construido. En los entornos naturales, los fuertes vientos arrancan árboles de raíz, desprenden el follaje y rompen ramas, provocando deforestación y pérdida de hábitat. Esta alteración afecta la biodiversidad y puede modificar las funciones de los ecosistemas durante años. La vegetación costera, como los manglares, es particularmente vulnerable, ya que las fuerzas impulsadas por el viento debilitan los sistemas radiculares y reducen su capacidad para proteger las costas. Las áreas agrícolas también sufren pérdidas severas, con cultivos aplastados o destruidos, afectando el suministro de alimentos y las economías locales.

Los recursos culturales, incluidos los edificios históricos, monumentos y sitios arqueológicos, están igualmente expuestos a los riesgos de los vientos huracanados.

Borrador

Las altas velocidades del viento pueden desprender materiales de techado, provocar el colapso de paredes y comprometer la integridad estructural, especialmente en construcciones antiguas o sin refuerzos adecuados. 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 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 en la planificación de conservación es esencial para mitigar estos riesgos y proteger tanto el patrimonio natural como el cultural.

4.10.2.5 Condiciones Futuras(E1-a)

El riesgo de huracanes es una amenaza a escala municipal. Todas las áreas de desarrollo reciente aprobadas por el municipio están igualmente expuestas al riesgo de ser afectadas por un ciclón tropical.

.

4.11 Marejada Ciclónica

4.11.1 Descripción

Una marejada ciclónica es el movimiento tierra adentro del agua de mar que ocurre cuando un huracán impacta directamente una zona costera. Estas marejadas se producen debido a un aumento atípico en los niveles de agua de los cuerpos de agua. Principalmente, las marejadas ciclónicas son generadas por una elevación excesiva del nivel del agua a lo largo de las costas como consecuencia de un sistema masivo de baja presión, lluvias intensas y fuertes vientos, características propias de un huracán o tormenta tropical (Castro Rivera y López Marrero, 2018).

Estos factores, inherentes a una marejada ciclónica, crean condiciones peligrosas en el mar y provocan una devastación extensa tras su paso por las áreas costeras. En consecuencia, este tipo de amenaza natural ocasiona pérdidas de vidas humanas y daños severos a la infraestructura y a las estructuras ubicadas en las áreas afectadas. Son particularmente peligrosas cuando ocurren durante la marea alta y se combinan con los efectos del oleaje y la acción de las olas. Estos factores dificultan la predicción de este tipo de evento, ya que dependen de la diversidad de los sistemas tropicales, las formaciones geológicas del área impactada y los pronósticos meteorológicos (FEMA, 1997).

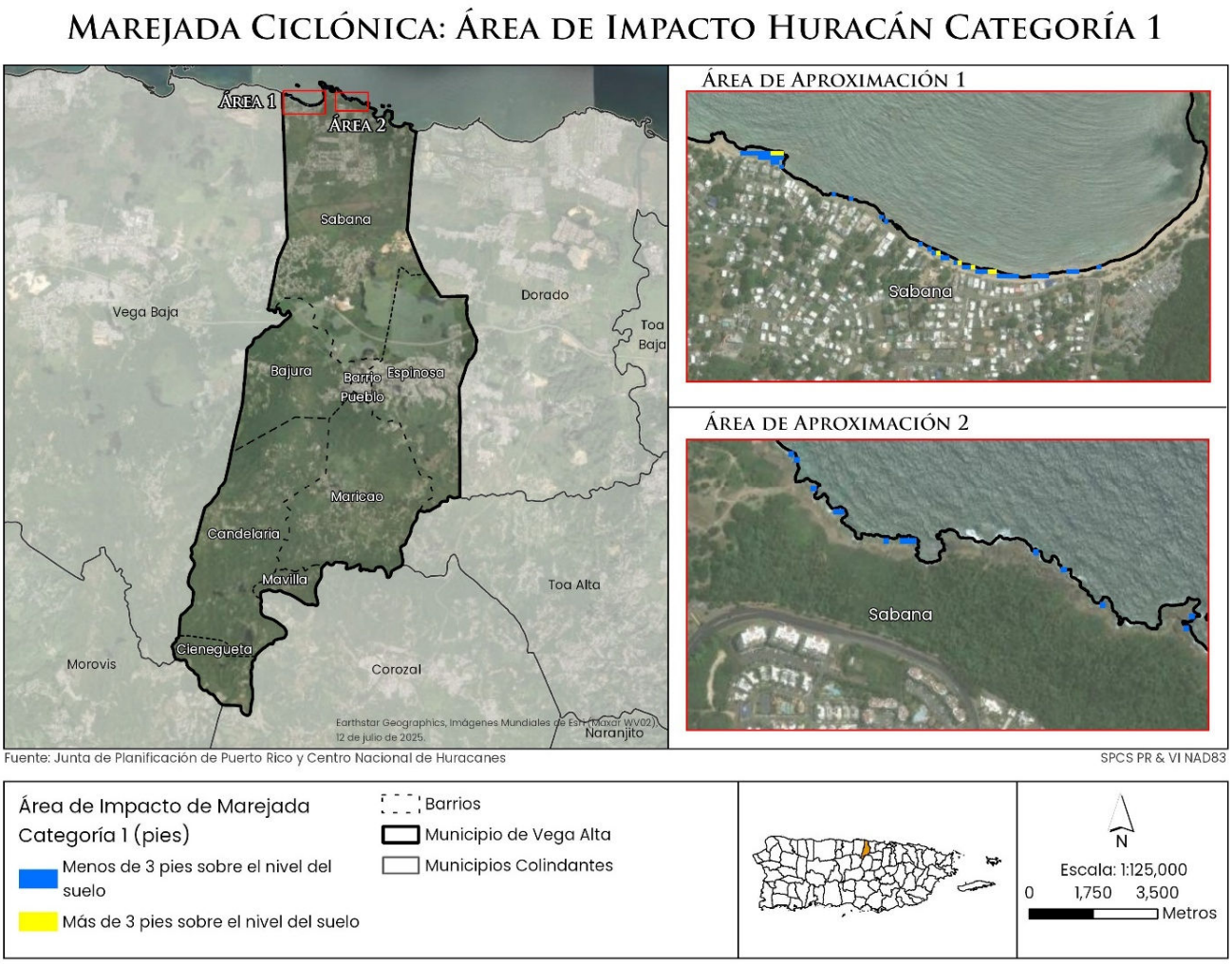
Borrador

4.11.1.1 Área Afectada

La exposición a la marejada ciclónica en Vega Alta se concentra principalmente a lo largo de la costa norte, dentro del Barrio Sabana. Los escenarios de huracán de Categoría 1 indican una inundación limitada, confinada principalmente a las áreas cercanas a la línea de costa, mientras que los escenarios de Categoría 5 provocan inundaciones tierra adentro considerablemente mayores, afectando áreas residenciales desarrolladas e infraestructura costera crítica (Mapas 44 y 45). Las áreas más vulnerables se caracterizan por sus bajas elevaciones y su proximidad a la costa, donde la marejada ciclónica puede penetrar a través de corredores naturales de drenaje y zonas topográficas bajas. Estos hallazgos indican que las comunidades costeras, las instalaciones de transporte y los sistemas de servicios públicos ubicados en el Barrio Sabana enfrentan el mayor riesgo asociado a la marejada ciclónica y deben continuar siendo una prioridad para los esfuerzos de mitigación, preparación para emergencias y planificación de resiliencia.

Borrador

Mapa 44: Marejada Ciclónica: Impacto Huracán Categoría 1



Las áreas identificadas como Áreas de Aproximación 1 y 2 demuestran cómo la marejada ciclónica puede extenderse tierra adentro a través de terrenos costeros de baja elevación y rutas naturales de drenaje. Estas condiciones aumentan el potencial de impactos directos sobre estructuras residenciales, infraestructura de transporte y servicios públicos. El riesgo puede agravarse cuando la marejada ciclónica ocurre simultáneamente con eventos de lluvias intensas, provocando inundaciones combinadas de origen costero y pluvial que pueden exceder la capacidad de los sistemas locales de drenaje.

Bajo el escenario de marejada ciclónica de Categoría 1, la inundación generalmente se limita a franjas estrechas de la línea costera y áreas adyacentes a la costa. La mayoría de las zonas afectadas experimentan profundidades de inundación

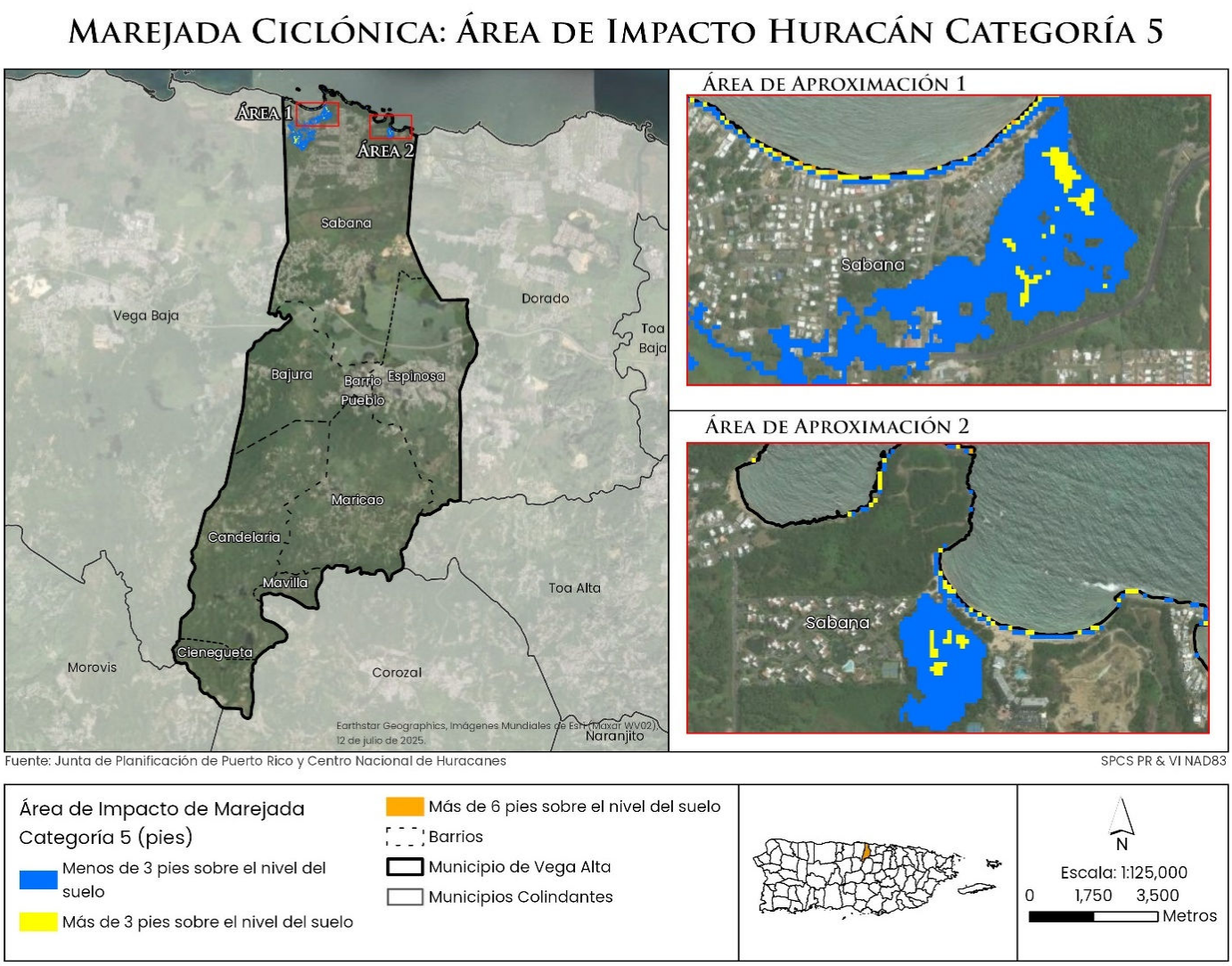
menores de tres pies sobre el nivel del terreno, con solo áreas aisladas expuestas a profundidades mayores. Aunque la extensión espacial de la inundación es relativamente limitada, los impactos de la marejada ciclónica aún pueden afectar residencias costeras, carreteras locales, infraestructura de servicios públicos, instalaciones de acceso a las playas y activos recreativos ubicados inmediatamente adyacentes a la costa.

En contraste, el escenario de marejada ciclónica de Categoría 5 produce una penetración significativamente mayor de las aguas de inundación tierra adentro, particularmente en las comunidades costeras del Barrio Sabana. El área de inundación cartografiada se extiende más allá de la línea de costa inmediata hacia áreas residenciales desarrolladas, y en algunas porciones del área afectada las profundidades del agua exceden los tres pies sobre el nivel del terreno. El análisis indica que las comunidades ubicadas detrás de la franja costera y cerca de áreas de baja elevación costeras presentan una vulnerabilidad creciente a daños estructurales, restricciones de acceso, interrupciones en los servicios públicos y operaciones prolongadas de recuperación tras el impacto de un huracán de gran magnitud.

Aunque la exposición a la marejada ciclónica es geográficamente más limitada en comparación con otras amenazas que afectan a Vega Alta, la concentración del desarrollo urbano dentro de áreas costeras vulnerables aumenta las posibles consecuencias de un huracán mayor. Los cambios futuros en la dinámica costera, el aumento de la erosión y la posibilidad de ciclones tropicales más intensos podrían incrementar aún más la susceptibilidad del municipio a los impactos de la marejada ciclónica con el paso del tiempo.

Borrador

Mapa 45: Marejada Ciclónica: Impacto Huracán Categoría 5



4.11.1.2 Magnitud del Riesgo

Los mapas incluidos en la sección de marejada ciclónica de la evaluación de riesgos, en referencia a las áreas geográficas afectadas por esta amenaza natural, muestran el impacto de este evento en función de la profundidad de inundación y de acuerdo con la ocurrencia de huracanes de Categoría 1 y Categoría 5. En resumen, la profundidad de inundación representa la severidad o magnitud del riesgo asociado a la marejada ciclónica. Asimismo, existe una correlación entre la magnitud del evento de tormenta, la profundidad de la inundación y la extensión territorial que resultará afectada. Es decir, en la mayoría de los casos, a medida que una tormenta

alcanza categorías de mayor intensidad, un mayor número de comunidades y sectores puede verse impactado por eventos de inundación de mayor profundidad.

Al igual que otras amenazas costeras, las marejadas ciclónicas tienen el potencial de afectar a la población y a la infraestructura que sustenta los servicios esenciales (líneas vitales). De igual forma, las áreas del municipio que ya presentan susceptibilidad a inundaciones podrían experimentar impactos más severos como resultado de las inundaciones ocasionadas por eventos de marejada ciclónica.

4.11.1.3 Eventos Anteriores

El Huracán María (2017) generó impactos medibles de marejada ciclónica y marea de tormenta a lo largo de las costas sureste y este de Puerto Rico. Investigaciones de campo realizadas después del evento por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) documentaron alturas de inundación por marea de tormenta que generalmente oscilaron entre aproximadamente 6 y 9 pies sobre el nivel del terreno en municipios costeros como Humacao, Naguabo y Ceiba (Byrne, 2019). En contraste, se observaron niveles de marejada ciclónica más bajos, típicamente entre 1 y 4 pies, en sectores de las costas norte y oeste. Aunque los impactos más catastróficos del Huracán María estuvieron asociados a las lluvias extremas y las inundaciones tierra adentro, la marejada ciclónica contribuyó a inundaciones costeras, erosión de la línea de costa y daños a marinas e instalaciones portuarias, particularmente en las costas orientales más expuestas (Byrne, 2019; Pasch, Penny y Berg, 2023).

El Huracán Georges (1998) generó impactos de marejada ciclónica a lo largo de las costas sur y este de Puerto Rico, agravando las inundaciones costeras y contribuyendo a daños en comunidades costeras de baja elevación (Guiney, 1999). Más recientemente, el Huracán Fiona (2022) provocó marejadas ciclónicas e inundaciones costeras impulsadas por el oleaje en la costa sur de Puerto Rico, particularmente en los municipios con frente al mar Caribe, a pesar de haber tocado tierra como un huracán de intensidad relativamente menor en términos de velocidad de viento (Pasch, Reinhart y Alaka, 2023).

4.11.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros

La NOAA define el término marejada ciclónica como el aumento del nivel del océano resultante de los efectos del viento y de la disminución de la presión atmosférica

Borrador

asociada con huracanes y otras tormentas. En otras palabras, la marejada ciclónica es causada principalmente por los fuertes vientos de un huracán o tormenta tropical; por lo tanto, la probabilidad de ocurrencia de un evento de marejada ciclónica en el municipio está directamente asociada con, y aumenta después de, eventos de vientos fuertes como los huracanes, y se incrementará o podrá intensificarse a medida que dichos eventos ocurran.

Para este fin, el modelo *Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes* (SLOSH), conocido por sus siglas en inglés, es un modelo computarizado utilizado por la NOAA para la evaluación del riesgo de inundaciones costeras y la predicción operacional de marejadas ciclónicas.

Según FEMA, las áreas de riesgo de inundación costera se determinan mediante un análisis estadístico de los registros de caudales o corrientes fluviales, mareas de tormenta y precipitaciones; información obtenida mediante consultas con la comunidad; y análisis hidrológicos e hidráulicos. Las áreas de riesgo de inundación costera se delimitan o definen en los Mapas de Tasas del Seguro contra Inundaciones (FIRM). Estos mapas también comunican dos elementos regulatorios de cartografía de inundaciones: la extensión del terreno en riesgo de inundación base (probabilidad anual del 1 %) y los niveles de inundación asociados en dichas áreas, conocidos como Elevaciones Base de Inundación (Base Flood Elevations, BFE).

4.11.2 Análisis de Riesgo

4.11.2.1 Pérdidas Estimadas

Para el Índice Nacional de Riesgo de FEMA (FEMA National Risk Index, NRI), las pérdidas asociadas a las marejadas ciclónicas generalmente se representan dentro de la categoría de amenaza de inundación costera. FEMA no informa un valor independiente de Pérdida Anual Esperada (Expected Annual Loss, EAL) por marejada ciclónica para Vega Alta (FEMA, 2026). Para evitar la duplicación de los datos presentados en el análisis de riesgo de inundación, este LHMP no considerará dichas pérdidas, ya que no es posible separar los daños causados por las marejadas ciclónicas de aquellos ocasionados por otros tipos de inundaciones costeras.

4.11.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Las marejadas ciclónicas representan una amenaza significativa para las líneas vitales comunitarias definidas por FEMA, ya que pueden inundar infraestructura crítica

Borrador

ubicada en áreas costeras y de baja elevación. Las líneas vitales de Transporte suelen verse interrumpidas cuando carreteras, puentes, puertos y rutas de evacuación son inundados o dañados, restringiendo las evacuaciones, la respuesta de emergencia y el movimiento de suministros. Las líneas vitales de Energía, incluidas las plantas generadoras, subestaciones y sistemas de distribución de combustible, son altamente vulnerables a la intrusión de agua salada y a las inundaciones, lo que puede provocar fallas en los equipos y apagones prolongados. Las líneas vitales de Comunicaciones también pueden verse comprometidas cuando las torres celulares, las redes de fibra óptica, los sistemas 911 y las fuentes de energía de respaldo son dañados o quedan inaccesibles debido a las inundaciones provocadas por marejadas ciclónicas. Estas fallas en cascada reducen el conocimiento situacional y dificultan la coordinación entre los equipos de respuesta de emergencia y las agencias gubernamentales. En conjunto, los impactos sobre estas líneas vitales reducen significativamente la capacidad de una comunidad para proteger vidas y propiedades durante eventos de marejada ciclónica (NOAA, s.f.).

Las marejadas ciclónicas también tienen consecuencias severas para la línea vital de Salud y Medicina de FEMA al inundar hospitales, clínicas, centros de cuidado a largo plazo y cadenas de suministro farmacéutico, lo que en ocasiones obliga a evacuaciones o cierres de servicios. Los daños a la infraestructura de agua potable y aguas residuales amenazan la línea vital de Alimentos, Agua y Refugio, al limitar el acceso a agua potable segura y servicios de saneamiento. Las plantas de tratamiento inundadas y las tuberías dañadas pueden provocar contaminación del agua, avisos para hervir el agua y mayores riesgos para la salud pública. Las líneas vitales de Seguridad y Protección también enfrentan mayores presiones cuando las instalaciones de policía, bomberos y servicios médicos de emergencia resultan dañadas o cuando las carreteras inundadas limitan los tiempos de respuesta. La interrupción prolongada de estas líneas vitales ralentiza la recuperación comunitaria y agrava las vulnerabilidades sociales, económicas y de salud. Estos impactos subrayan el énfasis de FEMA en la mitigación de riesgos, la estabilización de las líneas vitales y la planificación para la resiliencia con el fin de reducir los efectos de las marejadas ciclónicas.

El análisis de la infraestructura crítica expuesta a marejada ciclónica en Vega Alta indica que la exposición directa a la inundación costera inducida por huracanes se concentra a lo largo de la costa norte, principalmente en el Barrio Sabana. Si bien la mayoría de las instalaciones críticas del municipio se encuentran tierra adentro y permanecen fuera de las zonas de marejada ciclónica identificadas en los mapas, varias instalaciones asociadas al sistema de agua potable y a las líneas vitales de

Borrador

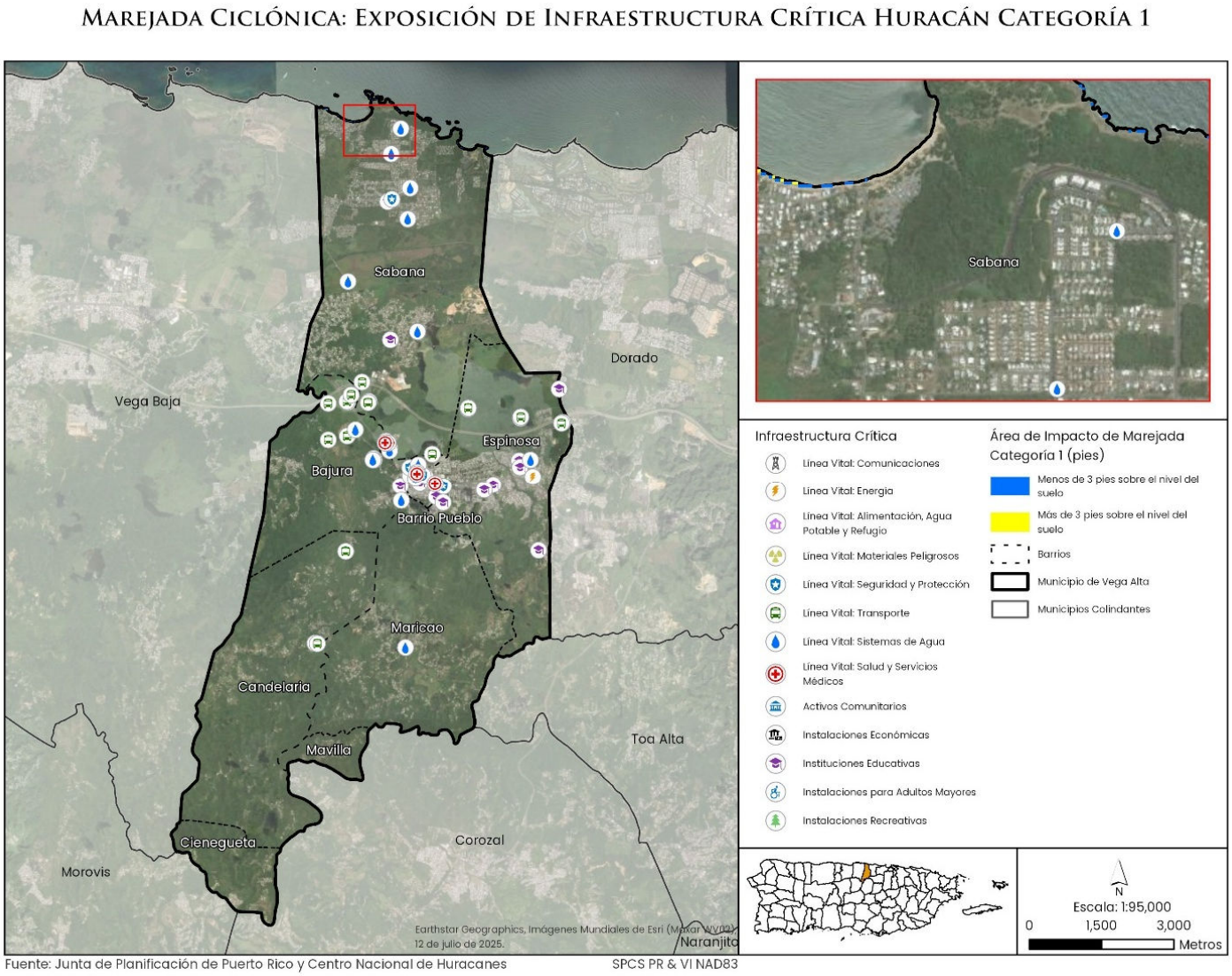
seguridad pública están ubicadas en estrecha proximidad a áreas costeras vulnerables.

El análisis también demuestra que, aun cuando las instalaciones críticas no resulten directamente inundadas, el acceso a estas podría verse comprometido por inundaciones asociadas a la marejada ciclónica. Las operaciones de respuesta a emergencias, las actividades de restablecimiento de servicios públicos y los esfuerzos de prestación de servicios podrían verse afectados si las carreteras costeras se tornan intransitables durante o inmediatamente después de un evento de huracán de gran magnitud. Como resultado, la resiliencia operacional de la infraestructura crítica depende no solo de la ubicación de las instalaciones, sino también de la funcionalidad de las redes de transporte y de servicios públicos circundantes.

El Mapa 46 muestra la infraestructura crítica que podría verse afectada por una marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 1, mientras que el Mapa 47 presenta la infraestructura crítica potencialmente afectada por una marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 5.

Borrador

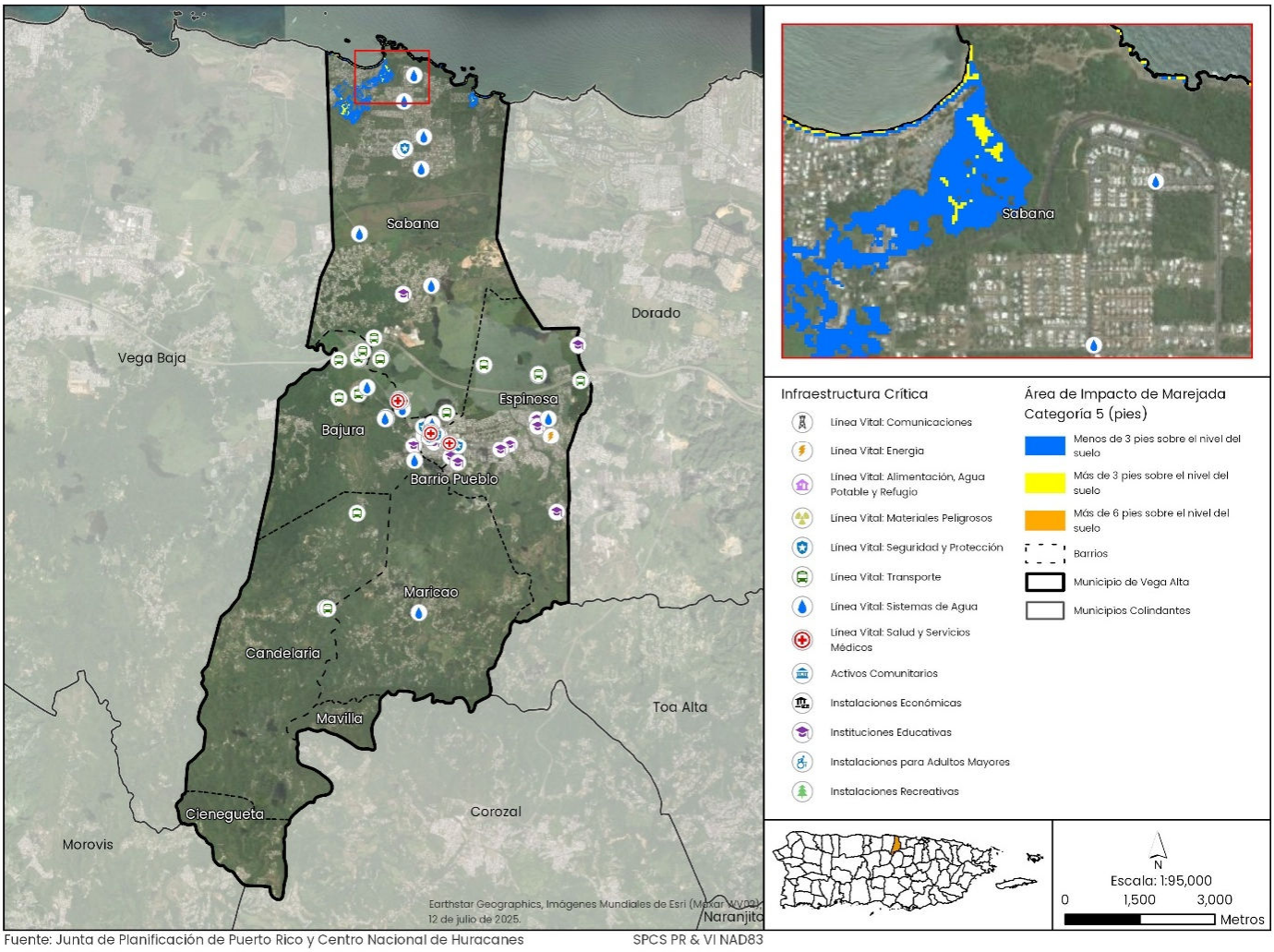
Mapa 46: Marejada Ciclónica: Exposición de Infraestructura Crítica Huracán Categoría 1



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Bajo el escenario de marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 1, la inundación generalmente se limita a una franja estrecha a lo largo de la línea de costa. Como se muestra en el análisis, únicamente porciones limitadas del área costera resultan afectadas, lo que se traduce en una exposición directa relativamente baja de las instalaciones críticas. Aunque pocas instalaciones están ubicadas dentro del área de marejada identificada, las rutas de acceso costeras, las conexiones de servicios públicos y la infraestructura de apoyo aún podrían experimentar interrupciones debido a inundaciones, erosión, acumulación de escombros y la acción del oleaje.

Mapa 47: Marejada Ciclónica: Exposición de Infraestructura Crítica Huracán Categoría 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Bajo el escenario de marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 5, la extensión de la inundación se expande significativamente tierra adentro a través de sectores del norte del Barrio Sabana. La zona de marejada abarca áreas desarrolladas más extensas y se extiende hacia lugares donde existen activos de infraestructura crítica cercanos a la costa. Las instalaciones del sistema de agua potable parecen representar la categoría de infraestructura crítica con mayor exposición, ya que varias de estas facilidades se encuentran próximas al área proyectada de impacto de la marejada. Además, los activos de transporte, las funciones de seguridad pública y la infraestructura de servicios esenciales que atienden a las comunidades costeras podrían experimentar impactos indirectos

derivados de inundaciones en las carreteras, restricciones de acceso, interrupciones en los servicios y daños a sistemas interconectados.

Dado que la exposición a la marejada ciclónica se concentra dentro de la zona costera del municipio, el mayor riesgo está asociado con las instalaciones que brindan servicio a las comunidades costeras del norte. Los cambios futuros en la dinámica costera, las modificaciones en la línea de costa y el potencial de ciclones tropicales de mayor intensidad podrían aumentar con el tiempo la extensión y la frecuencia de los impactos relacionados con la marejada ciclónica.
Por consiguiente, el municipio debe continuar evaluando oportunidades para fortalecer la resiliencia de la infraestructura mediante el reforzamiento físico de las instalaciones, la implementación de sistemas de energía de respaldo, la incorporación de redundancias en los servicios públicos esenciales, la planificación de rutas y mecanismos de acceso para emergencias, y la protección de la infraestructura crítica asociada a las líneas vitales (lifelines) ubicada dentro de las áreas expuestas a amenazas costeras.

4.11.2.3 Vulnerabilidad Social

Los eventos de marejada ciclónica representan una amenaza social significativa para Puerto Rico debido a la extensa línea costera de la isla, la alta densidad poblacional en los municipios costeros y las vulnerabilidades socioeconómicas históricas. Las inundaciones asociadas a marejadas ciclónicas con frecuencia provocan desplazamiento de residentes, daños a viviendas e interrupciones prolongadas de servicios esenciales, particularmente en comunidades costeras de baja elevación y áreas estuarinas. Los estudios sobre huracanes que han impactado Puerto Rico, incluido el huracán María, han demostrado que la exposición a inundaciones y el desplazamiento afectan de manera desproporcionada a los hogares de bajos ingresos, los adultos mayores y las comunidades con acceso limitado al transporte, la atención médica y los recursos económicos, lo que retrasa la recuperación y aumenta la vulnerabilidad a largo plazo. Los análisis de FEMA y NOAA indican además que las poblaciones socialmente vulnerables tienen mayor probabilidad de residir en áreas propensas a marejadas ciclónicas y de experimentar impactos agravados cuando estos eventos coinciden con apagones, inundaciones de carreteras e interrupciones en los servicios de agua y salud (Chowdhury et al., 2025).

Las inundaciones provocadas por marejadas ciclónicas también representan serios desafíos para la salud pública, la economía y la equidad social en Puerto Rico. La

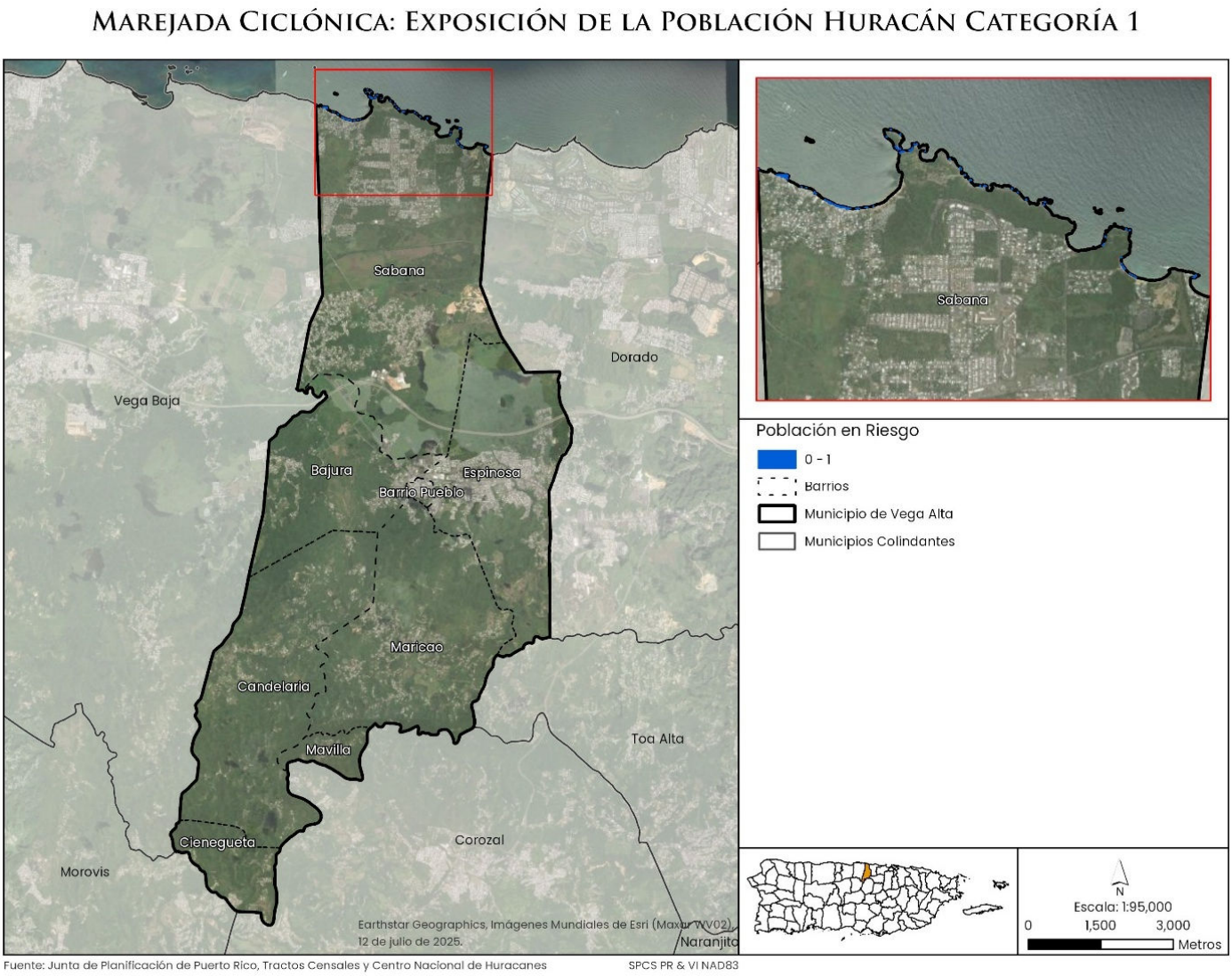
Borrador

inundación de viviendas, instalaciones de salud y sistemas de agua potable y aguas residuales incrementa los riesgos de lesiones, contaminación del agua y efectos adversos sobre la salud mental, especialmente en comunidades que experimentan apagones prolongados y acceso limitado a servicios médicos. Los impactos económicos suelen extenderse durante largos períodos, ya que los pequeños negocios, los trabajadores informales y los medios de subsistencia costeros enfrentan pérdidas de ingresos y procesos de recuperación más lentos debido a la limitada cobertura de seguros y capacidad financiera. Las investigaciones y las evaluaciones federales de los programas de recuperación ante desastres destacan que las desigualdades en la asistencia y en los recursos de reconstrucción pueden exacerbar las disparidades sociales y de riqueza en la isla, lo que refuerza la necesidad de implementar medidas de mitigación que integren la vulnerabilidad social, la recuperación equitativa y la resiliencia comunitaria en la planificación relacionada con marejadas ciclónicas (Chowdhury et al., 2025).

El modelado de la exposición a la marejada ciclónica para un huracán de Categoría 1 indica un impacto relativamente limitado sobre la población residente de Vega Alta (Mapa 48). El área de inundación por marejada identificada en el mapa se concentra principalmente en las secciones costeras de baja elevación del Barrio Sabana, a lo largo de la costa norte del municipio. La exposición poblacional dentro de la extensión de la marejada ciclónica de Categoría 1 es mínima, ya que los bloques censales afectados contienen una población estimada de entre 0 y 1 persona expuesta al riesgo.

Borrador

Mapa 48: Marejada Ciclónica: Exposición de la Población Huracán Categoría 1



Bajo el escenario de huracán de Categoría 5, la extensión de la inundación por marejada ciclónica se expande sustancialmente a lo largo de la costa norte de Vega Alta (Mapa 49: Marejada Ciclónica: Exposición de la Población Huracán Categoría 5

). Las mayores concentraciones de población expuesta continúan localizándose en el Barrio Sabana, donde las comunidades costeras de baja elevación son vulnerables a la inundación bajo condiciones extremas de marejada.

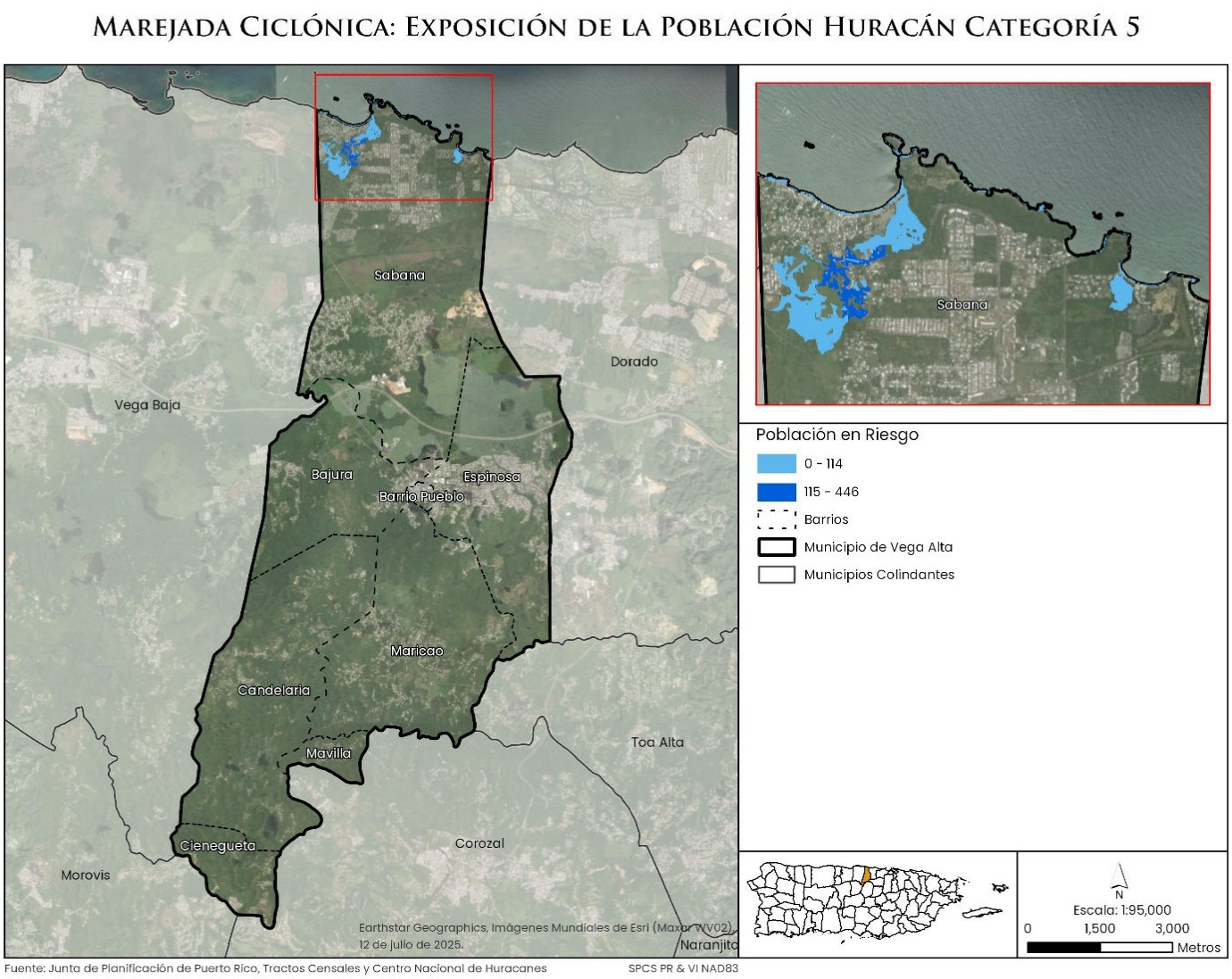
La exposición de la población aumenta considerablemente en comparación con el escenario de Categoría 1, con bloques censales afectados que contienen entre 115 y 446 residentes expuestos al riesgo en las áreas que experimentan los impactos más

severos de la marejada. Otras áreas costeras presentan niveles menores de exposición, con una población estimada de entre 0 y 114 residentes, lo que refleja variaciones en la densidad residencial y la proximidad a zonas susceptibles a la marejada ciclónica.

El análisis espacial indica que la exposición a la marejada ciclónica permanece concentrada cerca de la línea de costa y no se extiende significativamente hacia los barrios del interior del municipio. En consecuencia, las principales preocupaciones relacionadas con la seguridad de vida asociadas a la marejada ciclónica se concentran en las comunidades costeras del norte, donde los residentes podrían enfrentar inundaciones de rápida ocurrencia, acceso limitado para la evacuación y períodos prolongados de aislamiento durante eventos severos de huracán.

Borrador

Mapa 49: Marejada Ciclónica: Exposición de la Población Huracán Categoría 5



Aunque el número de residentes expuestos es relativamente pequeño en comparación con la población total del municipio, la marejada ciclónica representa un riesgo significativo para la seguridad de vida debido a su rápida ocurrencia, su fuerza destructiva y su potencial para aislar a las comunidades afectadas. Los residentes dentro de las zonas identificadas como susceptibles a marejada ciclónica podrían requerir evacuación antes de que el huracán toque tierra, particularmente durante eventos de tormenta de gran magnitud.

4.11.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Las marejadas ciclónicas representan una amenaza natural significativa para los recursos naturales y culturales de Puerto Rico debido a la extensa línea costera de la isla, sus llanuras costeras de baja elevación y la concentración de ecosistemas sensibles. Las inundaciones y la acción del oleaje impulsadas por marejadas ciclónicas pueden provocar erosión severa, intrusión de agua salada y degradación de hábitats en manglares, humedales costeros, estuarios, praderas de hierbas marinas y sistemas de arrecifes de coral, los cuales son esenciales para la biodiversidad, las pesquerías y la protección natural de las costas. Estos ecosistemas pueden experimentar mortalidad de vegetación, redistribución de sedimentos y pérdida a largo plazo de funciones ecológicas, tales como la atenuación de inundaciones y la filtración del agua, después de eventos de marejada ciclónica. La exposición repetida a marejadas ciclónicas puede alterar permanentemente la geomorfología costera y reducir la capacidad de amortiguamiento de los sistemas naturales, aumentando la vulnerabilidad de las áreas interiores y amplificando el riesgo futuro de inundaciones en los municipios costeros de Puerto Rico (Ganz, Duan y Ji, 2023).

Las marejadas ciclónicas también representan riesgos sustanciales para los recursos culturales e históricos de Puerto Rico, muchos de los cuales se concentran en zonas costeras y centros urbanos históricos. Las inundaciones y la erosión asociadas con estos eventos pueden dañar o destruir edificios históricos, sitios arqueológicos, cementerios y paisajes culturales, incluyendo estructuras de la época española y recursos arqueológicos indígenas ubicados cerca de la costa. Además del daño físico, los desplazamientos relacionados con las marejadas ciclónicas pueden interrumpir prácticas culturales tradicionales y debilitar la identidad comunitaria vinculada a lugares históricos y medios de vida costeros. FEMA y sus socios federales reconocen la vulnerabilidad de los recursos culturales ante las inundaciones costeras y apoyan esfuerzos de mitigación, documentación y recuperación mediante programas como el *Heritage Emergency National Task Force*, destacando la importancia de incorporar la protección de los recursos culturales en la planificación para la mitigación de riesgos en Puerto Rico.

Los impactos de una marejada ciclónica en Vega Alta podrían causar daños significativos tanto a los recursos ambientales como culturales, particularmente si ocurren simultáneamente erosión costera, pérdida de hábitat y fallas en las instalaciones de almacenamiento de petróleo. Las inundaciones y la acción del oleaje podrían erosionar playas y destruir hábitats costeros como humedales y manglares,

Borrador

que sirven como ecosistemas críticos para la vida silvestre y como barreras naturales contra las inundaciones. La intrusión de agua salada y la contaminación derivada de posibles derrames de petróleo podrían degradar aún más estos entornos, afectando la vida marina, las pesquerías y la calidad del agua. Desde una perspectiva cultural, las comunidades costeras, las áreas recreativas y los lugares de importancia local podrían resultar dañados o perderse, afectando la identidad comunitaria y el patrimonio cultural. Una falla catastrófica de los tanques de almacenamiento de petróleo amplificaría estos impactos al liberar materiales peligrosos en áreas costeras e interiores, provocando daños ecológicos a largo plazo, pérdida de recursos naturales y efectos duraderos tanto sobre el medio ambiente como sobre el paisaje cultural de Vega Alta.

4.11.2.5 Condiciones Futuras

Esta amenaza representa un riesgo directo para la infraestructura costera, los negocios ubicados en la línea de costa, el sector agrícola y la industria petrolera y marítima dentro del puerto de Vega Alta. En particular, las marejadas ciclónicas pueden intensificar significativamente estos impactos al causar inundaciones costeras repentinas y severas que se extienden tierra adentro más allá de los límites habituales de las mareas.

Durante un evento de marejada ciclónica, los niveles elevados del mar combinados con una fuerte acción del oleaje pueden inundar áreas costeras de baja elevación, incluyendo instalaciones portuarias, infraestructura de almacenamiento de combustible y comunidades cercanas. En Vega Alta, donde activos críticos como muelles, tuberías y tanques de almacenamiento están ubicados cerca del nivel del mar, las marejadas ciclónicas pueden provocar daños físicos, corrosión y fallas en los sistemas. Las aguas de inundación pueden interrumpir las operaciones portuarias, dañar los sistemas de carga y descarga y detener temporalmente la actividad marítima. Esto afecta directamente a las industrias petrolera y marítima al interrumpir la importación, almacenamiento y distribución de combustible.

Además, los negocios costeros y la infraestructura ubicada en la línea de costa son altamente susceptibles a daños estructurales y pérdidas económicas debido a inundaciones prolongadas y a los escombros transportados por las aguas de la marejada. El sector agrícola, particularmente en los valles aluviales de baja elevación cercanos a la costa, puede experimentar pérdidas de cultivos, salinización de los suelos y degradación de los terrenos a largo plazo a medida que el agua salada penetra en las tierras agrícolas y los sistemas de riego.

Borrador

Las marejadas ciclónicas también aumentan el riesgo de liberación de materiales peligrosos. La inundación de la terminal petrolera podría provocar derrames o fugas de los tanques de almacenamiento y las tuberías, lo que resultaría en la contaminación de las aguas costeras, los humedales y los ecosistemas adyacentes. Esto genera impactos ambientales adicionales, incluyendo daños a los hábitats marinos y las pesquerías, así como operaciones de limpieza costosas y complejas.

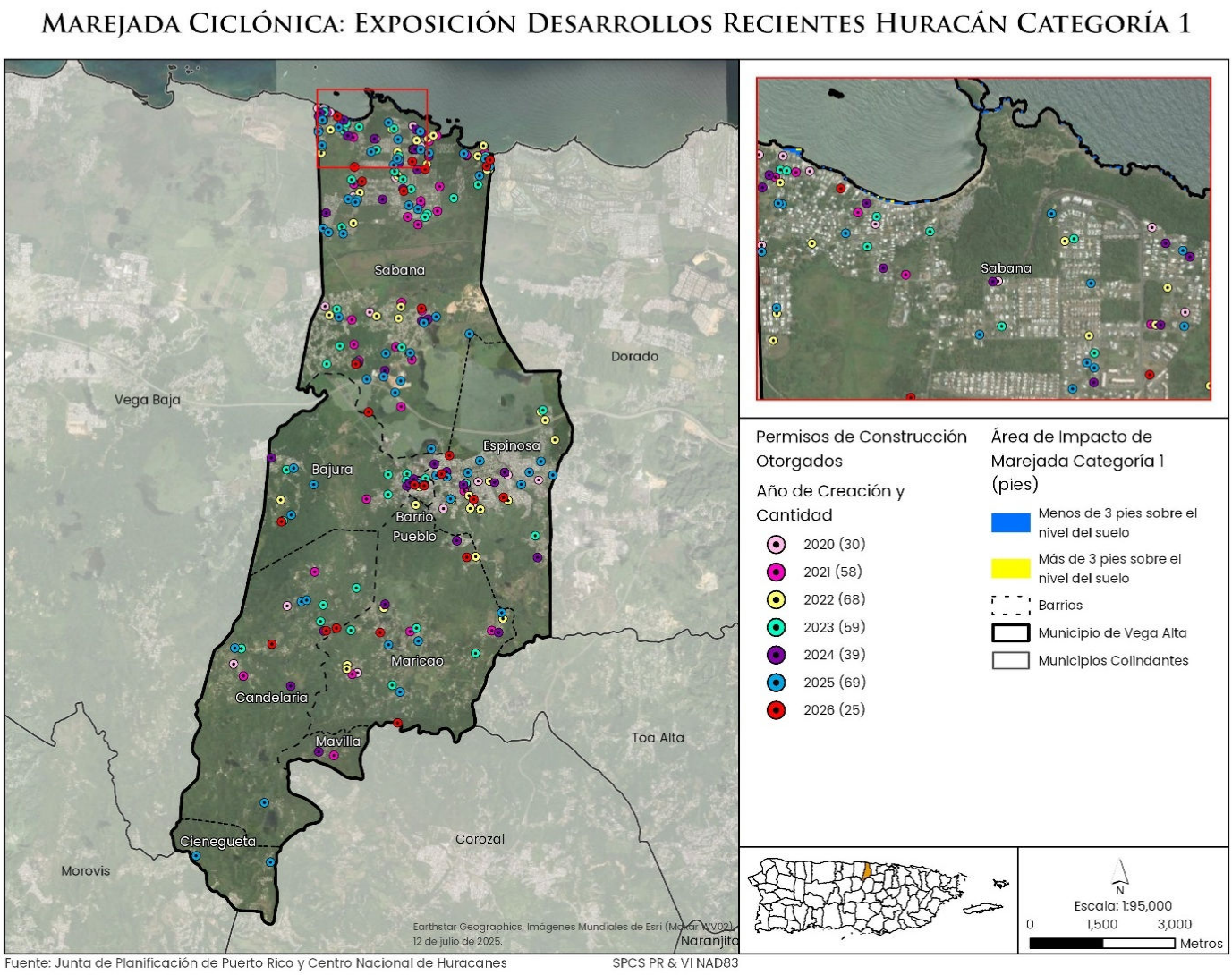
Asimismo, las marejadas ciclónicas pueden sobrecargar los sistemas de drenaje que ya están sometidos a presión por las lluvias intensas, agravando las inundaciones tierra adentro y retrasando los esfuerzos de recuperación. Dada la concentración de infraestructura crítica en zonas costeras vulnerables, las marejadas ciclónicas representan una amenaza multidimensional que afecta la actividad económica, la calidad ambiental y la seguridad pública.

Los Mapas 50 y 51 muestran los permisos de construcción aprobados durante el período de 2020-2026. El análisis sugiere que las tendencias recientes de desarrollo en Vega Alta están incrementando gradualmente la cantidad de propiedades e infraestructura ubicadas cerca de áreas susceptibles a marejada ciclónica, particularmente en el Barrio Sabana. Aunque los eventos de Categoría 1 presentan impactos directos limitados, los huracanes de Categoría 5 podrían afectar un número considerablemente mayor de propiedades desarrolladas recientemente.

Por lo tanto, la gestión del crecimiento futuro en las zonas costeras y el mantenimiento de estándares de desarrollo resiliente deben continuar siendo objetivos prioritarios de mitigación para el Municipio de Vega Alta.

Borrador

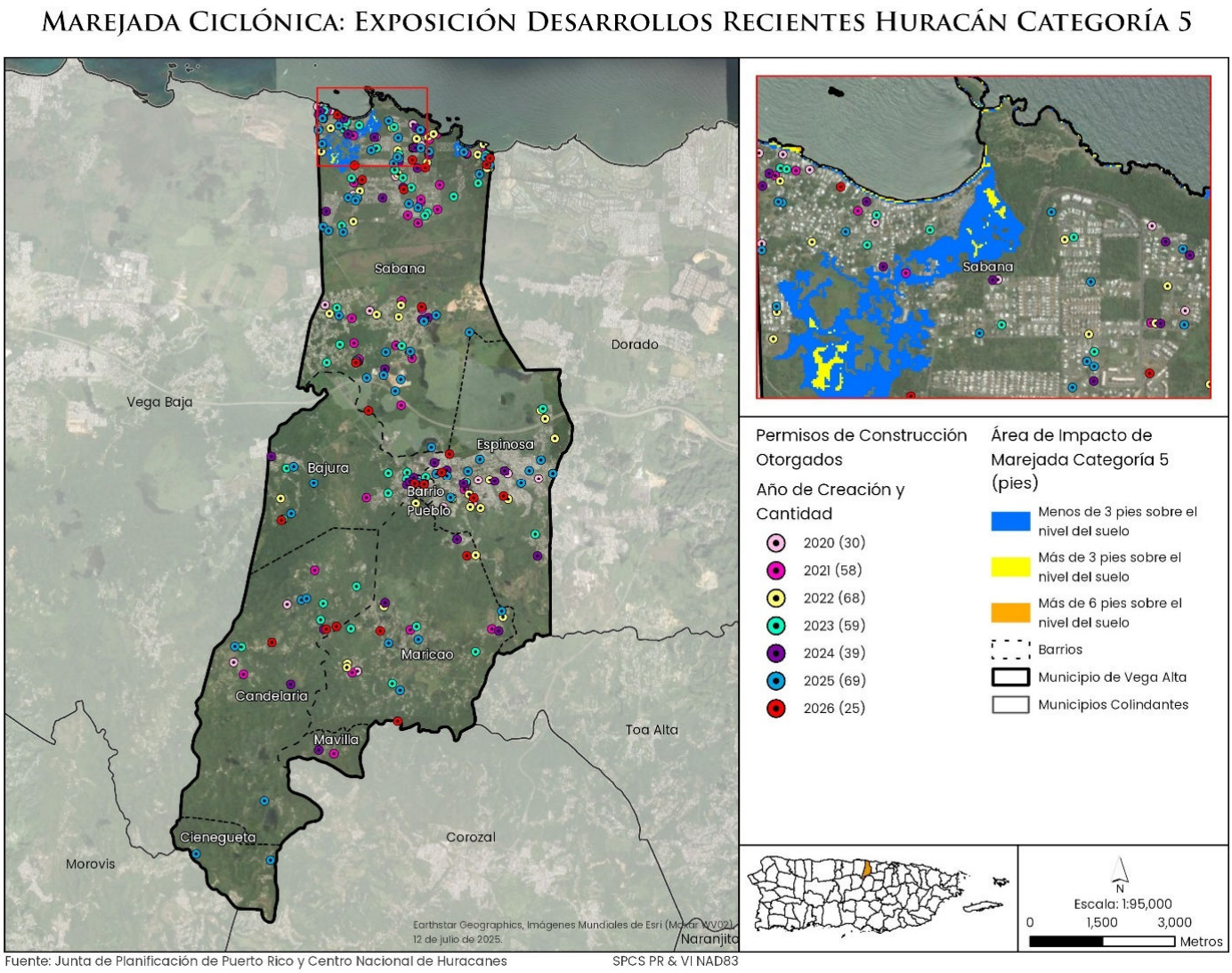
Mapa 50: Marejada Ciclónica: Exposición Desarrollos Recientes Huracán Categoría 1



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Bajo el escenario de marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 1, la inundación generalmente se limita a una estrecha franja costera a lo largo de la línea de costa. Aunque solo un pequeño número de estructuras con permisos de construcción recientes parece estar ubicado dentro o inmediatamente adyacente al área de impacto de marejada identificada en los mapas, varios desarrollos recientes se encuentran situados en sus proximidades. Como resultado, incluso los desarrollos ubicados fuera de la zona de inundación directa podrían experimentar impactos indirectos asociados a eventos de marejada ciclónica, incluyendo inundaciones en las carreteras, restricciones de acceso, interrupciones en los servicios públicos, erosión costera y suspensiones temporales de servicios esenciales.

Mapa 51: Marejada Ciclónica: Exposición Desarrollos Recientes Huracán Categoría 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

El escenario de marejada ciclónica asociada a un huracán de Categoría 5 presenta un mayor riesgo para los desarrollos recientes. El área de inundación identificada en los mapas se extiende tierra adentro hacia sectores desarrollados del norte del Barrio Sabana, abarcando un mayor número de estructuras con permisos de construcción emitidos o aprobados desde el año 2020. El análisis indica que algunos desarrollos recientes se encuentran ubicados dentro o inmediatamente adyacentes a áreas donde se proyectan profundidades de marejada superiores a tres pies sobre el nivel del terreno.

En consecuencia, futuros eventos de huracán de mayor intensidad podrían exponer una cantidad creciente de propiedades residenciales y de la infraestructura asociada a daños directos provocados por la marejada ciclónica.

4.12 Calor Extremo

4.12.1 Descripción (B1-a)

No existe una definición universalmente aceptada para el calor extremo o las olas de calor. Para propósitos de este Plan, se utiliza la definición adoptada por el DHS. Esta 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 realizar un esfuerzo significativo para mantener su temperatura normal, lo cual ha causado la muerte de muchas personas en sus intentos por estabilizar su temperatura interna. En general, el calor extremo representa la tasa más alta de muertes entre los peligros relacionados con el tiempo atmosférico.

El estudio titulado *Heat Risk Perception and Vulnerability in Puerto Rico: Insights for Climate Adaptation in the Caribbean*, publicado en la revista académica *International Journal of Environmental Research and Public Health*, analiza cómo los residentes de Puerto Rico perciben los riesgos a la salud asociados con el calor extremo y cómo estas percepciones se relacionan con la vulnerabilidad y los comportamientos de protección durante eventos de calor extremo ocurridos en el verano de 2020 (Guzmán-Colon, Guido, Amaya-Ardilla, Cabrera-Rivera, & 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 consiste en los municipios restantes de Puerto Rico. El cuestionario incluyó variables sociodemográficas, estado de salud, exposición previa al calor, percepción de 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 expresó preocupación por el cambio climático y las altas temperaturas, menos de la mitad percibió el calor como un riesgo alto para la salud, y solo una cuarta parte consideró probable sufrir una enfermedad relacionada con el calor en los próximos cinco años. La percepción de riesgo fue significativamente mayor entre hombres, personas de 50

Borrador

a 64 años, personas desempleadas, individuos con salud regular, múltiples condiciones crónicas y aquellos que habían experimentado síntomas relacionados con el calor. En contraste, los adultos mayores —65 años o más— reportaron niveles bajos de percepción de riesgo a pesar de su alta vulnerabilidad.

El 44% de los encuestados indicó haber sufrido síntomas relacionados con el calor durante el verano, y el 68% reportó incomodidad térmica nocturna, un factor estrechamente vinculado con problemas de salud. Las estrategias más comunes para mitigar el calor fueron el uso de abanicos —84%— y aire acondicionado —64%, aunque las limitaciones económicas y la inestabilidad del sistema eléctrico redujeron su efectividad. También se observaron diferencias regionales notables: los residentes en áreas no metropolitanas mostraron una mayor percepción de riesgo que aquellos en 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 fortalecer la comunicación de riesgos dirigida a grupos vulnerables, atender la exposición al calor nocturno y mejorar la infraestructura eléctrica para asegurar un acceso equitativo a sistemas de enfriamiento. Las soluciones propuestas incluyen sistemas de energía descentralizados, centros de enfriamiento 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.

4.12.1.1 Área Afectada(B1-B)

Los eventos de calor extremo pueden impactar a todo el municipio, particularmente en las áreas urbanizadas donde puede ocurrir el efecto de isla de calor. Con base en la información presentada anteriormente, se han observado efectos climáticos adversos, incluyendo sequías severas, mayor frecuencia de eventos 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 extremo.

El término isla de calor urbano se refiere a áreas urbanizadas donde estructuras como edificios, carreteras y otra infraestructura absorben y reemiten el calor del sol en mayor medida que los paisajes naturales, como bosques y cuerpos de agua. Las temperaturas diurnas en áreas urbanas son aproximadamente de 1 a 7 °F más altas que las temperaturas en áreas periféricas; las temperaturas nocturnas son aproximadamente de 2 a 5 °F más altas (EPA, 2025).

Borrador

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

- Pérdida de paisajes naturales: Las áreas urbanas a menudo reemplazan árboles, vegetación y cuerpos de agua, elementos naturales que enfrían el aire mediante sombra, transpiración y evaporación, con superficies duras y secas como carreteras, techos y estacionamientos. Estas superficies proveen poca sombra o humedad, lo que provoca temperaturas más altas.
- Propiedades de los materiales urbanos: Los materiales comunes de construcción, como el asfalto y el concreto, absorben y retienen más calor que las superficies naturales. Reflejan menos energía solar y liberan el calor lentamente, causando que las temperaturas permanezcan elevadas, especialmente después de la puesta del sol.
- Diseño y geometría urbana: La configuración de los edificios afecta el flujo de aire y la retención de calor. Los desarrollos densos con calles estrechas y estructuras altas crean "cañones urbanos" que atrapan el calor y bloquean los vientos refrescantes, convirtiendo los edificios en masas térmicas que liberan calor gradualmente.
- Calor generado por actividades humanas: Actividades como la transportación, las operaciones industriales y el uso de acondicionadores de aire añaden calor residual al ambiente, intensificando el efecto de isla de calor.
- Condiciones meteorológicas y geográficas: El 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 nubosidad ayudan a reducir el efecto. Las características geográficas, como las montañas, también pueden influir en los patrones de viento, ya sea bloqueando brisas refrescantes o canalizando el calor a través de las áreas urbanas (EPA, 2025).

Como parte de la Revisión Integral del Plan Territorial del Municipio de Vega Alta, el Municipio propuso una Modificación Menor al Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico que incrementa el suelo urbano en un 9.84 %, de 3,207.64 cuerdas (aproximadamente 1,261 hectáreas) a 3,523.28 cuerdas (aproximadamente 1,385 hectáreas)[8]. Como resultado, el suelo urbano representaría el 19.33 % del territorio total del municipio y proveería capacidad para 838.04 cuerdas adicionales (aproximadamente 329 hectáreas) de Suelo Urbanizable Programado (SUP), una clasificación de uso de terreno establecida por el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico para áreas

[8] [8] Una cuerda equivale aproximadamente a 3,930.4 metros cuadrados (0.393 hectáreas o 0.97 acres).

Borrador

identificadas para futuro desarrollo urbano, sujetas a los requisitos aplicables de planificación e infraestructura.

Esta expansión urbana proyectada podría intensificar el efecto de isla de calor urbana, aumentando potencialmente las condiciones de calor extremo que afectan las áreas urbanizadas, la infraestructura y las poblaciones vulnerables en todo el municipio. El municipio puede contribuir a mitigar estos impactos proyectados mediante la incorporación de políticas y estrategias dirigidas a reducir la acumulación de calor, ampliar las oportunidades de enfriamiento y proteger a las poblaciones vulnerables ante el aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos de calor extremo. (EPA, 2025; Vega Alta, 2025)

4.12.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

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

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

- Aviso de calor excesivo: Se emite 12 horas antes de que se esperen condiciones peligrosas de calor. Esto ocurre cuando se pronostica que el índice de calor alcanzará 105 °F o más durante más de tres horas en dos días consecutivos, o 115 °F o más durante cualquier periodo de tiempo.
- Vigilancia de calor excesivo: Se emite cuando es posible que ocurra un evento de calor extremo dentro de las próximas 24 a 72 horas.
- Advertencia de calor: Se emite 12 horas antes de condiciones en las que el índice de calor sea de al menos 105 °F, pero menor de 115 °F, durante tres días consecutivos.
- Perspectiva de calor extremo: Se emite cuando existe potencial de calor extremo dentro de los próximos tres a siete días, proporcionando aviso anticipado a quienes necesitan tiempo adicional para prepararse.

Debe enfatizarse que los fenómenos de islas de calor urbano (UHI, por sus siglas en inglés) pueden ocurrir independientemente de que exista una advertencia de calor extremo. Una UHI es una diferencia relativa de temperatura entre las áreas urbanas y las áreas rurales circundantes, causada por factores como superficies que absorben calor, falta de vegetación y actividades humanas. Existe durante todo el año, incluso

Borrador

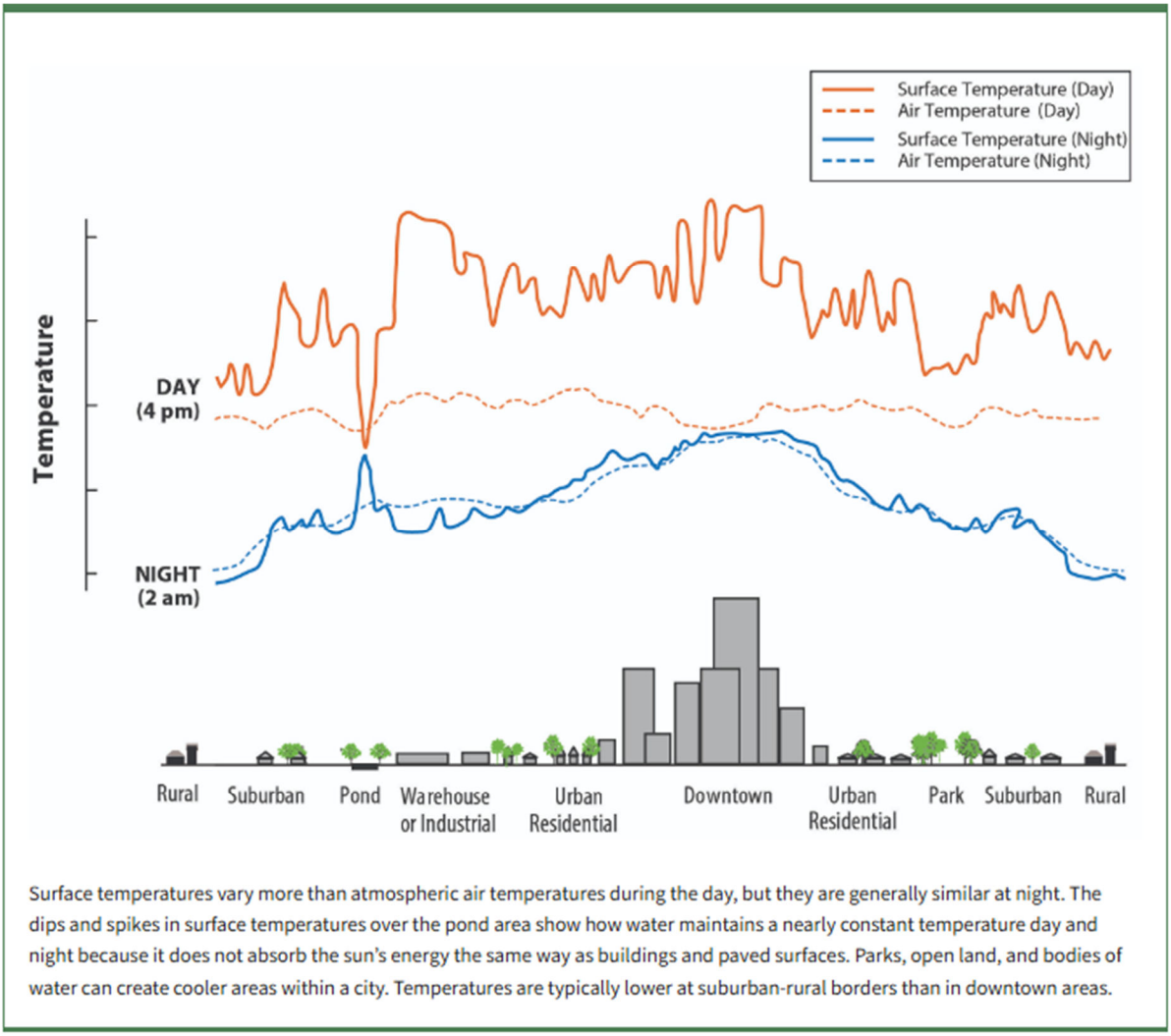
durante condiciones templadas o frescas, porque las ciudades retienen consistentemente más calor que los paisajes naturales. Los eventos de calor extremo pueden amplificar las UHI, haciendo que sus efectos sean más peligrosos, pero una UHI no requiere calor extremo para formarse; simplemente significa que las áreas urbanas son más cálidas que sus alrededores bajo condiciones similares.

Las UHI generalmente se evalúan comparando las temperaturas en áreas urbanas con las de las regiones circundantes. Incluso dentro de una ciudad, las temperaturas pueden variar significativamente. Algunos vecindarios son más calientes debido a altas concentraciones de superficies que absorben calor, como edificios y pavimentos, mientras que las áreas 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 aparecen más frescos que los distritos centrales urbanos.

El siguiente diagrama, tomado de un sitio web de EPA, muestra cómo se comporta en términos de temperatura el efecto de isla de calor.

Borrador

Figura 22: Diagrama del Efecto Isla de Calor



Surface temperatures vary more than atmospheric air temperatures during the day, but they are generally similar at night. The dips and spikes in surface temperatures over the pond area show how water maintains a nearly constant temperature day and night because it does not absorb the sun's energy the same way as buildings and paved surfaces. Parks, open land, and bodies of water can create cooler areas within a city. Temperatures are typically lower at suburban-rural borders than in downtown areas.

4.12.1.3 EVENTOS ANTERIORES(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, ocurrieron periodos de calor extremo 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 de calor máximo alcanzó 98.06 °F, 98.96 °F y 102.02 °F, respectivamente (Méndez Lázaro et al., 2015).

No se ha emitido ninguna declaración presidencial de desastre bajo la Ley Stafford para Puerto Rico por calor extremo.

4.12.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e)

Las evaluaciones oficiales de NOAA en el *Puerto Rico and U.S. Virgin Islands State Climate Summary* de 2018 reportan un aumento tanto en la temperatura promedio —aproximadamente 1.5 °F desde 1950— como en la frecuencia de eventos de calor extremo (NOAA, 2022). Además, las proyecciones climáticas de CMIP6 —a través del Climate Change Knowledge Portal del World Bank— muestran aumentos constantes en las temperaturas máximas de verano y anuales para Puerto Rico, lo que indica un mayor riesgo futuro de olas de calor (World Bank, s.f.).

4.12.2 Análisis del Riesgo (B2-a, B2-b)

4.12.2.1 Pérdidas Estimadas

El calor extremo causa principalmente estrés en materiales y sistemas, en lugar de fallas estructurales inmediatas. Por ejemplo:

- Carreteras y pavimentos: El asfalto puede ablandarse y deformarse bajo temperaturas altas prolongadas, causando ahuellamiento y daños superficiales (Highways Industry, n.d.) (EPA, 2012).
- Sistemas ferroviarios: Las vías de acero se expanden con el calor extremo, lo que puede causar pandeo y riesgos de descarrilamiento (USDOT - FRA, 2013).
- Infraestructura eléctrica: Las redes eléctricas experimentan mayores cargas debido a la demanda de aire acondicionado, y los transformadores o cables pueden sobrecalentarse, reduciendo la eficiencia o causando apagones.
- Materiales de construcción: La expansión y contracción del concreto, el acero y el vidrio pueden provocar grietas o fallas en juntas con el tiempo. Los materiales de techado pueden degradarse más rápidamente bajo calor intenso.
- Sistemas de enfriamiento: Los sistemas HVAC trabajan con mayor esfuerzo, lo que aumenta el consumo de energía y el riesgo de fallas, y puede comprometer la comodidad y seguridad en interiores.

Aunque las olas de calor rara vez causan el colapso de edificios, aceleran el desgaste, aumentan los costos de mantenimiento y pueden provocar fallas en sistemas que interrumpen servicios esenciales. Actualmente, el municipio no cuenta con un método para calcular las pérdidas asociadas con eventos de calor extremo.

Borrador

4.12.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

El calor extremo plantea riesgos sistémicos en los sistemas de energía, transportación y comunicaciones, creando fallas compuestas precisamente cuando la demanda de servicios alcanza su punto máximo.

Para la línea vital de energía, las altas temperaturas provocan aumentos pronunciados en la demanda de electricidad para enfriamiento, al mismo tiempo que disminuyen la eficiencia de generación y distribución. Las plantas termoeléctricas pueden verse obligadas a reducir producción cuando el agua de enfriamiento está demasiado caliente, los paneles solares producen menos electricidad a temperaturas elevadas del módulo, y las líneas de transmisión pierden capacidad de transporte a medida que los conductores se calientan y se cambian, condiciones que aumentan la probabilidad de caídas de voltaje y apagones durante olas de calor (Jessen, 2025). La combinación de cargas récord de enfriamiento y disminución del suministro subraya un problema creciente de "riesgo pico" para redes que no fueron diseñadas para los extremos de calor actuales (Jessen, 2025) (American Society of Civil Engineers, 2024).

De manera similar, la línea vital de transportación también es vulnerable. Las temperaturas superficiales altas y prolongadas ablandan el asfalto, acelerando el ahuellamiento y la deformación; los rieles de acero se expanden térmicamente y pueden pandearse, provocando órdenes de reducción de velocidad relacionadas con el calor que interrumpen el servicio; y las catenarias u otras líneas aéreas pueden combarse con el calor, limitando aún más las operaciones. Los aeropuertos enfrentan restricciones dobles: los pavimentos de las pistas pueden deformarse bajo calor extremo, y la menor densidad del aire en días calurosos afecta el desempeño de las aeronaves, incidiendo en el peso de despegue y la programación. Estos efectos ahora se observan comúnmente en sistemas de Estados Unidos durante eventos de calor sostenido, requiriendo restricciones operacionales y mantenimiento de emergencia que repercuten en las cadenas de suministro y la movilidad de pasajeros (American Society of Civil Engineers, 2024).

La línea vital de comunicaciones también enfrenta un estrés térmico creciente. Los centros de datos, instalaciones de conmutación y nodos de red dependen de enfriamiento continuo; el sobrecalentamiento aumenta el riesgo de interrupciones y puede reducir la vida útil de los equipos. Las interrupciones relacionadas con el calor en el suministro eléctrico y las condiciones de microclima local agravan estos riesgos, con impactos en cascada sobre otros sectores de líneas vitales que dependen de la conectividad para sus operaciones y respuesta a emergencias. Las evaluaciones

Borrador

federales destacan que el tiempo extremo —incluido el calor extremo— puede interrumpir redes de fibra óptica, degradar el desempeño inalámbrico y limitar el acceso a centros de datos, afectando a cada uno de los demás sectores de infraestructura crítica y complicando la coordinación de respuesta ante desastres (Public-Private Analytic Exchange Program, 2025).

En general, el calor extremo actúa como un multiplicador de estrés: empuja los materiales más allá de sus umbrales de diseño, reduce la eficiencia de los equipos y estrecha los márgenes de seguridad operacional, todo mientras aumenta la demanda de servicios. La evidencia de organizaciones de ingeniería y observadores del mercado energético indica que, sin adaptación dirigida —como estándares de diseño resilientes al calor, refuerzo estratégico de la red eléctrica, mejor manejo térmico para infraestructura digital y operaciones informadas por el calor— los sistemas enfrentarán interrupciones de servicio más frecuentes y mayores costos de ciclo de vida a medida que se intensifiquen los eventos de calor (American Society of Civil Engineers, 2024).

4.12.2.3 Vulnerabilidad Social

Un estudio académico reciente examina la relación entre el estrés por calor y la mortalidad en Puerto Rico (Méndez - Lázaro, et al., 2025). Los investigadores analizaron datos horarios de temperatura del aire a 2 metros de altura provenientes del análisis ERA5 para 2015–2020 y derivaron valores diarios mínimos, máximos y medios para calcular dos índices de estrés térmico: el Índice de Calor (HI) y el Índice Climático Térmico Universal (UTCI). Los hallazgos muestran que las condiciones de calor extremo son comunes durante ocho meses del 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 23% más altas en el tercio más alto del HI y 47% más altas en el tercio más alto del UTCI en comparación con el más bajo. Las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la insuficiencia cardíaca y las condiciones respiratorias estuvieron entre las principales causas de muerte asociadas con el estrés por calor. El estudio destaca que las vulnerabilidades socioeconómicas de Puerto Rico, el envejecimiento de la población y la infraestructura limitada amplifican los riesgos a la salud durante eventos de calor extremo (Méndez - Lázaro, et al., 2025).

Información sobre la vulnerabilidad social del Municipio puede encontrarse en la sección 3.4

Borrador

4.12.2.4 Recursos Naturales y Culturales

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

- Mayor consumo de energía: Las islas de calor aumentan la demanda de electricidad para aire acondicionado y la demanda máxima de energía. El aumento en la demanda de electricidad para aire acondicionado varía de 1% a 9% por cada aumento de 2°F en la temperatura, con el mayor aumento en países donde la mayoría de los edificios cuentan con aire acondicionado, como Estados Unidos de América. Esta mayor demanda contribuye a gastos de electricidad más altos. La demanda máxima generalmente ocurre en tardes excepcionalmente calurosas, cuando oficinas y hogares operan sistemas de aire acondicionado, luces y electrodomésticos. Esta mayor demanda puede sobrecargar los sistemas y requerir que una empresa de servicios públicos instituya reducciones controladas de voltaje o apagones para evitar interrupciones eléctricas.

- Emisiones elevadas de contaminantes del aire: Para satisfacer las necesidades de electricidad, las compañías de servicios públicos normalmente dependen de plantas de energía de combustibles fósiles como fuente de energía. El mayor uso de combustibles fósiles aumenta las emisiones de contaminantes transportados por el aire, como el dióxido de carbono, lo que puede generar preocupaciones de salud, especialmente en personas que viven con enfermedades respiratorias.

- Salud y comodidad humana comprometidas: Los eventos de tiempo caluroso contribuyen a muertes relacionadas con el calor y enfermedades relacionadas con el calor. Las áreas que experimentan islas de calor contribuyen aún más a temperaturas diurnas más altas y a una reducción del enfriamiento nocturno. El calor representa una preocupación mayor para grupos como adultos mayores, niños pequeños, poblaciones de bajos ingresos, personas que trabajan al aire libre y personas con condiciones crónicas de salud, discapacidades, limitaciones de movilidad o que toman ciertos medicamentos. De 2004 a 2018, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades registraron un promedio de 702 muertes por calor al año.

Borrador

- Calidad del agua afectada: Las altas temperaturas de las superficies de pavimento y techos pueden calentar la escorrentía pluvial, que drena hacia alcantarillas pluviales. Esta escorrentía eleva la temperatura del agua al descargarse en arroyos, ríos, estanques y lagos. La temperatura del agua afecta el 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 presentan aumentos súbitos de temperatura con mayor frecuencia que los arroyos en áreas boscosas. Los aumentos de temperatura en arroyos urbanos fueron de hasta 18°F más altos debido a la escorrentía calentada de áreas urbanas, mayores volúmenes de descarga por superficies impermeables y temperaturas base más cálidas en los arroyos (EPA, 2025).

4.12.2.5 Condiciones Futuras

El mapa de permisos de construcción aprobados (Sección 3.6) muestra que muchos de los desarrollos recientes en Vega Alta se encuentran en áreas ya urbanizadas de la ciudad. Esto significa que el efecto de isla de calor urbano continuará presente en el municipio en el futuro cercano.

4.13 Sequia

4.13.1 Descripción (B1-a)

La sequía se describe como una irregularidad temporal en la lluvia o en el flujo natural de agua, en la cual una ausencia prolongada de precipitación provoca un desequilibrio hidrológico significativo. Esta condición puede o no resultar en interrupciones al servicio regular de agua potable, pérdidas de cultivos y efectos adversos sobre la vida silvestre y la vegetación. La severidad 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 en la cantidad esperada de precipitación durante un periodo prolongado, usualmente una estación o más. Las temperaturas altas, los vientos fuertes y los bajos niveles de humedad pueden exacerbar los efectos de la sequía en áreas donde ya

Borrador

prevalecen. Asimismo, la sequía puede provocar incendios forestales severos (FEMA, 1997). Las acciones humanas y las demandas que estas imponen sobre los recursos hídricos pueden acelerar los impactos relacionados con la sequía. Las sequías ocurren de distintas formas a través de la isla, lo que significa que algunas regiones pueden experimentar mayores impactos mientras otras permanecen en condiciones normales.

Según FEMA, existen tres tipos de sequía (FEMA, 1997):

Tabla 41: Tipos de Sequía

Tipo de sequía	Descripción
Sequía meteorológica	Periodo caracterizado por una deficiencia significativa de precipitación en comparación con las condiciones normales durante un periodo específico —por ejemplo, mensual, estacional o anual—.
Sequía agrícola	Ocurre cuando la humedad del suelo se vuelve insuficiente para sostener los cultivos o las necesidades del ganado, típicamente después de una sequía meteorológica.
Sequía hidrológica	Se define por niveles reducidos de agua en quebradas, ríos, embalses y sistemas de agua subterránea, a menudo con un desfase temporal respecto a la sequía meteorológica.

En 1999 se implementó el programa federal Drought Monitor, 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 varias agencias, tales como NOAA, el *United States Department of Agriculture* (USDA) y el *National Drought Mitigation Center* 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 el manejo del riesgo.

El indicador de sequía a corto plazo se enfoca en la precipitación durante un periodo de 1 a 3 meses. El indicador de sequía a largo plazo se enfoca en un periodo de 6 a 60 meses. Otros índices utilizados, especialmente durante la temporada de crecimiento, incluyen el USDA/NASS Topsoil Moisture, el Keetch-Byram Drought Index (KBDI) y los índices satelitales de salud de la vegetación de NOAA/NESDIS. Otros indicadores incluyen los niveles de agua subterránea, la capacidad de los embalses y las condiciones de los pastos.

Borrador

En Puerto Rico, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE)y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) son responsables de monitorear constantemente las represas y embalses utilizados para el suministro de agua potable. Una vez se alcanzan niveles críticos, la primera estrategia adoptada a nivel del sistema de suministro es la reducción de la presión del agua. Si no se restauran niveles adecuados, comienza el racionamiento de agua. Este se implementa en fases de 12 horas y, en casos extremos, de hasta 48 horas. El área afectada se divide en sectores, y las distintas fases de racionamiento de una duración determinada se implementan inicialmente a nivel local, usualmente en los municipios con mayor consumo. En circunstancias extremas, varios municipios y

4.13.1.1 Área Afectada

El límite administrativo de Vega Alta está configurado de manera única por su topografía, ya que coincide en gran medida con los límites naturales de las cuencas hidrográficas formadas por el terreno montañoso que rodea al municipio. Las crestas empinadas y los valles cerrados definen los patrones de drenaje de tal forma que la mayor parte de la escorrentía superficial se origina y permanece dentro de su propio territorio, en lugar de recibir aportaciones significativas de cuencas externas. Aunque esta configuración ayuda a contener la escorrentía durante eventos de lluvia, también genera una mayor vulnerabilidad durante períodos de sequía.

Debido a que el suplido de Vega Alta depende principalmente de la precipitación que ocurre dentro de sus propios límites territoriales, las condiciones prolongadas de sequía pueden reducir significativamente la disponibilidad de agua, con oportunidades limitadas para compensar las deficiencias mediante aportaciones provenientes de regiones vecinas. Esto convierte a las sequías localizadas en una situación particularmente crítica, ya que el suministro de agua queda directamente vinculado a las condiciones climáticas internas y a la capacidad de las cuencas locales para sostener la demanda.

4.13.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-C)

La sequía es un peligro de desarrollo lento; sin embargo, con el tiempo puede tener efectos altamente perjudiciales sobre los cultivos, los abastos municipales de agua, los usos recreativos y la vida silvestre. Si las condiciones de sequía persisten durante varios años, el impacto económico directo e indirecto puede ser significativo. La

Borrador

sequía también puede crear condiciones favorables para la ocurrencia de otro peligro: los incendios forestales.

El Centro Nacional de Monitoreo de Sequías utiliza las siguientes categorías para describir la magnitud de las condiciones de sequía (U.S. Drought Monitor, 2025).

Tabla 42: Categoría de Sequia

Categoría	Descripción	Impactos típicos
Ninguna	Condiciones normales/húmedas	Sin impactos por sequía
D0 – Anormalmente seco	Señales tempranas de sequedad que pueden retrasar la siembra y afectar el agua superficial	Sequedad a corto plazo; estrés menor
D1 – Sequía moderada	Reducción notable de la humedad del suelo; niveles bajos de agua; restricciones voluntarias	Estrés en cultivos; reducción del caudal de quebradas y ríos
D2 – Sequía severa	Escasez común de agua; probables pérdidas de cultivos o pastos	Posibles restricciones obligatorias
D3 – Sequía extrema	Pérdidas mayores de cultivos o pastos; restricciones generalizadas	Prohibiciones de quema; estrés hídrico severo
D4 – Sequía excepcional	Pérdidas excepcionales y generalizadas; emergencias de agua	Medidas de emergencia; impactos críticos

4.13.1.3 EVENTOS ANTERIORES(B1-D)

Puerto Rico tiene un clima tropical húmedo caracterizado por dos estaciones bien definidas: una temporada lluviosa, que se extiende de mayo a noviembre, y una temporada seca, que transcurre de diciembre a abril. Las regiones interiores del este y oeste registran la mayor precipitación anual, mientras que la zona norte recibe significativamente más lluvia que el sur.

El USGS identificó que han ocurrido condiciones de sequía mayor en los periodos 1967–1969, 1974, 1994, 1997, 2001–2002 y 2013–2016 (USGS, 2014; DNER, 2016). Según los

Borrador

registros históricos, el gobierno federal ha activado sus recursos para atender condiciones de sequía en los siguientes eventos:

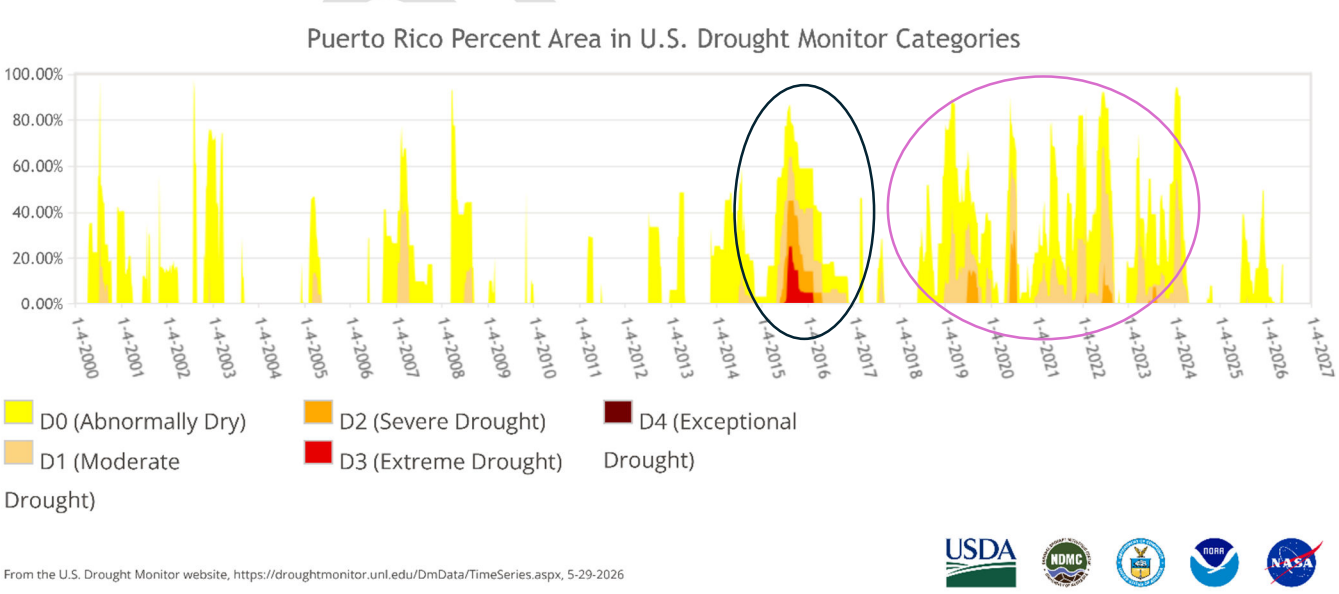
- Condiciones de Sequía Extrema en Puerto Rico (DR-170-PR) – Fecha de declaración: 26 de mayo de 1964
- Impacto de Sequía en Puerto Rico (EM-3002-PR) – Fecha de declaración: 29 de agosto de 1974

Durante la temporada lluviosa, la precipitación proviene principalmente de procesos de convección local, efectos orográficos, ondas tropicales y ciclones. En contraste, la lluvia durante la temporada seca está mayormente asociada con la influencia de frentes fríos y vaguadas (CEACC, 2024). La Figura 29 muestra el área del municipio en las categorías del US Drought Monitor para el periodo de enero de 2020 a enero de 2026 (US Drought Monitor, 2025). La serie muestra que, durante el periodo entre 2015 y 2016, hubo una ocurrencia en la que el 100% del territorio municipal se encontraba en la categoría D3 – Sequía extrema —véase el óvalo azul en la Figura 29.

La Figura 23 también muestra que las ocurrencias de D1 – Sequía moderada se han vuelto más frecuentes. De hecho, al culminar el borrador de este LHMP, estaba experimentando una sequía moderada.

La Figura 23 también muestra que la ocurrencia de condiciones de Sequía Moderada (D1) se ha vuelto más frecuente desde el año 2019 (Figura 24).

Figura 23: Puerto Rico áreas en Sequía 2000- 2026

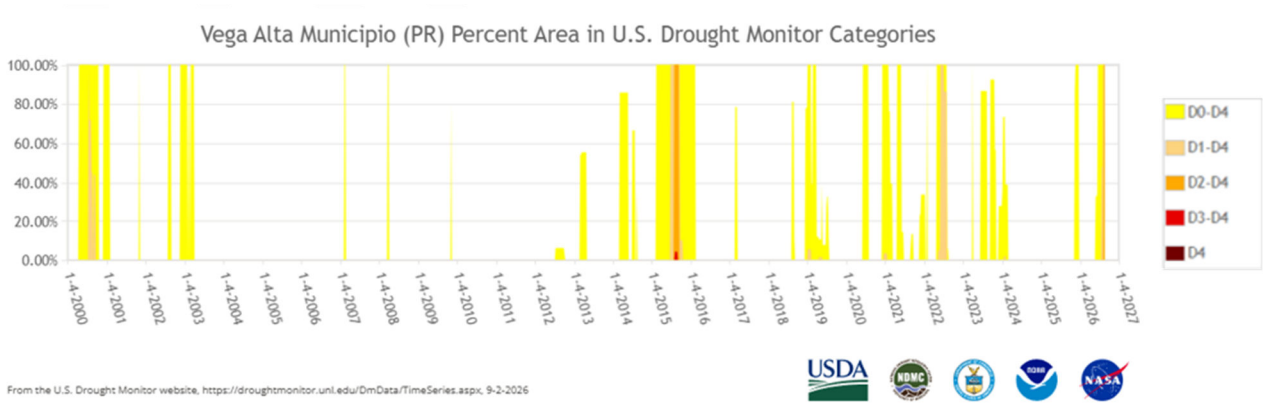


Del gráfico se puede apreciar una tendencia sostenida de aumento en la ocurrencia, duración e intensidad de las sequías en Puerto Rico que comenzó tan temprano como en 2010 y se consolidó para 2014. Entre 2015 y 2017, Puerto Rico experimentó el período de sequía más intenso de los últimos años, con más del 80 % del territorio de la isla experimentando al menos condiciones Anormalmente Secas (D0), mientras que al menos el 20 % del territorio experimentó Sequía Extrema (D3). La temporada de huracanes de 2017 trajo volúmenes históricos de precipitación, lo que explica la breve reducción de las condiciones de sequía entre 2017 y 2019. Desde 2017 hasta 2024, Puerto Rico experimentó un período prolongado de sequía en la gran mayoría de su territorio.

El Monitor de Sequía de los Estados Unidos (U.S. Drought Monitor) también proporciona información a nivel municipal. La Figura 26 muestra que parte del municipio se encontraba bajo condiciones de sequía extrema durante la sequía de 2015-2016. También muestra que existieron condiciones de sequía moderada a severa en todo el municipio durante ese mismo período. En el extremo derecho de la figura pueden observarse las condiciones actuales de sequía (2026).

La Figura 264 muestra la ocurrencia de sequías en Vega Alta desde el año 2000. Este mapa muestra que, durante la sequía a nivel insular de 2015-2016, Vega Alta presentó áreas con condiciones de sequía extrema. Sin embargo, el municipio ha experimentado una menor frecuencia de sequías en comparación con el conjunto de la isla. Al 2 de septiembre de 2026, el municipio experimentaba condiciones de sequía severa y extrema.

Figura 24: Vega Alta Areas en Sequía 2000- 2027



4.13.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros(B1-e)

El USGS informa que, en Puerto Rico, la sequía tiene una frecuencia de ocurrencia de 15 a 18 años (USGS, 2016; USGS, 2014). Datos científicos recientes muestran que la región del Caribe enfrenta una mayor vulnerabilidad a los peligros de sequía (USGCRP, 2018). Como se muestra en la sección 2.7.1.3, la probabilidad de ocurrencia de sequías es difícil de pronosticar o anticipar desde una perspectiva a largo plazo. Sin embargo, como muestra la Figura 29, los periodos de sequía moderada se han vuelto más prevalentes desde 2018.

Si bien la mayor parte del territorio de Vega Alta se considera de riesgo moderado a bajo ante la sequía, las tendencias a largo plazo en los patrones de precipitación, como las asociadas a las fluctuaciones de la Oscilación del Sur-El Niño (ENSO, por sus siglas en inglés), pueden provocar períodos prolongados de precipitación por debajo del promedio (CCOF, 2026) y una reducción en la recarga de los acuíferos. Cuando estas condiciones se combinan con el aumento de las temperaturas, se incrementan las tasas de evapotranspiración y se acelera la pérdida de humedad del suelo, intensificando la escasez de agua. Como resultado, áreas que históricamente no han experimentado impactos significativos por sequía podrían volverse cada vez más vulnerables a medida que cambian las condiciones climáticas.

4.13.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

Si la sequía resulta en racionamiento de agua potable, el municipio podría experimentar pérdidas económicas en la medida en que los servicios se vean afectados inmediatamente por el cierre parcial o total de escuelas, comercios, áreas industriales y oficinas públicas y privadas.

El impacto económico potencial de una sequía prolongada surgiría de la necesidad de movilizar al municipio para atender las necesidades básicas de su población durante el período de emergencia. Este costo está asociado con la movilización de recursos tales como personal y equipo para la distribución de agua a las comunidades y a las instalaciones municipales. Sin embargo, el municipio no ha podido cuantificar el impacto económico de este gasto, ni el impacto sobre la agricultura, debido a la falta de información. Debido a que la sequía es un peligro que no afecta directamente las estructuras, no se genera una estimación monetaria de pérdidas estructurales.

Borrador

Entre otros efectos, ocasiona aumentos en los precios de los alimentos, pérdida de producción agrícola, impactos en los sectores industrial, comercial y de servicios, pérdidas en la generación de energía hidroeléctrica y pérdidas en la industria turística, tanto del turismo interno como de visitantes extranjeros.

Las condiciones de sequía en Vega Alta pueden afectar significativamente al sector agrícola al reducir la disponibilidad de agua para riego y someter a los cultivos a estrés durante períodos críticos de crecimiento. Las condiciones prolongadas de sequía pueden provocar rápidamente déficits de humedad en el suelo, una reducción en los rendimientos agrícolas y, en casos severos, la pérdida total de las cosechas. Además, la disminución en el suministro de agua puede afectar al ganado y aumentar los costos de producción, ya que los agricultores podrían verse obligados a recurrir a fuentes alternas de abastecimiento de agua. La combinación de estos efectos amenaza la estabilidad económica de las operaciones agrícolas y el suministro de alimentos dentro del municipio.

4.13.2.1 Pérdidas Estimadas

Documentar el impacto fiscal de una sequía es un proceso complejo debido a la amplia variedad de formas en que este fenómeno afecta a la sociedad (DRNA, 2015). Una manera de estimar las pérdidas ocasionadas por períodos de sequía es analizar su impacto en el sector agrícola. El Departamento de Agricultura de Puerto Rico informó que la sequía de 2015 tuvo un costo neto de $14,000,000 para el sector agrícola.

4.13.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

La sequía puede ejercer una presión severa sobre la infraestructura crítica al reducir la disponibilidad de agua para los sistemas municipales, lo que obliga al racionamiento y a interrupciones en los servicios. Las escaseces prolongadas de agua pueden interrumpir las operaciones en escuelas, hospitales y comercios, provocando pérdidas económicas y una reducción en los servicios públicos. La infraestructura energética también se ve afectada, ya que la generación de energía hidroeléctrica disminuye cuando bajan los niveles de los embalses, aumentando la dependencia de alternativas costosas. Los sistemas de transportación pueden sufrir impactos indirectos, como daños a carreteras por contracción del suelo y un mayor riesgo de incendios forestales cerca de las vías. Las comunicaciones y los servicios de emergencia enfrentan retos cuando la escasez de agua limita los sistemas de enfriamiento y las capacidades de extinción de incendios. En general, la sequía crea

Borrador

efectos en cascada a través de las redes de infraestructura, amplificando vulnerabilidades y requiriendo estrategias coordinadas de mitigación.

Como se mencionó anteriormente, si ocurre una sequía que resulte en racionamiento de agua potable, el municipio sufrirá pérdidas económicas en la medida en que el funcionamiento normal de las operaciones gubernamentales se vea afectado inmediatamente por el cierre parcial o total de escuelas, comercios, áreas industriales y oficinas públicas y privadas. Esto tiene un efecto directo principalmente sobre las operaciones normales de los activos, ya que los servicios que estos proveen se ven impactados negativamente por el racionamiento o la falta de servicio de agua. A medida que aumentan los eventos de sequía, su impacto sobre estas operaciones se vuelve mayor. Sin embargo, la sequía no tiene un efecto directo sobre las instalaciones críticas y los activos del municipio.

4.13.2.3 Vulnerabilidad Social

Según se mencionó en la Sección 3.4, Vega Alta tiene una proporción considerable de población vulnerable. Si continúa el patrón que comenzó en 2019, la población vulnerable de Vega Alta seguirá enfrentando retos importantes relacionados con el acceso al agua potable. Las comunidades experimentarán una disminución en la disponibilidad de agua, la cual es esencial para la producción industrial y agrícola, así como para el uso personal de los residentes. También puede afectar la salud pública. Esto resulta en una reducción en la calidad de vida, estrés mental y físico, y malestar social, con posibles riesgos de malnutrición, deshidratación y enfermedades. Dado que los efectos de un periodo de sequía pueden afectar a toda la población —incluso aquellos periodos de sequía que no afectan directamente el territorio del municipio—, es recomendable que la administración municipal considere a toda la población de Vega Alta como expuesta a este peligro.

4.13.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Cuando una región experimenta períodos 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 precipitación reduce los niveles de agua en cuerpos de agua, incluidos los manglares, impactando la flora y fauna de la región. El daño a la vegetación afecta directamente los hábitats de los animales, creando un desequilibrio en la disponibilidad de alimento para la vida silvestre.

Borrador

El suministro de productos agrícolas locales también puede afectar al municipio. Cuando la lluvia está significativamente por debajo de los niveles normales, causa desequilibrios hidrológicos severos que afectan negativamente los sistemas de productividad del terreno. De igual manera, disminuyen el crecimiento y la cosecha de cultivos, así como la disponibilidad y calidad del agua potable. La sequía también puede provocar degradación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad y especies, erosión eólica y un aumento en el riesgo de incendios forestales.

4.13.2.5 Condiciones Futuras

A largo plazo, los desafíos que presentan las sequías podrían aumentar debido a cambios en los patrones de lluvia. Esto significa que, cuando ocurran sequías, podrían ser más intensas, durar más tiempo y cubrir áreas geográficas más extensas que las experimentadas en el pasado, aumentando así la vulnerabilidad de la población.

En general, las tendencias poblacionales en el Municipio de Vega Alta muestran una disminución en los patrones poblacionales a nivel de barrio. Sin embargo, se estima que la población municipal de 65 años o más ha aumentado (véase la Sección 3.3). Este aumento en la población de edad avanzada, un sector particularmente vulnerable, requiere atención especial al abordar el riesgo de sequía.

A medida que se desarrollen estructuras futuras, es fundamental señalar que la aprobación de proyectos cerca de sumideros o aquellos que utilizan sistemas sépticos aumenta el potencial de contaminación. Bajo condiciones de sequía, esto limita considerablemente el uso de agua subterránea. Otro factor que reduce la disponibilidad de agua subterránea como fuente alternativa durante una sequía es la impermeabilización de la superficie del suelo y la obstrucción o relleno de las aberturas de sumideros. Estas acciones a menudo aumentan la escorrentía superficial y reducen la recarga natural del acuífero.

4.14 Fuego Forestal (E1-a)

4.14.1 Descripción (B1-a)

Los incendios forestales son fuegos no controlados que se propagan a través de combustible vegetal, amenazando y potencialmente consumiendo estructuras, además de impactar la salud humana y los ecosistemas. Estos incendios a menudo comienzan sin ser detectados y se propagan rápidamente. Típicamente se caracterizan por humo denso que cubre las áreas circundantes. Aunque los incendios

Borrador

forestales pueden ocurrir en cualquier época del año, son más frecuentes durante periodos de baja precipitación, cuando la hierba, las hojas y otros combustibles finos están secos y son altamente inflamables.

El manejo de incendios forestales es un asunto de importancia local y global debido a la interacción entre las poblaciones humanas, la actividad del fuego y los paisajes abiertos. Según Gould (2008), el Plan de Acción Forestal de Puerto Rico destaca investigaciones que indican que los incendios influyen en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, aún existen incertidumbres sobre su impacto específico en los servicios ecosistémicos debido a ciclos de retroalimentación que involucran factores como el uso del suelo, las especies invasoras y el cambio climático (DRNA, 2016).

Comprender las consecuencias ecológicas y sociales de los incendios forestales en los ecosistemas naturales de Puerto Rico es esencial para planificar acciones de conservación y mantenimiento. Los esfuerzos de prevención de incendios deben llegar a propietarios de terrenos privados en áreas propensas a incendios o con vegetación densa, particularmente porque la mayoría de los incendios forestales en Puerto Rico son causados por actividades humanas. Históricamente, la investigación y el monitoreo de incendios forestales no han sido considerados una prioridad.

La mayoría de los incendios —y el mayor riesgo de ocurrencia— se encuentran en áreas de bosque seco. El cambio climático, las sequías prolongadas y la fragmentación del paisaje causada por acciones humanas tienen el potencial de expandir significativamente las áreas propensas a incendios, incluyendo bosques tropicales húmedos y regiones no forestales que tradicionalmente enfrentaban poco riesgo de incendio.

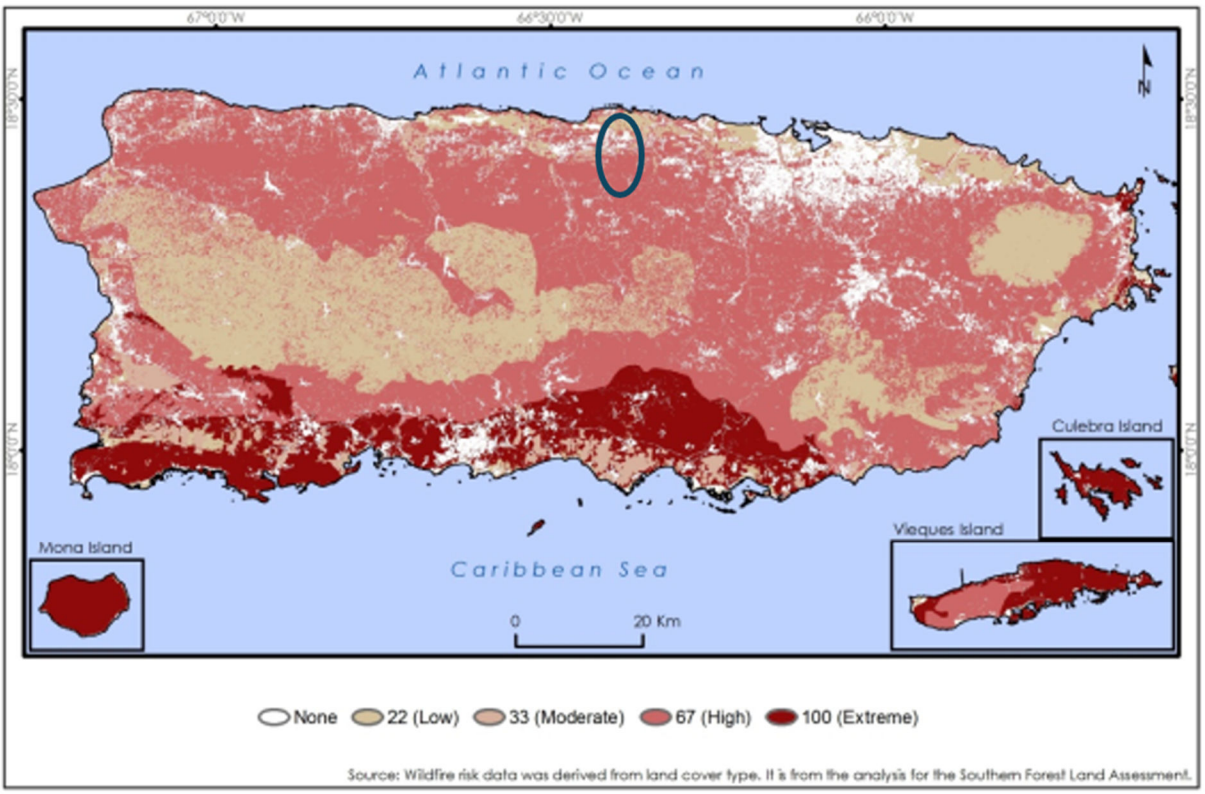
4.14.1.1 Área Afectada(B1-b)

La Figura 25 (DRNA, 2021) presenta una visión general de las áreas de Puerto Rico, Vieques y Culebra con distintos niveles de incidencia de incendios forestales, según la definición de la *Southern Federal Land Assessment* (SFLA). Esta información proporciona el estado del conocimiento sobre lo que se conoce como paisajes propensos a incendios. La combinación de la presencia humana, la disponibilidad de combustibles secos y las condiciones climáticas explica el elevado número de incendios en la llanura costera del sur.

Borrador

El territorio de Vega Alta (círculo azul) se caracteriza por presentar un riesgo alto de incendios forestales en las áreas montañosas y un riesgo moderado en los valles.

Figura 25 Puerto Rico: Niveles de incidencias de fuegos forestales de acuerdo con el SFLA



4.14.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c)

Las principales clasificaciones de incendios utilizadas por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS) (USFS, s.f.) son:

- Incendio Subterráneo (Ground Fire): Incendio que arde dentro del material orgánico situado por debajo de la capa de hojarasca, principalmente mediante combustión lenta sin llama. Generalmente ocurre en mantillo orgánico, turba, musgos y líquenes muertos, así como en madera parcialmente descompuesta. Los incendios subterráneos afectan principalmente la vegetación de crecimiento bajo, como pastizales, arbustos y la base de los árboles. Dependiendo de factores ambientales como la composición y densidad de la vegetación, la orientación y pendiente del terreno, y la

velocidad del viento, entre otros, estos incendios pueden variar en intensidad, aunque por lo general liberan menos energía térmica que los incendios que se propagan a través de las copas de los árboles.

- Incendios de Copa (Crown Fires): Incendios que arden en las copas de árboles y arbustos, generalmente iniciados por un incendio superficial. Son comunes en bosques de coníferas y matorrales tipo chaparral. En este tipo de incendio, las llamas ascienden por las ramas inferiores hasta alcanzar el dosel del bosque. Sin embargo, en algunos casos, la propagación permanece principalmente en la superficie debido a que los árboles están dispersos y sus copas se encuentran demasiado separadas entre sí.
- Incendio Superficial (Surface Fire): Incendio que se propaga a través de la hojarasca y otros combustibles vivos o muertos ubicados en la superficie del suelo o inmediatamente por encima de ella, principalmente mediante combustión con llama.

Por otra parte, FEMA utiliza una tipología de cuatro clasificaciones (FEMA, 1997):

- Incendios Forestales (Wildfires): Incendios alimentados casi exclusivamente por vegetación natural. Generalmente ocurren en bosques y parques nacionales, donde las agencias federales son responsables del manejo y la supresión del fuego.
- Incendios de Interfaz o Intermezclados (Interface or Intermixed Fires): Incendios que ocurren en áreas urbanas y/o silvestres donde la vegetación y el entorno desarrollado proporcionan el combustible para el fuego.
- Tormentas de Fuego (Firestorms): Eventos de intensidad extrema cuya supresión efectiva es prácticamente imposible. Ocurren bajo condiciones meteorológicas severas y generalmente continúan hasta que las condiciones cambian o se agota el combustible disponible.
- Quemas Intencionales y Prescritas (Intentional and Prescribed Burns): Incendios provocados por intervención humana y fuegos naturales que se permite quemar de manera controlada con fines de manejo de la vegetación.

Otra tipología distingue entre incendios forestales e incendios en la interfaz urbano-forestal (Wildland-Urban Interface, WUI). Los incendios forestales ocurren en áreas con un desarrollo humano mínimo, excepto por infraestructuras como carreteras o líneas eléctricas. Por otro lado, los incendios WUI ocurren cuando el fuego se propaga hacia áreas con estructuras u otros desarrollos humanos. En estos incendios, las llamas se alimentan tanto de la vegetación como de los elementos estructurales de las áreas urbanizadas. La Administración de Incendios de los Estados Unidos (US Fire

Borrador

Administration) define la interfaz urbano-forestal como la zona o área donde las estructuras y desarrollos humanos se encuentran o se mezclan con la vegetación y los combustibles propios de áreas silvestres (US Fire Administration, 2025).
Los incendios forestales suelen asociarse con áreas de clima templado, como California o Canadá. Sin embargo, la experiencia reciente en el estado de Hawái demostró que incendios forestales rápidos y mortales también pueden ocurrir en regiones tropicales húmedas. El catastrófico incendio de Lahaina, ocurrido en agosto de 2023, propagó llamas devastadoras a gran velocidad a través de vecindarios densamente urbanizados, revelando vulnerabilidades significativas en los sistemas de alerta temprana, la planificación de evacuaciones y la preparación comunitaria. Alimentado por vegetación seca, fuertes vientos y condiciones de sequía sin precedentes, el incendio provocó la rápida ignición de estructuras y sobrepasó la capacidad de respuesta de los servicios de emergencia. La investigación independiente realizada por el Fire Safety Research Institute destacó que la insuficiente resiliencia de la infraestructura, las limitaciones en las redes de comunicación y la falta de una planificación coordinada entre agencias amplificaron significativamente el impacto del desastre.

A medida que Puerto Rico enfrenta amenazas similares de incendios forestales, especialmente en las llanuras costeras del sur, esta tragedia resalta la necesidad de fortalecer los sistemas de detección, mejorar las rutas de evacuación comunitaria y aumentar la educación pública sobre la seguridad contra incendios. Los códigos de construcción que promueven el uso de materiales resistentes al fuego y estrategias de espacio defendible alrededor de viviendas e instalaciones críticas pueden reducir las pérdidas estructurales bajo condiciones extremas de incendios forestales.

También se evidencia la importancia de una gestión integral del territorio, promoviendo que Puerto Rico limite el desarrollo en zonas de interfaz urbano-forestal (WUI, por sus siglas en inglés) y mantenga franjas de vegetación que funcionen como barreras de protección. El incendio de Lahaina en Hawái demuestra que las estrategias de supresión rápidas y bien coordinadas, junto con sistemas de comunicación resilientes, son fundamentales para contener la propagación de incendios forestales. Invertir en la colaboración interagencial y en el adiestramiento de emergencia a nivel local ayudará a los municipios de Puerto Rico a responder de manera más efectiva. En última instancia, Lahaina constituye una severa advertencia que subraya que la planificación proactiva, la infraestructura resiliente y la preparación comunitaria son esenciales para prevenir una catástrofe similar por incendios forestales en Puerto Rico.

Borrador

4.14.1.3 Eventos Anteriores(B1-d)

Citando datos del Negociado del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico (NCBPR), el Plan de Acción Forestal de Puerto Rico indica que se reportaron un total de 7,099 incendios forestales en todo 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 (DRNA, 2021).

Dentro de las Áreas Naturales Protegidas del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), la incidencia de incendios aumentó en 2019 en comparación con 2018. Entre los lugares afectados más notables se incluyeron el Bosque Estatal de Guánica, el Refugio de Vida Silvestre de Boquerón, la Reserva Natural Punta Cuchara, la Reserva Natural Caño Tiburones y la Reserva Natural Laguna Tortuguero. La mayoría de estos incendios estuvieron relacionados con actividades humanas, tales como fogatas desatendidas, cigarrillos desechados, quemas intencionales, quema inadecuada de desperdicios y quemas prescritas mal manejadas en terrenos de pastoreo (DRNA, 2021).

La alta frecuencia de incendios forestales en Puerto Rico resalta la necesidad urgente de esfuerzos dirigidos de educación y divulgación pública para aumentar la concienciación. Cuando estas iniciativas se combinan con el manejo activo de terrenos y un enfoque de conservación a escala de paisaje, pueden ayudar a reducir la ocurrencia de incendios y mitigar presiones adicionales sobre los ecosistemas forestales.

Durante el 2024, el Negociado del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico reportó un total de 2 incendios forestales en Vega Alta. La siguiente tabla presenta los detalles de los incendios forestales reportados durante ese año.

Tabla 43: Fuegos Forestales Reportados en Vega Alta

Número de Caso	Fecha de registrar	Fecha de contener	Coordenadas del incidente
PR040124-489	2024-04-01 11:25:54.	2024-04-01 11:49:44.	-66.3135, 18.4162
PR110724-102	2024-11-07 05:32:57.	2024-11-07 06:44:14.	-66.34345, 18.401

4.14.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

Las tendencias a largo plazo en los patrones de lluvia, como aquellas causadas por

Borrador

fluctuaciones en El Niño–Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés), pueden provocar periodos secos prolongados (CCOF, 2026), una reducción en la humedad del suelo y un aumento en el estrés de la vegetación. Cuando estas condiciones se combinan con el aumento en las temperaturas, aceleran la evapotranspiración y secan aún más los combustibles, aumentando significativamente la probabilidad de ignición y propagación del fuego. Como resultado, áreas que históricamente no han sido propensas a incendios forestales pueden volverse cada vez más susceptibles bajo estas condiciones cambiantes.

4.14.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.14.2.1 Pérdidas Estimadas

Los incendios forestales son causados tanto por factores naturales, como por acciones intencionales, en las que los seres humanos utilizan el fuego deliberadamente. Estas variables desempeñan un papel crítico en la determinación de la magnitud de un evento de incendio forestal. Las pérdidas potenciales aumentan según la densidad poblacional, el número de estructuras y los ecosistemas ubicados dentro del área afectada. La extensión y severidad de los incendios forestales dependen en gran medida de las condiciones climáticas y de la actividad humana.

Actualmente, no hay datos suficientes para estimar las pérdidas monetarias por daños a edificios causados por este peligro. Asimismo, al momento de actualizar este Plan, el municipio no contaba con una estimación oficial de daños. El municipio adoptará un enfoque proactivo e incluirá esta información en la próxima actualización del Plan, si está disponible.

4.14.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Los incendios forestales representan una amenaza significativa para la infraestructura crítica, generando impactos en cascada sobre los sistemas eléctricos, las comunicaciones, el suministro de agua, la transportación y el entorno construido. La red eléctrica es particularmente vulnerable. Investigaciones del *Sandia National Laboratories* (Sandia National Laboratories, s. f.) y otras instituciones muestran que los incendios forestales pueden dañar componentes de la red eléctrica y también ser provocados por estos, como ocurrió en el Camp Fire de 2018, que causó daños estimados en $9.3 mil millones. Para atender este riesgo, el Departamento de Energía de los Estados Unidos ha invertido $3.46 mil millones mediante su programa *Grid*

Borrador

Resilience and Innovation Partnerships (DOE, 2023), financiando proyectos que incluyen el soterrado de líneas eléctricas, la instalación de postes resistentes al fuego y el despliegue de sensores avanzados.

La infraestructura de comunicaciones enfrenta riesgos similares. Un estudio realizado por facultad de la Universidad de Wisconsin–Madison encontró que, aunque las torres celulares suelen sobrevivir físicamente a los incendios, las interrupciones del servicio eléctrico provocan interrupciones generalizadas en el servicio (Anderson, Barford, & Barford, 2020). Los sistemas de agua y las cuencas hidrográficas también se ven fuertemente impactados. Las condiciones posteriores a un incendio —como la pérdida de vegetación y la hidrofobicidad del suelo— pueden desencadenar inundaciones y flujos de escombros, introduciendo sedimentos, nutrientes y metales en los abastos de agua.

Las redes de transportación sufren daños directos e indirectos. Las carreteras, los puentes y los sistemas de drenaje a menudo se ven comprometidos por inundaciones y flujos de escombros posteriores a los incendios. Los edificios y otras estructuras ubicadas en la interfaz urbano-forestal enfrentan un riesgo cada vez mayor debido a la expansión urbana y a otros factores que incrementan la exposición al peligro.

En resumen, los incendios forestales generan riesgos complejos e interconectados para la infraestructura crítica, lo que requiere una combinación de soluciones de ingeniería, modelación avanzada, reformas de política pública y participación comunitaria. Fuentes oficiales y académicas coinciden en la necesidad de adoptar medidas proactivas —como el endurecimiento de la infraestructura, el mejoramiento del manejo de terrenos y la planificación para la resiliencia— con el fin de reducir la exposición y fortalecer la recuperación.

Los incendios forestales ocurren regularmente durante periodos de sequía, principalmente en la región sur de Puerto Rico. Estos eventos tienen impactos sociales y económicos significativos, principalmente debido al daño o pérdida de estructuras y propiedades ocasionados por los incendios. Si el área afectada sirve como centro de empleo o actividad industrial, muchas personas podrían enfrentar desempleo. Además, las primas de seguros tienden a aumentar debido a la mayor demanda de cobertura para mitigar las pérdidas económicas asociadas con el peligro de incendios forestales. En conjunto, estos factores afectan negativamente la economía de la región, la vida silvestre, la vegetación y contribuyen a un deterioro social más amplio.

Borrador

4.14.2.3 Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social desempeña un papel crítico en la manera en que las comunidades experimentan y se recuperan de los eventos de incendios forestales. Las investigaciones demuestran consistentemente que las poblaciones con mayores niveles de pobreza, los adultos mayores, las personas con discapacidades, las personas con dominio limitado del inglés y los hogares sin transportación confiable enfrentan mayores retos para prepararse, evacuar y recuperarse después de incendios forestales. El Índice de Vulnerabilidad Social (SVI, por sus siglas en inglés) de los CDC/ATSDR identifica estas condiciones demográficas y socioeconómicas como factores clave que aumentan la susceptibilidad a los impactos de los desastres, incluidos los incendios forestales, al limitar la capacidad adaptativa y de afrontamiento de una comunidad antes, durante y después de un evento. Estudios a escala nacional demuestran además que las comunidades de Estados Unidos que experimentan ocurrencia o exposición a incendios forestales tienden a presentar niveles sistemáticamente más altos de vulnerabilidad social, incluidos mayor desempleo, menor nivel educativo y mayores concentraciones de poblaciones médica o socialmente dependientes (Schumann, III, et al., 2024).

Los incendios forestales también exacerban las desigualdades existentes mediante impactos indirectos, tales como el desplazamiento prolongado, la pérdida de medios de subsistencia y los efectos a la salud por la exposición al humo. Estudios revisados por pares muestran que las poblaciones socialmente vulnerables experimentan cargas de salud desproporcionadas por el humo de incendios forestales, incluidos mayores índices de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como un mayor riesgo de mortalidad, debido a condiciones de salud preexistentes y al acceso limitado a servicios médicos. FEMA y la Administración de Incendios de Estados Unidos enfatizan que los adultos mayores, los hogares de bajos ingresos, las personas que viven en viviendas móviles y las personas sin acceso a vehículos privados enfrentan un riesgo elevado de lesiones o muerte durante las evacuaciones por incendios forestales, lo que subraya la importancia de incorporar la vulnerabilidad social en la mitigación de incendios forestales, la planificación de evacuación y las estrategias de recuperación (Dennin, Nock, Muller, Akindele, & Adams, 2025).

4.14.2.4 Recursos Naturales y Culturales

La severidad, escala y consecuencias de los incendios forestales pueden agruparse en las siguientes categorías:

Borrador

- Impacto en el Paisaje: El efecto más visible después de un incendio forestal es la pérdida de calidad escénica causada por la destrucción de la cubierta vegetal y su regresión a etapas ecológicas anteriores.
- Impacto en la Vida Silvestre: Los incendios forestales tienen efectos inmediatos y a largo plazo sobre la fauna. A corto plazo, pueden causar mortalidad directa, particularmente entre invertebrados, pequeños vertebrados y animales jóvenes con movilidad limitada. A largo plazo, la pérdida de hábitat, la reducción de alimento y la alteración de los ecosistemas pueden forzar la migración de la vida silvestre y amenazar especies vulnerables o en peligro.
- Impacto en el Suelo: Los incendios forestales alteran significativamente la estructura del suelo y aumentan su susceptibilidad a la erosión. La combustión de materia orgánica desestabiliza los agregados del suelo, causando desintegración progresiva. Como resultado, las partículas sólidas son removidas por la lluvia o la erosión eólica. El fuego frecuentemente crea capas hidrofóbicas debido a la deposición de compuestos orgánicos y cambios en la composición mineral, lo que reduce la infiltración de agua y acelera aún más la escorrentía superficial y la erosión. Las pérdidas significativas de suelo y materia orgánica reducen los niveles de nutrientes, disminuyendo la fertilidad. Además, el calor también elimina muchos organismos, reduciendo la actividad biológica y alterando los ciclos biogeoquímicos. Sin embargo, no todos los efectos son negativos. Los incendios que ocurren naturalmente, aunque cada vez son menos comunes, pueden beneficiar la salud forestal al movilizar nutrientes y controlar plagas. Los incendios de baja intensidad ayudan a retener carbono en el suelo, evitando su liberación como dióxido de carbono.
- Alteración del Ciclo del Agua: La degradación del suelo inducida por incendios forestales puede alterar significativamente el ciclo hidrológico. La reducción de la infiltración disminuye las reservas de agua subterránea que alimentan acuíferos esenciales para la agricultura y el uso urbano. Al mismo tiempo, el aumento de la escorrentía superficial acelera la erosión del suelo, transporta sedimentos hacia cuerpos de agua y aumenta el riesgo de inundaciones repentinas después de eventos de lluvia intensa.
- Aumento en las Emisiones de Carbono: La combustión de biomasa durante incendios forestales libera cantidades sustanciales de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y partículas suspendidas. Estas emisiones causan daños ambientales significativos y afectan negativamente a las personas con enfermedades respiratorias, como asma, EPOC, entre otras.

En cuanto a los recursos culturales, los incendios forestales representan una amenaza seria para los recursos culturales, incluidos edificios históricos y sitios arqueológicos.

Borrador

El calor intenso y las llamas pueden destruir estructuras, artefactos y archivos irremplazables, borrando siglos de patrimonio en cuestión de horas. Además, el humo, el hollín y el agua utilizada durante las operaciones de extinción pueden causar daños adicionales a materiales delicados. Los efectos posteriores al incendio, como la erosión y las inundaciones, pueden exponer o arrastrar restos arqueológicos.

Más allá del daño físico, la pérdida de hitos culturales puede alterar la identidad y las tradiciones comunitarias, además de afectar el turismo y las economías locales. Proteger estos recursos requiere planificación proactiva, medidas resistentes al fuego y colaboración entre las agencias de emergencia y los expertos en preservación cultural.

4.14.2.5 Condiciones Futuras(E1-a)

Puerto Rico ya experimenta una alta probabilidad anual de condiciones favorables para incendios forestales. Según la plataforma ThinkHazard!, apoyada por el Banco Mundial, el peligro de incendios forestales en Puerto Rico se clasifica como alto, lo que significa que existe una probabilidad mayor de 50% en cualquier año dado de que ocurran condiciones meteorológicas capaces de sostener un incendio forestal significativo que pudiera causar impactos a 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 infraestructura 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 anual superior al 50% de condiciones meteorológicas favorables para incendios forestales, y se espera que la probabilidad y severidad futuras aumenten debido al incremento en las temperaturas, la expansión de terrenos secos y la prolongación de sequías estacionales. Aunque los porcentajes precisos de probabilidad de ignición no pueden proyectarse de manera confiable a escala municipal, existe un alto nivel de confianza en que la ocurrencia de incendios forestales, los días con condiciones meteorológicas favorables para incendios y el área quemada aumentarán hacia mediados de siglo, particularmente en las regiones del sur, oeste e interior de la isla (World Bank, n.d.).

Borrador

4.15 Dinámicas Costeras a Largo Plazo

4.15.1 Descripción

La dinámica costera a largo plazo se refiere a los procesos graduales y persistentes que moldean las costas a lo largo de períodos prolongados, incluyendo el desplazamiento de la línea de costa, el transporte de sedimentos, la erosión, la acreción y los cambios en los niveles costeros del agua, los cuales, en conjunto, influyen en la forma, estabilidad y exposición a amenazas de las zonas costeras (USGS, 2018; Mentaschi, Vousdoukas, Pekel, Voukouvalas y Feyen, 2018). Estas dinámicas difieren de los impactos de tormentas a corto plazo en que reflejan cambios persistentes e incrementales, en lugar de perturbaciones episódicas. Para los Planes Locales de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés), comprender las dinámicas costeras a largo plazo es fundamental, ya que estos cambios influyen en la posición de la línea de costa, la estabilidad costera y la exposición a riesgos costeros a largo plazo (USGS, 2018).

Las dinámicas costeras a largo plazo están impulsadas principalmente por la interacción entre la erosión costera, la acreción costera y los cambios en el nivel medio (base) del mar, todos los cuales influyen en la distribución de sedimentos, las características naturales de protección y la exposición a inundaciones en las áreas costeras (Bird, 2008; Davidson-Arnott, 2010).

Erosión Costera

La erosión costera es el movimiento gradual de la línea de costa hacia tierra adentro como resultado de una pérdida neta de sedimentos de playas, dunas, acantilados o ambientes cercanos a la costa. Aunque la erosión puede ocurrir rápidamente durante eventos de tormenta, la erosión a largo plazo refleja un desequilibrio sostenido de sedimentos que opera durante décadas (Komar, 1998).

Desde una perspectiva de mitigación de riesgos, la erosión costera crónica es importante porque reduce gradualmente el ancho y la elevación de las playas, debilita los sistemas de dunas y expone las áreas interiores a una mayor acción del oleaje y a inundaciones. La erosión a largo plazo generalmente se mide como la tasa promedio anual de retroceso de la línea de costa, integrando múltiples posiciones históricas de la costa y proporcionando un indicador de vulnerabilidad sostenida en lugar de daños aislados provocados por eventos individuales (Allan et al., 2003; USGS, 2018).

Borrador

Acreción Costera

La acreción costera se refiere a la acumulación a largo plazo de sedimentos que resulta en el avance de la línea de costa o en aumentos del ancho y la elevación de las playas. La acreción puede mejorar la resiliencia costera al reforzar las características naturales de protección; sin embargo, suele presentar una gran variabilidad espacial y depende de la disponibilidad de sedimentos y de las rutas de transporte sedimentario (Davidson-Arnott, 2010).

En muchos sistemas costeros, la acreción en una ubicación corresponde a erosión en otra, reflejando una redistribución de sedimentos más que una ganancia neta de material. Como resultado, la acreción puede ser temporal e insuficiente para compensar las tendencias erosivas a largo plazo a escala regional (Bird, 2008; Mentaschi et al., 2018).

Variaciones en el Nivel Medio (Base) del Mar

El nivel medio del mar, frecuentemente referenciado mediante datums mareográficos como el Nivel Medio del Mar (MSL, por sus siglas en inglés) o la Pleamar Media Superior Más Alta (MHHW, por sus siglas en inglés), sirve como referencia fundamental para los procesos costeros. Los cambios a largo plazo en el nivel medio del mar influyen en la elevación a la que las olas interactúan con la línea de costa, la frecuencia de inundación por mareas y la posición del perfil costero (USGS, 2018).

Los cambios graduales en el nivel medio del mar contribuyen a las dinámicas costeras a largo plazo al promover el desplazamiento tierra adentro de playas y dunas, aumentar las inundaciones durante mareas rutinarias e intensificar la erosión durante tormentas moderadas. Estos impactos ocurren de manera incremental y contribuyen al retroceso persistente de la línea de costa con el paso del tiempo (Bird, 2008; Mentaschi et al., 2018).

Las dinámicas costeras a largo plazo surgen de la interacción entre la erosión, la acreción y la posición del nivel medio del mar, y no de un único proceso actuando de forma independiente. Los sistemas costeros tienden a ajustarse hacia condiciones de equilibrio, lo cual puede implicar migración de la línea de costa, redistribución de sedimentos y pérdida progresiva de la capacidad natural de amortiguamiento (Davidson-Arnott, 2010).

Como resultado, la acreción localizada puede ralentizar la erosión, pero no necesariamente revertir el retroceso costero a largo plazo cuando persisten déficits

Borrador

sedimentarios o cambios en los niveles del agua. Estas interacciones explican por qué muchas costas experimentan un movimiento sostenido hacia tierra adentro a pesar de períodos esporádicos de recuperación de playas (Komar, 1998; Allan et al., 2003).

Para los Planes Locales de Mitigación de Riesgos, las dinámicas costeras a largo plazo constituyen una consideración clave porque contribuyen a la expansión gradual de la exposición a amenazas costeras más allá de las áreas afectadas por eventos de tormenta individuales. La erosión persistente, el desplazamiento de la línea de costa y los cambios en los niveles base del agua pueden aumentar la vulnerabilidad de la infraestructura, reducir la efectividad de las medidas fijas de protección costera e influir en la idoneidad del uso de terrenos a largo plazo (USGS, 2018).

La incorporación de las dinámicas costeras a largo plazo en la planificación para la mitigación de riesgos favorece una toma de decisiones proactiva relacionada con el uso de terrenos, la ubicación de infraestructura y el desarrollo de estrategias de mitigación, al abordar los procesos físicos subyacentes que configuran el riesgo costero.

Las dinámicas costeras a largo plazo, incluyendo la erosión continua, la acreción y los cambios en el nivel medio del mar, contribuyen a ajustes graduales de la línea de costa y a un aumento de la exposición a amenazas costeras con el tiempo. Estos procesos representan una fuente persistente de riesgo costero que debe ser considerada en la planificación del uso de terrenos, la inversión en infraestructura y las estrategias de mitigación de riesgos (Bird, 2008; USGS, 2018).

4.15.1.1 Área Afectada

Como parte de la Subvención HMGP FEMA-4339-DR-PR, Subgrant Number 4339-0007P, se realizó una evaluación costera integral posterior al paso del huracán María para analizar la condición geomorfológica de las playas de Puerto Rico y su proceso de recuperación. Este estudio fue desarrollado por el Instituto de Investigación y Planificación Costera de Puerto Rico (COREPI-PR) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

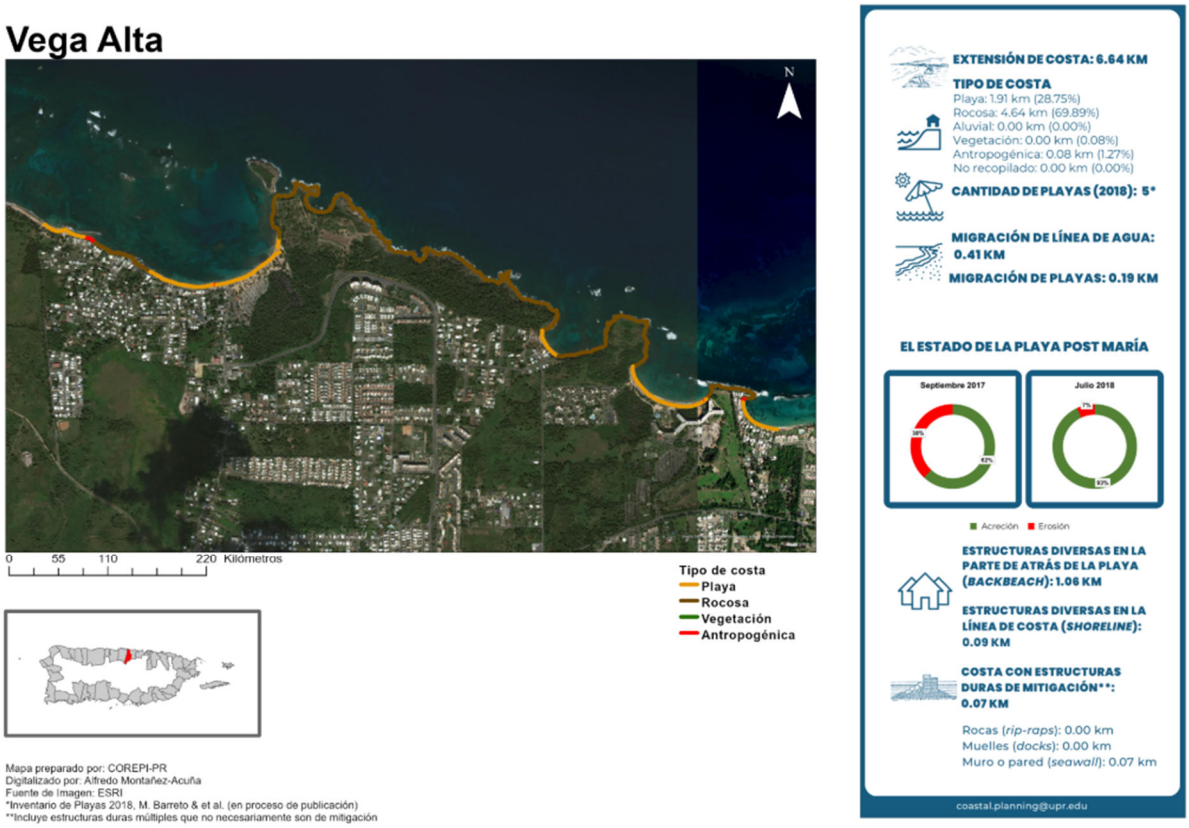
La evaluación analizó las condiciones de las playas inmediatamente después del huracán y aproximadamente diez meses más tarde (julio de 2018), abarcando una muestra representativa de municipios costeros de las costas norte, oeste, este y sur de Puerto Rico, incluyendo Aguada, Aguadilla, Añasco, Arecibo, Arroyo, Barceloneta, Humacao, Loíza, Rincón y San Juan (COREPI-PR, 2020). Posteriormente se incluyeron los demás municipios costeros

Borrador

La costa de Vega Alta se extiende aproximadamente 6.65 km, con costas rocosas que comprenden el 69% del litoral municipal (Figura 26). Las playas representan el 28% de la línea costera, con anchos que oscilan entre 2 y 50 metros según las mediciones realizadas en 2018. Tras el paso del huracán María en septiembre de 2017, la mayoría de los sectores de playa experimentaron un aumento en su ancho. Sin embargo, el 38% de la costa de playa se vio afectada por procesos de erosión. Cabe destacar que la Playa de Vega Alta y la porción occidental de la Playa Cerro Gordo mostraron una reducción en el ancho de la playa después del huracán.

Las siguientes figuras presentan los resultados del estudio Estado de la Playa para el municipio de Vega Alta. La Figura 26 muestra el tipo de costa (playa, rocosa o antropogénica). Por su parte, la Figura 27 presenta una ampliación del estado de la playa en septiembre de 2017 (después de María) y en julio de 2018 (10 meses después de María). Esta figura también muestra la diferencia porcentual entre las playas que se encontraban en erosión y aquellas que estaban en acreción inmediatamente después del huracán María (septiembre de 2017) y diez meses después del huracán María (julio de 2018), según se ilustra en la Figura 29.

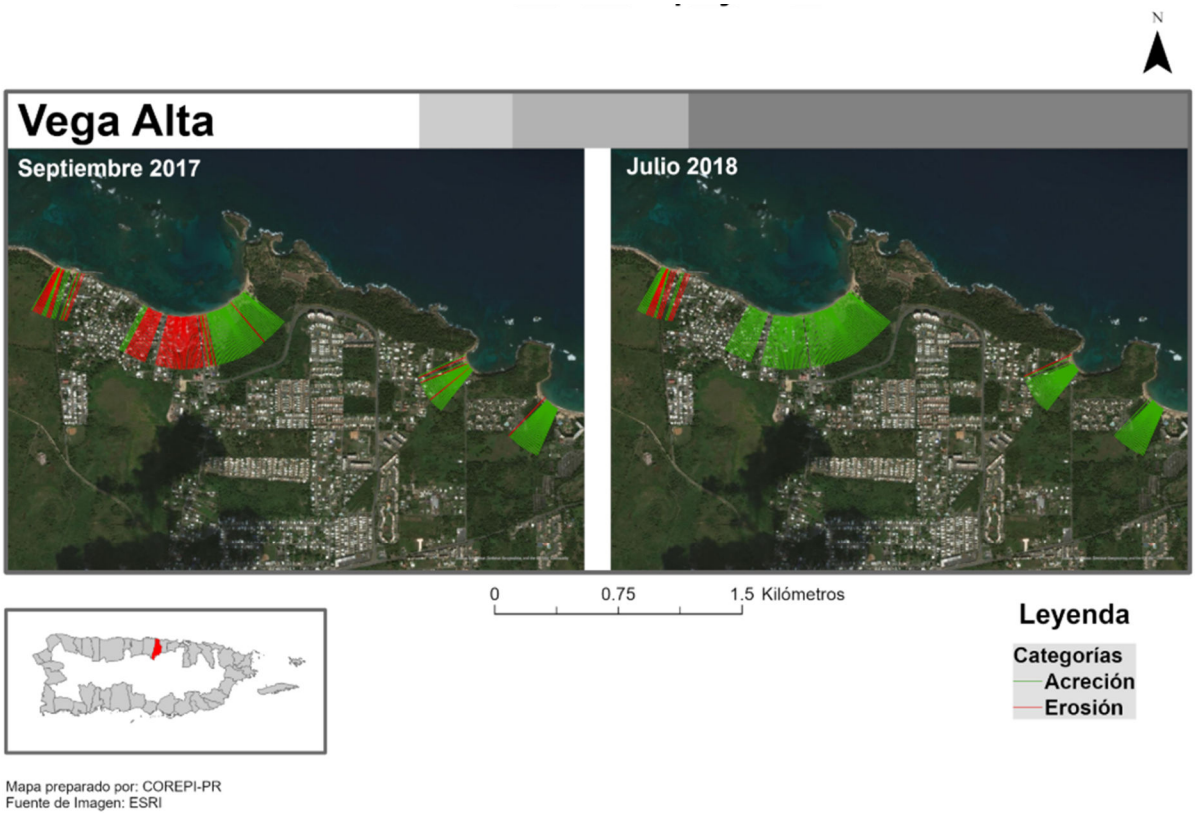
Figura 26: Estudio COREPI - Estado de la costa



Para julio de 2018, diez meses después del huracán María, aproximadamente el 93% de la línea costera de playa mostraba señales de acreción (Figura 27). A pesar de esta recuperación general, la Playa de Vega Alta continuó siendo el único sector costero que experimentaba erosión durante ese período.En 2018, se documentó migración de la línea de costa a lo largo de aproximadamente 1.9 km del litoral de playa. Entre las áreas donde se observó movimiento de la línea de costa se encontraban la Playa de Vega Alta, la sección occidental del Balneario de Cerro Gordo y la Playa Tocones.Además, se identificaron dos sectores de playa con migración tierra adentro de la línea de costa: la Playa de Vega Alta y la Playa Cerromar.

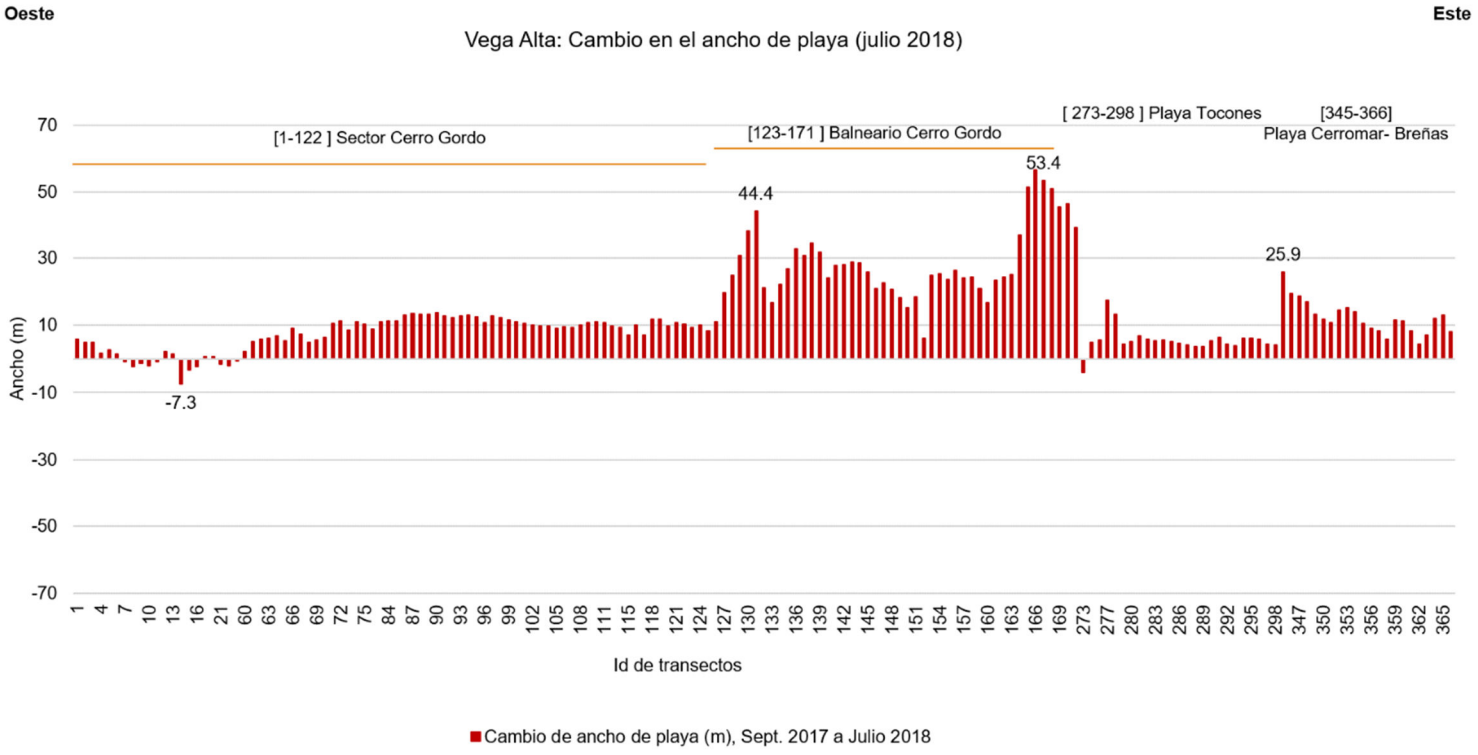
Cabe señalar que estas figuras corresponden a capturas de pantalla obtenidas del portal digital utilizado para divulgar los resultados del estudio. Los planificadores de mitigación de riesgos responsables de la preparación de este PRLH no lograron localizar una versión oficial en inglés del informe original publicado por COREPI-PR (2020).

Figura 27: Estado de la Playa septiembrere 2017 vs. julio 2018



Finalmente, la Figura 28 muestra los cambios específicos en el ancho de las playas para el período comprendido entre septiembre de 2017 y julio de 2018 a lo largo de toda la línea costera de Vega Alta.

Figura 28: Vega Alta: Cambio en el ancho de playa (julio 2018)



4.15.1.2 Magnitud del Riesgo

Erosión Costera

La erosión es el proceso mediante el cual las tormentas intensas, las inundaciones, la fuerte acción del oleaje, el aumento del nivel del mar y las actividades humanas desgastan las playas y los acantilados a lo largo de las costas (FEMA, 1997). Las playas se ven afectadas por tormentas y otros eventos naturales que provocan erosión costera; sin embargo, la magnitud y severidad del problema no son uniformes, ya que varían según la ubicación. En consecuencia, no existe una única solución para mitigar la erosión. Los procesos erosivos y sus impactos pueden ser episódicos o de largo plazo. Estos dos descriptores incorporan un importante componente temporal a los procesos de erosión y sus consecuencias.

La erosión episódica, también conocida como erosión inducida por tormentas, consiste principalmente en el movimiento transversal de arena y sedimentos como resultado de fenómenos meteorológicos de alta intensidad y tormentas oceánicas. Este tipo de respuesta genera ajustes costeros y ocurre durante una sola tormenta o una secuencia de tormentas dentro de una misma temporada. Los cambios en los perfiles de playas y costas durante tormentas intensas pueden provocar una erosión significativa de playas y dunas, incluyendo la reducción o eliminación de dunas costeras, así como el retroceso y colapso de formaciones de acantilados costeros. Las consecuencias de este tipo de erosión pueden incluir una mayor penetración de las olas tierra adentro e inundaciones marinas en áreas que anteriormente no estaban expuestas a la inundación por agua.

La erosión de largo plazo o crónica, por otro lado, está asociada a procesos más lentos como los cambios graduales de la línea de costa relacionados con:

- Incrementos en el nivel del mar;
- Subsidencia del terreno;
- Cambios en el suministro de sedimentos debido a modificaciones en las cuencas hidrográficas;
- Impactos sobre los arrecifes de coral derivados del aumento de las temperaturas del agua y la acidificación oceánica;
- Estructuras costeras y desarrollo urbano; y
- Ajustes decenales en la precipitación, el viento y el clima asociados al calentamiento global.

La erosión también puede ser causada por fuerzas antropogénicas (Romeu-Cotchett, 2012), entre ellas:

- La extracción de sedimentos costeros, que provoca erosión del área y la pérdida de dunas y playas;
- La construcción de desarrollos, carreteras o actividades agrícolas que incrementan la deposición de sedimentos y la contaminación en las aguas costeras, causando efectos adversos sobre los arrecifes de coral. Cabe señalar que los arrecifes funcionan como barreras naturales que protegen las playas del impacto del oleaje y, por consiguiente, de la erosión;
- Sistemas de represas construidos que reducen el flujo normal de arena transportada por los ríos hacia el océano; y

Borrador

- Construcciones cercanas a las playas que permiten que el mar avance más hacia el interior, aumentando los procesos erosivos.

Acreción Costera

La acreción costera es un componente fundamental de la dinámica costera a largo plazo y representa el proceso mediante el cual los sedimentos se depositan a lo largo de la costa, provocando el ensanchamiento, elevación o avance hacia el mar de playas, dunas y otras formas del relieve costero. La acreción ocurre cuando los aportes de sedimentos superan las pérdidas a lo largo del tiempo y desempeña un papel crítico en la configuración de la línea de costa y en la exposición a amenazas costeras (USGS, 2018).

Para la planificación de mitigación, la acreción costera es significativa porque influye en la capacidad de las playas y dunas para funcionar como elementos naturales de protección que reducen la energía del oleaje, las inundaciones costeras y los impactos de la erosión. Sin embargo, la acreción no es uniforme ni permanente y debe evaluarse en función de su duración, extensión espacial y relación con procesos costeros más amplios (Bird, 2008).

La acreción costera episódica se refiere a la deposición de sedimentos a corto plazo que ocurre después de eventos específicos o durante períodos limitados, como entre temporadas de tormentas. Esta forma de acreción generalmente está asociada con el retorno de sedimentos desde barras marinas o segmentos costeros adyacentes hacia la playa mediante procesos de transporte transversal o longitudinal de sedimentos (Davidson-Arnott, 2010).

La acreción episódica puede resultar en aumentos temporales de:

- El ancho de la playa;
- La elevación de la playa; y
- El volumen de las dunas después de eventos erosivos relacionados con tormentas.

Estos cambios pueden ocurrir rápidamente, en ocasiones en cuestión de semanas o meses. Sin embargo, la acreción episódica representa un ajuste temporal del perfil costero y no una estabilización sostenida de la línea de costa. Tormentas posteriores o cambios en las condiciones hidrodinámicas pueden redistribuir o eliminar rápidamente los sedimentos acumulados (Komar, 1998).

Borrador

Desde la perspectiva de mitigación de riesgos, la acreción episódica puede reducir temporalmente la exposición a la acción del oleaje o a la inundación, pero no debe asumirse como una medida de protección a largo plazo a menos que exista evidencia de un suministro persistente de sedimentos.

La acreción costera de largo plazo ocurre cuando la deposición de sedimentos persiste durante años o décadas, dando lugar a líneas costeras estables o en avance progresivo. Esta forma de acreción refleja un balance positivo de sedimentos dentro del sistema costero, generalmente respaldado por aportes continuos de sedimentos y condiciones favorables para su transporte (USGS, 2018).

La acreción de largo plazo suele estar asociada con:

- Aportes sostenidos de sedimentos provenientes de ríos o ecosistemas costeros;
- Transporte longitudinal de sedimentos que concentra material en determinados segmentos costeros;
- Una batimetría cercana a la costa que favorece la retención de sedimentos; y
- Condiciones relativamente estables del nivel medio del mar en relación con la elevación del terreno (Bird, 2008).

Aunque la acreción de largo plazo puede incrementar la resiliencia costera al reforzar playas y dunas, suele estar espacialmente limitada y puede ocurrir simultáneamente con procesos de erosión en áreas adyacentes. En muchos casos, la acreción refleja una redistribución de sedimentos más que una ganancia neta de material a escala regional (Mentaschi et al., 2018).

Las actividades humanas pueden influir en la acreción costera tanto directa como indirectamente. En algunos casos, las intervenciones de ingeniería, como la alimentación artificial de playas o las estructuras costeras, pueden promover la acumulación localizada de sedimentos. En otros casos, el desarrollo urbano y la infraestructura interfieren con las rutas naturales de transporte sedimentario, limitando el potencial de acreción en otros lugares (Komar, 1998).

Entre los factores antropogénicos que afectan la acreción se incluyen:

- Proyectos de alimentación artificial de playas y colocación de sedimentos;
- Estructuras costeras que atrapan sedimentos localmente;

Borrador

- Alteraciones de sistemas fluviales que modifican el suministro de sedimentos; y
- El desarrollo costero que restringe el ajuste natural de la línea de costa (NOAA, 2020).

Aunque la acreción inducida mediante obras de ingeniería puede proporcionar beneficios de protección a corto y mediano plazo, generalmente requiere mantenimiento continuo y debe evaluarse dentro del contexto de las dinámicas costeras a largo plazo.

Cambios en el Nivel Medio (Base) del Mar

Los cambios en el nivel medio (base) del mar, comúnmente referenciados mediante datums mareográficos como el Nivel Medio del Mar (MSL) o la Pleamar Media Superior Más Alta (MHHW), representan un componente importante de la dinámica costera a largo plazo e influyen en la frecuencia y extensión de las inundaciones costeras. El nivel medio del mar sirve como referencia para medir la posición de la línea de costa, la interacción del oleaje y las inundaciones mareales. Los cambios graduales en esta referencia afectan la manera en que los sistemas costeros responden a lo largo del tiempo (NOAA, 2026).

Los incrementos sostenidos en el nivel medio del mar con respecto a la superficie terrestre permiten que la energía del oleaje actúe sobre zonas más elevadas del perfil costero, aumentando la frecuencia de las inundaciones mareales y acelerando los procesos de ajuste de la línea de costa. Estos cambios incrementales pueden provocar la migración tierra adentro de playas y dunas, una mayor exposición de las áreas bajas a las inundaciones costeras y una reducción de la efectividad de las medidas naturales y artificiales de protección, incluso en ausencia de eventos de tormenta significativos. Desde la perspectiva de la planificación para la mitigación de riesgos, los cambios en el nivel medio del mar contribuyen al aumento gradual de la exposición a amenazas costeras y deben considerarse al evaluar riesgos futuros, la idoneidad del uso de terrenos y la resiliencia de la infraestructura costera (USGS, 2018; NOAA, 2026).

El nivel del mar fluctúa tanto a corto como a largo plazo debido a múltiples factores interrelacionados. Las variaciones a corto plazo suelen ocurrir en escalas de tiempo diarias o asociadas a eventos específicos y están influenciadas por procesos como las olas, las mareas y eventos de inundación, incluidos aquellos relacionados con huracanes y otras tormentas costeras. En contraste, las variaciones a largo plazo

Borrador

ocurren durante períodos que abarcan meses o años y pueden manifestarse como ciclos recurrentes, tendencias graduales o desviaciones episódicas de las condiciones normales.

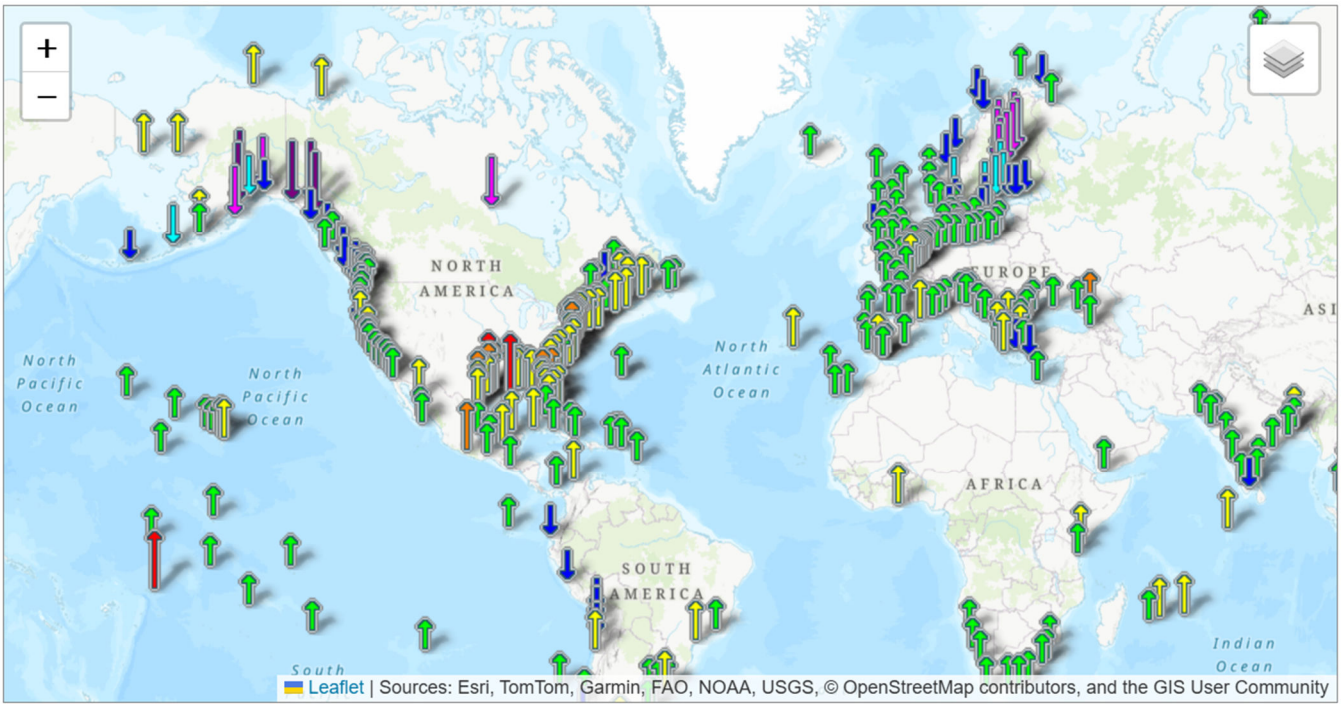
Cuando se evalúan tendencias de largo plazo del nivel del mar, generalmente se utiliza un registro observacional mínimo de 30 años para capturar estas variaciones subyacentes y reducir la incertidumbre asociada con fluctuaciones de corto plazo. Considerar procesos predecibles y repetitivos, como los ciclos mareales, la variabilidad estacional y las oscilaciones interanuales, permite una representación más precisa del comportamiento del nivel del mar a largo plazo (NOAA, 2026).

El portal de Tendencias Relativas del Nivel del Mar de NOAA proporciona información actualizada sobre las tendencias del nivel del mar a escala global. La tendencia global del nivel del mar se ha medido mediante altimetría satelital desde 1992 y las estimaciones más recientes, junto con mapas que muestran las variaciones regionales, están disponibles a través del Laboratorio de Altimetría Satelital de NOAA. La captura de pantalla incluida a continuación muestra el mapa provisto por NOAA al 29 de abril de 2026 (NOAA, 2026).

Como muestra la Figura 30, aunque existen varias regiones donde el nivel del mar ha disminuido, especialmente al sur de Alaska, al oeste de Columbia Británica, en la Bahía de Hudson, en los países nórdicos y en algunos sectores de la costa occidental de América del Sur (Ecuador, Perú y el norte de Chile), la tendencia general es hacia un aumento del nivel del mar en diversos grados.

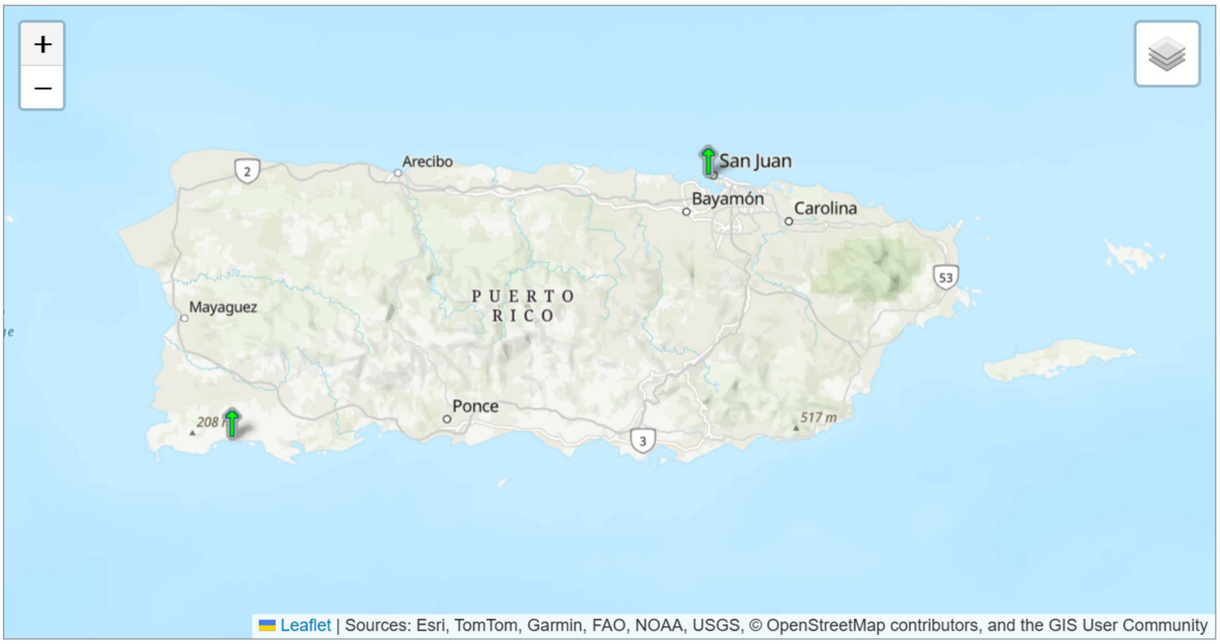
Borrador

Figura 29: Tendencias Globales del Nivel del Mar de la NOAA



En el caso de Puerto Rico, según este mapa, se ha observado un aumento en el nivel medio (base) del mar.

Figura 30: Tendencias Globales del Nivel del Mar de la NOAA (Acercamiento a Puerto Rico)



Los mareógrafos mostrados en el mapa presentan los siguientes datos:

Tabla 44: Lecturas del nivel medio de la base marítima en Puerto Rico

Nombre	TrenTendenciad	Periodo	Comentario
Magueyes Island, PR 9759110	+ 2.06/por años	1955 - 2025	La tendencia relativa del nivel del mar es de 2.06 mm por año, con un intervalo de confianza del 95 % de ± 0.27 mm por año, basada en datos mensuales del nivel medio del mar recopilados entre 1955 y 2025. Esto equivale a un incremento de aproximadamente 0.68 pies en un período de 100 años.
San Juan, PR 9755371	+2.16/por año	1962 - 2025	La tendencia relativa del nivel del mar es de 2.16 mm por año, con un intervalo de confianza del 95 % de ± 0.32 mm por año, basada en datos mensuales del nivel medio del mar recopilados entre 1962 y 2025. Esto equivale a un incremento aproximado de 0.71 pies en un período de 100 años.

Las próximas figuras son capturas de pantalla del sitio web *Relative Sea Level Trends* de NOAA. Estas figuras muestran la tendencia del nivel relativo de la mar registrada por los mareógrafos de Isla Magueyes y San Juan.

Borrador

Figura 31: Tendencia del Mar 9755371 - San Juan. PR

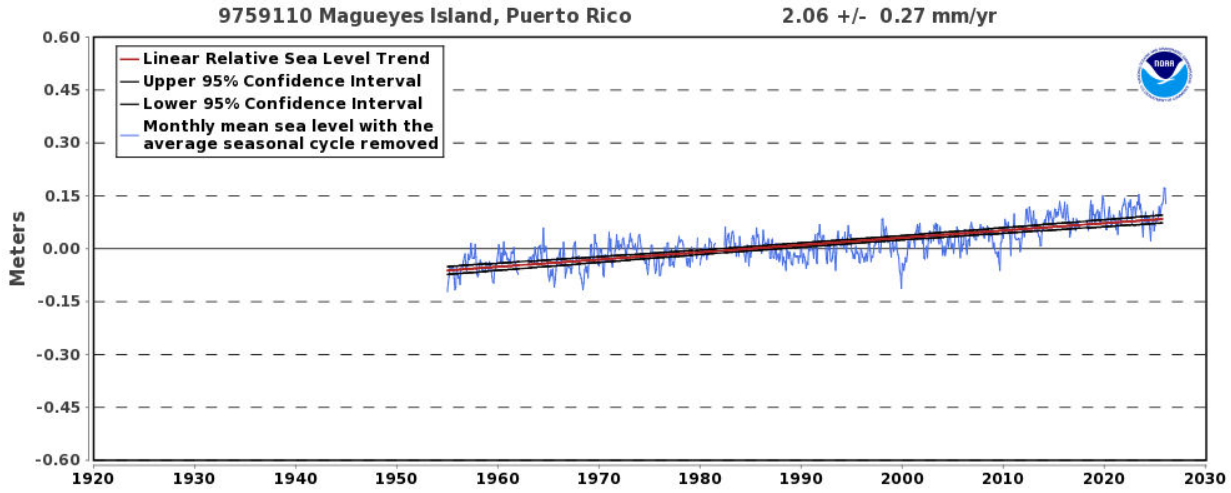
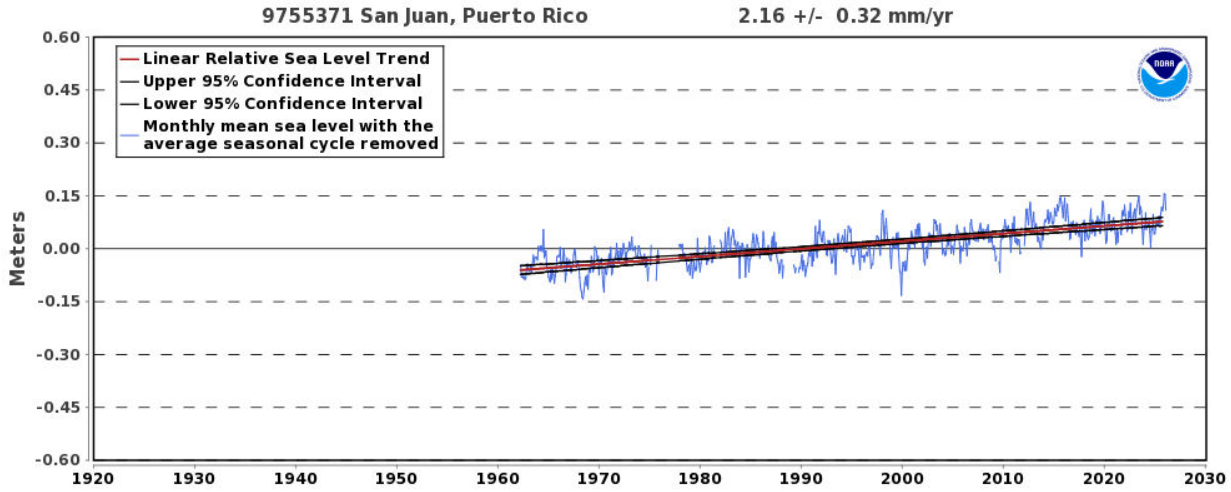


Figura 32: Tendencia relativa del nivel del mar 9755371 San Juan, PR



4.15.1.3 Eventos Anteriores

La Sección 4.14.1.1 anterior detalla los cambios en la erosión y acreción de las playas de la costa de Vega Alta tras el paso del huracán María, según se documenta en el estudio de COREPI-PR.

Este estudio presentó los siguientes hallazgos clave (COREPI-PR, 2020):

- Erosión costera generalizada: Se observó erosión significativa a lo largo de múltiples segmentos de playa después del huracán María, particularmente en Arroyo, Humacao y Barceloneta, reduciendo el ancho y la elevación de las playas y aumentando la exposición a marejadas ciclónicas e inundaciones costeras.
- Recuperación natural parcial: Diez meses después del huracán, muchas playas mostraron procesos de acreción de sedimentos y recuperación parcial. Sin embargo, la recuperación fue desigual y específica para cada sitio, manteniéndose algunas áreas altamente vulnerables a futuros eventos.
- Migración de las playas: El estudio documentó la migración permanente tierra adentro de playas en varios municipios, incluidos Añasco, Humacao, Arecibo, Aguada y Rincón. Esto evidencia un desplazamiento a largo plazo de la línea de costa hacia el interior, aumentando el riesgo para la infraestructura y las propiedades ubicadas tierra adentro.
- Influencia de la infraestructura construida: La erosión se observó frecuentemente adyacente a estructuras rígidas de protección costera (por ejemplo, muros de contención, enrocados y desarrollos costeros), lo que sugiere que las costas endurecidas pueden exacerbar los procesos de erosión y reducir la resiliencia natural de las playas.
- Pérdida de la función protectora: En varias localidades, la reducción del ancho de las playas y la pérdida de barras de arena disminuyeron la capacidad de estas para funcionar como barreras naturales de protección, aumentando la susceptibilidad a los daños por marejadas ciclónicas durante eventos posteriores (por ejemplo, las tormentas extratropicales de 2018).

Los hallazgos de este estudio son importantes para la planificación de mitigación de riesgos, ya que las playas constituyen una infraestructura natural crítica que proporciona protección costera mediante la disipación de la energía del oleaje, la reducción de la extensión de las inundaciones y la protección de los desarrollos ubicados tierra adentro. La erosión documentada, la migración de las playas y la reducción de su capacidad protectora evidencian una mayor vulnerabilidad ante:

- Inundaciones costeras;
- Marejadas ciclónicas;
- Acción del oleaje; y
- Retroceso progresivo de la línea de costa.

Estos hallazgos respaldan la integración del monitoreo de la erosión costera, las soluciones basadas en la naturaleza, los controles de planificación del uso de terrenos

Borrador

y las estrategias adaptativas de manejo costero dentro de los esfuerzos locales y regionales de mitigación de riesgos.

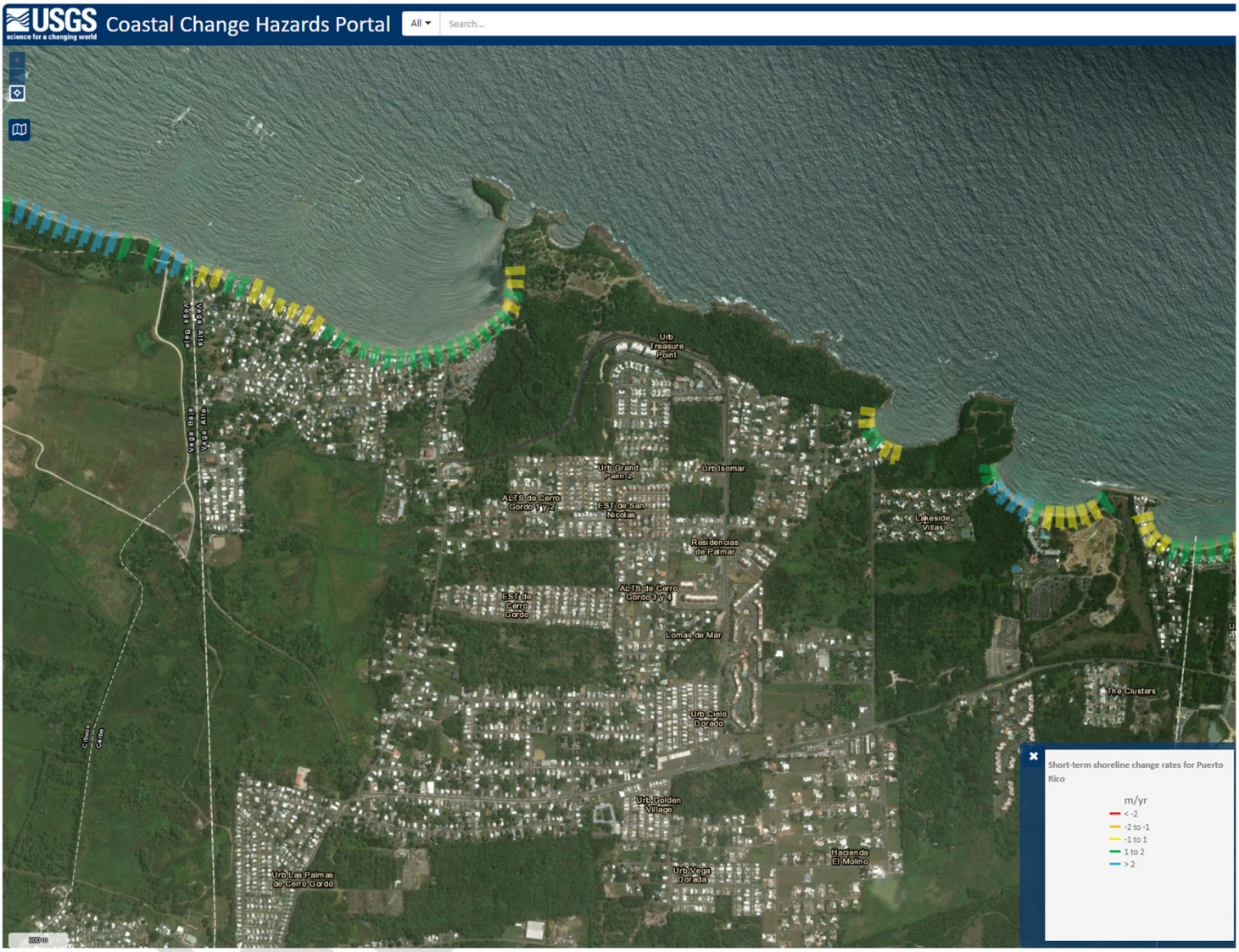
La evaluación también proporciona una línea base para priorizar proyectos de mitigación y para sustentar solicitudes de financiamiento para mitigación a nivel local, estatal y federal.

Además del estudio de COREPI-PR, el Portal de Riesgos por Cambios Costeros del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) documenta los cambios en la línea de costa a lo largo de las costas de los Estados Unidos, incluido Puerto Rico, utilizando tanto fuentes históricas, como fotografías aéreas y levantamientos topográficos, como conjuntos de datos contemporáneos, entre ellos nubes de puntos lidar y modelos digitales de elevación. Estos conjuntos de datos sobre la línea de costa se recopilan y analizan mediante el Sistema de Análisis Digital de la Línea de Costa (DSAS, por sus siglas en inglés) Versión 5.1 del USGS, el cual calcula las tasas históricas de cambio de la línea de costa.

Los datos disponibles a través del Portal de Riesgos por Cambios Costeros indican cambios significativos a corto plazo en la línea de costa de Vega Alta durante un período aproximado de 40 años (1978-2018). El área que rodea el Balneario de Cerro Gordo, cerca de la comunidad Vista Alegre, experimentó tasas de retroceso de la línea de costa de aproximadamente 1 a 2 metros por año. En contraste, la Playa Cerromar registró un retroceso de la línea de costa superior a 2 metros por año durante el mismo período, lo que resalta la vulnerabilidad de esta zona a la erosión costera (Figura 35).

Borrador

Figura 33: Cambios a corto plazo en la playa



4.15.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros

El Municipio de Vega Alta está sujeto a procesos costeros continuos, incluyendo la erosión de la línea de costa, las inundaciones costeras y el aumento del nivel del mar. Como se describió anteriormente, los análisis históricos de cambios en la línea de costa realizados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) y los hallazgos del Plan Maestro de Resiliencia Costera de Puerto Rico (COREPI-PR) indican que algunos sectores del litoral del municipio han experimentado erosión a largo plazo y son vulnerables a futuros cambios costeros.

La Quinta Evaluación Nacional del Clima (NCA5, por sus siglas en inglés) identifica el aumento del nivel del mar y los cambios en los patrones de tormentas como factores clave que impulsan el incremento de los peligros costeros, incluyendo las inundaciones y la erosión. La evaluación concluye que se espera que estos impactos aumenten con el tiempo a medida que continúe elevándose el nivel del mar y los ecosistemas costeros se vean sometidos a mayores presiones (May, C.L., et al., 2023; Méndez Lázaro, P.A., 2023).

De manera similar, el Informe Técnico sobre el Aumento del Nivel del Mar de 2022 proyecta que el nivel del mar en la región del Caribe podría aumentar aproximadamente entre 8 y 10 pulgadas (0.20 a 0.25 metros) para el año 2050, en comparación con las condiciones observadas en 2020, contribuyendo a una mayor frecuencia de inundaciones costeras y a un incremento de los riesgos asociados a la erosión (NOAA, 2022).

Dado los cambios documentados en la línea de costa, las tendencias observadas de aumento del nivel del mar en Puerto Rico y las proyecciones federales sobre el aumento futuro del nivel del mar, se espera que la erosión y las inundaciones costeras asociadas continúen siendo amenazas significativas a largo plazo para Vega Alta durante todo el período de planificación.

4.15.2 Análisis del Riego

4.15.2.1 Pérdidas Estimadas

Actualmente no existe un método estandarizado para estimar las pérdidas económicas causadas por la erosión costera a largo plazo. Esto se debe a la naturaleza impredecible de esta amenaza en particular.

4.15.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Erosión Costera

La erosión costera es una amenaza progresiva de largo plazo que provoca la pérdida de línea de costa, inestabilidad del terreno y degradación de elementos naturales de protección, tales como playas, dunas y humedales. Esta amenaza es impulsada por la acción del oleaje, las tormentas costeras, las inundaciones y los procesos de cambio costero a largo plazo, y representa riesgos crecientes para las áreas costeras desarrolladas y la infraestructura que las sostiene. En las comunidades costeras, la

Borrador

erosión afecta directamente las Líneas Vitales Comunitarias de FEMA, esenciales para la seguridad pública, la estabilidad económica y la respuesta eficaz ante emergencias (FEMA, 2024).

- Seguridad y Protección: Esta línea vital es particularmente vulnerable a la erosión costera. Instalaciones de seguridad pública, estaciones de bomberos, centros de operaciones de emergencia y rutas de evacuación ubicadas cerca de la costa pueden experimentar una exposición creciente a medida que la erosión socava cimientos, carreteras de acceso y barreras protectoras. El estrechamiento o colapso de carreteras causado por el retroceso de la línea de costa puede reducir los tiempos de respuesta de emergencia y limitar la capacidad de evacuación durante eventos peligrosos, aumentando el riesgo para residentes y personal de respuesta (FEMA, 2021).
- Alimentos, Agua y Refugio: Esta línea vital también se ve afectada cuando la erosión amenaza la infraestructura de servicios públicos y el inventario de viviendas. Las líneas de distribución de agua, los sistemas de aguas residuales y la infraestructura de drenaje pluvial pueden quedar expuestos o dañados a medida que el terreno costero se erosiona, aumentando el riesgo de interrupciones en el servicio y problemas de calidad del agua. En áreas donde la erosión provoca la pérdida de estructuras residenciales, los hogares desplazados pueden requerir refugio de emergencia y asistencia para vivienda. Además, la erosión que afecta puertos, carreteras costeras y puntos de acceso puede interrumpir las cadenas de suministro de alimentos y la distribución de bienes esenciales, particularmente en comunidades geográficamente aisladas o insulares (FEMA, 2024).
- Salud y Medicina: La erosión costera puede afectar negativamente esta línea vital al limitar el acceso a instalaciones de salud y servicios médicos de emergencia. Hospitales, clínicas y farmacias ubicados en áreas propensas a la erosión pueden enfrentar mayores riesgos estructurales o una accesibilidad reducida. Las interrupciones en el transporte provocadas por la erosión pueden retrasar la respuesta médica de emergencia e impedir la entrega de suministros médicos. También pueden surgir preocupaciones secundarias de salud pública cuando la erosión daña sistemas de agua potable y aguas residuales, incrementando la exposición a contaminantes o condiciones insalubres (USGS, 2025; FEMA, 2021).
- Energía: La línea vital de energía, que incluye generación, transmisión y sistemas de combustible, es altamente susceptible a los impactos relacionados con la erosión. A medida que las costas retroceden, la erosión puede exponer líneas eléctricas soterradas, tuberías, subestaciones e

instalaciones de almacenamiento de combustible que anteriormente estaban protegidas por formas naturales del terreno costero. Los daños a esta infraestructura pueden provocar interrupciones del servicio eléctrico o escasez de combustible, afectando a residentes, instalaciones críticas y operaciones de respuesta que dependen de un suministro energético constante (USACE, 2013; FEMA, 2021).

- Comunicaciones: La erosión también amenaza esta línea vital al dañar o desestabilizar infraestructura física como torres de telefonía celular, cables de fibra óptica y centros de comunicación ubicados en zonas costeras. La pérdida de estos sistemas puede afectar las notificaciones de emergencia, los servicios 911 y la coordinación entre agencias de respuesta. La reducción de redundancias en sistemas ubicados en costas sometidas a erosión aumenta la probabilidad de interrupciones durante eventos costeros (FEMA, 2024).
- Transporte: Esta línea vital experimenta impactos directos y en cascada debido a la erosión costera. Carreteras, puentes, puertos, terminales de ferry y aeropuertos costeros pueden verse socavados o quedar inoperantes a medida que avanza la erosión. Las interrupciones en el transporte limitan las rutas de evacuación, restringen el acceso para los respondedores de emergencia, ralentizan la entrega de suministros y retrasan las operaciones de recuperación. Estos impactos pueden tener consecuencias económicas significativas y prolongar la recuperación comunitaria tras eventos de desastre (USGS, 2023).
- Materiales Peligrosos: Finalmente, la erosión costera puede afectar esta línea vital al exponer tanques de combustible enterrados, suelos contaminados o antiguos sitios industriales ubicados cerca de la costa. La erosión puede aumentar el riesgo de liberación de materiales peligrosos, amenazando la calidad ambiental y la salud pública, además de complicar las labores de respuesta y limpieza. Las instalaciones que manejan materiales peligrosos pierden las barreras naturales de protección a medida que retrocede la costa, incrementando la probabilidad de impactos en cascada durante eventos meteorológicos severos (USGS, 2023; FEMA, 2021).

En términos generales, la erosión costera representa una amenaza crónica con el potencial de desestabilizar simultáneamente múltiples Líneas Vitales Comunitarias. Debido a la interdependencia entre estas líneas vitales, los impactos asociados a la erosión pueden propagarse entre distintos sectores, amplificando la vulnerabilidad comunitaria. Incorporar consideraciones sobre erosión costera en la planificación del uso de terrenos, las inversiones en infraestructura y las estrategias de mitigación es

Borrador

fundamental para reducir riesgos a largo plazo, mantener servicios esenciales y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Variaciones en el Nivel Medio (Base) del Mar

El aumento del nivel del mar es una amenaza costera crónica y progresiva que incrementa la frecuencia, profundidad y duración de las inundaciones costeras, al tiempo que acelera los procesos de erosión e inestabilidad costera. A medida que aumenta el nivel relativo del mar, las comunidades costeras experimentan inundaciones más frecuentes durante mareas altas, una expansión de las áreas inundables y mayores impactos asociados con las marejadas ciclónicas. Estos cambios ejercen una presión creciente sobre las Líneas Vitales Comunitarias que sostienen la seguridad pública, la estabilidad económica y la respuesta de emergencia, incluso en ausencia de grandes tormentas (FEMA, 2024).

- Seguridad y Protección: El aumento del nivel del mar incrementa la exposición de instalaciones de emergencia y rutas de evacuación a inundaciones recurrentes. Estaciones de policía, cuarteles de bomberos y centros de operaciones de emergencia ubicados en zonas costeras bajas pueden experimentar una reducción en su funcionalidad o pérdida de acceso debido a inundaciones crónicas. El aumento del nivel del mar también puede comprometer rutas de evacuación, puentes y corredores de acceso, limitando la capacidad para realizar evacuaciones oportunas y retrasando la respuesta de emergencia durante eventos peligrosos (FEMA, 2021; USGS, 2025).
- Alimentos, Agua y Refugio: El aumento del nivel del mar representa desafíos significativos para esta línea vital. Los sistemas de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales e infraestructura de drenaje se vuelven cada vez más vulnerables a las inundaciones mareales y a la intrusión salina. Estos impactos pueden interrumpir los servicios, deteriorar la calidad del agua y aumentar los costos operacionales y de mantenimiento. Asimismo, las inundaciones repetitivas pueden dañar viviendas, reducir la disponibilidad de unidades habitacionales e incrementar la demanda de refugios de emergencia y asistencia para vivienda a largo plazo, particularmente en comunidades socialmente vulnerables (USGS, 2025).
- Salud y Medicina: Esta línea vital se ve afectada tanto directa como indirectamente. Las instalaciones de salud ubicadas en zonas costeras propensas a inundaciones pueden experimentar interrupciones operacionales, daños a equipos o problemas de acceso debido a redes de transporte afectadas por inundaciones. Las inundaciones frecuentes pueden dificultar el

Borrador

traslado de pacientes, retrasar los servicios médicos de emergencia e interrumpir las cadenas de suministro de medicamentos y equipos médicos. También pueden surgir preocupaciones de salud pública a medida que las aguas subterráneas ascienden y los sistemas sanitarios se inundan, aumentando el riesgo de contaminación y exposición a enfermedades (USGS, 2025; FEMA, 2024).

- Energía: El aumento del nivel del mar también amenaza esta línea vital al incrementar el riesgo de inundación en plantas generadoras, subestaciones, terminales de combustible e infraestructura de transmisión ubicadas cerca de la costa. Incluso eventos menores pero recurrentes de inundación pueden degradar componentes eléctricos y reducir la confiabilidad del sistema, provocando interrupciones del servicio que afectan residencias, comercios e instalaciones críticas. Los sistemas de distribución de combustible y los puertos también pueden sufrir interrupciones operacionales, limitando la disponibilidad de combustible para generadores, vehículos de emergencia y operaciones de recuperación (FEMA, 2024).
- Comunicaciones: Esta línea vital es vulnerable, ya que el aumento del nivel base del mar incrementa la exposición de torres celulares, redes de fibra óptica y centros de datos a inundaciones crónicas y procesos de corrosión. Las interrupciones resultantes pueden afectar los sistemas de notificación de emergencias, los servicios 911 y la coordinación interagencial. La exposición repetida a inundaciones sin medidas permanentes de mitigación puede generar daños acumulativos y disminuir la confiabilidad de estos sistemas con el tiempo (FEMA, 2024).
- Transporte: Los sistemas asociados con esta línea vital son particularmente sensibles al aumento del nivel base del mar. Carreteras, puentes, puertos, terminales de ferry y aeropuertos costeros pueden experimentar cierres más frecuentes o reducciones permanentes en sus niveles de servicio debido a inundaciones y degradación de infraestructura. Estas interrupciones pueden aislar comunidades, retrasar la respuesta de emergencia, limitar opciones de evacuación e impedir el movimiento de bienes, servicios y recursos destinados a la recuperación (USGS, 2025).
- Materiales Peligrosos: Finalmente, el aumento del nivel medio del mar puede afectar esta línea vital al incrementar la exposición de instalaciones industriales, áreas de almacenamiento de combustible, vertederos y plantas de tratamiento de aguas residuales a inundaciones. La inundación de estos sitios aumenta el potencial de liberación de sustancias peligrosas, generando riesgos para la salud humana, los ecosistemas y los suministros de agua potable. La gestión de estos riesgos se vuelve más compleja a medida que

Borrador

aumentan las frecuencias de inundación y se pierden las barreras protectoras naturales (FEMA, 2021; USGS, 2025).

4.15.2.3 Vulnerabilidad Social

La dinámica costera a largo plazo puede representar no solo una amenaza física, sino también un factor de presión social que afecta de manera desproporcionada a ciertos grupos de población debido a condiciones sociales, económicas y ambientales preexistentes.

Los hogares de bajos ingresos se encuentran entre los grupos socialmente más vulnerables ante la dinámica costera a largo plazo. Estas poblaciones tienen mayor probabilidad de residir en viviendas antiguas o de menor costo ubicadas en áreas costeras de alto riesgo y, con frecuencia, carecen de los recursos financieros necesarios para invertir en medidas de mitigación, tales como el refuerzo estructural o la reubicación. A medida que la erosión o los cambios tierra adentro de la línea de costa avanzan, la disminución del valor de las propiedades puede reducir aún más la riqueza de los hogares y limitar el acceso a seguros, crédito y asistencia para la recuperación, prolongando así la vulnerabilidad y los tiempos de recuperación (FEMA, 2023).

La inseguridad de vivienda constituye una preocupación significativa asociada con la dinámica costera a largo plazo. La pérdida gradual de terreno puede hacer que las viviendas se vuelvan inseguras o inhabitables, provocando desplazamientos crónicos en lugar de reubicaciones repentinas asociadas a desastres. Los arrendatarios son particularmente vulnerables, ya que generalmente tienen un control limitado sobre las decisiones de mitigación y pueden ser desplazados sin suficiente aviso previo o apoyo de reubicación a largo plazo. En comunidades con opciones limitadas de vivienda asequible, la pérdida de viviendas relacionada con la erosión puede aumentar el hacinamiento, la falta de vivienda o la migración permanente hacia otros lugares (FEMA, 2023).

Las personas de edad avanzada, las personas con discapacidades y aquellas con condiciones de salud crónicas enfrentan riesgos mayores cuando la erosión costera interrumpe el acceso a servicios esenciales e infraestructura crítica. Las carreteras y redes de transporte erosionadas o inundadas pueden aislar comunidades de hospitales, farmacias, supermercados y servicios sociales. Estas poblaciones también pueden presentar movilidad limitada o depender de equipos médicos domiciliarios,

Borrador

aumentando su sensibilidad a las interrupciones de infraestructura asociadas con la erosión (FEMA, 2023).

Las comunidades que dependen de los recursos costeros y marinos para su sustento también son socialmente vulnerables a la erosión. Las comunidades pesqueras, los pequeños negocios dependientes del turismo y los usuarios de recursos de subsistencia pueden experimentar pérdidas económicas a medida que las costas retroceden, las playas se estrechan y se reduce el acceso a la infraestructura costera. Estos impactos pueden provocar pérdida de empleos, reducción de ingresos familiares y estrés económico a nivel comunitario, particularmente en entornos rurales e insulares donde las oportunidades de diversificación económica son limitadas (USGS, 2023).

4.15.2.4 Recursos Naturales y Culturales

La dinámica costera a largo plazo puede afectar significativamente los recursos naturales al alterar las líneas de costa, degradar hábitats y perturbar procesos ecológicos. A medida que las playas, dunas, humedales y manglares se erosionan o quedan permanentemente inundados, los sistemas naturales que brindan protección contra tormentas, filtración de agua y hábitats para la vida silvestre se reducen o desaparecen. Estos cambios pueden ocasionar disminuciones en la biodiversidad debido a la pérdida de áreas críticas de reproducción, alimentación y anidación para numerosas especies de flora y fauna. La intrusión salina provocada por el aumento del nivel del mar también puede degradar los ecosistemas de agua dulce, afectando acuíferos, estuarios y bosques costeros. Asimismo, el incremento de la erosión puede movilizar sedimentos y contaminantes, disminuyendo la calidad del agua y afectando los arrecifes de coral y las praderas de hierbas marinas. Con el tiempo, la pérdida de elementos naturales costeros reduce la resiliencia de los ecosistemas y aumenta la exposición de las áreas interiores a inundaciones y al impacto de tormentas (USGS, 2023).

La dinámica costera a largo plazo también puede representar amenazas significativas para los recursos culturales, particularmente aquellos ubicados cerca de la costa. Edificios históricos, sitios arqueológicos, cementerios y paisajes culturales pueden resultar dañados o perderse permanentemente a medida que las costas retroceden y los suelos se vuelven inestables. La erosión gradual puede socavar cimientos y exponer artefactos, haciendo que estos lugares sean vulnerables a la destrucción, el saqueo o el deterioro ambiental. Debido a que estos recursos suelen ser irremplazables, la erosión costera y el aumento del nivel del mar representan no

Borrador

solo una pérdida física, sino también la pérdida de memoria histórica y patrimonio cultural transmitido de generación en generación (USGS, 2023).

4.15.2.5 Condiciones Futuras

Como se discutió en la Sección 4.15.1, se entiende que la dinámica costera a largo plazo contribuye a la pérdida de línea de costa, ya sea como resultado de la erosión costera o de los incrementos en el nivel medio (base) del mar. Las acciones específicas de mitigación para atender las condiciones esperadas en el futuro se incluirán como parte de la Sección 6.5.

4.16 Pandemia/Epidemia

4.16.1 Descripción (B1-a)

Una epidemia ocurre cuando la incidencia de una enfermedad o de un evento relacionado con la salud aumenta de manera súbita y significativa por encima de lo esperado en una comunidad o región específica. Según el CDC, una epidemia representa un aumento repentino de casos por encima del nivel base normal en una población, y los brotes —término que a menudo se utiliza de manera intercambiable— se refieren a este tipo de eventos en áreas geográficas más limitadas (CDC, 2012).

Una pandemia es, esencialmente, una epidemia que se ha expandido hasta abarcar múltiples países o continentes, afectando a una gran parte de la población mundial. El CDC la describe como una epidemia con amplia propagación geográfica, mientras que la Organización Mundial de la Salud la define como la transmisión mundial de una enfermedad nueva frente a la cual 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, mientras que una pandemia se extiende a través de fronteras internacionales e impacta los sistemas de salud pública a nivel global. En consecuencia, las estrategias de respuesta a emergencias deben escalar según corresponda: desde intervenciones regionales dirigidas durante epidemias hasta acciones globales coordinadas durante pandemias.

Borrador

4.16.1.1 Área Afectada(B1-b)

Este LHMP considera que todas las áreas del municipio son igualmente vulnerables al peligro de epidemia/pandemia.

4.16.1.2 Magnitud del Riesgo(B1-c)

Aunque todos estos eventos pueden resultar en pérdida de vidas e interrupciones económicas, se deben distinguir los siguientes términos:

- Epidemia: se refiere a un aumento repentino en el número de casos de una enfermedad por encima de lo que normalmente se espera dentro de una población y área geográfica específica.
- Brote: comparte la misma definición que epidemia, pero típicamente se utiliza para un área más localizada.
- Conglomerado: describe una agrupación de casos en un lugar y tiempo particular que parece exceder el número esperado, aun cuando dicho número esperado sea desconocido.
- Pandemia: se refiere a una epidemia que se ha propagado a través de múltiples países o continentes, usualmente afectando a una población numerosa (CDC, 2012).

4.16.1.3 Eventos Anteriores(B1-d)

La siguiente tabla, que enumera epidemias y pandemias en Puerto Rico, ha sido recopilada de varias fuentes. Esta lista no pretende ser exhaustiva.

Tabla 45: Pandemias y Epidemias en Puerto Rico (1855 - 2023)

Enfermedad	Fecha	Clasificación	Descripción
Epidemia de cólera	1855–1856	Epidemia	Entre 1855 y 1856, Puerto Rico sufrió un brote mayor de cólera que cobró más de 25,820 vidas, lo que representaba aproximadamente entre 4% y 10% de la población de la isla en ese momento (Vega Lugo, 2021).
Sarampión y malnutrición	1917–1918	Epidemia	Entre 1917 y 1918 ocurrió un brote severo de sarampión, que resultó en casi 9,000 casos y aproximadamente 2,000 muertes. La alta mortalidad infantil — 59% de las muertes dentro de seis

Borrador

Enfermedad	Fecha	Clasificación	Descripción
			meses ocurrieron en niños menores de dos años— estuvo relacionada con la malnutrición y las malas condiciones de vida (Rigau-Pérez & Vallejo-Calzada, 2020).
Gripe española — pandemia de influenza A/H1N1—	1918–1919	Pandemia	Puerto Rico fue afectado por la pandemia global de influenza A/H1N1, también conocida como la gripe española. A partir de aproximadamente junio de 1918, la transmisión comunitaria produjo hasta 1,000 casos en cuatro días en áreas como Puerta de Tierra. El diagnóstico inicial erróneo como dengue ocultó inicialmente el verdadero impacto (Rosario Urrutia, 2021).
Poliomielitis	1960	Epidemia	La epidemia de polio de 1960 en Puerto Rico fue, en ese momento, el brote de polio paralítica más severo en el hemisferio occidental. Impactó a 68 de 76 municipios, causando 495 casos de parálisis, predominantemente entre niños en edad escolar (Timothee, Morris, Filiberti, & Mainardi, 1963).
Dengue	2013, 2024	Brote	El dengue es endémico en Puerto Rico, con brotes significativos ocurridos en 2013 y nuevamente en 2024. El brote de 2024 provocó una emergencia de salud pública, con 6,291 casos confirmados, una tasa de 4.2% de dengue severo 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 activó esfuerzos ampliados de vigilancia utilizando la infraestructura de dengue de Puerto Rico. Entre el 5 de mayo y el 12 de agosto de ese año, se reportaron 10,201 casos sospechosos —

Borrador

Enfermedad	Fecha	Clasificación	Descripción
			aproximadamente 282 por cada 100,000 residentes—, de los cuales 1,975 —68%— fueron confirmados por laboratorio. Durante este periodo también se registraron cuatro muertes (Sharp, et al., 2014).
Zika	2015–2016	Epidemia	El primer caso de Zika transmitido localmente en Puerto Rico fue reportado en diciembre de 2015. Para abril de 2016, se habían evaluado más de 6,000 casos sospechosos, con 683 casos confirmados. Las mujeres embarazadas y los problemas neurológicos relacionados —por ejemplo, el síndrome de Guillain-Barré— fueron motivo de preocupación particular (Thomas, et al., 2016; Dirlikov, et al., 2016).
COVID-19	2020–2022	Pandemia	Véase la narrativa a continuación.

COVID – 19 Pandemia

Puerto Rico confirmó su primer caso de COVID-19 —una turista europea— el 8 de marzo de 2020, lo que llevó a la gobernadora a declarar una emergencia el 12 de marzo e implementar medidas tempranas, incluyendo cernimiento en aeropuertos y aislamiento obligatorio, según se describe en los informes de situación epidémica del Departamento de Salud de Puerto Rico (PRDH) (PRDH, 2022; COR3, s.f.). Para el 6 de abril de 2022, los datos oficiales reportaban 270,485 casos confirmados y 4,171 muertes por COVID-19 en Puerto Rico, de acuerdo con hojas de datos y tableros gubernamentales detallados mantenidos por el PRDH (PRDH, 2022; COR3, s.f.).

El municipio experimentó interrupciones económicas y sociales significativas. Un análisis bayesiano reveló una relación causal clara entre el aumento de infecciones por COVID-19 y el incremento en el desempleo, y estudios de ingeniería de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez estimaron que el desempleo superó el 17%, señalando además el aumento en los costos operacionales para los negocios debido al equipo de protección personal (PPE) y otras medidas de seguridad (Hernández-Padilla & Méndez-Piñero, 2020).

Borrador

Investigaciones posteriores de salud pública revelaron consecuencias generalizadas en la salud mental. Un estudio encontró que el 31% de los trabajadores de la salud obtuvo puntuaciones dentro del rango de sintomatología depresiva tras el estrés combinado de desastres previos —por ejemplo, huracanes— y la pandemia; otro identificó niveles altos de ansiedad (26.9%) y estrés (69.9%) entre médicos durante la segunda ola de COVID-19 (Hernández-Torres, et al., 2023; Sánchez-Plazas, García-De Jesús, Martínez-González, Amaya-Ardila, & Almodóvar-Rivera, 2024).

4.16.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

La susceptibilidad de Puerto Rico a futuras pandemias o epidemias se ve subrayada por su clima subtropical, distribución poblacional e infraestructura de salud. Un modelo de preparación para emergencias desarrollado por una universidad —comisionado por el Departamento de Salud de Puerto Rico— simuló pandemias de influenza y demostró cómo las variaciones en la transmisibilidad de la enfermedad, la capacidad del sistema de salud y los esfuerzos de mitigación pueden influir significativamente en las trayectorias de los brotes y en la probabilidad de sobrecarga del sistema de salud.

Además, el *Hospital Preparedness Program* (HPP) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos en Puerto Rico opera bajo el Departamento de Salud estatal, con coaliciones coordinadas de atención médica y sistemas para patógenos especiales diseñados explícitamente para reducir el riesgo pandémico mediante el fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante aumentos súbitos de demanda y la preparación para 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 modelos de preparación, Puerto Rico permanece con una probabilidad elevada de experimentar otra epidemia o pandemia (Hirsh & Centeno-Marín, 2015; ASPR, s.f.).

4.16.2 Risk Assessment (B2-a, B2-b)

4.16.2.1 Pérdidas Estimadas

La pandemia de COVID-19 ocasionó una mortalidad significativa en Puerto Rico, resaltando la importancia de considerar los peligros de salud pública dentro de la planificación local de mitigación. Los datos oficiales del Departamento de Salud de Puerto Rico indican que la mortalidad por COVID-19 se monitorea mediante un

Borrador

sistema de vigilancia epidemiológica que recopila información de certificados de defunción e investigaciones de casos, la cual se pone a disposición del público a través de portales de datos gubernamentales. A nivel territorial, miles de muertes han sido atribuidas al COVID-19 desde 2020, según reportan conjuntos de datos oficiales y resúmenes federales. Sin embargo, los totales acumulados de mortalidad para municipios individuales, incluido Vega Alta, no se publican de manera consistente como cifras estáticas únicas en informes oficiales. En cambio, los conteos de muertes a nivel municipal deben obtenerse mediante consultas a los conjuntos de datos descargables provistos por el Departamento de Salud de Puerto Rico, los cuales permiten filtrar los resultados por municipio.

Estos conjuntos de datos se consideran provisionales y están sujetos a revisión debido a retrasos en la notificación y a la validación continua de los registros de defunción, según han reconocido las autoridades de salud pública. Por consiguiente, aunque la mortalidad específica por COVID-19 en Vega Alta no fue registrada como una cifra fija publicada, con base en los datos actualmente disponibles, el número total de muertes relacionadas con COVID-19 en Vega Alta no puede determinarse de manera confiable.

4.16.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

En caso de una pandemia o epidemia, la línea vital más significativamente afectada suele ser la de salud y medicina. Durante brotes generalizados de enfermedad, hospitales, clínicas y otras instalaciones de salud a menudo enfrentan una demanda abrumadora de servicios. Los aumentos repentinos en el volumen de pacientes pueden exceder la capacidad del sistema, provocando escasez de equipo de protección personal (EPP), dispositivos médicos críticos, como ventiladores durante COVID-19, camas de hospital y personal médico cualificado. A medida que los recursos se redirigen para atender la emergencia inmediata de salud pública, los servicios médicos no urgentes e incluso algunos servicios esenciales no relacionados pueden posponerse o retrasarse. Además, los sistemas de manejo de mortalidad, incluidas morgues, servicios funerarios y procesamiento de registros vitales pueden experimentar una presión severa durante períodos de tasas elevadas de mortalidad.

Sin embargo, otras líneas vitales también pueden verse afectadas, como la de alimentos, hidratación y refugio, debido al aumento de la inseguridad alimentaria causada por el desempleo y los cierres económicos, o por refugios cerrados o con capacidad reducida debido a los requisitos de control de infecciones. Las líneas vitales de seguridad y protección pueden verse afectadas por altos niveles de

Borrador

ausentismo debido a enfermedad, cuarentena o responsabilidades de cuido, así como por niveles elevados de estrés y agotamiento entre el personal de primera respuesta y los oficiales de orden público. Otras líneas vitales e infraestructuras críticas pueden verse afectadas por el aumento en la demanda, como una mayor demanda residencial de agua o la falta de personal capacitado para mantener las operaciones existentes.

4.16.2.3 Vulnerabilidad Social

Para este peligro, se considera que toda la población de Vega Alta es igualmente vulnerable. No obstante, además de los factores de edad y pobreza, la ACS 2019-2024 muestra que un total de 1,427 personas en Vega Alta no contaban con cobertura de seguro médico (U.S. Census Bureau, 2025). Esto significa que el 4.1% de la población total de Vega Alta no cuenta con seguro médico.

De ese total, la mayoría de las personas sin seguro médico pertenecía al grupo de edad de 26 a 34 años (455 personas), seguido por el grupo de 45 a 54 años (245 personas). Los resultados proporcionados por la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS, por sus siglas en inglés) muestran que la población de adultos jóvenes es la más vulnerable en términos de falta de cobertura médica ante una pandemia o epidemia.

La Tabla 46 muestra el desglose de las personas sin seguro médico en Vega Alta según la ACS 2020-2024.

Tabla 46: Personas sin cubertura médica

Grupo de Edad	Número de personas no-aseguradas
Menos de años	35
6 a 18 años	67
19 a 25 años	216
26 a 34 años	455
35 a 44 años	206
45 a 54 años	245
55 a 64 años	158
65 a 75 años	24
75 años o más	21

Borrador

Como se muestra el número mayor de individuos sin Seguro médico están en el grupo de edad de 45-54 años (438individuos) seguida por el grupo de 55 – 64 años (271 individuos).

4.16.2.4 Recursos Naturales y Culturales

La literatura científica muestra que la pandemia de COVID-19 produjo resultados ambientales mixtos. Aunque los confinamientos temporales inicialmente llevaron a mejoras a corto plazo en la calidad del aire y a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero en muchas regiones, la evidencia más amplia sugiere que la pandemia también generó impactos ambientales negativos significativos.

Estos impactos incluyeron el aumento de la contaminación por el uso generalizado de equipo de protección personal, la deforestación, la caza furtiva y tala ilegal, la sobrepesca y las interrupciones en programas y proyectos de conservación. Los hallazgos también señalan que la propagación de pandemias puede intensificarse debido a la contaminación ambiental y al rápido crecimiento de la población mundial (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022) (Guo & Lee, 2021).

Al mismo tiempo, a pesar de estos impactos adversos, el período de reducción de la actividad humana también produjo varios efectos positivos sobre los recursos naturales. Estos incluyeron reducciones a corto plazo en contaminantes del aire en interiores y exteriores, incluidos $PM_{2.5}$, PM_{10}, NO_2, SO_2, CO y CO_2, así como una disminución en la contaminación acústica proveniente de barcos, embarcaciones, vehículos y aeronaves. En conjunto, estos cambios beneficiaron los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua, influyeron en el comportamiento de las aves, apoyaron la biodiversidad de la vida silvestre y contribuyeron a una recuperación temporal de los ecosistemas (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022).

En cuanto a los sitios culturales y patrimoniales, un informe de la UNESCO señala que la crisis produjo efectos tanto negativos como positivos en diferentes tipos de bienes del Patrimonio Mundial (UNESCO, 2021). El cese repentino de los viajes y el turismo interrumpió los flujos de visitantes y eliminó una fuente crítica de ingresos para muchos sitios, donde los ingresos del turismo son esenciales para apoyar las actividades de conservación, el mantenimiento rutinario y los salarios del personal. Las comunidades locales alrededor de estos bienes se vieron afectadas de manera similar, con una pérdida generalizada de empleo e ingresos.

Borrador

Por el contrario, en algunos casos, la reducción del nivel de actividad humana permitió que los esfuerzos de rehabilitación y restauración avanzaran con mayor eficiencia, mientras que las presiones antropogénicas se redujeron temporalmente en muchas áreas naturales. Este contraste resalta los impactos diversos y desiguales de la crisis sobre los bienes del Patrimonio Mundial. Al mismo tiempo, destaca oportunidades para aprovechar los beneficios ambientales observados durante los períodos de actividad reducida, mientras se promueven investigaciones específicas, estrategias de turismo sostenible y planificación de recuperación a largo plazo (Guo & Lee, 2021) (Guibert & Hyde, 2021), (UNESCO, 2021).

4.16.2.5 Condiciones Futuras(E1-a)

Puerto Rico enfrenta condiciones estructurales y ambientales que elevan su exposición y vulnerabilidad a futuras pandemias en comparación con muchas localidades de los Estados Unidos continentales. Como isla tropical con alta densidad poblacional en corredores urbanos, viajes internacionales frecuentes y condiciones climáticas favorables para vectores y patógenos, Puerto Rico es particularmente susceptible a enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, especialmente aquellas de origen zoonótico o transmitidas por vectores. Los CDC y las investigaciones revisadas por pares documentan la transmisión continua de enfermedades como el dengue y brotes previos de Zika y Chikunguña, lo que demuestra la exposición continua de la isla a patógenos con potencial de brotes y epidemias. Esta exposición se mantiene independientemente del patrón de desarrollo del municipio.

4.17 Priorización de Peligros

Luego de recibir comentarios del público y de las partes interesadas (véanse las Secciones 2.6 y 2.7), junto con su propio peritaje, el Comité de Planificación determinó que la siguiente es la priorización de los peligros discutidos en este LHMP. Mediana Prioridad

Tabla 47: Prioridad de Peligros

Peligro	Prioridad
Terremoto	Alta prioridad
Deslizamiento	Alta prioridad
Tsunami	Mediana prioridad
Inundación	Alta prioridad

Borrador

Peligro	Prioridad
Ciclones Tropicales/Vientos Fuertes	Mediana prioridad
Marejada Ciclónica	Baja prioridad
Calor Extremo	Baja prioridad
Sequía	Baja prioridad
Fuego Forestal	Baja prioridad
Dinámicas Costeras a largo plazo	Mediana prioridad
Pandemia/Epidemia	Baja prioridad

Durante las actividades de participación pública, también se les solicitó a los participantes que priorizaran los peligros naturales.

El resultado de ese ejercicio fue… (se completará una vez concluyan las actividades de participación pública).

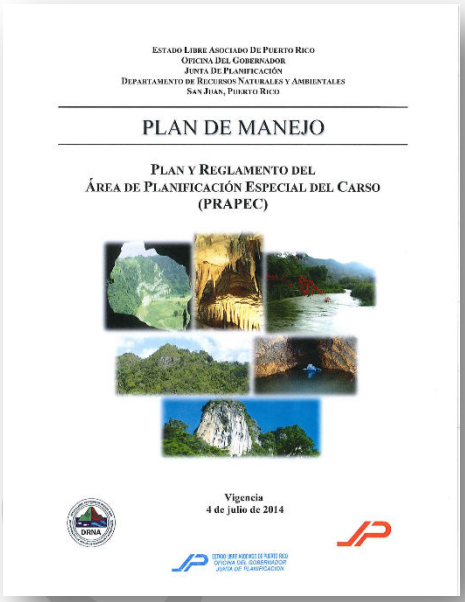
4.18 Mecanismo de Planificación

Comprender y reconocer las capacidades regulatorias y de planificación permite una gestión más efectiva del uso del suelo y del crecimiento económico. Estas capacidades consisten en los marcos legales y las disposiciones de política pública que influyen en el uso del suelo para guiar el desarrollo sostenible, al mismo tiempo que apoyan acciones que mitigan la vulnerabilidad de las comunidades y su exposición a peligros 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.

Borrador

4.18.1 Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) – 2014)



En cumplimiento con la Ley 292-1999, este plan y reglamento establecen dos distritos superpuestos en las zonas cársticas de Puerto Rico. El distrito superpuesto denominado Área de Planificación Especial del Karso Restringido (APE-RC) tiene como objetivo proteger los terrenos ubicados dentro del Área de Karso Restringido. De acuerdo con la Ley 292-1999, los terrenos bajo este distrito no podrán utilizarse para la extracción de materiales de la corteza terrestre, excepto en aquellos casos en que dichas actividades ya hubiesen sido reconocidas por las autoridades competentes al momento de la adopción del PRAPEC. Además, el APE-RC impone otras restricciones, tales como la prohibición de subdividir terrenos en determinados distritos subyacentes.

Por otro lado, el distrito superpuesto denominado Área de Planificación Especial para la Zona Cárstica (APE-ZC) comprende los terrenos localizados dentro de la fisiografía cárstica que no forman parte del APE-RC. Su propósito es permitir la extracción de materiales de la corteza terrestre con fines comerciales bajo condiciones apropiadas, en aquellas áreas de la zona cárstica que no se encuentran dentro del APE-RC, así como atender los terrenos que, aunque forman parte de la fisiografía cárstica, no están incluidos dentro del área restringida.

Borrador

4.18.2 Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios



El Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios es un instrumento regulatorio creado por la Junta de Planificación en cumplimiento con la Ley Núm. 161, según enmendada. Su propósito principal es regular el uso del suelo, la planificación territorial y la otorgación de permisos relacionados con el desarrollo, la construcción y la operación de negocios dentro de un marco uniforme y centralizado. El Reglamento Conjunto busca armonizar la política pública sobre la planificación del uso del suelo con los principios del desarrollo sostenible, procurando un balance entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar social. Este reglamento establece las reglas para clasificar el suelo, definir distritos de calificación, regular la zonificación y determinar los usos permitidos en cada categoría. Además, establece los procedimientos para evaluar proyectos, emitir permisos y fiscalizar el cumplimiento con las disposiciones aplicables. Su propósito es proveer un marco regulatorio uniforme para la evaluación y expedición de permisos, asegurar el uso adecuado del suelo, proteger los recursos naturales y facilitar el desarrollo económico bajo criterios de competitividad y sostenibilidad, integrando la planificación con la gestión de permisos.

De particular importancia en el Reglamento Conjunto es el distrito de calificación *Distrito de Riesgo para Espacios Abiertos* (RE-A).[9] El distrito RE-A se establece para identificar terrenos designados como espacios abiertos de conformidad con regulaciones federales (44 CFR Parte 80) u otro programa federal, debido a la presencia de una condición de riesgo resultante de un evento natural. Estos espacios pueden incluir, entre otros, inundaciones severas y deslizamientos. En estas áreas existen condiciones desfavorables o perjudiciales para la salud, la seguridad o el bienestar general, y puede existir riesgo de pérdida de vida y propiedad. Los terrenos

[9] Regla 6.1.30

Borrador

dentro de este distrito pueden ser susceptibles a uno o más de los peligros identificados.

El propósito del distrito es preservar la condición de espacio abierto establecida a perpetuidad por la regulación federal, la cual el gobierno o la comunidad debe mantener, con el objetivo de proteger la salud, la vida y la propiedad; prevenir pérdidas severas y el uso repetitivo de propiedades afectadas; reducir la inversión de fondos públicos y federales en mitigación; y limitar los esfuerzos de rescate, entre otros objetivos.

4.18.3 Reglamento sobre Áreas Especiales de Peligro a Inundación (2021)

Este reglamento fue adoptado en el 2021 por la Junta de Planificación de Puerto Rico bajo la autoridad conferida por la Ley Pública Núm. 75 de 1975 y la Ley Pública Núm. 3 de 1961 para controlar el desarrollo en zonas propensas a inundaciones. Este reglamento alinea los requisitos de manejo de valles inundables de Puerto Rico con los estándares mínimos del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP), administrado por FEMA. Además, establece criterios actualizados para la construcción, el uso del suelo y el desarrollo dentro de las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación, incluyendo requisitos como elevar las estructuras por encima de la elevación base de inundación y presentar certificaciones técnicas. Aplica a nuevas construcciones, mejoras sustanciales y cambios de uso de terreno en zonas de inundación designadas, tales como AE y VE, utilizando los Mapas de Tasas del Seguro contra Inundaciones (FIRM, por sus siglas en ingles) y los Estudios del Seguro contra Inundaciones (FIS. Por sus siglas en inglés) de FEMA para la identificación de zonas. La revisión aclara y amplía las disposiciones regulatorias para mejorar la seguridad pública y prevenir desarrollos perjudiciales en áreas de alto riesgo.

4.18.4 Código de Construcción de Puerto Rico

El Código de Construcción de Puerto Rico establece los requisitos mínimos para el diseño, la construcción, la modificación y el mantenimiento de edificios, con el propósito de garantizar la seguridad, la salud y el bienestar del público. Se deriva de códigos modelo reconocidos a nivel nacional e internacional y se actualiza periódicamente para incorporar mejoras en las prácticas de construcción y lecciones aprendidas de eventos de peligro pasados. El código incluye disposiciones relacionadas con la seguridad estructural, la protección contra incendios, la accesibilidad, la conservación de energía y la resistencia a peligros naturales como terremotos, huracanes, inundaciones y vientos fuertes. El cumplimiento con el Código

Borrador

de Construcción es obligatorio para toda nueva construcción y renovación sustancial en Puerto Rico. Su cumplimiento se hace valer mediante procesos locales de permisos, revisión de planificación e inspección para verificar la conformidad con los estándares establecidos. 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.

4.18.5 Reglamento para el Diseño, Criterios de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillados Pluviales en Puerto Rico



Adoptado en el 2023 como el Reglamento de Planificación Núm. 40, este reglamento actualiza y sustituye los estándares obsoletos de 1975 de la isla para atender las prácticas actuales de ingeniería, las consideraciones ambientales y el aumento en el riesgo de inundación. El reglamento está diseñado para proveer a desarrolladores, ingenieros, contratistas y municipios criterios técnicos modernos para diseñar, operar y mantener sistemas públicos y privados de aguas pluviales, incorporando conocimientos científicos y metodologías actualizadas necesarias para manejar la infraestructura pluvial bajo las condiciones actuales. Sus objetivos incluyen minimizar los daños relacionados con inundaciones, mejorar la captación y manejo de escorrentías, reducir los impactos a los recursos hídricos y ecosistemas, y apoyar un desarrollo comunitario más seguro y resiliente. El reglamento integra principios de manejo de riesgos y se alinea con las políticas de adaptación de Puerto Rico, requiriendo la consideración de inundaciones urbanas, hidrología cárstica, prácticas de desarrollo de bajo impacto y estructuras de control pluvial, tales como sistemas de retención y detención. También establece consideraciones mínimas de diseño para todos los proyectos de desarrollo de terrenos y provee un marco integral para la planificación, monitoreo y mantenimiento de sistemas de aguas pluviales en toda la isla.

Borrador

4.18.6 Plan Territorial de Vega Alta (2023)



Según el Código Municipal, el Municipio de Vega Alta actualizó su Plan Territorial mediante su Primera Revisión Integral para diciembre de 2025. El Plan Territorial (PT) es un instrumento estratégico e integral para la ordenación del uso de los terrenos dentro de un municipio. Este plan abarca, como mínimo, la totalidad del territorio municipal y tiene como propósito definir los elementos esenciales de dicha ordenación, así como establecer un programa para su desarrollo e implantación, incluyendo su período de vigencia.

La versión de 2025 del Plan Territorial de Vega Alta se adoptó para:

- Incorporar políticas, estrategias y recomendaciones de los instrumentos de planificación de uso de terrenos aprobados por la Junta de Planificación (JP) luego de la última revisión del PT.
- Incluir disposiciones de estatutos recientemente aprobados o enmendados.
- Revisar el contexto socioeconómico municipal a base de las tendencias poblacionales recientes.
- Integrar información sobre cambios en políticas y planes resultantes de los huracanes Irma y María en Puerto Rico.
- Incluir temas de mitigación, adaptación y resiliencia en la política pública y en la planificación estatal, sectorial y municipal.
- Reflejar la visión de la administración municipal y de sus ciudadanos respecto al desarrollo físico y socioeconómico de Vega Alta.
- Ajustar los usos de terrenos locales conforme al contexto y las necesidades actuales y futuras.

4.18.7 Plan Operacional de Emergencias de Vega Alta

El Plan de Operaciones de Emergencia (EOP, por sus siglas en inglés) describe cómo se estructuran las operaciones de emergencia mediante el Sistema de Comando de Incidentes, lo que permite un comando unificado y una asignación eficiente de recursos. Detalla los niveles de activación del Centro Municipal de Operaciones de

Borrador

Emergencia, los cuales escalan desde el monitoreo rutinario hasta una respuesta ante desastre interagencial y continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana. El municipio destaca la importancia de la colaboración interagencial, incluida la coordinación con agencias estatales y federales cuando las capacidades locales son excedidas. La participación comunitaria, la información pública y el apoyo a las poblaciones vulnerables —como personas con discapacidades, niños y adultos mayores— son componentes esenciales integrados en todas las fases del manejo de emergencias. Además, el plan incorpora estrategias de recuperación a largo plazo, enfatizando las evaluaciones de daños, la restauración de servicios críticos y la alineación con los procesos de asistencia federal. En última instancia, presenta un enfoque estructurado y centrado en la comunidad para asegurar que Vega Alta pueda responder, resistir y recuperarse de una amplia gama de emergencias.

4.18.8 Programa Nacional de Seguro de Inundaciones

El Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones pertenece a la categoría de mecanismos de planificación, ya que impone ciertos requisitos de manejo de valles inundables. FEMA provee seguro contra inundaciones a las comunidades que cumplen con los criterios del NFIP. Esto incluye adoptar y hacer cumplir prácticas de manejo de valles inundables que promuevan el desarrollo adecuado en estas áreas propensas a inundaciones.

El Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias permite que propietarios de viviendas, dueños de negocios e inquilinos en comunidades participantes del NFIP adquieran seguro contra inundaciones respaldado por el gobierno federal. Este seguro provee asistencia para ayudar a cubrir los costos de reparación de daños ocasionados por inundaciones a edificios y su contenido. Este es un programa de seguros establecido para ayudar a propietarios, inquilinos y negocios a recuperarse con mayor facilidad y a menor costo. Asimismo, el programa tiene como objetivo 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:

- Manejo de valles inundables — para lo cual la comunidad debe adoptar y hacer cumplir medidas para el manejo de terrenos propensos a inundaciones

Borrador

conforme a las reglamentaciones del NFIP;
- La preparación de Mapas de Tasas del Seguro contra Inundaciones (FIRMs, por sus siglas en inglés); y
- Seguro contra inundaciones.

El Municipio de Vega Alta cuenta con una colección de mapas FIRM que pueden consultarse para determinar si una propiedad se encuentra en un área de alto riesgo o en una zona de riesgo bajo a moderado. Los FIRMs 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 inundación de 100 años (o con una probabilidad anual de ocurrencia de 1%). Además, estos mapas sirven como herramienta para el manejo de áreas especiales debido a su susceptibilidad a eventos de inundación.

Por otra parte, el Programa Write Your Own (WYO) comenzó en 1983 como una alianza entre compañías de seguros y FEMA. Este arreglo permite que compañías de seguros de propiedad y contingencia suscriban y administren pólizas federales de seguro contra inundaciones bajo el nombre de su propia compañía. Una característica clave de este tipo de póliza es que todas las compañías participantes en el programa WYO ofrecen la misma cobertura, y sus tarifas deben cumplir con las normas y reglamentaciones del NFIP.

Las comunidades, por su parte, adoptan y requieren el cumplimiento de los estándares mínimos del NFIP para la construcción y el desarrollo en Áreas Especiales de Riesgo a Inundación designadas. Sin embargo, muchas comunidades buscan alcanzar un nivel mayor de seguridad y protección para sus residentes más allá de los estándares mínimos del NFIP. Para este propósito, las comunidades tienen la opción de participar en el Sistema de Clasificación Comunitaria (CRS, por sus siglas en inglés) del NFIP, el cual les permite obtener reducciones en las primas del seguro contra inundaciones.

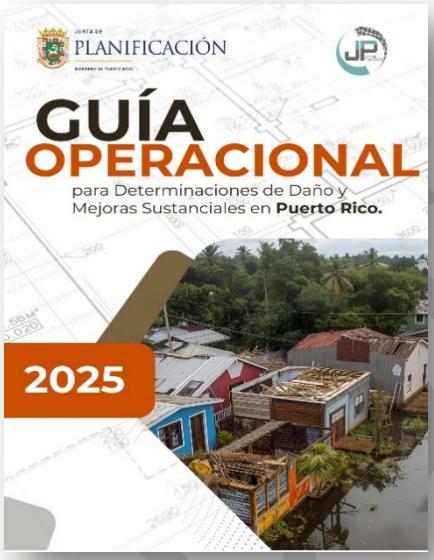
Esto se debe a que el CRS reconoce esfuerzos comunitarios adicionales dirigidos a: 1) reducir los daños por inundación a propiedades asegurables; 2) fortalecer y apoyar las disposiciones de seguro del NFIP; y 3) fomentar un enfoque integral para el manejo de valles inundables. Estos esfuerzos adicionales brindan mayor seguridad a los residentes, reducen los daños a la propiedad, aumentan la resiliencia comunitaria y promueven una mejor calidad de vida. La participación del municipio en el NFIP se discutirá en la Sección 6.6.

Borrador

4.18.9 National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)

El NPDES es un programa autorizado bajo la Ley Federal de Agua Limpia de los Estados Unidos y administrado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés). Este programa requiere que los Sistemas Municipales Separados de Alcantarillado Pluvial (MS4, por sus siglas en inglés) obtengan un permiso para la descarga de aguas pluviales hacia 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 mediante la presentación de una Notificación de Intención (NOI, por sus siglas en inglés) y la adopción de un Programa de Manejo de Aguas Pluviales (SWMP, por sus siglas en inglés). Si alguna de las medidas de mitigación enumeradas en la Sección 6.5 modifica la NOI o el SWMP, estos serán debidamente enmendados.

4.18.10 Operational Guidelines for Determining Damages and Substantial Improvements in Puerto Rico (2025)



El Administrador de Valles Inundables o la Comunidad Participante podrá revisar, requerir y auditar permisos conforme a las disposiciones de la Ley Núm. 3 de 27 de septiembre de 1961, conocida como la "Ley para el Control de Edificaciones en Valles Inundables"; la Ley Núm. 75, "Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico"; la Ley Núm. 161 de 1 de diciembre de 2009, según enmendada, "Ley para la Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico"; y la Ley Núm. 38 de 30 de junio de 2017, "Ley de Procedimiento Administrativo Uniforme del Gobierno", según enmendada, y en cumplimiento con las reglamentaciones del Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), Título 44 del Código de Reglamentos Federales (CFR), Parte 60.3 [d, e y Subparte B], y sus secciones relacionadas.

A partir de la fecha de vigencia de esta guía, se requerirá una evaluación de daño o mejora sustanciales como parte de los requisitos de permisos en Áreas Especiales de Riesgo a Inundación. El Administrador de Valles Inundables requerirá que tanto las

Borrador

estructuras nuevas como las mejoras sustanciales sean construidas de manera que minimicen o prevengan daños durante una inundación reglamentaria.

4.18.11 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, la captación y reutilización de aguas pluviales, o el paisajismo para almacenar, infiltrar o evapotranspirar las aguas pluviales y reducir los flujos hacia los sistemas de alcantarillado o cuerpos de agua superficiales.

La infraestructura verde es un enfoque costo-efectivo y resiliente para manejar los impactos asociados con eventos de lluvia, el cual provee múltiples beneficios a la comunidad. Mientras que la infraestructura gris convencional para el manejo de aguas pluviales, de propósito único —como los sistemas de drenaje por tuberías y los sistemas de tratamiento de agua— está diseñada para trasladar las aguas pluviales urbanas fuera del entorno construido, la infraestructura verde reduce y trata las aguas pluviales en su origen, a la vez que proporciona beneficios ambientales, sociales y económicos.

La escorrentía de aguas pluviales es una de las principales causas de contaminación del agua en áreas urbanas. Cuando llueve sobre techos, calles y estacionamientos en ciudades y suburbios, el agua no puede infiltrarse en el terreno como ocurriría de forma natural. En cambio, las aguas pluviales escurren a través de cunetas, alcantarillas pluviales y otros sistemas de recolección, y son descargadas en cuerpos de agua cercanos. Esta escorrentía transporta basura, bacterias, metales pesados y otros contaminantes del paisaje urbano. Los caudales mayores resultantes de lluvias intensas también pueden causar erosión e inundaciones en quebradas y cuerpos de agua urbanos, afectando el ambiente, la propiedad y la infraestructura.

Cuando la lluvia cae en áreas naturales no desarrolladas, el agua es absorbida y filtrada por el suelo y la vegetación. La escorrentía de aguas pluviales es más limpia y menos problemática. La infraestructura verde utiliza vegetación, suelos y otros elementos y prácticas para restaurar algunos de los procesos naturales necesarios para manejar el agua y crear entornos urbanos más saludables. A escala municipal, la infraestructura verde es una red de áreas naturales que proveen hábitat, protección contra inundaciones, aire más limpio y agua más limpia. A escala de vecindario, desarrollo o sector, el manejo de los sistemas de aguas pluviales de

Borrador

manera que imite los procesos naturales ayuda a absorber y almacenar la escorrentía que, de otra forma, podría causar inundaciones localizadas (EPA, 2019).

Algunas medidas de infraestructura verde que pueden considerarse para mitigar problemas de inundación incluyen:

- Captación de agua de lluvia
- Jardines de lluvia (biorretención/biofiltración)
- Jardines de lluvia urbanos ("*planter boxes*")
- Cunetas verdes
- Pavimentos porosos
- Calles verdes
- Estacionamientos verdes
- Techos verdes
- Conservación de terrenos
- Creación o mantenimiento del dosel arbóreo urbano
- Restauración de humedales
- Rehabilitación de áreas ribereñas
- Restauración de dunas de arena, entre otras.

El Municipio considerará medidas de infraestructura verde al desarrollar o promover medidas de control de inundaciones con el gobierno estatal o federal. Además del control de inundaciones, la infraestructura verde proporciona beneficios como el mejoramiento de la calidad del agua, el fortalecimiento del abasto de agua, la reducción de costos de manejo de aguas pluviales —tanto públicos como privados—, el mejoramiento de la calidad del hábitat, el aumento de espacios para la recreación y la actividad física, la creación de empleos relacionados con el mantenimiento de áreas naturales y el incremento en los valores de las propiedades (EPA, 2019).

4.18.12 Programa de Inversión a Cuatro Años

El Programa de Inversiones de Cuatro Años 2025–2026 a 2028–2029 —en adelante, el PICA— es un instrumento de planificación a corto y mediano plazo diseñado para guiar, coordinar y dirigir las inversiones públicas durante el periodo que comprende. Mediante este instrumento, la Junta de Planificación integra los esfuerzos de diversas entidades gubernamentales dirigidos a mejorar la calidad de vida del pueblo de Puerto Rico, en armonía con las políticas públicas establecidas.

El Marco de Referencia para el PICA orienta a las agencias y corporaciones públicas en la preparación de sus programas de inversión y mejoras capitales. El marco

Borrador

incluye un perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico en su totalidad y por organización regional, un diagnóstico del desempeño reciente de la economía e información sobre patrones de desarrollo y proyectos prioritarios para el Puerto Rico competitivo al que todos aspiran.

El PICA incorpora toda la información sobre los proyectos de mejoras capitales que serán realizados por las entidades gubernamentales. Incluye un análisis detallado de la distribución de los recursos recomendados por áreas programáticas y del origen de dichos recursos. Este análisis es resultado de un proceso de integración diseñado para orientar las recomendaciones presupuestarias formuladas por la Oficina de Gerencia y Presupuesto respecto al Programa Anual de Mejoras Capitales incluido en el presupuesto de Puerto Rico.

Este programa sirve como una herramienta de planificación a corto y mediano plazo para guiar, coordinar y dirigir las inversiones públicas durante su periodo de vigencia. Utiliza el perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico, junto con un análisis regional según establecido por la Junta de Planificación (JP, 2022).

Con respecto 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, incluidos datos sobre la deuda pública y las tendencias de desarrollo, así como proyectos designados como prioritarios para su implementación en la Isla. Dentro de este marco, el PICA provee a los municipios información de las entidades gubernamentales sobre asignaciones de fondos e inversiones en mejoras que les corresponde implementar, las cuales 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 Municipales de Mitigación. La Junta de Planificación fue designada por el Representante Autorizado del Gobernador (GAR, por sus siglas en inglés) como la agencia responsable de revisar y desarrollar los Planes de Mitigación de Riesgos en coordinación con el municipio. [10]

[10] Actualmente la función de GAR está dentro de COR3

Borrador

5. Capacidades del Municipio

5.1 Mecanismos Regulatorios y de Planificación (C1-a)

Estas capacidades se refieren a las disposiciones legales que influyen en el uso de terrenos para gestionar el crecimiento económico y que pueden apoyar al municipio en sus esfuerzos por mitigar la vulnerabilidad de sus comunidades y recursos ante las amenazas naturales. El municipio identificó reglamentos y documentos de planificación existentes que pueden respaldar sus acciones, así como oportunidades para promover el desarrollo de estudios o planes con el mismo propósito de avanzar sus objetivos de mitigación. Estas herramientas regulatorias y de planificación se describen en la Sección 4.18.

5.2 Capacidades Administrativas y Técnicas (C1-a)

El Municipio de Vega Alta cuenta con el personal y los recursos organizacionales necesarios para implementar este Plan. Una copia del organigrama municipal se incluye en el Apéndice E.

Las siguientes tablas muestran la capacidad técnica y administrativa del Municipio.

Personal/Recursos	Si	No	Posiciones Futuras	Departamento u Oficina	Oportunidad para integrar en el LHMP	Comentarios
Planificadores con experiencia en uso de terrenos y mitigación	X		Recursos internos bajo la Oficina de Planificación	Oficina de Planificación, Desarrollo y Ordenamiento Territorial (ver organigrama)	N/A	Actualmente, el municipio cuenta con este personal. No obstante, de surgir la necesidad adicional, esta función será contratada mediante la adquisición de servicios profesionales externos.

Borrador

Personal/Recursos	Si	No	Posiciones Futuras	Departamento u Oficina	Oportunidad para integrar en el LHMP	Comentarios
Ingenieros o profesionales capacitados en prácticas de construcción relacionadas con edificios e infraestructura		X	Mediante servicios contratados	N/A	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. De surgir la necesidad adicional, esta función será contratada mediante la adquisición de servicios profesionales externos.
Planificadores o ingenieros con amplio conocimiento de peligros naturales	X		Recursos internos limitados. Mediante servicios contratados, de ser necesario	N/A	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. De surgir la necesidad, esta función será contratada mediante la adquisición de servicios profesionales externos.
Manejador de Emergencias	X		Director Manejo de Emergencia Municipal	Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	N/A	Ninguno
Científico familiarizado con peligros naturales		X	Mediante servicios contratados, de ser necesario	Universidad de Puerto Rico	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. De surgir la necesidad, esta función será contratada mediante la adquisición de servicios profesionales externos.

Borrador

Personal/Recursos	Si	No	Posiciones Futuras	Departamento u Oficina	Oportunidad para integrar en el LHMP	Comentarios
Personal con experiencia o formación especializada en las vulnerabilidades y amenazas naturales que afectan a la comunidad.		X	Mediante servicios contratados, de ser necesario	N/A	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. De surgir la necesidad, esta función será contratada mediante la adquisición de servicios profesionales externos.
Personal con peritaje o educación sobre las vulnerabilidades y los peligros naturales que afectan a la comunidad	X		Director de Programas Federales Municipales, y bajo contrato	Oficina de Programas Federales	El personal puede administrar y solicitar subvenciones para implementar las acciones de mitigacion	

5.3 Capacidad Financiera (C1-a)

El municipio cuenta con un historial en la administración de fondos federales provenientes de diversas fuentes de financiamiento y dispone de una oficina dedicada a la administración y supervisión del uso de dichos fondos. Además, cuando alguna entidad otorgante de subvenciones ha identificado señalamientos o hallazgos, estos han sido atendidos y corregidos oportunamente.

5.3.1 Fuentes de Fondo - FEMA

Para proyectos de mitigación de riesgos, el municipio ha identificado las siguientes posibles fuentes de financiamiento administradas por FEMA de las cuales podría beneficiarse.

Ley Stafford – Sección 404

La Sección 404 se refiere a la Sección 404 de la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en

Borrador

Desastres y Asistencia en Emergencias, la cual autoriza el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés), administrado por FEMA. Su propósito principal es reducir pérdidas futuras por desastres mediante el financiamiento de proyectos de mitigación a largo plazo luego de que se declara un desastre mayor.

Bajo la Sección 404, se ponen fondos a disposición de estados, territorios, tribus y gobiernos locales para implementar medidas de mitigación que reduzcan los impactos de peligros futuros, tales como inundaciones, terremotos, huracanes, incendios forestales y sequías. A diferencia de la Sección 406, los proyectos bajo la Sección 404 no tienen que estar vinculados a instalaciones que hayan sido dañadas por el desastre declarado. Esto permite que las comunidades adopten un enfoque proactivo mediante inversiones en acciones de mitigación que atiendan riesgos conocidos antes de que ocurran daños.

Los proyectos elegibles bajo la Sección 404 pueden incluir actividades como la elevación o adquisición de estructuras propensas a inundaciones, mejoras de drenaje, refuerzos sísmicos, cuartos seguros, medidas de mitigación contra incendios forestales y planificación de mitigación de riesgos. Los proyectos deben ser costo-efectivos, técnicamente viables y consistentes con un Plan de Mitigación de Riesgos aprobado. El programa típicamente provee hasta un 75 por ciento de financiamiento federal, con la aportación restante provista por fuentes no federales.

Bajo la Sección 404 también se encuentra el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), el cual puede apoyar el desarrollo de planes, la recopilación de datos, las evaluaciones de riesgo y las actividades de participación necesarias para mantener la aprobación de FEMA luego de una declaración presidencial de desastre.

Ley Stafford - Sección 406

La Sección 406 de la Ley Stafford apoya proyectos de mitigación al permitir que se incorporen medidas de mitigación de riesgos directamente en la reparación o reemplazo de instalaciones públicas dañadas durante un desastre declarado. Esta disposición permite que las comunidades fortalezcan la infraestructura dañada ante peligros futuros, tales como elevar edificios dañados por inundaciones, reforzar estructuras para resistir vientos fuertes o mejorar sistemas de drenaje durante las reparaciones. Las medidas de mitigación financiadas bajo la Sección 406 deben ser costo-efectivas y estar directamente relacionadas con la instalación dañada. Al

Borrador

integrar la mitigación en las actividades de recuperación, la Sección 406 ayuda a reducir la probabilidad de daños repetitivos y costos futuros de reparación. En general, asegura 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 medidas de resiliencia ante peligros y reducción de riesgos directamente en proyectos de recuperación por desastre financiados a través del Programa de Asistencia Pública de FEMA. Mediante sus procedimientos alternos, la Sección 428 permite un diseño de proyectos más flexible, financiamiento de costo fijo y la consolidación de instalaciones dañadas, lo que facilita incorporar mejoras de mitigación como reubicación, elevación, protección contra inundaciones o endurecimiento estructural. Los solicitantes también pueden reinvertir ahorros de costos provenientes de proyectos administrados eficientemente en características adicionales de mitigación, siempre que se cumplan los objetivos del proyecto. Al enfatizar los resultados en lugar del reembolso estricto de costos, la Sección 428 fomenta una reconstrucción que reduzca riesgos futuros 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 repetitivas.

Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones

El Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA, por sus siglas en inglés) reduce los peligros de inundación al proveer financiamiento para ayudar a las comunidades a identificar e implementar medidas que disminuyan el riesgo de inundación a largo plazo para propiedades aseguradas por el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP). El programa se enfoca en proyectos tales como elevar, adquirir, reubicar o proteger contra inundaciones estructuras propensas a inundarse, dando prioridad a propiedades con pérdidas repetitivas y pérdidas repetitivas severas. Al mitigar los daños por inundación antes de que ocurran los desastres, el FMA ayuda a proteger vidas y propiedades, reduce futuras reclamaciones de seguro contra inundaciones y disminuye el costo general de la asistencia por desastre. El programa fomenta la reducción proactiva del riesgo al alinear las inversiones de mitigación con el manejo de valles inundables y la planificación local de mitigación de riesgos.

Borrador

Ley Stafford - Sección 203 (BRIC)

El programa Construyendo Infraestructura y Comunidades Resilientes (BRIC, por sus siglas en inglés) apoya proyectos de mitigación al proveer financiamiento previo al desastre para ayudar a las comunidades a reducir riesgos por peligros naturales antes de que ocurran los desastres. Administrado por FEMA, BRIC se enfoca en inversiones costo-efectivas a largo plazo que aumenten la resiliencia de la infraestructura crítica, las líneas vitales y las comunidades. El programa financia actividades tales como mejoras a la infraestructura existente, proyectos de control de inundaciones, refuerzos sísmicos y soluciones basadas en la naturaleza, así como planificación de mitigación de riesgos y desarrollo de capacidades. BRIC enfatiza proyectos innovadores y de gran escala que atienden múltiples peligros y proveen beneficios comunitarios medibles. Al invertir en mitigación antes de los desastres, el programa BRIC ayuda a proteger vidas y propiedades, reducir costos futuros de desastres y apoyar un desarrollo más resiliente y sostenible.

5.3.2 Otras Fuentes de Financiamiento Federal

Las fuentes federales de financiamiento no administradas por FEMA pueden incluir:[11]

CDBG-DR

El programa de Subvenciones en Bloque para el Desarrollo Comunitario–Recuperación ante Desastres (CDBG-DR, por sus siglas en inglés) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD, por sus siglas en inglés) puede financiar la planificación y los proyectos de mitigación de riesgos mediante el apoyo a actividades que reduzcan el riesgo de desastres a largo plazo y atiendan necesidades de recuperación no satisfechas luego de un desastre mayor. Los fondos CDBG-DR pueden utilizarse para desarrollar o actualizar planes de mitigación de riesgos, realizar evaluaciones de riesgo y apoyar esfuerzos de planificación de resiliencia y mitigación que orienten inversiones futuras. Además, el programa puede financiar proyectos de mitigación tales como mejoras de drenaje, infraestructura para el control de inundaciones, elevación o adquisición de propiedades propensas a inundaciones, fortalecimiento de servicios públicos y otras medidas que reduzcan la vulnerabilidad ante peligros naturales. A diferencia de algunos programas de recuperación, CDBG-DR permite que las comunidades dirijan acciones de mitigación

[11] Esta lista no es exhaustiva

Borrador

aun cuando las instalaciones no hayan sido dañadas en el desastre más reciente, siempre que las actividades atiendan riesgos identificados.

CDBG-MIT

El programa de Subvenciones en Bloque para el Desarrollo Comunitario–Mitigación (CDBG-MIT, por sus siglas en inglés) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano apoya la planificación y los proyectos de mitigación de riesgos mediante la provisión de fondos federales específicamente dedicados a reducir riesgos futuros de desastres en comunidades que han experimentado desastres mayores. Los fondos CDBG-MIT pueden utilizarse para actividades de planificación de mitigación, tales como evaluaciones de riesgo, análisis de datos y desarrollo de estrategias que orienten inversiones de resiliencia a largo plazo. El programa también financia una amplia gama de proyectos de mitigación, incluidos la reducción del riesgo de inundaciones, el manejo de aguas pluviales, la mitigación de incendios forestales, mejoras de infraestructura resiliente y soluciones basadas en la naturaleza. CDBG-MIT enfatiza la atención a vulnerabilidades identificadas y áreas de pérdidas repetitivas, aun cuando estas no hayan sido directamente dañadas en un desastre reciente. Al enfocarse en la reducción prospectiva del riesgo, el programa ayuda a las comunidades a adaptarse proactivamente a futuros peligros. En general, CDBG-MIT 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 la manera en que apoyan la planificación y los proyectos de mitigación de riesgos. CDBG-DR se enfoca en la recuperación posterior a un desastre, con actividades de mitigación integradas en los esfuerzos de reconstrucción para atender necesidades no satisfechas y reducir riesgos futuros mientras las comunidades se recuperan. Bajo CDBG-DR, la planificación y los proyectos de mitigación deben estar estrechamente vinculados a las metas de recuperación por desastre y justificarse mediante impactos del desastre o evaluaciones de recuperación. En contraste, CDBG-MIT está específicamente dedicado a la mitigación de riesgos y a la reducción del riesgo a largo plazo, lo que permite a las comunidades financiar planificación y proyectos de mitigación incluso si las áreas o instalaciones no fueron dañadas en el desastre más reciente.

Programas de Resiliencia y Asistencia de Emergencia

Los Programas de Resiliencia y Asistencia de Emergencia de la Administración Federal

Borrador

de Carreteras (FHWA, por sus siglas en inglés) apoyan los Planes de Mitigación de Riesgos al promover la identificación y reducción de riesgos a la infraestructura de transportación ante peligros naturales. Mediante el Programa de Asistencia de Emergencia, la FHWA permite que medidas de mitigación y resiliencia —tales como mejoras de drenaje, elevación de carreteras y refuerzo de puentes— se incorporen en reparaciones posteriores a desastres. 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 estrategia de mitigación de los HMP aprobados por FEMA. Al integrar la mitigación de riesgos y la resiliencia en la planificación de transportación, estos programas ayudan a asegurar que las carreteras y puentes sean atendidos como líneas vitales críticas. En general, los programas de la FHWA complementan los Planes de Mitigación de Riesgos al apoyar acciones de mitigación enfocadas en la transportación que reducen futuras interrupciones y costos de reparación.

Servicio de Conservación de Recursos Naturales

El Programa de Incentivos para la Calidad Ambiental (EQIP, por sus siglas en inglés) y el programa de Operaciones de Cuencas y Prevención de Inundaciones (WFPO, por sus siglas en inglés) apoyan proyectos de mitigación de riesgos al atender riesgos a escala de paisaje y de cuenca hidrográfica mediante mejoras de conservación e infraestructura. El EQIP, administrado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), provee asistencia financiera y técnica a propietarios de terrenos para implementar prácticas de conservación que reduzcan la erosión, manejen la escorrentía, mejoren la salud del suelo y mitiguen riesgos asociados con inundaciones, sequías e incendios forestales. Estas prácticas —tales como manejo de vegetación, estabilización de riberas y retención de agua— ayudan a reducir los impactos de inundación aguas abajo y aumentan la resiliencia ante la variabilidad climática. El programa WFPO apoya la mitigación a mayor escala mediante medidas estructurales y no estructurales, incluidas represas pequeñas, estructuras de retención de aguas de inundación, mejoras de canales y planificación de cuencas hidrográficas. En conjunto, estos programas reducen la exposición a peligros aguas arriba, protegen comunidades e infraestructura aguas abajo e integran el manejo de recursos naturales en las estrategias de mitigación de inundaciones y sequías a largo plazo.

Borrador

5.3.3 Fondos Locales

Vega Alta, al igual que otros municipios en Puerto Rico, recibe ingresos del Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (CRIM). Otras fuentes de financiamiento incluyen ingresos provenientes del Impuesto sobre Ventas y Uso (IVU), fondos legislativos que puedan ser asignados de tiempo en tiempo y otras fuentes. Dependiendo del estado de las finanzas municipales, el municipio podría determinar que existen fondos disponibles que pueden utilizarse para pagar o cubrir el pareo local requerido para proyectos de mitigación.

Sin embargo, la mayoría de los proyectos principales de mejoras capitales dependen de transferencias de fondos federales. El uso de fondos federales varía ampliamente de un año a otro. En algunos casos, estos fondos se utilizan para cubrir costos asociados con la creación y el monitoreo de programas específicos, como por ejemplo programas de Sección 8 o de vivienda. En otros casos, los fondos se utilizan para financiar proyectos principales de mejoras capitales.

5.4 Capacidad de Divulgación y Comunicación (C1-a)

Desarrollar una capacidad sólida de divulgación y comunicación es esencial para la implementación exitosa de un Plan de Mitigación de Riesgos, ya que una comunicación efectiva del riesgo permite que los residentes reconozcan sus riesgos, participen activamente en los procesos de planificación y tomen decisiones informadas para reducir posibles impactos. La guía de FEMA subraya la importancia de establecer estrategias de participación tempranas y cuidadosamente diseñadas para asegurar que las partes interesadas clave intercambien información en el momento adecuado, promoviendo una conciencia compartida sobre los peligros 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 las personas y comunidades a actuar para limitar daños. La investigación demuestra además que los esfuerzos de divulgación son más exitosos cuando los mensajes están claramente definidos, se adaptan a audiencias específicas y se transmiten a través de fuentes confiables. Las comunidades que priorizan la divulgación —mediante la colaboración con líderes locales, el uso de diversos canales de comunicación y la adaptación de mensajes a distintos grupos poblacionales— tienden a lograr una mayor participación pública e incorporar de manera más efectiva los comentarios de la comunidad en la planificación de

Borrador

mitigación de riesgos. Estas prácticas contribuyen, en última instancia, 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 se incluye un organigrama de esta oficina en el Apéndice F. El Municipio utiliza tanto plataformas de redes sociales para comunicación en tiempo real como métodos tradicionales para divulgar información al público. Además, la Oficina de Planificación administra la Junta Comunitaria responsable de las decisiones de uso de terrenos, la cual está compuesta en gran medida por residentes municipales. Esta junta sirve como un foro importante para la participación pública y ofrece una oportunidad para ampliar y fortalecer aún más la capacidad de divulgación y comunicación del Municipio.

La Tabla 48 detalla las herramientas de comunicación disponibles para el municipio.

Tabla 48: Mecanismo de Difusión

Herramientas para divulgación	Presente or no presente	Descripción	Agencia u oficina responsable
Redes sociales	✓	Página de Facebook	Página de Facebook
Material impreso de la Junta de Planificación	✓	Material impreso relacionado con la mitigación de riesgos, enfocado en el peligro de inundación	Material impreso relacionado con la mitigación de riesgos, enfocado en el peligro de inundación
Reuniones comunitarias	✓	Reunión de divulgación comunitaria para alcanzar a personas que no tienen acceso a redes sociales	Varias

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 el

Borrador

peritaje, los recursos y los marcos organizacionales necesarios para pasar de la planificación a acciones sostenidas de reducción de riesgos. La guía de FEMA enfatiza que una planificación de mitigación efectiva depende de equipos bien coordinados, acceso a datos técnicos confiables y la capacidad de colaborar entre agencias y partes interesadas, elementos que afectan directamente la ejecución de las estrategias de mitigación. Evaluaciones nacionales han demostrado que los gobiernos locales y estatales a menudo enfrentan retos para implementar proyectos de mitigación, no por falta de compromiso, sino debido a asistencia técnica limitada, capacidad administrativa restringida y participación insuficiente en los programas federales de apoyo. Estudios enfocados en comunidades con baja capacidad demuestran además que las brechas en conocimiento técnico, adiestramiento y participación del liderazgo pueden obstaculizar significativamente los resultados de mitigación. Estos hallazgos resaltan la importancia de fortalecer las destrezas de la fuerza laboral, mejorar la orientación y las herramientas disponibles, y reforzar el apoyo institucional para lograr resiliencia a largo plazo.

El Municipio continúa fortaleciendo su capacidad de mitigación mediante la retención de profesionales cualificados, ya sea como personal o contratistas, según surjan las necesidades. También participa activamente en oportunidades de adiestramiento y educación continua ofrecidas por agencias del Estado Libre Asociado e instituciones académicas para desarrollar y mantener el peritaje técnico e institucional necesario para apoyar los esfuerzos de mitigación de riesgos.

Borrador

6. Plan de Acción para la Mitigación

Las metas, los objetivos y las acciones de mitigación descritas en este Plan se basan en las discusiones sostenidas por el Comité designado del Plan de Mitigación, así como en las actividades de participación pública realizadas hasta la fecha.

6.1 Requerimientos de Estrategias de Mitigación

La regulación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(3) establece los requisitos relacionados con la estrategia de mitigación para los planes locales de mitigación.
El Plan debe incluir lo siguiente:
Una estrategia de mitigación que proporcione a la jurisdicción, un marco para reducir las pérdidas potenciales identificadas en la evaluación de riesgos, basada en las autoridades, políticas, programas y recursos existentes, así como en su capacidad para ampliar y mejorar las herramientas disponibles.

Esta sección debe incluir:

- Una descripción de las metas de mitigación orientadas a reducir o evitar las vulnerabilidades a largo plazo asociadas con las amenazas identificadas.
- Una sección que identifique y analice una gama integral de acciones y proyectos específicos de mitigación que se estén considerando para reducir los efectos de cada amenaza, con especial énfasis en las edificaciones existentes y nuevas, así como en la infraestructura.
- Una descripción de la participación de la jurisdicción en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (*National Flood Insurance Program*, NFIP) y del cumplimiento de los requisitos del NFIP, según corresponda.
- Un plan de acción que describa cómo las acciones identificadas serán priorizadas, implementadas y administradas por la jurisdicción local. La priorización deberá incluir un énfasis especial en cómo se maximizan los beneficios, basado en una evaluación de costo-beneficio de los proyectos propuestos, junto con los costos asociados a dichos proyectos.

Borrador

6.2 Metas de Mitigación (C3-a)

6.2.1 Metas y Objetivos

Meta 1: Minimizar la pérdida de vidas y reducir la exposición de la población a amenazas naturales y provocadas por el ser humano.

Objetivo 1.1: Mejorar los sistemas de alerta de desastres y de información pública.
Objetivo 1.2: Fortalecer la planificación para la preparación y respuesta ante emergencias.
Objetivo 1.3: Reforzar las alianzas interagenciales y comunitarias.
Objetivo 1.4: Gestionar fondos y recursos para las iniciativas de mitigación.
Objetivo 1.5: Proteger los recursos naturales y ambientales.
Objetivo 1.6: Reducir el riesgo en áreas vulnerables propensas a amenazas.

Meta 2: Continuar reduciendo y previniendo los daños y las pérdidas de la propiedad pública y privada.

Objetivo 2.1: Aumentar la cobertura de seguros en las áreas propensas a amenazas.
Objetivo 2.2: Proteger los edificios e infraestructuras críticas.
Objetivo 2.3: Reducir las pérdidas recurrentes mediante proyectos de mitigación dirigidos.
Objetivo 2.4: Identificar y evaluar las propiedades en riesgo.

Meta 3: Reducir las pérdidas económicas y las interrupciones ocasionadas por eventos naturales y amenazas provocadas por el ser humano.

Objetivo 3.1: Proteger a los negocios y comercios de las pérdidas relacionadas con desastres.
Objetivo 3.2: Promover la preparación empresarial y la planificación para la continuidad de operaciones.
Objetivo 3.3: Apoyar el acceso a asistencia y recursos para la recuperación posterior a los desastres.

Borrador

Meta 4: Mejorar la efectividad de los planes y servicios de emergencia mediante la operación continua de instalaciones esenciales antes, durante y después de eventos de desastre.

Objetivo 4.1: Fortalecer la resiliencia y protección de las instalaciones esenciales y los servicios de emergencia.

Objetivo 4.2: Reforzar las capacidades locales de respuesta ante emergencias mediante la adquisición de equipos y recursos críticos.

Objetivo 4.3: Mejorar y ampliar la rotulación de las rutas de evacuación de emergencia.

Objetivo 4.4: Fortalecer la capacitación y el desarrollo profesional del personal de manejo de emergencias.

Objetivo 4.5: Mantener y ampliar la infraestructura que respalda los servicios y operaciones de emergencia.

Meta 5: Continuar promoviendo el desarrollo comunitario sostenible y resiliente.

Objetivo 5.1: Integrar estrategias de mitigación de riesgos en los procesos municipales de planificación y desarrollo.

Objetivo 5.2: Prevenir el desarrollo en áreas propensas a amenazas mediante regulaciones efectivas de uso de terrenos y su cumplimiento.

Objetivo 5.3: Promover el cumplimiento de los códigos de construcción para fortalecer la resiliencia estructural.

Objetivo 5.4: Ampliar la participación ciudadana en los procesos locales de planificación y toma de decisiones.

Meta 6: Fortalecer la concienciación pública y la participación comunitaria en la mitigación de riesgos.

Objetivo 6.1: Incrementar los esfuerzos de divulgación y educación pública sobre las amenazas y las actividades de mitigación.

Objetivo 6.2: Fortalecer la colaboración con los medios de comunicación locales para apoyar la comunicación de riesgos y la concienciación pública.

Borrador

6.2.2 Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación

El Municipio también adopta la Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación y las siguientes metas:

- Meta 1: Demostrar cómo las inversiones en mitigación reducen el riesgo - Toda la comunidad desarrollará un entendimiento compartido sobre la inversión en mitigación y su valor. Específicamente, toda la comunidad comprenderá cómo las inversiones efectivas en mitigación pueden proteger a las personas, las viviendas, los vecindarios, los recursos culturales e históricos, los ecosistemas y las líneas vitales, tales como comunicaciones, energía, transportación y agua. El gobierno federal y sus socios no federales crearán un vocabulario compartido y medidas comunes para comunicar información sobre el riesgo e identificar oportunidades para educar, contratar, adiestrar y desarrollar una base de profesionales cualificados en mitigación.
- Meta 2: Coordinar las 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 sencillo a los fondos existentes. Dicha coordinación ayudará a toda la comunidad a justificar las inversiones en mitigación y a seleccionar las acciones más costo-efectivas y razonables.
- Meta 3: Convertir la inversión en mitigación en una práctica estándar - Toda la comunidad incorporará la mitigación en las decisiones de inversión, especialmente en edificios e infraestructura. El gobierno federal y sus socios no federales utilizarán y ampliarán productos y enfoques financieros para la inversión en mitigación, incluidos fondos, incentivos y oportunidades de transferencia de riesgo financiero. El gobierno federal y sus socios no federales también harán de la mitigación una práctica profesional estándar, fundamental para proteger las líneas vitales, los servicios y la seguridad nacional.

6.3 Criterios de Selección de Estrategias

Se utilizaron las siguientes metodologías para seleccionar las acciones de mitigación:

- El Comité de Planificación revisó las acciones de mitigación incluidas en el Plan de Mitigación anterior.
- El Comité evaluó dichas acciones y determinó cuáles eran apropiadas para incluirse en el Plan actual.

Borrador

    - La medida ya había sido implementada durante el periodo del plan anterior y no constituía una acción recurrente o continua.
    - La medida ya no era necesaria o útil con base en información nueva. Esto aplica a las acciones de mitigación vinculadas a los peligros, riesgos y vulnerabilidades identificados.
- Los miembros del Comité evaluaron y añadieron nuevas medidas. Estas nuevas acciones fueron propuestas con base en la experiencia profesional de los miembros del Comité y en las sugerencias recibidas de miembros de la comunidad.
- El Comité revisó el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico 2026 durante la preparación de esta actualización del LHMP. Los perfiles de riesgo, capacidades estatales, metas de mitigación y acciones estatales pertinentes fueron considerados durante la evaluación de riesgos, la evaluación de capacidades y el desarrollo de la estrategia de mitigación municipal.

Las estrategias de mitigación del Municipio de Vega Alta fueron evaluadas por el Comité utilizando la metodología STAPLEE (por sus siglas en inglés). Esta metodología provee los criterios de selección utilizados para evaluar los proyectos incluidos en la sección anterior. La técnica aplica siete criterios de evaluación:

- S – Social: La acción propuesta debe ser socialmente aceptable.
- T – Técnica: La acción propuesta debe ser técnicamente viable.
- A – Administrativa: La comunidad debe contar con la capacidad para implementar la acción —por ejemplo, determinar si la agencia responsable tiene la capacidad de supervisar el proyecto de mitigación.
- P – Política: Las acciones de mitigación deben ser políticamente aceptables.
- L – Legal: La comunidad debe tener la autoridad para implementar la acción propuesta.
- E – Económica: Las consideraciones económicas deben incluir la base económica actual, el crecimiento proyectado y los costos de oportunidad.
- E – Ambiental: Se debe considerar el impacto ambiental, tomando en cuenta los requisitos estatutarios y el interés público en mantener comunidades sostenibles y ambientalmente saludables.

Borrador

6.4 Categorías de Estrategias de Mitigación

Para comprender mejor las estrategias de mitigación seleccionadas, este LHMP clasifica dichas estrategias en cinco categorías amplias, según se muestra a continuación.

- Prevención - Las actividades de prevención tienen como objetivo evitar que los peligros creen o agraven problemas. Estas acciones normalmente se llevan a cabo mediante programas gubernamentales o medidas reglamentarias que orientan el desarrollo del uso del suelo y las prácticas de construcción. La prevención es especialmente efectiva para reducir la vulnerabilidad futura en áreas que aún no han sido desarrolladas. Algunos ejemplos incluyen:
    - Planificación y zonificación
    - Códigos de construcción
    - Preservación de espacios abiertos
    - Reglamentación de valles inundables
    - Reglamentación de manejo de aguas pluviales
    - Mantenimiento de sistemas de drenaje
    - Programación de mejoras capitales
    - Realineamiento de riberas
    - Proyectos dirigidos a zonas de fallas

- Protección de la propiedad - Estas medidas implican modificar edificios y estructuras existentes para que puedan resistir peligros naturales, o remover estructuras ubicadas en áreas de alto riesgo. Algunos ejemplos incluyen:
    - Adquisición de propiedades
    - Reubicación
    - Elevación de estructuras
    - Protección de instalaciones críticas
    - Rehabilitaciones estructurales, como protección contra vientos, protección contra inundaciones y técnicas sísmicas
    - Cuartos seguros, tormenteras y ventanas resistentes a impactos
    - Pólizas de seguro

- Protección de recursos naturales - Estas actividades reducen el impacto de los desastres naturales mediante la preservación o restauración de áreas naturales que ofrecen beneficios de protección. Estas áreas incluyen llanuras inundables, humedales, pendientes pronunciadas y dunas de arena. Los

Borrador

parques, las agencias recreativas y las organizaciones de conservación comúnmente implementan medidas tales como:

- Protección contra inundaciones
- Manejo de cuencas hidrográficas
- Franjas ribereñas de amortiguamiento
- Manejo de bosques y vegetación, incluido el control de incendios forestales y de cargas de combustible
- Control de erosión y sedimentación
- Preservación y restauración de humedales
- Preservación de hábitats
- Estabilización de taludes

- Mitigación estructural - Estos proyectos tienen como propósito reducir el impacto de los desastres mediante el control o la alteración del flujo natural de los eventos de peligro a través de obras de ingeniería. Estos proyectos usualmente son diseñados por ingenieros y mantenidos por equipos de obras públicas. Algunos ejemplos incluyen:
  - Embalses
  - Represas, diques y muros de contención
  - Sistemas de desvío, detención y retención
  - Modificaciones de canales
  - Sistemas de drenaje pluvial
  - Instalación de alcantarillas pluviales e infraestructura relacionada

- Servicios de emergencia - Aunque por lo general no se clasifican como mitigación, las medidas de manejo de emergencias reducen los impactos humanos y a la propiedad ocasionados por peligros naturales. Estas acciones ocurren inmediatamente antes, durante o después de un desastre. Algunos ejemplos incluyen:
  - Sistemas de alerta
  - Manejo y planificación de evacuaciones
  - Simulacros y adiestramientos de respuesta a emergencias
  - Medidas de control de inundaciones
  - Instalación de tormenteras

- Concienciación pública y divulgación - Estos esfuerzos ayudan a informar a residentes, funcionarios electos, dueños de negocios, compradores de vivienda y visitantes sobre áreas propensas a peligros y técnicas de mitigación que

Borrador

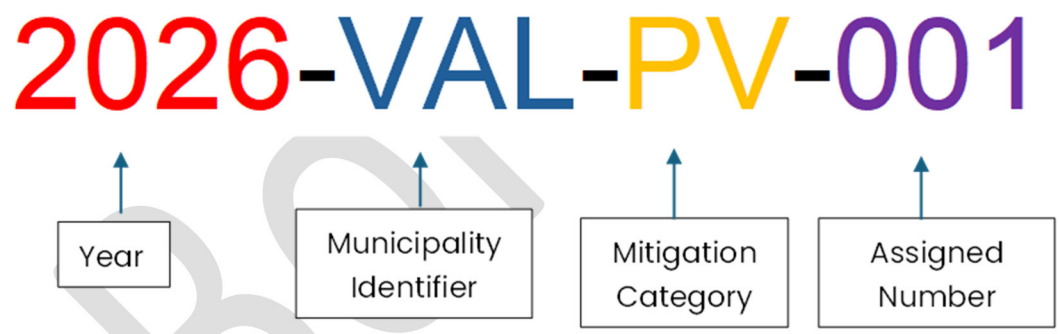
pueden utilizar para protegerse a sí mismos y a su propiedad. Algunos ejemplos incluyen:

- Proyectos de divulgación
- Eventos demostrativos y presentaciones de invitados
- Materiales informativos sobre peligros
- Información de riesgo específica por propiedad
- Materiales para bibliotecas
- Programas educativos para niños
- Exposición a información relacionada con riesgos

6.5 Estrategias de Mitigación (C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2.b)

Para mejorar el seguimiento y la actualización, a cada estrategia de mitigación se le ha asignado un número de identificación único. La siguiente figura muestra el significado de la nomenclatura.

Figura 34: Nomenclatura



Cada estrategia de mitigación identificada deberá incluir:

- Categoría asignada,
- Peligro(s) mitigado(s),
- Prioridad,
- Entidad responsable,
- Fuente de financiamiento,
- Costo estimado, cuando esté disponible,
- Beneficio cualitativo, si aplica
- Horizonte de tiempo,

- Estatus,
- Ubicación en el plan del 2020, si aplica.

Borrador

Tabla 49: Estrategias e Mitigación (Regulaciones y Políticas Locales)

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-001	P-1	**Cerro Gordo: Limpieza del Caño que bordea parte de la Comunidad Cerro Gordo**. Implementar un programa de reducción de riesgo de inundación en la comunidad Cerro Gordo mediante monitoreo del caño, identificación de puntos de obstrucción recurrente, eliminación de restricciones hidráulicas, mejoras al sistema de drenaje y mantenimiento preventivo programado para reducir la recurrencia de inundaciones y proteger las propiedades adyacentes.	Inundación	Alta	Sistemas de Aguas	Oficina de Planificacion, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Oficina de Obras Públicas Municipal Departamento de Recursos Naturales	Estatales y Federales	Mediano Plazo	Status Actual: **En Ejecución continua** – Esta estrategia de limpieza periódica se ha realizado unas 5 veces desde 2022 al presente. MAVA mantiene monitoreo constante del Caño particularmente durante eventos de inundaciones o lluvias para evitar el impacto adverso en estas comunidades. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de inundaciones, mejora el drenaje pluvial, disminuye riesgos a la salud pública y protege las propiedades cercanas. **Prevención**: 1- Remover sedimentos, basura, vegetación invasiva y cualquier obstrucción que reduzca la capacidad hidráulica del caño. 2-Establecer un programa de inspección y mantenimiento después de eventos de lluvia intensa.3-Evaluación hidráulica para determinar si el caño tiene la capacidad de manejar eventos de lluvia por diseño. **Mitigación:** 1- Estabilización de taludes y márgenes para control de erosión mediante geotextiles, mantas de erosión o vegetación. 2- Monitoreo meteorológico de los pronósticos del Servicio Nacional de Meteorología para detectar cualquier evento severo. **Se elaboró la descripción de esta estrategia con relación al Plan 2020 para mejorar su implementación.**

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-002	p-2	Carretera Estatal PR2. Proveer mantenimiento al alcantarillado pluvial para evitar inundaciones por lluvias de baja intensidad.	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Planificación, Oficina de Manejo de Emergencias, Oficina de Obras Públicas. DTOP y ACT	Estatales y Municipales	Corto Plazo	Status Actual: En **Ejecución continua** – Esta estrategia se realiza cada 6 meses. MAVA continua monitoreo constante de eventos de inundaciones o lluvias para evitar el impacto adverso en estas comunidades y en esta vía principal para facilitar el acceso. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Disminuye la ocurrencia de inundaciones, mantiene el flujo adecuado de escorrentías y mejora la seguridad vial. **Prevención** 1. Realizar inspecciones y limpieza programada de los sistemas de alcantarillado pluvial, eliminando sedimentos, basura, hojas y otros materiales que puedan obstruir el flujo de agua.2. Implementar un programa de monitoreo y evaluación periódica de la infraestructura pluvial, identificando y corrigiendo deterioros, grietas o conexiones defectuosas antes de que afecten su funcionamiento. **Mitigación**: 1. Atender de forma inmediata las obstrucciones o daños identificados durante las inspecciones, utilizando equipos especializados para restablecer la capacidad hidráulica del sistema. 2. Establecer procedimientos de respuesta ante eventos de lluvia, incluyendo limpieza de emergencia, monitoreo de puntos críticos de inundación y coordinación con las agencias municipales para minimizar los impactos en las áreas afectadas.
2026-VAL-P-003	P-3	Urb. Extensión Santa Ana - Comisionar un estudio Hidrológico-Hidráulico (HH) para determinar el flujo que discurre hacia la carretera.	Inundación	Mediana	Transportación	Oficina de Planificación	Municipales	Largo Plazo	Status Actual: **Completado** – Esta estrategia se realizó en su totalidad en 2022 y 2023. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Disminuye la ocurrencia de inundaciones, mantiene el flujo adecuado de escorrentías y mejora la seguridad vial. **Esta estrategia no se incluirá para el próximo proceso de actualización del Plan 2031.**
2026-VAL-P-004	P-4	**Sector Comunidad Morán, y Sector de Breñas:** Limpieza y mejoras a sumideros en estos sectores. Además, se considera desarrollar un Estudio HH para determinar posibles mejoras.	Inundación	Mediana	Sistemas de Aguas	Oficina de Planificación, Obras Publicas Municipal	Estatales y Federales	Corto Plazo	Status Actual: **Completado** – Esta estrategia se realizó en 2024 tanto el estudio como limpieza de los sumideros. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de inundaciones, mejora la capacidad del sistema pluvial y protege las comunidades afectadas. **Esta estrategia no se incluirá para el próximo proceso de actualización del Plan 2031.**

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-005	P-5	Creación de unidad de planificación estratégica sobre mitigación de riesgos naturales múltiples como parte de la oficina de Planificación y Ordenamiento Territorial.	Todos	Alta	Seguridad	Oficina de Planificación	Municipales	Corto Plazo	Status Actual: **En Ejecución** – El municipio asignó personal para establecer la unidad de planificación estratégica que aún está en progreso. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: proveer mejores servicios a las comunidades.
2026-VAL-P-006	P-6	Preparar un Inventario de Lugares Susceptibles a Deslizamientos con el propósito de estimar el nivel de riesgo de los sectores contiguos.	Deslizamiento	Alta	Seguridad	Oficina de Manejo de Emergencias	Estatales y Federales	Largo Plazo	Status Actual: **En Ejecución continua.** MAVA continua monitoreando durante lluvias intensas comunidades como Pámpanos, Maricao, Mavilla, Candelaria, Cieneguetas y Bajuras susceptibles a deslizamientos. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: identificar áreas susceptibles. **Prevención**: 1. Realizar inspecciones geotécnicas y evaluaciones de campo periódicas para identificar áreas con pendientes inestables, erosión activa o condiciones que puedan propiciar deslizamientos. 2. Desarrollar y actualizar un sistema de información geográfica (SIG) e inventario de zonas susceptibles, incorporando datos históricos, características topográficas y cambios en el uso del terreno. **Mitigación**: 1. Implementar monitoreo continuo en las áreas identificadas como de alto riesgo, incluyendo observación de grietas, movimientos de terreno y efectos de lluvias intensas para activar alertas tempranas. 2. Priorizar y ejecutar medidas correctivas en los sectores de mayor riesgo, tales como estabilización de taludes, mejoras de drenaje pluvial y controles de erosión para reducir la probabilidad de deslizamientos y sus impactos sobre las comunidades cercanas.
2026-VAL-P-007	P-7	Formular un Plan para la evaluación de todas las residencias ubicadas en áreas bajo riesgos recurrentes, e incluir estrategias de adquisición y relocalización de familias.	Todos	Alta	Comida, Hidratación y Refugio	Oficina de Planificación Oficina Municipal de Manejo de Emergencias	Municipales	Largo Plazo	Status Actual: **: En Ejecución continua –**Se han gestionado la reubicación de familias en las Comunidades de Ponderosa, Calle 8. La OMME continua monitoreando para identificar familias afectadas. : Reduce la exposición de familias a peligros naturales y fortalece la resiliencia comunitaria mediante soluciones permanentes.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-008	P-8	Orientar a la ciudadanía sobre la importancia de adquirir un seguro contra inundaciones y deslizamientos.	Inundación/ Deslizamiento	Alta	Seguridad		Estatales y Federales	Largo Plazo	Status Actual: **En Ejecución continua –** Esta estrategia se lleva a cabo en coordinación con la oficina de Planificacion y la OMME en comunidades afectadas. Esto se refuerza particularmente en declaraciones de emergencia. Esta información además se divulga durante las ferias de servicio. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: reducción de riesgo de vida y propiedad del residente y que esté protegido en caso de un desastre natural asociado a inundaciones o deslizamientos.
2026-VAL-P-009	P-9	Prohibir o restringir la construcción en áreas identificadas como zonas de marejadas, VE y áreas identificadas como susceptibles a tsunamis, salvo que se haya implementado una medida de mitigación efectiva y sea estrictamente necesario.	Modificación Costera; Ciclón Tropical; Tsunami	Alta	Seguridad	Oficina de Planificación OMME, Comité de Erosión Costera (COREPI-PR) DRNA	Locales Estatales/Federales	Inmediato	Status Actual: **En Ejecución** – El MAVA actualizo el Plan de Ordenamiento Territorial en diciembre, 2025 donde se atienden algunas disposiciones para regular o reducir los riesgos de vida y propiedad en zonas costeras. MAVA continua monitoreando comunidades e infraestructura municipal. Esta estrategia se ejecuta como prevención de construcciones en áreas identificadas susceptibles a marejada ciclónica y Tsunami. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Evita nuevas construcciones en áreas vulnerables, reduce pérdidas futuras y promueve un desarrollo seguro y resiliente.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-010	P-10	Mantener un inventario en la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias de los eventos de incendios en el municipio.	Fuego Vegetativo	Mediana	Seguridad	Oficina de Manejo de Emergencias	Municipales	Largo Plazo	Status Actual: **En Ejecución continua** – Esta estrategia se nutre con información constante. MAVA mantiene un inventario de eventos de incendios que se somete a su vez al Negociado de Manejo de Emergencias (NME). Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: se prepara un informe mensual de incidentes para poder identificar áreas susceptibles para prevención futura. **Prevención**: 1.Realizar inspecciones y limpieza programada de los sistemas de alcantarillado pluvial, eliminando sedimentos, basura, hojas y otros materiales que puedan obstruir el flujo de agua. 2. Implementar un programa de monitoreo y evaluación periódica de la infraestructura pluvial, identificando y corrigiendo deterioros, grietas o conexiones defectuosas antes de que afecten su funcionamiento. **Mitigación**:1. Atender de forma inmediata las obstrucciones o daños identificados durante las inspecciones, utilizando equipos especializados para restablecer la capacidad hidráulica del sistema. 2. Establecer procedimientos de respuesta ante eventos de lluvia, incluyendo limpieza de emergencia, monitoreo de puntos críticos de inundación y coordinación con las agencias municipales para minimizar los impactos en las áreas afectadas.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-P-011	P-11	Instalación de tormenteras y de generadores en el centro de Gobierno y OMME Municipal.	Ciclón Tropical	Alta	Energía	Oficina de Planificación Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	Locales Estatales/Federales	Corto Plazo	Status Actual: **Financiación** – Los fondos fueron aprobados por FEMA para generadores. Está próximo para proceso de subasta. Están pendiente aún los fondos para las tormenteras Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Garantiza la continuidad de los servicios esenciales y mejora la capacidad de respuesta del municipio durante emergencias. .**Prevención**: 1. Instalar tormenteras certificadas y resistentes a vientos de huracán en puertas, ventanas y demás aberturas críticas para reducir la vulnerabilidad de las instalaciones ante eventos atmosféricos severos.2. Realizar inspecciones y mantenimiento preventivo periódico a los generadores y sistemas eléctricos de respaldo, asegurando su operabilidad antes de la temporada de huracanes y otros eventos de emergencia. **Mitigación**: 1. Mantener combustible, piezas de reemplazo y contratos de servicio disponibles para los generadores, garantizando la continuidad de operaciones durante interrupciones prolongadas del servicio eléctrico. 2. Desarrollar e implementar protocolos de emergencia para la activación de tormenteras y generadores, incluyendo adiestramientos al personal y pruebas periódicas de funcionamiento para minimizar interrupciones en los servicios esenciales del municipio.

Borrador

Tabla 50: Estrategias de Mitigación – Protección de la Propiedad

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PP-001	PP-1	**Creación de un Programa de Mejoras a Viviendas en sectores de los barrios Maricao y Candelaria: Maricao: Sectores Morán, Boquerón, El Nueve, Chinea, Capilla, Pachanga, y Cruz. Candelaria: Sector Villa del Río.** Encaminar un estudio técnico para evaluar el riesgo de deslizamientos que afecta las viviendas ubicadas en los sectores Morán, Boquerón, El Nueve, Chinea, Capilla, Pachanga y Cruz del barrio Maricao, así como en el sector Villa del Río del barrio Candelaria. El estudio incluirá evaluaciones geotécnicas, análisis de estabilidad de taludes, identificación de problemas de drenaje, documentación de daños existentes y determinación del nivel de riesgo a la vida y la propiedad. Como resultado, se desarrollará un inventario georreferenciado de estructuras vulnerables y una cartera priorizada de proyectos de mitigación que podrá incluir mejoras de drenaje, estabilización de taludes, control de erosión, revegetación, medidas estructurales y, cuando sea necesario, alternativas de relocalización voluntaria para propiedades con riesgo elevado.	Ciclón Tropical/Deslizamientos	Alta	Seguridad, Comida, Hidratación y Refugio	Oficina de Planificación e Ingeniería, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina Municipal de Obras Públicas	Municipal, Estatal (COR3, JPPR), Federal (FEMA HMGP, FEMA BRIC, HUD CDBG-MIT)	Mediano Plazo	Status Actual: En **Ejecución continua** – Aunque MAVA mantiene monitoreo frecuente a estas comunidades en eventos de lluvias fuertes, esta estrategia fue modificada con relación a la Estrategia PP-1 del Plan 2020 para definir mejor el alcance y facilitar su implementación. El Municipio ha identificado sectores residenciales con antecedentes de inestabilidad de terrenos y susceptibilidad a deslizamientos asociados a lluvias intensas, huracanes y erosión de taludes. Como primer paso para reducir la exposición de la población, se desarrollará un estudio técnico para caracterizar el riesgo existente y establecer prioridades de mitigación. Los resultados servirán de base para futuras solicitudes de fondos estatales y federales destinadas a la reducción del riesgo. Beneficios: 1. Reduce la exposición de personas y viviendas al riesgo de deslizamientos; 2. Disminuye el potencial de pérdida de vidas durante eventos de lluvia extrema. 3. Reduce daños recurrentes a viviendas e infraestructura comunitaria. 4. Mejora la resiliencia de comunidades ubicadas en áreas de pendiente.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PP-002	PP-2	**Programa de Mejoras a Viviendas en sectores de los barrios Maricao y Candelaria: Maricao: Sectores Morán, Boquerón, El Nueve, Chinea, Capilla, Pachanga, y Cruz Candelaria: Sector Villa del Río.** Diseño y priorización de proyectos o medidas de Mitigación para Viviendas Vulnerables a Deslizamientos en Sectores Prioritarios localizadas en los sectores Morán, Boquerón, El Nueve, Chinea, Capilla, Pachanga y Cruz del barrio Maricao, así como en el sector Villa del Río del barrio Candelaria. Las medidas a implementar o diseños de proyectos serán determinadas mediante los estudios geotécnicos y evaluaciones de riesgo desarrollados bajo la Estrategia de Evaluación de Riesgo por Deslizamientos (PP-1). Los proyectos podrán incluir mejoras de drenaje superficial y subterráneo, estabilización de taludes, construcción de muros de contención, medidas de control de erosión, revegetación con especies de raíces profundas, manejo de escorrentías, mejoras de infraestructura de acceso y otras acciones estructurales o basadas en naturaleza que reduzcan el riesgo a la vida y la propiedad.	Ciclón Tropical/Deslizamientos	Alta	Comida, Hidratación y Refugio	Oficina de Planificación	Municipal, Estatal (COR3, JPPR), Federal (FEMA HMGP, FEMA BRIC, HUD CDBG-MIT)	Mediano Plazo	Status Actual: **NUEVA**– Esta estrategia será implementada luego de completarse las evaluaciones geotécnicas y el proceso de priorización de riesgo identificado en la Estrategia de Evaluación de Riesgo por Deslizamientos (PP-1). Los resultados técnicos servirán para identificar las intervenciones más costo-efectivas y desarrollar solicitudes de financiamiento para la ejecución de proyectos de mitigación. Beneficios: 1. Reduce el riesgo a la vida y la propiedad. 2. Disminuye la probabilidad de daños estructurales durante eventos de lluvia extrema. 3. Reduce interrupciones a carreteras e infraestructura comunitaria. 3. Protege comunidades vulnerables ubicadas en terrenos inestables. 4. Reduce costos futuros de recuperación y respuesta.

Tabla 51 Estrategias de Mitigación Proyectos Estructurales

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-001	PE-1	**Control de inundaciones y de contaminantes en diversos sectores identificados por el MAVA.** Esta iniciativa busca identificar y priorizar las áreas del municipio más afectadas por inundaciones recurrentes y contaminación causada por la escorrentía pluvial, para desarrollar e implementar proyectos de mitigación que incluyan mejoras al drenaje, restauración de cauces, estabilización de márgenes, infraestructura verde y medidas de control de contaminantes. El objetivo es reducir los riesgos para la salud pública, minimizar los daños a la propiedad y mejorar la resiliencia de las comunidades vulnerables. Las principales áreas afectadas incluyen tramos de las carreteras PR-647, PR-620, PR-675, PR-676, PR-690, PR-693 y PR-2, debido principalmente al desbordamiento del Río Cibuco, la Quebrada Honda, la Quebrada Corea y el Caño Matamba, así como a deficiencias en los sistemas de drenaje. Entre las comunidades y sectores más vulnerables se encuentran Espinosa, Ponderosa, Machuchal, Candungo, Cachete, Cerro Gordo, Sabana Breñas y Sabana Hoyos, donde las inundaciones provocan cierres de carreteras, afectaciones a viviendas y problemas recurrentes de escorrentía durante eventos de lluvia intensa y tormentas severas.	Inundación	Alta	Sistemas de Aguas	Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Obras Públicas Municipal, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales; Autoridad de Carreteras y Transportación	Estatales y Municipales	Corto Plazo	Status Actual: Financiación – Este proyecto está en la solicitud de fondos para el diseño de la disposición de aguas residuales en los sectores más vulnerables a inundaciones según descrito en la estrategia. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce las inundaciones, mejora la calidad del agua y protege la infraestructura crítica y las comunidades.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-002	PE-2	Carretera 690 a la Altura de Estancias de Cerro Gordo: Elevación del Puente y de la carretera y mejoras al canal.	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Planificación	Estatales y Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – Se realizó limpieza del canal pero no la elevación del puente. El MAVA no contempla la elevación del puente dado que es una carretera estatal. Estamos en coordinación con las agencias estatales para mitigar. El MAVA continúa monitoreo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de inundaciones y mejora el acceso seguro a las comunidades durante eventos de lluvia intensa.
2026-VAL-PE-003	PE-3	El Corozo/Carmelita: Construcción de obras pluviales para conectar el canal y dirigir las aguas a la Ciénaga Prieta.	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Planificación e Ingeniería, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Obras Públicas Municipal, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales; Autoridad de Carreteras y Transportación	Estatales y Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – – El MAVA continua monitoreo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Mejora el manejo de escorrentías, disminuye inundaciones recurrentes y protege la infraestructura vial.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-004	PE-4	El Corozo/Carmelita: Construir tubería pluvial en las Carmelita. En el área de Carmelita hay un canal donde llegan las escorrentías de todas las calles de la comunidad. Una de las calles más afectadas por las inundaciones es la calle 7. Este canal discurre por el lado oeste de la PR-690 frente a la Ferretería Corozo y luego cruza al este por debajo de le PR-690 hacia las charcas que ubican detrás de la ferretería y a su vez terreno adentro al canal que cruza nuevamente al lado de la Finca La Solución. Se recomienda alargar ese canal de desagüe para que, en vez de cruzar hacia el este, llevarlo paralelo a la PR-690 hasta el canal al lado de la Finca La Solución. El costo mayor seria pasar la tubería por debajo de la intersección que da entrada a la farmacéutica cercana (intersección 690).	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Planificación e Ingeniería, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Obras Públicas Municipal Departamento de Recursos Naturales y Ambientales; Autoridad de Carreteras y Transportación	Estatales y federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – MAVA continua monitoreo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Aumenta la capacidad del sistema de drenaje, reduce daños por inundaciones y mejora la movilidad de la comunidad.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-005	PE-5	Desarrollar un Plan de Manejo para Mejorar el Cauce y las Orillas de la Quebrada Honda desde su nacimiento en el Sector Fortuna del Barrio Espinosa, hasta su desembocadura en el Río Cibuco en el Barrio Bajura. La meta del Plan sería reducir el impacto a las comunidades causados por las inundaciones de la Quebrada. La canalización de la Quebrada enfrenta varios retos ya que los lugares problemáticos (por lo difícil y costoso) son donde pasa por debajo de la PR2 (dos ocasiones) y por debajo de la PR690. Considero que proyectos estructurales tales como la canalización del cauce y la construcción de gaviones son técnicamente difíciles y sumamente costosos. Por otro lado, el Plan debería proponer proyectos no estructurales, los cuales son más viables técnicamente y menos costosos. Algunos ejemplos de estos proyectos serían: 1. limpieza de escombros dentro, y a todo lo largo del cauce, incluyendo las áreas bajo la PR2 y la PR690 2. orientación a las comunidades sobre la disposición de basura en la Quebrada 3. limpieza de sus orillas 4. control de la erosión y sedimentación a lo largo del cauce pequeñas modificaciones del cauce allí donde sea estrictamente necesario y el impacto ambiental sea mínimo.	Inundación	Alta	Sistemas de Aguas	Obras Públicas Municipal y Oficina para el Manejo de Emergencias	Estatales y Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – En tres ocasiones antes del año 2024 se realizó el dragado de la Quebrada Honda a lo largo del segmento comenzando desde la cancha de baloncesto de la Ponderosa hasta llegar a la carretera PR 690. Estos proyectos fueron realizados con fondos municipales y fondos del Departamento de Recursos Naturales (DRNA). En el mes de marzo del año 2026 se realizó el dragado de la Quebrada Honda desde la cancha de baloncesto de la Ponderosa hasta la carretera PR 690 y los fondos para estos proyectos fueron provistos por el municipio y por el Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP). MAVA continua monitoreo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de inundaciones mediante medidas sostenibles y mejora las condiciones ambientales del cauce.
2026-VAL-PE-006	PE-6	Bajura Sector Nevelio Dávila. Desarrollar un Estudio HH para determinar el nivel de la inundación a fin de desarrollar medidas de mitigación.	Inundación	Mediana	Transportación	Obras Publicas, Oficina de Manejo de Emergencias	Municipal, Estatal (COR3, PREMB, JPPR), Federal (FEMA HMGP, FEMA BRIC, HUD CDBG-MIT)	Inmediato	Status Actual: En Ejecución continua – Se realizó limpieza desde PR 676 hasta PR 2 en Mayo 2026 . . El MAVA mantiene monitoreo continuo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Identifica soluciones de mitigación basadas en datos técnicos para reducir el riesgo de inundación.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-007	PE-7	El Batey y Abra Williams: Limpieza de Alcantarillas	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Obras Públicas Municipal, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	Estatales y federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – Esta estrategia se realiza cada 3 a 4 meses en coordinación entre Obras Publicas y la OMME. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Mantiene el funcionamiento del sistema pluvial, reduce inundaciones y protege las vías de acceso.
2026-VAL-PE-008	PE-8	Quebrada Los Pitirres –Korea y Machuchal. Proyectos estructurales tales como la entubación de esta quebrada son técnicamente difícil, sino imposible, además de muy costosa. La estrategia por implantarse en este caso es la desarrollar proyectos no estructurales, los cuales son más viables técnicamente y menos costosos. Algunos ejemplos de estos proyectos serían: limpieza de escombros dentro, y a todo lo largo del cauce; 2. orientación a las comunidades relacionadas sobre las consecuencias de tirar basura en la Quebrada; 3. limpieza de sus orillas donde sea factible; 4. pequeñas modificaciones del cauce allí donde sea estrictamente necesario y el impacto ambiental sea mínimo; 5. evaluar la posibilidad de relocalizar algunas viviendas ubicadas sobre el cauce.	Inundación	Alta	Sistemas de Aguas	Oficina de Planificación	Estatales y federales (HMGP)	Corto Plazo	Status Actual: En Permisos – El proyecto fase I fue aprobado en 2024, solo para la Quebrada Machuchal: MEJORAS AL CAUCE EXISTENTE – SECTOR MACHUCHAL HMGP NO. 4339-0294 en proceso de permisos. El propósito del proyecto es restablecer la funcionalidad hidráulica del cauce existente, reducir los procesos erosivos, estabilizar el terreno adyacente y proteger la infraestructura cercana. Con estas mejoras se busca aumentar la resiliencia del sistema de drenaje ante eventos de lluvia intensa y prolongar la vida útil de las estructuras asociadas. Además, MAVA mantiene monitoreo continuo. Durante el año 2024 se realizó el dragado de la quebrada Machuchal y fue cubierto con fondos municipales. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de inundaciones, mejora el flujo del cauce y fortalece la protección de las comunidades aledañas.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-009	PE-9	Sector Ojo de Agua: Levantar el Nivel de la Carretera 647 a lo largo de 2 kilómetros. Se modifica esta estrategia para mejorar su implementación a: **Evaluar e implementar mejoras hidráulicas para reducir inundaciones recurrentes en el Sector Ojo de Agua mediante alternativas estructurales y no estructurales, incluyendo mejoras al drenaje existente, ampliación de canales y otras medidas identificadas a través de estudios de ingeniería**. El Plan 2020 planteaba que: Esta estrategia viene del Plan de Mitigación de Vega Alta 2012. Consideración: sumamente costoso esta propuesta de levantar el nivel de la PR647 a lo largo de dos kilómetros. Considerar para este plan mejor alternativa (menos costosa e inconveniente) excavar una salida bajo la PR647 para dirigir el flujo del agua hacia un caño que conecta con el Río Cibuco. El Proyecto también incluiría el ensanche del caño.	Inundación	Alta	Transportación	Oficina de Planificación e Ingeniería, Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Obras Públicas Municipal, DTOP y DRNA	Municipal, Estatal (COR3, PREMB, JPPR), Federal (FEMA HMGP, FEMA BRIC, HUD CDBG-MIT)	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – El canal se limpió en 2024. El MAVA continua monitoreo de esta área para realizar limpiezas periódicas según sea necesario. Se modifica esta estrategia para mejorar su implementación. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce las inundaciones recurrentes, mejora el drenaje y protege la infraestructura vial y las propiedades cercanas.
2026-VAL-PE-010	PE-10	Sector Moran: Construcción de muro de contención y reparar tanque de agua.	Inundación/ Deslizamiento	Mediana	Seguridad	Oficina de Planificación	Estatales y federales		Status Actual: **Retirado** – La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados informa que el tanque de agua sigue en función. No existe proyecto adicional de parte del municipio, pero se ha solicitado información adicional a AAA para establecer si existe una posibilidad de un proyecto de mejoras de su parte, todavía se está esperando por la respuesta de la AAA. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reduce el riesgo de deslizamientos e inundaciones, estabiliza el terreno y protege la infraestructura existente.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PE-011	PE-11	Remodelación del Edificio Gemelo (Complejo de Seguridad Municipal) que alberga la OMME-AD y la Policía Municipal de Vega Alta), ubicadas a lo largo de un corredor estratégico de menos de un kilómetro sobre la Carretera Estatal PR-2, que en conjunto proporcionan las tres capacidades esenciales para el manejo de emergencias: Capacidad de preparación y respuesta — Centro de Seguridad Pública que integra la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias (OMME), la Policía Municipal y el Centro de Operaciones de Emergencia (COE). Estructura permanente de 17,750 pies cuadrados. Capacidad de servicios humanitarios — Rehabilitación del Centro de Recepción Municipal para funcionar como centro de distribución de suministros(Una está debidamente certificado como Centro de Distribución), (Los Refugios Certificados son Escuelas) y punto de prestación de servicios médicos primarios de emergencia. Estructura permanente de 30,500 pies cuadrados.(Siempre que se declara una Emergencia o se Activa el COE, se habilita un espacio para mover una Sala de Emergencias Ambulatoria y atender las emergencias que ocurren. Capacidad de recuperación operacional — Construcción de un nuevo edificio para el Departamento de Obras Públicas Municipal con instalaciones protegidas para la flota de vehículos, talleres de mantenimiento y equipos de respuesta en el campo. Estructura permanente de 7,000 pies cuadrados.	Todos	Alta	Seguridad,	Oficina de Planificación	Federales	Corto Plazo	Status Actual: NUEVA Financiación – Esta estrategia tiene los diseños a 90%. Se sometió propuesta al programa BRIC de fondos federales, y estamos en espera de aprobación.(Próximo a Subasta). Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: La estrategia fortalece la capacidad del municipio para prepararse, responder y recuperarse de emergencias mediante instalaciones resilientes que mejoran la coordinación interagencial, agilizan la respuesta, protegen los recursos municipales y garantizan la continuidad de los servicios esenciales a la comunidad

Borrador

Tabla 52: Estrategias de Mitigación Protección de Recursos Naturales

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PRN-001	PRN-1	Control de erosión y sedimentación en la Quebrada Honda. Ver estrategia PE-6	Inundación	Alta	Sistemas de Aguas	Oficina de Planificación e Ingeniería, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina Municipal de Obras Públicas	Estatales y Federales Departamento de Agricultura Federal (USDA, por sus siglas en ingles)	Corto Plazo	Status Actual: **En Ejecución** – Se han realizado varias limpiezas y hay un proyecto aprobado por USDA. El municipio realizó requerimiento de cualificaciones para realizar estudios en área de Ponderosa. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: prevención de desbordamiento de los cuerpos de agua. Prevención: 1. Implementar prácticas permanentes de control de erosión en las márgenes de la quebrada, mediante la revegetación con especies nativas, siembra de cobertura vegetal y estabilización de taludes para reducir la pérdida de suelo. 2. Realizar inspecciones y mantenimiento preventivo periódicos del cauce y sus márgenes, identificando áreas con erosión activa o acumulación de sedimentos para atenderlas antes de que evolucionen a problemas mayores. Mitigación: 1. Actualmente hay un proyecto en el Municipio para reparar el muro de contención y la canalización de aguas escorrentías en el sector Ponderosa. 2. Instalar estructuras de control de sedimentación y disipación de energía, tales como barreras de sedimentos, gaviones, revestimientos de piedra o diques de retención en los sectores más vulnerables. 3. Remover sedimentos acumulados y reparar áreas erosionadas de manera oportuna, restaurando la capacidad hidráulica de la quebrada y reduciendo el riesgo de desbordamientos, daños a infraestructura y afectaciones a propiedades cercanas.

Borrador

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-PRN-002	PRN-2	Llevar a cabo un Inventario de sumideros y Cavernas en el MAVA. La razón es que Vega Alta se encuentra en el Carso Norteño, el cual se caracteriza por la gran cantidad de estos sistemas. El Inventario incluiría localización georreferenciada, mapas, tamaño, potencial de inundación, comunidades cercanas, y estado del sistema, entre otros. Luego de terminado el Inventario se formularia un Plan de Manejo de Sumideros y Cavernas.	Inundación	Alta	Seguridad	Oficina Obras Públicas Departamento de Recursos Naturales	Estatales y Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua –: El inventario de cavernas y sumideros fue realizado y documentado en la Primera Revisión Integral al Plan de Ordenamiento Territorial aprobado en diciembre, 2025. La limpieza y monitoreo de estos lo ejecuta la Oficina de Obras Publicas Municipal. Los sumideros se concentran en: Maricao sector Moran, Hoyo Moran en Cieneguetas, Sector Arenas, Espinosa (Bajuras). Para la temporada de huracanes Obras Publicas realiza monitoreo y limpieza. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Contar con base de datos de inventario y localización, estado y mitigación en caso de evento de lluvia extrema o ciclón.
2026-VAL-PRN-003	PRN-3	Reforzar, mediante ordenanzas municipales, la imposición de multas por la disposición ilegal de materiales que propendan a reducir el flujo natural y calidad del agua. Adviértase, que la práctica ilegal de disponer de materiales cercanos a cuerpos de agua, áreas de recursos naturales protegidos, alcantarillas y/o drenajes, incrementan u ocasionan inundaciones severas en áreas urbanas.	Inundación	Mediana	Sistemas de Aguas	Oficina Obras Públicas Municipal, Policía Municipal, Oficina de Manejo de Emergencias	Municipales	Corto Plazo	Status Actual: **En Ejecución continua** – Colocación de letreros indicando imposición de multas por concepto de disposición ilegal de materiales. Obras Públicas tiene inventariado vertederos clandestinos donde se colocan letreros de prohibición. La imposición de multas por disposición ilegal de materiales queda expresada en el Código de Orden Público del Municipio Autónomo de Vega Alta, aprobada 24 de septiembre del 2025 (base legal Ley 107, aprobada el 13 de agosto de 2020). Dichas multas quedan expresadas en el Código de Orden Público Capitulo VI – Calidad Ambiental, en sus Artículos 6.02, 6.04, 6.07 hasta el Articulo 6.16. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Reducir significativamente la disposición ilegal de materiales; Proveer un flujo saludable y calidad de las aguas; reducir las inundaciones severas en áreas urbanas.

Borrador

Tabla 53: Estrategias de Mitigación Educación y Alcance

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-EPC-001	EPC-01	Fortalecer la participación ciudadana en formulación de planes, creación de programas y diseño de proyectos relacionados a la mitigación ante desastres naturales.	Todos	Alta	Seguridad	Oficina de Planificación, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina de Ayuda al Ciudadano	Locales Estatales Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución continua – Las Juntas de la Comunidad creadas para la elaboración de la Primera Revisión Integral del POT (aproada en Diciembre, 2025), han provisto la retroalimentación de la información proveniente de las comunidades para los procesos relacionados con la mitigación y el POT. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Fortalece la colaboración entre el municipio y la comunidad, promoviendo decisiones más efectivas para la reducción del riesgo,
2026-VAL-EPC-002	EPC-02	Ampliar el Programa de Educación y Orientación sobre desastres naturales en todos los barrios y sectores del MAVA.	Todos	Alta	Seguridad	Oficina de Planificación, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina de Ayuda al Ciudadano	Locales Estatales Federales	Inmediato	Status Actual: En Ejecución – Se están ofreciendo charlas en las escuelas e iglesias. La Oficina de Ayuda el Ciudadano y la OMME, en conjunto con otras agencias estatales, estarán llevando a cabo conversatorios y vistas con las comunidades para orientarlos y proveer documentos informativos. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Aumenta la preparación de la población, fomenta una respuesta oportuna y reduce la vulnerabilidad comunitaria.
2026-VAL-EPC-003	EPC-03	Orientar a la ciudadanía sobre la importancia de adquirir un seguro contra inundaciones y deslizamientos.	Todos	Mediana	Seguridad	Oficina de Planificación, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina de Ayuda al Ciudadano	Locales Estatales Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución – La Oficina de Ayuda el Ciudadano y la OMME, en conjunto con otras agencias estatales, estarán llevando a cabo conversatorios y vistas con las comunidades para orientarlos y proveer documentos informativos. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Incrementa la resiliencia financiera de los residentes y facilita una recuperación más rápida después de un desastre.

2026 ID	2020 ID	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles Fuentes de Fondos	Termino de implementación	Estatus
2026-VAL-EPC-004	EPC-04	Educar a los comercios, partes interesadas público en general, mediante talleres, charlas, publicaciones, recursos externos, sobre cómo evitar los incendios por combustión espontanea de pastos en Vega Alta.	Fuego Vegetativo	Alta	Seguridad	Oficina de Planificación, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina de Ayuda al Ciudadano	Locales Estatales Federales	Inmediato	Status Actual: En Ejecución continua – Esta labor la realiza el cuerpo de bomberos con el apoyo de las Oficinas de Ayuda el Ciudadano y Manejo de Emergencias en conjunto con otras agencias estatales. Se llevan a cabo conversatorios y vistas con las comunidades para orientarlos. y proveer documentos informativos. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Incrementa la resiliencia financiera de los residentes y facilita una recuperación más rápida después de un desastre.
2026-VAL-EPC-005	EPC-05	Desarrollar un programa de concientización y educación, a través de talleres, charlas y/o publicaciones, para comerciantes, partes interesadas y público en general acerca de la importancia del agua y alternativas para su conservación, almacenamiento y protección.	Sequía	Mediana	Sistemas de Aguas	Oficina de Planificación, Oficina Municipal de Manejo de Emergencias, Oficina de Ayuda al Ciudadano	Locales Estatales Federales	Corto Plazo	Status Actual: En Ejecución – Esta labor la realiza las Oficinas de Ayuda el Ciudadano y Manejo de Emergencias en conjunto con otras agencias estatales estarán llevando a cabo conversatorios y vistas con las comunidades para orientarlos y proveer documentos informativos. Esta estrategia proveerá los siguientes beneficios cualitativos: Promueve el uso eficiente del recurso, fortalece la preparación ante sequías y fomenta prácticas sostenibles.

BOR

6.6 Participación en el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP)

Cubierto por la JPPR, el Municipio mantiene una participación continua en el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) y permanece comprometido con cumplir todos los requisitos del programa para reducir el riesgo de inundación y proteger la vida y la propiedad. La participación continua en el NFIP permite que residentes y comercios tengan acceso a seguros contra inundaciones respaldados por el gobierno federal, a la vez que promueve prácticas adecuadas de manejo de valles inundables. La JPPR, en representación del municipio, hace cumplir reglamentaciones de manejo de valles inundables consistentes con los requisitos de FEMA, incluida la adopción y el uso de los Mapas de Tasas del Seguro contra Inundaciones (FIRM, por sus siglas en inglés) y los Estudios del Seguro contra Inundaciones (FIS, por sus siglas en inglés) para la toma de decisiones sobre desarrollo. Las actividades locales de permisos, inspección y cumplimiento ayudan a garantizar que las nuevas construcciones y las mejoras sustanciales en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación cumplan con las normas aplicables de elevación y protección contra inundaciones. El Municipio también apoya actividades de concienciación y educación pública relacionadas con el riesgo de inundación, los requisitos de seguro y las medidas de mitigación. El cumplimiento continuo con el NFIP fortalece la elegibilidad para fondos federales de mitigación de riesgos y apoya la reducción a largo plazo de los daños relacionados con inundaciones.

Borrador

7. Mantenimiento del Plan

Este capítulo describe los procedimientos y las acciones necesarias para garantizar que el Plan se implemente eficazmente, se revise periódicamente y se mantenga alineado con las metas y los objetivos de mitigación establecidos. En algunos casos, las actualizaciones del Plan pueden requerir ajustes a las acciones de mitigación propuestas para reflejar cambios en las condiciones del sitio que podrían aumentar o reducir el nivel de riesgo que afecta determinadas áreas.

De conformidad con los requisitos federales, el proceso de revisión del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés) debe incluir los siguientes elementos:

- Una descripción de los métodos y el calendario para monitorear, evaluar y actualizar el Plan de Mitigación dentro de un período de cinco años.
- Un proceso para integrar los requisitos del Plan de Mitigación en otros mecanismos locales de planificación aplicables, tales como planes integrales o planes de mejoras capitales.
- Una descripción de cómo la comunidad continuará participando en el proceso de revisión y mantenimiento del Plan.

7.1 Punto de Contacto

La persona designada como responsable de liderar el monitoreo, revisión y actualización del LHMP es:

Nombre	Elsie J. Rosario Nieves
Posición	Administradora
Oficina	Panificación, Desarrollo y Ordenación Territorial
Teléfono	787.883.5900 X-1245
Email	erosario@vegaalta.pr.gov

Borrador

7.2 Participación Ciudadana Constante (D1-a)

El Municipio de Vega Alta está comprometido con asegurar la participación pública continua mediante la implementación de los siguientes métodos de participación:

- Iniciativas de educación y concienciación pública.
- Encuestas
- Talleres y reuniones comunitarias celebradas en todo el municipio.

De conformidad con este compromiso, la participación pública y la educación comunitaria son componentes integrales de varias estrategias de mitigación incluidas en este Plan. Se exhorta a los residentes a someter comentarios y participar en las actualizaciones del LHMP en cualquier momento, incluso solicitando copias del Plan durante sus fases de desarrollo, monitoreo y mantenimiento.

Cada vez que se complete un informe de progreso, este estará disponible para revisión pública. El progreso del Plan también se discutirá periódicamente durante reuniones públicas y se compartirá a través de las redes sociales y otras plataformas de comunicación. Los avisos de participación pública se distribuirán durante todas las etapas de monitoreo y supervisión del Plan.

Además, el Municipio continuará ofreciendo presentaciones a grupos comunitarios sobre el LHMP y el estado de implementación de las estrategias de mitigación. Estos grupos pueden incluir funcionarios electos, escuelas y otras organizaciones comunitarias. El Municipio también promoverá la participación cívica y la educación sobre preparación mediante el ofrecimiento de cursos de adiestramiento y talleres, tales como los programas del Equipo Comunitario de Respuesta a Emergencias (CERT, por sus siglas en inglés), y mediante la orientación a los residentes sobre el Programa Nacional del Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) y otras iniciativas pertinentes.

Los esfuerzos de mitigación se adaptarán para atender las vulnerabilidades y necesidades específicas de cada comunidad, apoyando el desarrollo de una población más informada, preparada y resiliente. Este enfoque subraya el compromiso del Municipio con la participación comunitaria sostenida durante el período de vigencia del Plan, los ciclos de actualización y las actividades posteriores a su adopción.

Borrador

7.3 Supervisión del Plan (D2-a)

La estrategia del Municipio para la implementación, monitoreo y evaluación del Plan establece un marco que promueve la colaboración, el intercambio de información y la innovación. A través de su Comité de Planificación, compuesto por representantes de diversas agencias y departamentos municipales, el Municipio trabajará con socios y residentes para aplicar un enfoque localizado y coordinado para la mitigación de riesgos. Esta estrategia colaborativa tiene como propósito reducir pérdidas, atender las necesidades de la comunidad y fortalecer la capacidad del Municipio para resistir futuros eventos de peligro.

- El Plan será monitoreado para asegurar lo siguiente:
- Mantener información actualizada y precisa sobre peligros y riesgos.
- Garantizar que las estrategias de mitigación reflejen las prioridades de la comunidad y de las partes interesadas.
- Cumplir con los requisitos federales y del Gobierno de Puerto Rico aplicables al LHMP.
- Mantener la elegibilidad para fondos de mitigación.
- Asegurar la coherencia con otros esfuerzos de planificación local y regional.

Para apoyar una implementación efectiva, el Municipio aprovechará los recursos existentes y los procesos de planificación de infraestructura. Las acciones de mitigación identificadas como inmediatas o a corto plazo se procurarán durante los próximos cinco (5) años, sujeto a la disponibilidad de fondos y recursos.

7.4 Evaluación y Monitoreo

La estrategia del Municipio para la implementación, monitoreo y evaluación del Plan establece un marco que promueve la colaboración, el intercambio de información y la innovación. A través de su Comité de Planificación, compuesto por representantes de diversas agencias y departamentos municipales, el Municipio trabajará con socios y residentes para aplicar un enfoque localizado y coordinado para la mitigación de riesgos. Esta estrategia colaborativa tiene como propósito reducir pérdidas, atender las necesidades de la comunidad y fortalecer la capacidad del Municipio para resistir futuros eventos de peligro.

- El Plan será monitoreado para asegurar lo siguiente:

Borrador

- Mantener información actualizada y precisa sobre peligros y riesgos.
- Garantizar que las estrategias de mitigación reflejen las prioridades de la comunidad y de las partes interesadas.
- Cumplir con los requisitos federales y del Gobierno de Puerto Rico aplicables al LHMP.
- Mantener la elegibilidad para fondos de mitigación.
- Asegurar la coherencia con otros esfuerzos de planificación local y regional.

Para apoyar una implementación efectiva, el Municipio aprovechará los recursos existentes y los procesos de planificación de infraestructura. Las acciones de mitigación identificadas como inmediatas o a corto plazo se procurarán durante los próximos cinco (5) años, sujeto a la disponibilidad de fondos y recursos.

A continuación, se presenta calendario preliminar de las reuniones del comité de planificación

Borrador

Tabla 54: Calendario de Reuniones de Planificación

Periodo	Participantes	Propósito de la reunión
Reunión Anual (2027)	Comité de Planificación (Puede ser abierta al público)	El Comité identificará las necesidades de financiamiento, reevaluará las prioridades de riesgo, desarrollará estrategias para la solicitud de subvenciones y realizará visitas de campo a las áreas de alto riesgo para monitorear el progreso e interactuar directamente con las comunidades.
Reunión Anual (2028)	Comité de Planificación (Puede ser abierta al público)	El Comité revisará el estado de implementación de las medidas de mitigación, identificará riesgos emergentes y evaluará las necesidades de la comunidad. Se llevarán a cabo visitas de campo según sea necesario.
Reunión Anual (2029)	Comité de Planificación (Puede ser abierta al público)	El Comité confirmará el progreso de las acciones de mitigación y evaluará la necesidad de financiamiento adicional. .
Reunión Anual (2030)	Comité de Planificación (Puede ser abierta al público)	El Comité celebrará su reunión final antes de la próxima actualización del Plan de Mitigación de Riesgos Locales (LHMP) para verificar el estado de implementación de las acciones de mitigación, lo cual será documentado en el Plan actualizado.

Borrador

7.5 Actualización y Revisión de l LHMP (D2-c, D3-a)

7.5.1 Revisión Luego de un Desastre Mayor

Si durante el término de cinco años del Plan ocurre una declaración de emergencia mayor o de desastre que afecte al Municipio, el Comité de Planificación —junto con las partes interesadas, representantes comunitarios y organizaciones sin fines de lucro— se reunirá para identificar las áreas recientemente afectadas, revisar las prioridades de mitigación e incorporar las lecciones aprendidas. Esta reunión reemplazará la revisión anual programada para ese año.

7.5.2 Actualización Quinquenal

De conformidad con la guía federal, el LHMP será actualizado de manera integral cinco (5) años después de su aprobación y sometido al Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos y a FEMA para su revisión y aprobación. Aproximadamente dieciocho (18) meses antes de la fecha de expiración del Plan, comenzará el proceso de revisión, incluida una evaluación completa del perfil municipal, la evaluación de riesgos y las estrategias de mitigación, prestando atención a las guías y los requisitos actualizados.

7.6 Integración con Otros Mecanismos de Planificación (D3-a)

Las siguientes políticas públicas y documentos de planificación fueron considerados en el desarrollo de este LHMP:

Nivel del Gobierno de Puerto Rico:

• Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR)
• Plan Territorial de Vega Alta (PT)
• Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso
• Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos
• Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (2021)
• Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Aguas Pluviales

Borrador

Nivel del Municipio de Vega Alta

• Plan de Operaciones de Emergencia de Vega Alta

Luego de su adopción, el LHMP guiará las actualizaciones al Plan Territorial, los planes de áreas especiales y los planes de expansión urbana, e informará las prioridades del presupuesto municipal. Una vez se reciba la aprobación de FEMA, se someterá una copia digital del Plan a la Junta de Planificación de Puerto Rico para apoyar las actualizaciones al PUT-PR y otros documentos de planificación pertinentes del Gobierno de Puerto Rico.

Borrador

8. Adopción y Aprobación (F1-a, F1-b)

8.1 Adopción

La política federal establece que los LHMP deben incluir "documentación que evidencie que el LHMP ha sido adoptado formalmente por el cuerpo gobernante de la jurisdicción que solicita la aprobación del Plan. El municipio tiene un (1) año para adoptar el Plan una vez reciba una Aprobación Pendiente de Adopción (APA, por sus siglas en inglés)".

Este LHMP fue adoptado por el Municipio de Vega Alta el XXXXXX. Una copia de la Resolución, titulada "Para adoptar el Plan de Mitigación de Riesgos Naturales de 2026 del Municipio de Vega Alta, y para otros fines relacionados", se incluye como parte del Apéndice A.

8.2 Aprobación

Este LHMP fue aprobado por FEMA y el SHMO el XXXXX. Una copia de la Carta de Aprobación, titulada "Aprobación del Plan Local de Mitigación de Riesgos, Municipio de Vega Alta", se incluye en el Apéndice A. La aprobación del Plan por parte de FEMA es válida por un período de cinco (5) años, hasta el XX de XXXXX de 20XX.

Borrador

Referencias Selectas

American Society of Civil Engineers. (2024, August 20). *Civil Engineering Fuente.* Retrieved December 17, 2025, from Rising heat is scorching Americans - and our infrastructure: https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-Fuente/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). Assesing Socio-Economic and Environmental Losses of Dam Failure Flood Risk: A Review on Sustainable Framework. *Journal of Sustainability Sceince 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%202022.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

Autonomous Municipality of Vega Alta. (2020). *Plan de Mitigación Multi-Riesgos 2020 (All Hazard Local Mitigation Plan.* Vega Alta, PR: Oficina de Planificación y Ordenamiento Territorial.

Autonomous Municipality of Vega Alta. (2025). *Primera Revisión Integral: Plan de Ordenación Territorial.* Oficina de Planificación.

Autonomous Municipality of Vega Alta. (2025). *Emergency Operation Plan.* Vega Alta PR: Municipal Agency for Emergency Mangement 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 ReFuentes.

Bates, R., & Jackson, J. A. (1980). In *Glossary of geology.* Falls Church, Va.: American Geological Institute.

Bonano, V. e. (2020). *Perfil de Riesgo: Fallas y Fisuras*. Retrieved from https://storymaps.arcgis.com/stories/142062e6d5ec4bfca832c1a7f97dfa3f

Buckeye Partners, L.P. . (2010). *BUCKEYE PARTNERS, L.P. ANNOUNCES AGREEMENT TO PURCHASE REFINED PETROLEUM PRODUCTS TERMINAL IN PUERTO RICO.* Retrieved

Borrador

from https://www.buckeye.com/wp-content/uploads/2021/08/Vega Alta-Agreement-Announcement-FINAL.pdf

Byrne, M. (2019). *Monitoring Storm Tide, Flooding, and Precipitation from Hurricane Maria in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands, September 2017.* USGS.

Caricoos. (n.d.). *Marejada Ciclónica*. Retrieved Noviembre 18, 2025, from http://www.caricoos.org/mao/strorm-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

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

CDC. (2014, December 5). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from Chikungunya Cases Identified Through Passie 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

Chowdhury, A., Zzaman, R. U., Hasan, H., Tarin, N. J., Islam, S., Ansenk, O., . . . Leya, R. (2025). Interacting Social and Environmental drivers of gendered resilience to storm surge disasters. *Discover Geoscience, 3*(190). doi:https://doi.org/10.1007/s44288-025-00297-1

Colón, J. A. (2009). *Climatología.* San Juan, PR: La Editorial Universidad de Puerto Rico.

Borrador

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

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

COREPI-PR. (2020). *The State of the beaches of Puerto Rico post Maria (G-1) ArcGIS Story Maps*. Retrieved April 29, 2026, from https://storymaps.arcgis.com/stories/ac6e366a14d840e88a266d23b440ab0c

Cutter, S., Boruff, B., & Shirley, W. (2003). Social Vulnerability to Envirnmental Hazards. *Social Science Quaterly, 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 Suceptibility 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 Nuesto 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, 2021.* San Juan, PR: DNER.

DNER. (2021). *The Puerto Rico Forest Action Plan.* The Puerto Rico Department of Natural and Environmental ReFuentes. Retrieved from https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/

Borrador

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

EPA. (2026). *Hazardous Waste Cleanup: Buckeye Caribbean Terminals Incorporated in Vega Alta, Puerto Rico.* Environmental Protection Agency. Retrieved from https://www.epa.gov/hwcorrectiveactioncleanups/hazardous-waste-cleanup-buckeye-caribbean-terminals-incorporated-Vega Alta

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 Floood 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). *Coastal Flood Risk*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.fema.gov/flood-maps/coastal

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

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.*

Borrador

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 ReFuentes for the General Public: https://www.fema.gov/grants/mitigation/learn/dam-safety/reFuentes-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:ttps://doi.org/10.1038/s41467-024-47394-2

Ganz, S., Duan, C., & Ji, C. (2023). Socioeconomic Vulnerability and Differential Impact of Severe Weather - Induced Power Outages. *PNAS NEXUS, 2*, 1-10. doi:https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad295

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. doi:https://doi.org/10.1579/0044-7447-37.7.521

Guibert, G., & Hyde, I. (2021). *Analysis: COVID-19's impact on Arts and Culture.* Argone National Laboratory.

Guiney, J. (1999). *Preliminary Report Hurricane Georges 15 September - 01 October 1998.* NHC.

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

Borrador

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 Lanslide 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 Prepara=edness Model. *Proceedings of the System Dymanics Society*. Retrieved January 4, 2026, from https://proceedings.systemdynamics.org/2015/papers/P1186.pdf

Hughes, K., Bayouth García, D., Martínez Milian, G., Schulz, W., & Baum, R. (2019). *Map of slope-failure locations in Puerto Rico after Hurricane María: U.S. Geological Survey data release*. doi:https://doi.org/10.5066/P9BVMD74

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 Safery 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

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.

López Marrero, T. (2010, June). An Integrative Approach to Study and Promote Natural Ahzards Adaptive Capacity: A Case Study of Two Flood-Prone Communities in Puerto Rico. *The Geograhical Journal, 176*(2), 150-163.

Lugo, A. E., Miranda Castro, L., Abel, V., López, T., Hernández Prieto, E., García Martinó, A., . . . Helmer, E. (2021). *Puerto Rican Karst - A Vital ReFuente.* Forest Service, United States Department of Agriculture. USFS.

Borrador

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*.

Mentaschi, L., Vousdoukas, M., Pekel, J.-F., Voukouvalas, E., & Feyen, L. (2018). Global - long-Term Observations of Coastal Erosion and Accretion. *Scientific Reports, 8*(12876), Scientific Reports. doi:10.1038/s41598-018-30904-w

Muche, M., Yemata, G., Molla, E., Muasya, A., & Tsegay, B. (2022). COVID-19 Lockdown and Natural ReFuentes: A Global Assessment on the Cahllenges, Opportunities and the Way Forward. *Bulleting of the National Research Centre, 46*(20).

Municipality of Vega Alta. (2025). *Emergency Operation Plan.* Vega Alta PR: Municipal Agency for Emergency Mangement and Disaster Administration.

Municipality of Vega Alta. (2020). Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Resumen%20Ejecutivo/Yabu-Approved-HMP-1.pdf

Municipality of Vega Alta. (2020). *Hazard Mitigation Plan, Vega Alta Municipality.* Puerto Rico Planning Board.

Municipality of Vega Alta. (2023). *Land Management Plan for the Municipality of Vega Alta.* Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planificaci%C3%B3n%20F%C3%ADsica/Planes%20Territoriales1/Vega Alta/JP-PT-75-01-Plan_Redacted.pdf

Municipio de Adjuntas. (2011). *Plan de Ordenación Territorial.* Adjuntas, PR: Municipio de Adjuntas.

Municipio de Adjuntas. (2020). *Plan de Mitigación Contra Peligros Naturales.* Adjuntas, PR: Municipio de Adjuntas.

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

National Integrated Heat Health Information System. (n.d.). *Heat.gov*. Retrieved noviembre 12, 2025, from Urban Heat Islands: https://heat.gov/urban-heat-islands/

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2026). *Historical Hurricane Tracks*. Retrieved from https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=8.57/18.2704/-66.2032&search=eyJzZWFyY2hTdHJpbmciOiJQdWVydG8gUmljbywgVVNBliwic2VhcmNoVHlwZSI6Imdlb2NvZGVkIiwib3NtSUQiOiI0NDIyNjA0IiwiY2F0ZWdvcmllcyI6WyJlNSIsIkg0IiwiSDMiLCJlMiIsIkgxIiwiVFMiLCJURCIsIkVUll0sInllYXJzIjp

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

NOAA. (2026). *Relative Sea Level Trends*. Retrieved April 28, 2026, from https://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/

NOAA. (n.d). *National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center*. Retrieved April 20, 2026, from Storm Surge Overview: https://www.nhc.noaa.gov/surge/

Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum, B., Wyche, K., & Pfefferbaum, R. (2007). Community Resilience as a Methaphor, Theory, Set of Capabilities and Strategy for Disaster Readiness. *American Jounral of Community Psychology, 47*, 127 - 150. Retrieved April 28, 2026, from https://www.researchgate.net/publication/5691020_Community_Resilience_as_a_Metaphor_Theory_Set_of_Capacities_and_Strategy_for_Disaster_Readiness

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.

Pasch, R., Penny, A., & Berg, R. (2023). *Hurricane Maria.* NHC. Retrieved April 28, 2024, from https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL152017_Maria.pdf

Pasch, R., Reinhart, B., & Alaka, L. (2023). *Hurricane Fiona.* NHC.

Peek, L., & Stough, L. (2010). Children with Disabilities in the Context of Disaster: A Social Vulnerability Perspective. *Child Development, 81*(4), 1260 - 1270. Retrieved April 20, 2026, from https://hazards.colorado.edu/uploads/publications/36_2010_Peek_Stough.pdf

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.*

Borrador

PRPB. (2014). *Plan de Manejo del Área de Planificación Especial del Carso.*

PRPB. (2015). *Plan de Uso de Terrenos, Guías de Ordenación del Territorio.* San Juan, PR: Junta de Planificación.

PRPB. (2020). *Hazard Mitigation Plan agains Natural Hazards - Municipality of Vega Alta.* Puerto Rico Planning Board. Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Resumen%20Ejecutivo/Yabu-Approved-HMP-1.pdf

PRPB. (2020). *Hazard Mitigation Plan against Natural Hazards - Muicipality of Jayuya.* Puerto Rico Planning Board. Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Actualizados%20por%20los%20municipios/Jayuya-Approved-HMP-200622.pdf

PRPB. (2021). *Special Flood Hazard Áreas 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

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

Robbins, A., Eckelmann, C., & Quiñones, M. (2009). Forest Fires in the Insular. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 37:528-534.

Borrador

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.enciclopediapr.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., Bustic, V., Mockrin, M., Zhou, Y., Johnson - Gaither, C., . . . Aksha, S. (2024). The Geography of Social Vulnerability and Wildfire Ocurrebce (1984 - 2018) in the Contermonous USA. *Natural Hazards, 120*, 4297 - 4327. doi:https://doi.org/10.1007/s11069-023-06367-2

Seadex. (n.d.). *Vega Alta Port (Small) — Puerto Rico Maritime Hub*. Retrieved from https://seadex.ai/en/port/pryab

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

Shipnext. (Accessed 2026). *Vega Alta, Puerto Rico (PRYAB)*. Retrieved from https://shipnext.com/port/Vega Alta-pryab-pri

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 Resewarch Station.

Borrador

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). *ReFuente 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 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 Administation. (2025, December 16). *What is the WUI?* Retrieved from https://www.usfa.fema.gov/wui/what-is-the-wui/

USACE. (2013). *Coastal Risk Reduction and Resiliency: Using the Full Array of Measures.* Retrieved April 28, 2026, from https://cdm16021.contentdm.oclc.org/utils/getfile/collection/p266001coll1/id/5270

USACE. (2019). *LifeSim: Flood life-loss estimation model - Technical reference manual.*

USACE. (2021). *HEC-RAS river analysis system user's manual.*

USACE. (2024). *Public Notice Archive*. Retrieved from SAJ-1987-01095(SP-CGR): https://www.saj.usace.army.mil/Missions/Regulatory/Public-Notices/Article/3875333/saj-1987-01095sp-cgr/

Borrador

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

USACE. (n.d.). *Value to the Nation*. Retrieved December 22, 2025, from Flood Risk Mgmt: Ecomomic Impaxct: https://www.iwr.usace.army.mil/Missions/Value-to-the-Nation/Flood-Risk-Mgmt/Flood-Risk-Economic-Impact/

USDA. (2001, 07). *MAUNABO SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/M/MAUNABO.html

USDA. (2002, 06). *TALANTE SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/T/TALANTE.html

USDA. (2004, 06). *TEJA SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/T/TEJA.html

USDA. (2023, 10). *PANDURA SERIES*. Retrieved from SoilSeries: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/P/PANDURA.html

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. (2018). *Long-Term Coastal Change*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.usgs.gov/programs/cmhrp/science/long-term-coastal-change#overview

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. (2023). *Coastal Hazards and Resilience*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.usgs.gov/science/science-explorer/coasts/coastal-hazards-and-resilience

USGS. (2024, September 10). Retrieved December 15, 2025, from Moment magnitude, Richter scale- what are the different magnitudes scales, and why are there so

Borrador

many?: https://www.usgs.gov/faqs/moment-magnitude-richter-scale-what-are-different-magnitude-scales-and-why-are-there-so-many

USGS. (2025). *Deep Dive: Protecting Critical Infrastructure*. Retrieved April 29, 2026, from https://www.usgs.gov/programs/climate-adaptation-science-centers/science/deep-dive-protecting-critical-infrastructure

USGS. (2026). *Granodiorite–Quartz Diorite of San Lorenzo, Puerto Rico (Geologic Unit Ksl). Mineral ReFuentes Online Spatial Data.* Retrieved from https://mrdata.usgs.gov/geology/pr/prgeo-unit.php?unit=Ksl

USGS. (2026). *Granodiorite–Quartz Diorite of San Lorenzo, Puerto Rico (Geologic Unit Ksl). Mineral ReFuentes Online Spatial Data.* Retrieved from https://mrdata.usgs.gov/geology/pr/prgeo-unit.php?unit=Ksl

USGS. (2026). *State Geologic Map Compilation (SGMC) Lithology Classification—Metavolcanic Rock (Lithology Code 5.3). Mineral ReFuentes Online Spatial Data.* Retrieved from Available at: https://mrdata.usgs.gov/geology/state/sgmc-lith.php?code=5.3

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 sourhwestern Puerto Rico using high-resolution digital elevantion 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

Borrador

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*.

Borrador

Apéndice A: Adopción y Aprobación

Adopción

Borrador

Aprobación de FEMA

Borrador

Carta "APA" de FEMA

Borrador

Herramienta de Revisión

Borrador

Apéndice B: Carta de Compromiso

Carta Acuerdo entre Municipio y La Junta de Planificación

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal

El Municipio de Vega Alta, representado en este acto por su alcaldesa, Hon. María Vega Pagán, 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, tsunami 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.

P.O. Box 41119, San Juan PR, 00940-1119 • 787.723.6200 • jp.pr.gov

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.

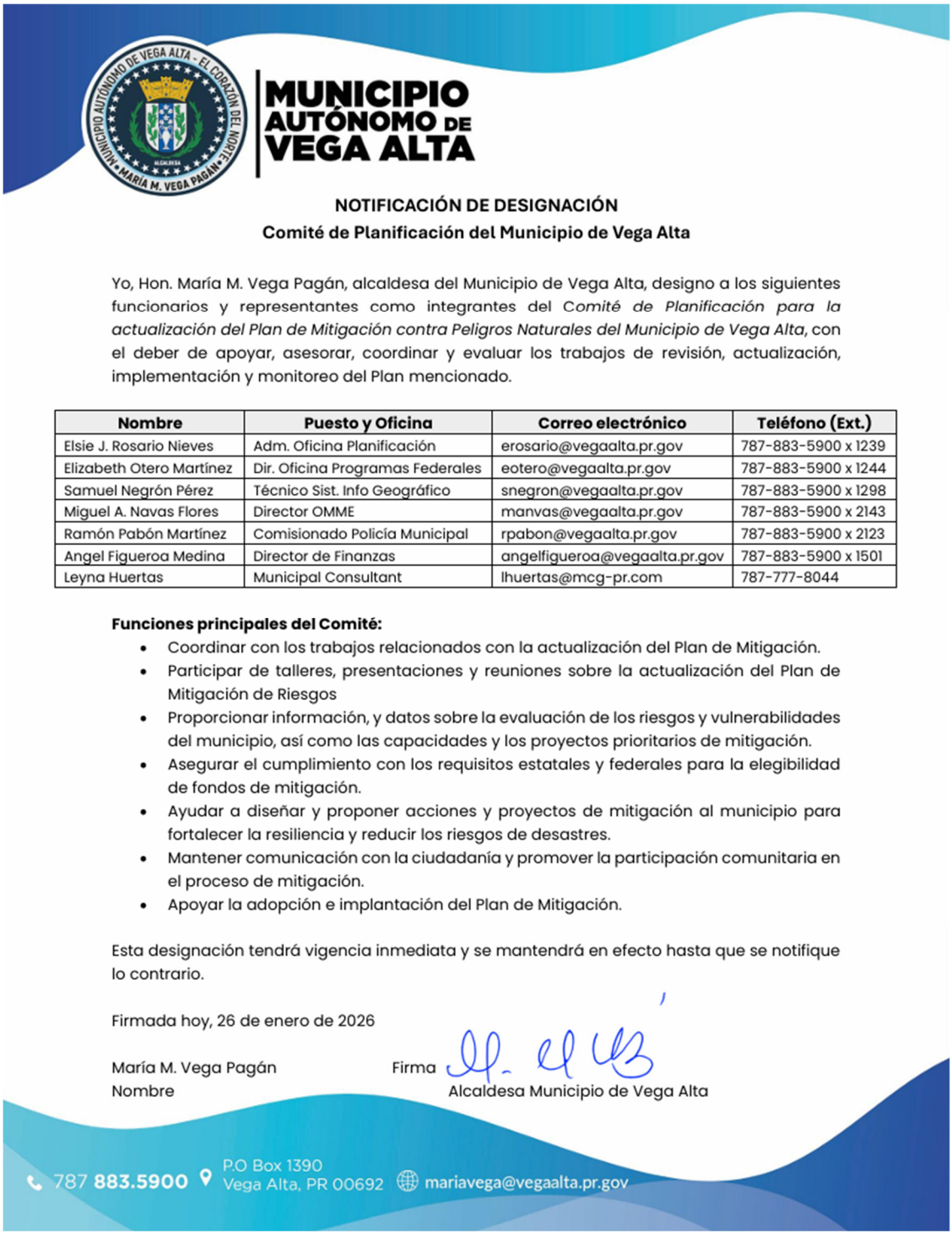
Este compromiso no implica la erogación de fondos públicos por parte del municipio ni de la JPPR. A su vez, podrá ser terminado por la JPPR o por el Municipio, mediante comunicación escrita dirigida al presidente de la JPPR o a la alcaldesa, según corresponda.

Por lo que, de acuerdo con este compromiso, yo, María Vega Pagán lo firmo conforme a los mejores intereses del pueblo de Vega Alta.

En San Juan, Puerto Rico, hoy 16 de diciembre de 2025.

Alcalde

Nombramiento del Comité de Planificación



MUNICIPIO AUTÓNOMO DE VEGA ALTA

NOTIFICACIÓN DE DESIGNACIÓN

Comité de Planificación del Municipio de Vega Alta

Yo, Hon. María M. Vega Pagán, alcaldesa del Municipio de Vega Alta, 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 Vega Alta*, 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.)
Elsie J. Rosario Nieves	Adm. Oficina Planificación	erosario@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1239
Elizabeth Otero Martínez	Dir. Oficina Programas Federales	eotero@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1244
Samuel Negrón Pérez	Técnico Sist. Info Geográfico	snegron@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1298
Miguel A. Navas Flores	Director OMME	manvas@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 2143
Ramón Pabón Martínez	Comisionado Policía Municipal	rpabon@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 2123
Angel Figueroa Medina	Director de Finanzas	angelfigueroa@vegaalta.pr.gov	787-883-5900 x 1501
Leyna Huertas	Municipal Consultant	lhuertas@mcg-pr.com	787-777-8044

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, 26 de enero de 2026

María M. Vega Pagán — Nombre

Firma — Alcaldesa Municipio de Vega Alta

787 883.5900 · P.O Box 1390 Vega Alta, PR 00692 · mariavega@vegaalta.pr.gov

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

FORMULARIO PARA DESIGNAR PERSONA(S) CONTACTO(S)
PLAN DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Municipio: Vega Alta

	Nombre	Teléfono	Correo electrónico
Personal Designado	Elsie Rosario	787-883-5900	erosario@vegaalta.pr.gov
Personal Alterno	Miguel A. Nieves	787-883-5900	mnavas@vegaalta.pr.gov

Hon. María Vega Pagán
Nombre (letra de molde)
Alcalde

Firma
Alcalde

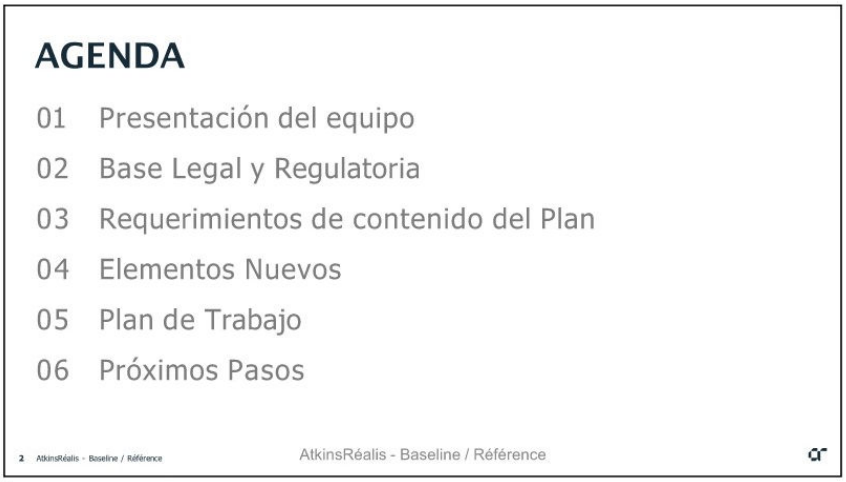
Fecha: 16/12/2025

Primera Reunión de Participación Ciudadana

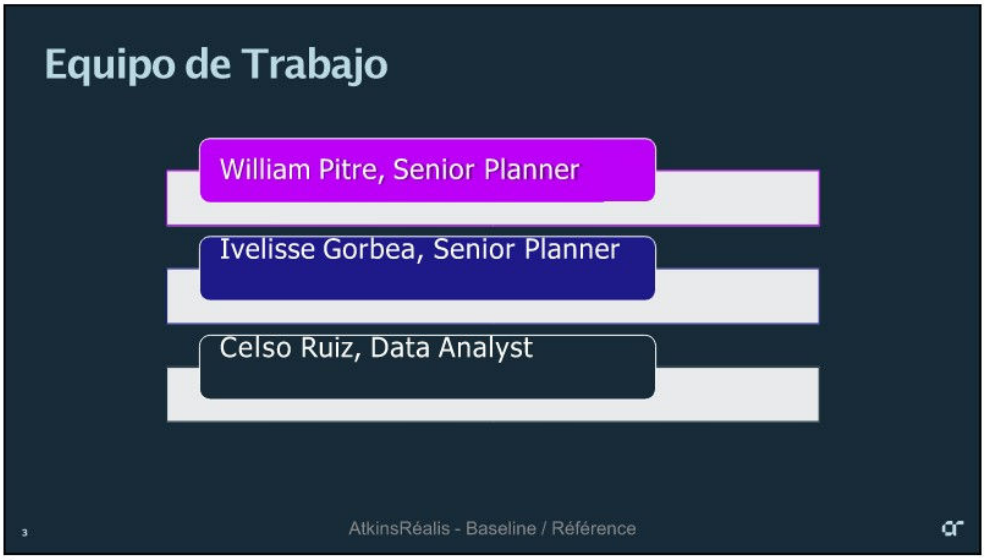
Presentación



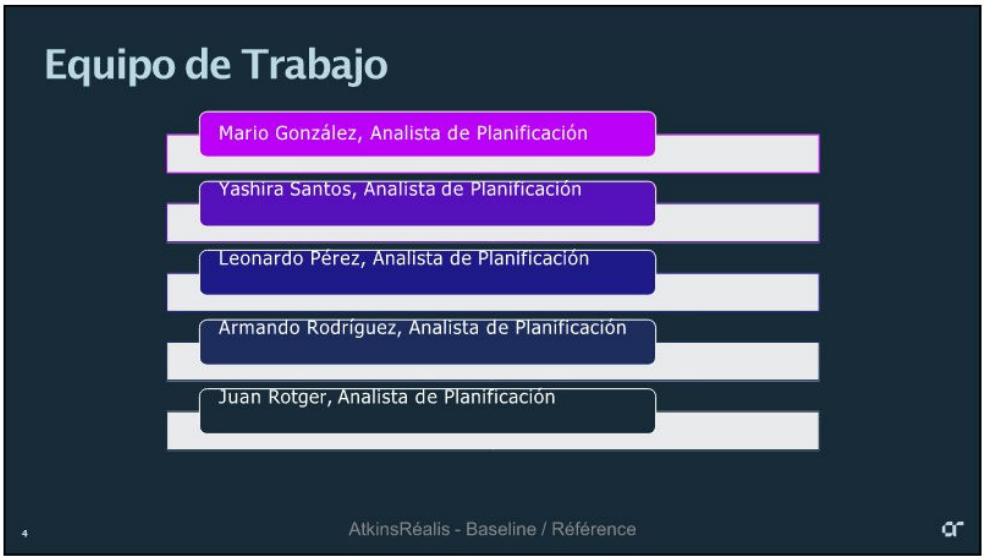
1



2


Equipo de Trabajo
William Pitre, Senior Planner
Ivelisse Gorbea, Senior Planner
Celso Ruiz, Data Analyst
3
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

3


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
4
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

4

2

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.

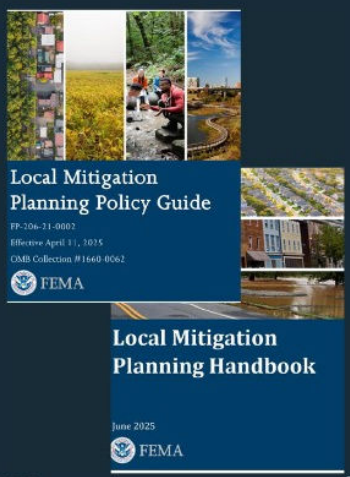


AtkinsRéalis - Baseline / Référence

9

Requerimientos del Plfn de Mitigfción

- 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



10 AtkinsRéalis - Baseline / Référence

AtkinsRéalis - Baseline / Référence

10

5

Elementos nuevos del Plan

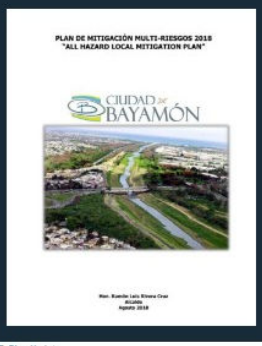
1. **Identificación y evaluación de riesgos**
   - Se clasifica la infraestructura crítica por servicio vital o línea de vida
   - Se analiza su exposición y vulnerabilidad
   - Se prioriza por línea de vida
2. **Evaluación de capacidades**
   - Se evalúa la capacidad local para proteger servicios vitales
   - 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



11

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.


PLAN DE MITIGACIÓN MULTI-RIESGOS 2018
"ALL HAZARD LOCAL MITIGATION PLAN"

CIUDAD DE BAYAMÓN

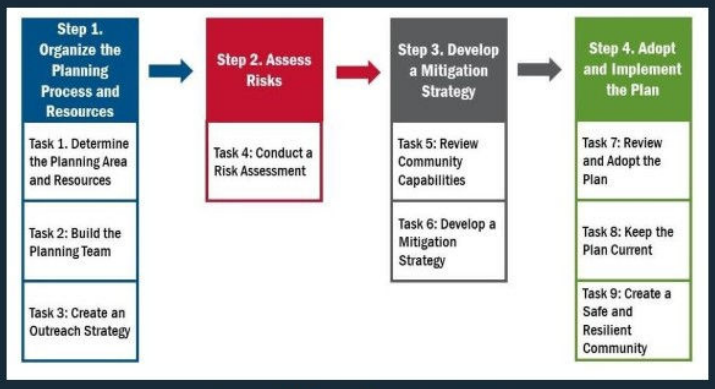

Element E: Plan Update

Element E Requirements	Location in Plan (section and/or page number)	Met / Not Met
E1. Was the plan revised to reflect changes in development? (Requirement 44 CFR § 201.6(d)(3))		
E1-a. 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 or tap here to enter text.	Choose a

12

6

Proceso del Plfn de Mitigfción



13 AtkinsRéalis - Baseline / Référence

AtkinsRéalis - Baseline / Référence

13

Peligros a considerer para los cinco municipios

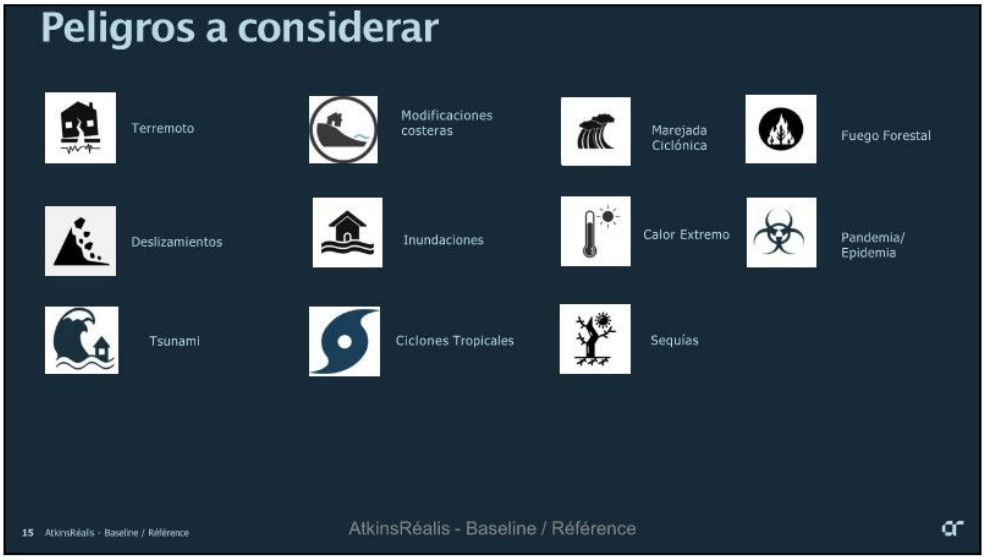


7

14 AtkinsRéalis - Baseline / Référence

AtkinsRéalis - Baseline / Référence

14

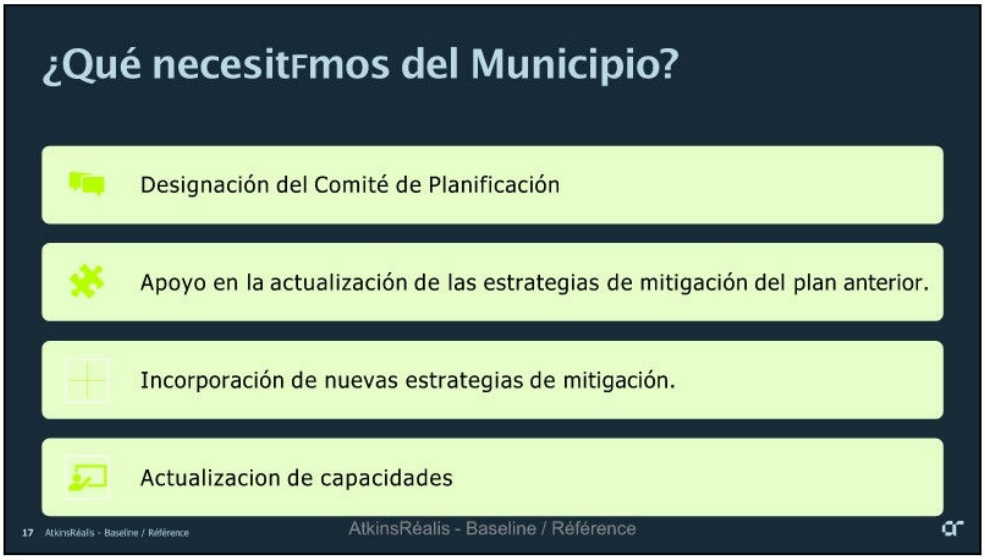

Peligros a considerar
Terremoto
Modificaciones costeras
Marejada Ciclónica
Fuego Forestal
Deslizamientos
Inundaciones
Calor Extremo
Pandemia/ Epidemia
Tsunami
Ciclones Tropicales
Sequías
15 AtkinsRéalis - Baseline / Référence
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

15

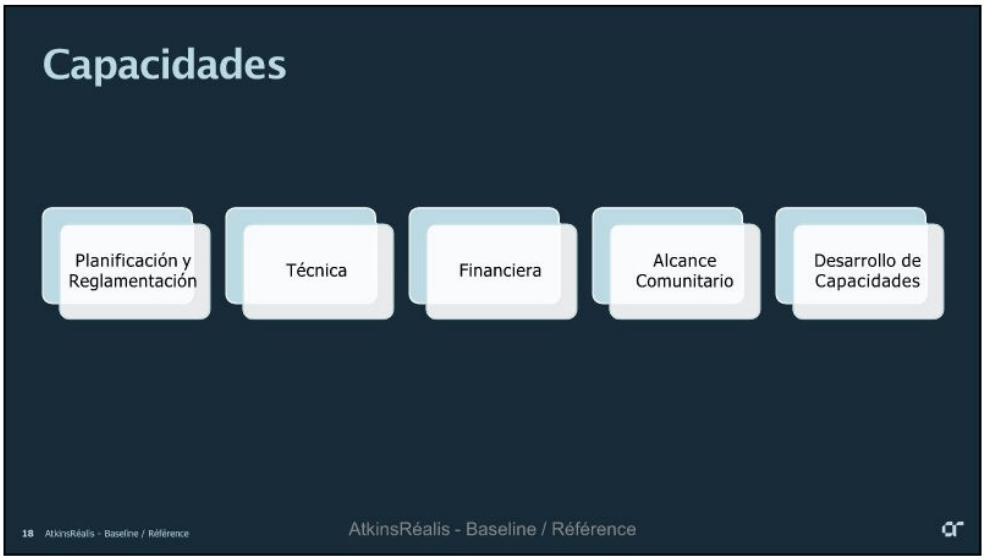

PeÉuelfs
Modificaciones costeras
Marejada Ciclónica
Tsunami
EN DIOS CONFIAMOS
16 AtkinsRéalis - Baseline / Référence
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

16

8


¿Qué necesitFmos 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.
Actualizacion de capacidades
17 AtkinsRéalis - Baseline / Référence
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

17


Capacidades
Planificación y Reglamentación
Técnica
Financiera
Alcance Comunitario
Desarrollo de Capacidades
18 AtkinsRéalis - Baseline / Référence
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

18

9

PFrticipFCión Ciudadana

- Dos reuniones de participación ciudadana.
- Notificación sera publicada por Junta de Planificación.
- Publicar 15 días antes de la reunión
- Se otorga 15 días para comentarios
- Para la Segunda reunion se discute el primer borrador.
- El primer borrador sera comentado por el publico, el municipio y la Junta de Planificación

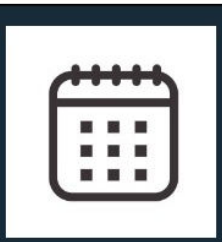


19 AtkinsRéalis - Baseline / Référence

AtkinsRéalis - Baseline / Référence

19

Ventana para la primera actividad de participacion ciudadana



26 de febrero al 6 de marzo.

Debe informar su fecha de reunion en o antes del lunes 9.

De varias fechas para que su analista de Planificación pueda estar.

Si no da sus posibles fechas en o antes del miércoles, no puedo asegurar que pueda atenderlo hasta que hayan pasado los demás municipios.

20 AtkinsRéalis - Baseline / Référence

AtkinsRéalis - Baseline / Référence

20

10


JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
Información de Contacto
Programa
Plan. Ivette Colón
Plan. William Pitre
Junta de Planificación
Junta de Planificación
AtkinsRéalsi Caribe
prpb.lhmp@atkinsrealis.com
colon_i@jp.pr.gov
William.Pitre@atkinsrealis.com
/+19392051336
Pedimos que el titulo de todo correo debe comience con el nombre del municipio unicamente.
e.j.: "San Germán – Tablas de Mitigación Actualizadas"
Solicitamos que en todo correo electrónico sobre el programa siempre copie al correo del programa:
"prpb.lhmp@atkinsrealis.com"
hayan pasado los demás municipios
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

21


Grupos de Trabajo
AtkinsRéalis - Baseline / Référence
AtkinsRéalis - Baseline / Référence

11

22

Primera Reunión del Comité de Planificación

Documentación

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

HOJA DE ASISTENCIA

Fecha: 2 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
Elsie J. Rosario Nieves				
Samuel H Negrón Pérez				
RAMÓN PABÓN MARTÍNEZ				
Miguel Rivera Dávila				

BO

MINUTA

PROYECTO:	PRPB 25 LHMP Update		
TITULO:	First Committee Meeting		
LUGAR DE LA REUNIÓN:	Junta de Planificación Salón B	**# REUNIÓN:**	1
FECHA Y HORA:	2/2/2026 @ 9:00am	**MINUTA POR:**	Armando E. Rodriguez Aponte

Lista de Asistencia:

NOMBRE	INICIALES	COMPAÑÍA
Elsie Rosario Nieves	ER	Municipio de Vega Alta
Miguel Navas	MN	Municipio de Vega Alta
Samuel Negrón Pérez	SN	Municipio de Vega Alta
Ramón Pabón Martínez	RP	Municipio de Vega Alta
Armando E. Rodriguez Aponte	AER	AtkinsRéalis

Asuntos Discutidos:

ID	ASUNTOS DISCUTIDOS
AD-1	Aprobación de Minuta Reunión Anterior: • N/A
AD-2	Asunto Relacionado con Alcance de Servicio Contratado y Entregables • N/A
AD-3	Plan de Trabajo Propuesta (Two Weeks Ahead / Four Week Ahead) • N/A
AD-4	Asuntos Nuevos • Se comenzó la reunión con una presentación que brindó el planificador William Pitre, de AtkinsRéalis, explicando en que consiste el proyecto, actividades, requisitos y como la Junta de Planificación y AtkinsRéalis van a estar preparando el Plan de Mitigación para los municipios.

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
	• Luego de la presentación, se dió inicio a la mesa de trabajo con el municipio de Vega Alta. • AER se presentó y brindóun breve trasfondo de su experiencia con el Programa de HMGP. • AER solicitó que el municipio confirmara los Puntos de Contacto (POC). A lo cual ER indicó que los puntos de contactos designados por el alcalde son: Elsie Rosario Nieves, Miguel Navas, Samuel Negrón Pérez y Ramón Pabón Martínez. • Se repasó la lista del "Local Hazard Mitigation Plan" (LHMP) anterior, para que el municipio identificara si alguno de esos proyectos se había completado, se encontraba en diseño, en subasta o si ya no se estaría realizando por parte del municipio. o El equipo de Vega Alta indicó que Quebrada Machuchal se encuentra en diseño. o La Quebrada Onda fue limpiada desde la PR-2 hasta la PR-690. o El personal del municipio identificó que el P-1 se realizó en su totalidad, al igual que el P-2. El P-4 aún requiere la realización del estudio H&H; el PE-2 no se ha completado y el PE-3 solo incluyó trabajos de limpieza. • AER preguntó si, luego de revisar la lista, el municipio identificó algún proyecto que no estuviera incluido y que fuera necesario añadir. o Se mencionó la adquisición de una residencia en el barrio Korea para canalizar las aguas y mitigar inundaciones en el área. o También se mencionó la mitigación del cauce del río Cibuco en la PR-647, ya que el mismo se encuentra a cinco (5) pies de la carretera y está socavándola. • AER realizó una dinámica con el municipio llamada "Planning Poker" o Se le preguntó al municipio que si recibieran fondos ilimitados para realizar un solo proyecto de mitigación, cual sería y por qué. ▪ De las cuatro (4) personas participantes, tres (3) indicaron la canalización del cauce de la Quebrada Onda en la urbanización Ponderosa, calle diecisiete (17), así como la mejora del puente, para mitigar las inundaciones que provoca dicha quebrada. ▪ Un (1) miembro del equipo indicó que el proyecto que trabajaría sería la creación de una base de datos con toda la información del municipio en 3D y GIS, para mitigar y responder con más rapidez ante eventos atmosféricos o desastres. • AER realizó otra pregunta, • en esta ocasión se les indicó que ahora tienen nuevamente fondos ilimitados y que adicional al proyecto mencionado, cual el municipio escogería como segundo proyecto de mitigación. o En esta ocasión el equipo del municipio contestó con cuatro (4) proyectos distintos: ▪ Limpieza y restauración de acuíferos y aguas subterráneas para mejorar la agricultura y mitigar la contaminación. ▪ Canalización de la ciénaga de Cerro Gordo. ▪ Canalización de la Quebrada Carmelitas en la PR-690. ▪ Canalización de la Quebrada Onda. • AER preguntó, del uno (1) al tres (3), cuáles peligros representan un mayor impacto para el municipio, siendo el tres (3) el de mayor impacto.

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
	○ El municipio indicó inundaciones con un tres (3) y terremotos con un tres (3). • AER dio por culminada la dinámica e indicó que el correo electrónico para enviar o solicitar información es prpb.lhmp@atkinsrealis.com. También informó que es importante que, cada vez que envíen un correo electrónico, el título comience con el nombre del municipio, en este caso Vega Alta, seguido de una breve descripción del contenido, con el fin de archivar y atender las comunicaciones de manera más eficiente. • AER indicó que el analista asignado al municipio es el Sr. Leonardo Pérez y que su correo electrónico es leonardo.perez@atkinsrealis.com. • AER solicitó al municipio que envío del LOGO oficial. • ER indicó que, de manera tentativa, se seleccionaron las fechas de febrero veintiséis (26) y veintisiete (27) para la reunión comunitaria. No obstante, el día de 2/3/2026 estarán enviando un correo electrónico para confirmar la fecha, hora y lugar.
AD-5	Discusión de Acciones por Tomar • Tabla Inferior
AD-6	Coordinación Próxima Reunión •

Acciones Por Tomar:

ID	ACCIONES POR TOMAR	FECHA LÍMITE	ENTIDAD RESPONSABLE
AT-1	Confirmación de Fecha, hora y lugar para reunión comunitaria.	2/3/2026	Mun. Vega Alta
AT-2	Envío de LOGO el municipio.	2/3/2026	Mun. Vega Alta

Acuerdos/Aclaraciones:

ID	DESCRIPCIÓN
AC-1	N/A

Anejos:

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.

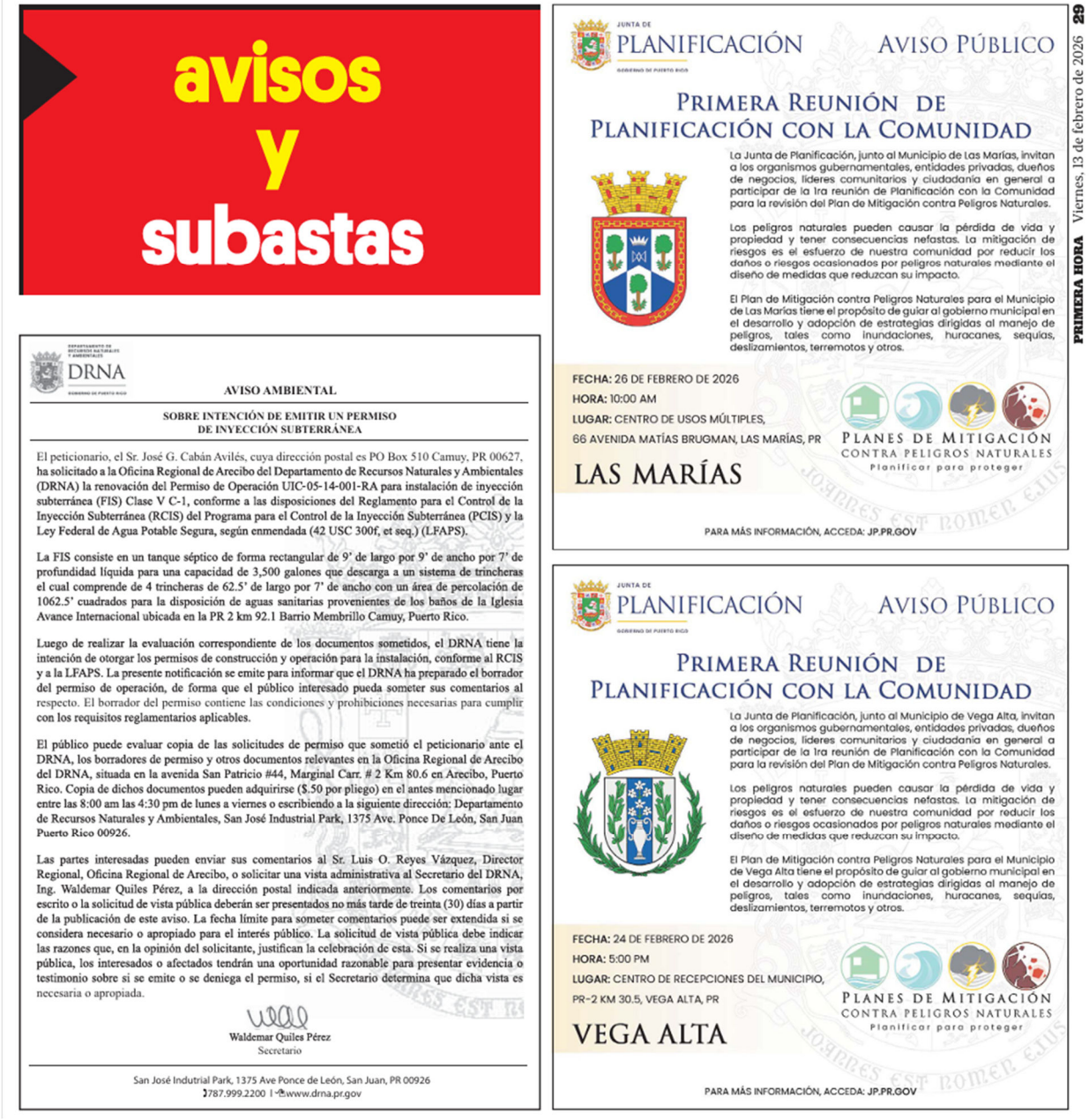
Segunda Reunión del Comité de Planificación

Se incluirá en el borrador final

Borrador

Apéndice C: Participación Pública y Proceso de Divulgación

Notificación Pública



avisos
y
subastas

DRNA

AVISO AMBIENTAL

SOBRE INTENCIÓN DE EMITIR UN PERMISO DE INYECCIÓN SUBTERRÁNEA

El peticionario, el Sr. José G. Cabán Avilés, cuya dirección postal es PO Box 510 Camuy, PR 00627, ha solicitado a la Oficina Regional de Arecibo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) la renovación del Permiso de Operación UIC-05-14-001-RA para instalación de inyección subterránea (FIS) Clase V C-1, conforme a 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 en un tanque séptico de forma rectangular de 9' de largo por 9' de ancho por 7' de profundidad líquida para una capacidad de 3,500 galones que descarga a un sistema de trincheras el cual comprende de 4 trincheras de 62.5' de largo por 7' de ancho con un área de percolación de 1062.5' cuadrados para la disposición de aguas sanitarias provenientes de los baños de la Iglesia Avance Internacional ubicada en la PR 2 km 92.1 Barrio Membrillo Camuy, Puerto Rico.

Luego de realizar la evaluación correspondiente de los documentos sometidos, el DRNA tiene la intención de otorgar los permisos de construcción y operación para la instalación, conforme al RCIS y a la LFAPS. La presente notificación se emite para informar que el DRNA ha preparado el borrador del permiso de operación, de forma que el público interesado pueda someter sus comentarios al respecto. El borrador del permiso contiene las condiciones y prohibiciones necesarias para cumplir con los requisitos reglamentarios aplicables.

El público puede evaluar copia de las solicitudes de permiso que sometió el peticionario ante el DRNA, los borradores de permiso y otros documentos relevantes en la Oficina Regional de Arecibo del DRNA, situada en la avenida San Patricio #44, Marginal Carr. # 2 Km 80.6 en Arecibo, Puerto Rico. Copia de dichos documentos pueden adquirirse ($.50 por pliego) en el antes mencionado lugar entre las 8:00 am las 4:30 pm de lunes a viernes o escribiendo a la siguiente dirección: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, San José Industrial Park, 1375 Ave. Ponce De León, San Juan Puerto Rico 00926.

Las partes interesadas pueden enviar sus comentarios al Sr. Luis O. Reyes Vázquez, Director Regional, Oficina Regional de Arecibo, o solicitar una vista administrativa al Secretario del DRNA, Ing. Waldemar Quiles Pérez, a la dirección postal indicada anteriormente. Los comentarios por escrito o la solicitud de vista pública deberán ser presentados no más tarde de treinta (30) días a partir de la publicación de este aviso. La fecha límite para someter comentarios puede ser extendida si se considera necesario o apropiado para el interés público. La solicitud de vista pública debe indicar las razones que, en la opinión del solicitante, justifican la celebración de esta. Si se realiza una vista pública, los interesados o afectados tendrán una oportunidad razonable para presentar evidencia o testimonio sobre si se emite o se deniega el permiso, si el Secretario determina que dicha vista es necesaria o apropiada.

Waldemar Quiles Pérez
Secretario

San José Indutrial Park, 1375 Ave Ponce de León, San Juan, PR 00926
787.999.2200 | www.drna.pr.gov

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

AVISO PÚBLICO

PRIMERA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD

La Junta de Planificación, junto al Municipio de Las Marías, 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 Las Marías 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: 26 DE FEBRERO DE 2026
HORA: 10:00 AM
LUGAR: CENTRO DE USOS MÚLTIPLES,
66 AVENIDA MATÍAS BRUGMAN, LAS MARÍAS, PR

LAS MARÍAS

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: JP.PR.GOV

PRIMERA HORA Viernes, 13 de febrero de 2026 29

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

AVISO PÚBLICO

PRIMERA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD

La Junta de Planificación, junto al Municipio de Vega Alta, 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 Vega Alta 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: 24 DE FEBRERO DE 2026
HORA: 5:00 PM
LUGAR: CENTRO DE RECEPCIONES DEL MUNICIPIO,
PR-2 KM 30.5, VEGA ALTA, PR

VEGA ALTA

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: JP.PR.GOV

Presentación



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



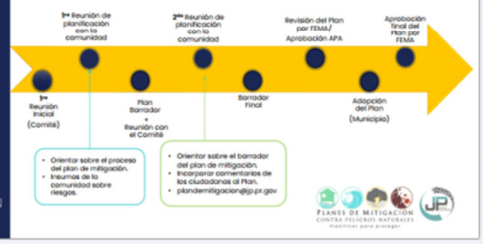
Alcance del Trabajo

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)



plandemitigación@jp.pr.gov

Actividades del Proyecto



Encuesta de la Comunidad

Identificar Áreas de Riesgo



¡GRACIAS!

Información de Contacto

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Plan. Rebecca Rivera Torres
Directora Ejecutiva Auxiliar Interna
Miembro Alterno
rivera_rt@jp.pr.gov

Plan. Ivette Colón Meléndez
Planificadora de Ordenación Territorial Senior
colon_i@jp.pr.gov

Plan. Erika Rivera Felicié
Planificadora de Ordenación Territorial Senior
rivera_el@jp.pr.gov

Plan. Vanessa I. Marrero Santiago
Planificadora de Ordenación Territorial
marrero_v@jp.pr.gov

Plan. Onix Concepción Rodríguez
Planificador de Ordenación Territorial
Concepcion_o@jp.pr.gov

plandemitigacion@jp.pr.gov
*Incluir nombre del municipio en el asunto.

787-723-6200 ext. 16623 y 16681

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

1ra Reunión de Planificación con la Comunidad
Municipio de Vega Alta

Asunto: Actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales
Lugar: Centro de Recepciones del municipio, PR-2 km 30.5, Vega Alta
Fecha: 24 de febrero de 2026
Hora: 5:00 pm

Notas:

- Representante de la Junta de Planificación:
  - Plan. Ivette Colón y Plan. Vanessa I. Marrero Santiago
- Personal enlace del Municipio de Vega Alta:
  - Elsie Rosario Nieves, administración Oficina de Planificación
- La reunión comenzó aproximadamente a las 5:15 pm.
- La Sra. Elsie Rosario brindó el mensaje de bienvenida e introducción a la 1ra Reunión de Planificación con la Comunidad (1ra RPC). Además, presentó a los miembros del Comité de Planificación del municipio que estaban presentes en la reunión, y excusó a los que no pudieron asistir.
- La Plan. Ivette Colón ofreció un resumen sobre los trabajos a realizarse en la 1ra RPC, los cuales incluían la presentación sobre el proyecto, la encuesta a la comunidad y el ejercicio de identificación de los peligros naturales en su comunidad mediante los mapas impresos.
- Se procedió a brindar la presentación sobre el proceso de actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Vega Alta. Entre los asuntos discutidos, se encuentran, pero no se limitan a los siguientes:
  - Identificación de fondos por la JP para realizar una extensión del Proyecto para la actualización de los planes de mitigación, el cual tuvo su inicio en el 2018-19. A estos efectos, se identificaron aquellos planes con 5 años o más desde su aprobación, los cuales perdieron su vigencia y ahora forman parte de este proyecto de actualización.
  - Se mencionó el trasfondo normativo federal y los conceptos básicos de mitigación.
  - Se explicó el ciclo de manejo de emergencias (mitigación, preparación, respuesta y recuperación).
  - Se orientó sobre el proceso de planificacion para la mitigación.
  - Se mencionó como se identificarán las estrategias de mitigación, esto mediante la evaluación de riesgos y evaluación de capacidades del Municipio.
  - Se identificaron los riesgos naturales que se estarán evaluando a la luz de la realidad del Municipio. Además, se indicó que en reunión previa con el Comité de Planificación se solicitó a la JP que se incluyera el peligro por tornados.
  - Se ilustró mapa con los 25 municipios cuyos planes de mitigacion se están actualizando con la JP.

  - Se discutió flujograma de las actividades que comprenden el proyecto de actualización de los planes de mitigacion. Se identificaron las actividades realizadas y aquellas en el pipeline para realizar.
  - Se administró una encuesta comunitaria mediante un código QR, lo que permitió a los participantes responder preguntas sobre los peligros identificados en su comunidad.
  - Se exhortó a los asistentes a colaborar en un ejercicio de identificación de riesgos utilizando los mapas impresos provistos durante la actividad.
  - El personal del Municipio y de la JP brindó asistencia a los participantes durante ambos ejercicios, ofreciendo orientación tanto en el uso de la encuesta como en la marcación de peligros en los mapas.
- En el ejercicio con los mapas se identificaron varias áreas de riesgo (ver mapas)
  - Sector Machuchal: Se inunda y no está en los mapas de inundación.
  - Carr 630 intersección con la 677 el deslizamiento es alto y deja incomunicados a comunidades adyacentes. Cuevas y Sumideros en la norte del Barrio Bajura- marcado en mapa de deslizamiento.
  - Cerro Gordo: Preocupación por posibles nuevos proyectos planificados para el área que impactan recursos naturales y pueden afectar hidrología del área.
- Al concluir la presentación, se mostró la información de contacto de los enlaces de la JP relacionados con el Proyecto de actualización de los planes de mitigación, así como el correo electrónico oficial para canalizar comentarios (plandemitigacion@jp.pr.gov).
- La reunión comunitaria finalizó aproximadamente a las 6:30 pm.

Registro de Participantes

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

HOJA DE ASISTENCIA

Asunto: 1era Reunión de Planificación con la Comunidad- Municipio de Vega Alta
Fecha: 24 de febrero de 2026
Lugar: Centro de Recepciones del Municipio, PR-2 Km 30.5, Vega Alta
Hora: 5:00 pm

Nombre completo (en letra de molde)	Municipio/Barrio/ Comunidad	Teléfono	Correo electrónico	Firma
Jose Rivera Ruiz	Basura Administrante			
Herminia Reymundi	Carmelita			
Sixta Martinez	Mavilla			
Magdalena Lopez	Villa Linares			
Elizabeth Otero Martinez	Buena			
Samir Rosario Rosario	Vega Baja (Municipio)			
Marisol Nadal	V. Alta			
Samuel H Negrón Pérez	Vega Alta			
[illegible]	Municipio			
Alfredo L. Rodriguez	Bo: Arenas			
[illegible]	Vega Alta			

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

HOJA DE ASISTENCIA

Asunto: 1era Reunión de Planificación con la Comunidad- Municipio de Vega Alta
Fecha: 24 de febrero de 2026
Lugar: Centro de Recepciones del Municipio, PR-2 Km 30.5, Vega Alta
Hora: 5:00 pm

Nombre completo (en letra de molde)	Municipio/Barrio/ Comunidad	Teléfono	Correo electrónico	Firma
Dasmin Burgos Henriquez	Mun. Vega Alta			
Jose A Medina Rodriguez	Centro Gerardo			
Vanessa Marrero Santiago	agencia Junta de Planificación			


ACTUALIZACION
PLAN DE
MITIGACION
VEGA ALTA
PLANIFICACIÓN


CICLO PARA EL MANEJO DE
EMERGENCIAS

Apéndice D: Participación de Partes Interesadas

Primera Reunión de Participación Ciudadana

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

18 de mayo de 2026

Hon. Waldemar Quiles Pérez
Secretario
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
San José Industrial Park 1375
Avenida Ponce de León
San Juan, PR 00926

Vía correo electrónico:
waldemar.quiles@drna.pr.gov; brendaliz.gonzalez@drna.pr.gov

RE: SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES MUNICIPALES

Estimado señor secretario:

¡Reciba un cordial saludo! La Junta de Planificación (JP) se encuentra en proceso de apoyar a veinticinco municipios en el proceso de actualización de los planes locales de mitigación ante peligros naturales (LHMP, por sus siglas en inglés). Los municipios que son parte de esta iniciativa son; 1) Adjuntas, 2) Aguada, 3) Aguas Buenas, 4) Añasco, 5) Arecibo, 6) Arroyo, 7) Barranquitas, 8) Cataño, 9) Ceiba, 10) Comerío, 11) Dorado, 12) Hatillo, 13) Isabela, 14) Jayuya, 15) Las Marías, 16) Patillas, 17) Peñuelas, 18) Rincón, 19) Salinas, 20) San Germán, 21) Santa Isabel, 22) Utuado, 23) Vega Alta, 24) Vieques y 25) Yabucoa. Estos planes son de gran importancia para los municipios, ya que brindan la oportunidad de fortalecer estrategias de mitigación ante los eventos naturales a los cuales sus residentes son vulnerables. Además de tener estos planes actualizados es un requisito federal para que el municipio sea elegible para recibir fondos para proyectos de mitigación de parte de Agencia Federal para el Manejo de Desastre (FEMA, por sus siglas en ingles).

Por tal razón, solicitamos su colaboración dentro del ámbito pericial de su agencia para poder contar con la información más reciente para la actualización de estos planes. Dentro de la información que necesitamos está:

P.O. Box 41119, San Juan PR, 00940-1119 • 787.723.6200 • jp.pr.gov

- Capas de información geográfica actualizadas relacionadas a estos municipios, incluyendo la localización de las instalaciones que opere o áreas que administre en estos municipios. Ejemplos: casas bombas, represas, etc.
- Datos sobre las instalaciones que considere críticas localizadas en estos municipios.
- Planes de continuidad de operación (si alguno) para las instalaciones que su agencia administra en estos municipios.
- Planes operacionales de emergencia (si alguno) para las instalaciones que administre en estos municipios. Ejemplo: casas bombas, represas, etc.
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos de FEMA que incluyan componentes de mitigación bajo las secciones 404, 406 o 428 de la *Stafford Act*.
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos CDBG-DR o CDBG-MIT propuestos o gerenciados por su agencia, si alguno.

Agradecemos su cooperación en este esfuerzo de planificar las mejores estrategias para salvaguardar vida y propiedad en estos municipios. Toda información que tenga disponible favor tramitarla a través del correo electrónico plandemitigacion@jp.pr.gov. De tener cualquier duda puede comunicarse con la planificadora Ivette Colón Meléndez al correo electrónico colon_i@jp.pr.gov o al teléfono 787-723-6200 ext. 16681.

Cordialmente,

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Cc: Edwin.malavet@drna.pr.gov; mdmartes@drna.pr.gov;

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

18 de mayo de 2026

Vía correo electrónico:
ivrodriguez@agricultura.pr.gov

Hon. Irving Y. Rodríguez Torres
Secretario
Departamento de Agricultura
Box 10163
San Juan, PR 00908-1163

RE: SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES MUNICIPALES

Estimado señor secretario:

¡Reciba un cordial saludo! La Junta de Planificación (JP) se encuentra en proceso de apoyar a veinticinco municipios en el proceso de actualización de los planes locales de mitigación ante peligros naturales (LHMP, por sus siglas en inglés). Los municipios que son parte de esta iniciativa son; 1) Adjuntas, 2) Aguada, 3) Aguas Buenas, 4) Añasco, 5) Arecibo, 6) Arroyo, 7) Barranquitas, 8) Cataño, 9) Ceiba, 10) Comerío, 11) Dorado, 12) Hatillo, 13) Isabela, 14) Jayuya, 15) Las Marías, 16) Patillas, 17) Peñuelas, 18) Rincón, 19) Salinas, 20) San Germán, 21) Santa Isabel, 22) Utuado, 23) Vega Alta, 24) Vieques y 25) Yabucoa. Estos planes son de gran importancia para los municipios, ya que brindan la oportunidad de fortalecer estrategias de mitigación ante los eventos naturales a los cuales sus residentes son vulnerables. Además de tener estos planes actualizados es un requisito federal para que el municipio sea elegible para recibir fondos para proyectos de mitigación de parte de Agencia Federal para el Manejo de Desastre (FEMA, por sus siglas en ingles).

Por tal razón, solicitamos su colaboración dentro del ámbito pericial de su agencia para poder contar con la información más reciente para la actualización de estos planes. Dentro de la información que necesitamos está:

- Capas de información geográfica actualizadas relacionadas a estos municipios, incluyendo la localización de las instalaciones que opere o áreas que administre en estos municipios.
- Datos sobre las instalaciones que considere críticas localizadas en estos municipios.
- Planes de continuidad de operación (si alguno) para las instalaciones que su agencia administra en estos municipios.
- Planes operacionales de emergencia (si alguno) para las instalaciones que administre en estos municipios.
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos de FEMA que incluyan componentes de mitigación bajo las secciones 404, 406 o 428 de la *Stafford Act*.
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos CDBG-DR o CDBG-MIT propuestos o gerenciados por su agencia, si alguno.
- Inventarios de fincas agrícolas activas e inactivas.

Agradecemos su cooperación en este esfuerzo de planificar las mejores estrategias para salvaguardar vida y propiedad en estos municipios. Toda información que tenga disponible favor tramitarla a través del correo electrónico plandemitigacion@jp.pr.gov. De tener cualquier duda puede comunicarse con la planificadora Ivette Colón Meléndez al correo electrónico colon_i@jp.pr.gov o al teléfono 787-723-6200 ext. 16681.

Cordialmente,

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Cc: hmendez@agricultura.pr.gov
yflores@agricultura.pr.gov

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

21 de mayo de 2026

Ing. Luis González Delgado, P.E
Presidente Ejecutivo
Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
P.O. Box 7066
San Juan, PR 00916-7066

Actualización de Veinticinco (25) Plan Locales de Mitigación Contra Peligros Naturales

Estimado ingeniero González:

Reciba un cordial saludo. La Junta de Planificación (JP) está apoyando a veinticinco municipios en el proceso de actualización de sus planes locales de mitigación ante peligros naturales (LHMP, por sus siglas en inglés). Los municipios que son parte de esta iniciativa son; 1) Adjuntas, 2) Aguada, 3) Aguas Buenas, 4) Añasco, 5) Arecibo, 6) Arroyo, 7) Barranquitas, 8) Cataño, 9) Ceiba, 10) Comerío, 11) Dorado, 12) Hatillo, 13) Isabela, 14) Jayuya, 15) Las Marías, 16) Patillas, 17) Peñuelas, 18) Rincón, 19) Salinas, 20) San Germán, 21) Santa Isabel, 22) Utuado, 23) Vega Alta, 24) Vieques y, 25) Yabucoa. Estos planes son de gran importancia para los municipios, ya que brindan la oportunidad de fortalecer estrategias de mitigación ante los eventos naturales a los cuales sus residentes son vulnerables. Además, tener estos planes actualizados es un requisito federal para que el municipio sea elegible para recibir fondos para proyectos de mitigación de parte de Agencia Federal para el Manejo de Desastre (FEMA, por sus siglas en ingles).

Por tal razón, solicitamos su colaboración dentro del ámbito pericial de la Autoridad para poder contar con la información más reciente para la actualización de estos planes. Dentro de la información que necesitamos está:

- Capas de información geográfica actualizadas relacionadas a estos municipios, incluyendo la localización de las facilidades que la Autoridad opere o áreas que administre en estos municipios.

P.O. Box 41119, San Juan PR, 00940-1119 • 787.723.6200 • jp.pr.gov

- Datos sobre las facilidades que la Autoridad considere criticas localizadas en estos municipios.
- Planes de continuidad de operación (si alguno) para las facilidades que la Autoridad administre en estos municipios
- Planes operacionales de emergencia (si alguno) para las facilidades que la Autoridad administre en estos municipios.
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos de FEMA que incluyan componentes de mitigación bajo las secciones 404, 406 o 428 de la *Stafford Act* propuestos o gerenciados por la Autoridad
- Lista y descripción de proyectos subvencionados por fondos CDBG-DR o CDBG-MIT propuestos o gerenciados por la Autoridad.
- De particular importancia para nosotros es cualquier información que pueda brindar relacionada a las siguientes represas administradas por la Autoridad.
  - Cidra
  - La Plata

Para las represas estamos solicitando copia del Plan Operacional de Emergencias, así como documentación de los esfuerzos de alcance comunitario y diseminación que haya hecho la Autoridad en los pasados cinco años.

Agradecemos su cooperación en este esfuerzo de planificar las mejores formas de salvar vida y propiedad en estos municipios. Por favor preferimos que toda información sea enviada a través del correo electrónico plandemitigacion@jp.pr.gov. De tener cualquier duda puede comunicarse con la planificadora Ivette Colón Meléndez al correo electrónico colon_i@jp.pr.gov o al teléfono 787-723-6200 ext. 16681.

Cordialmente,

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Cc: rogelio.gonzalez@acueductospr.com

GOBIERNO DE
PUERTO RICO

PRESIDENCIA I AUTORIDAD DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
Ing. Luis R. González Delgado I Presidente Ejecutivo I luis.gonzalez@acueductospr.com

26 de mayo de 2026

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente
Junta de Planificación
Gobierno de Puerto Rico
P.O. Box 41119
San Juan, PR 00940-1119

Estimado licenciado Morales:

En respuesta a su solicitud de información a la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados en referencia al proceso de ***Actualización de Veinticinco (25) Planes Locales de Mitigación Contra Peligros Naturales***, por este medio remitimos la información correspondiente a nuestra agencia respecto a la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario conforme a lo requerido, por lo que se adjunta:

- Base de Datos Infraestructura Sanitaria y Potable en formato *shapefile* (GDB)
  - Capas Junta Planificacion 2026
- Enlace a mapa interactivo de los proyectos de la AAA
  - Mapa Interactivo Proyectos AAA (acueductos.pr.gov)

Certificamos que la información suministrada es correcta y está actualizada a la fecha de esta comunicación. Debido a la naturaleza de los datos contenidos en esta solicitud para la cual estamos proveyendo la información, es nuestro interés que los mismos se utilicen estrictamente para fines de su análisis y no sean publicados, esto en virtud de la Ley de la Infraestructura de Agua de los Estados Unidos (AWIA, siglas en inglés), la Directriz de Política Presidencial 21 (PPD-21) bajo el Departamento de Seguridad Nacional (DHS, siglas en inglés) y la Ley de Agua Potable Segura (SDWA).

Quedamos a su disposición para cualquier información adicional que estime necesaria.

Cordialmente,

Ing. Luis R. González Delgado
Presidente Ejecutivo

AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

AEE

GOBIERNO DE PUERTO RICO

23 de junio de 2026

VÍA CORREO ELECTRÓNICO (colon_i@jp.pr.gov)

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente
Junta de Planificación
PO Box 41119
Guayama, PR 00940-1119

Estimado señor Presidente:

Re: Actualización de Veinticinco (25) Plan Locales de Mitigación Ante Peligros Naturales

La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) recibió su carta con fecha del 5 de junio de 2026, donde solicita información para la actualización de veinticinco (25) plan de local de mitigación ante peligros naturales.

Nuestra agencia administra las hidroeléctrica y canales de riego en Puerto Rico. Acompañamos la información concerniente a los sistemas que administra la Autoridad de Energía Eléctrica: Datos de las Hidroeléctricas y Canales de Riego (Anejo 1) y Planes de Emergencia (Anejo 2).

Los activos de transmisión y distribución están bajo la responsabilidad de LUMA Energy, y Genera PR administra el sistema de generación. Recomendamos para solicitud de información, que incluya a LUMA Energy y Genera PR, favor de solicitarla a las personas contactos:

Sr. Alejandro Figueroa Ramírez
(E-mail: Alejandro.Figueroa@lumapr.com)
Principal Oficial Regulatorio de LUMA
LUMA Energy, LLC
PO Box 363508
San Juan, PR 00936-3508

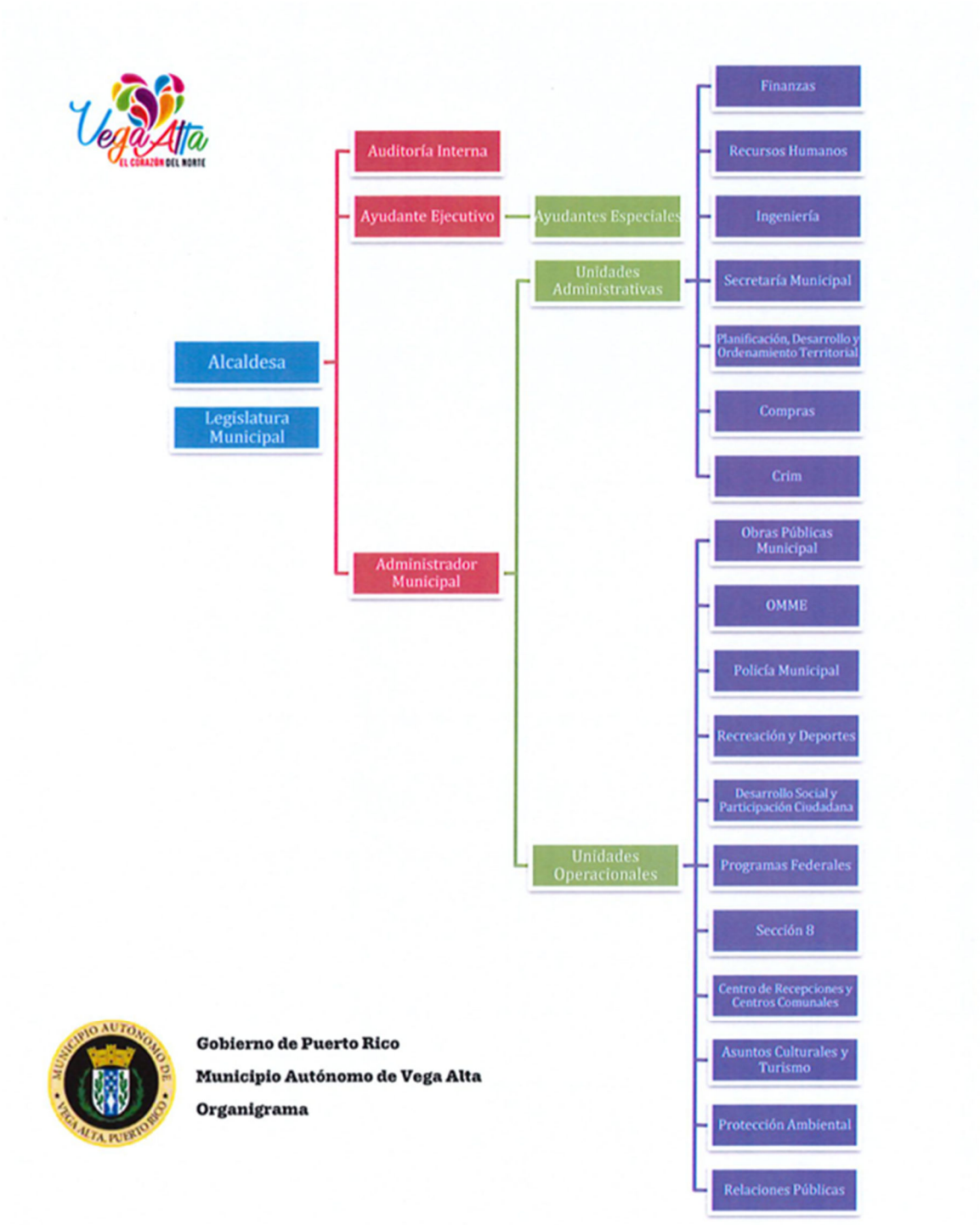
Sr. Winnie Irizarry Velázquez
(Email:winnie@genera-pr.com)
Presidente y CEO
Genera PR, LLC
954 Avenida Ponce de León, Suite 400
San Juan, PR 00907

Agradeceremos la atención prestada a este asunto. Para información adicional, puede comunicarse con el Sra. Yaritza Acevedo Correa (yaritza.acevedo@prepa.pr.gov), Oficial de Programa, División de Protección Ambiental y Confiabilidad de Calidad por el 787-521-4565.

Cordialmente,

Ruth Dones Ramos, Jefa
División de Protección Ambiental y
Confiabilidad de Calidad
(Email: ruth.dones@prepa.pr.gov)

Apéndice E: Organigrama Municipal



Apéndice F: Infraestructura Crítica por Línea Vital

#	Nombre	COORD Y	COORD X	Tipo	Categoría	Subcategoría
1	(Generador) Dorado Club	18.468445	-66.331214	Lifeline: Water Systems	Water Supply	AAA
2	(Generador) General Electric	18.416534	-66.329652	Lifeline: Water Systems	Water Supply	AAA
3	(Generador) Vega Doradoada	18.462645	-66.331697	Lifeline: Water Systems	Water Supply	AAA
4	Calle 17	18.418586	-66.326889	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
5	CDT	18.421092	-66.335966	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	CDT
6	Centro de Gobierno Irmo Figueroa Concepción	18.413997	-66.330137	Lifeline: Safety and Security	Government Service	Gobierno
7	Centro de Recepciones	18.414379	-66.328289	Other Facilities	Recreational Facilities	Centros Comunales
8	Colegio Discípulos de Cristo	18.412732	-66.314914	Other facilities	Educational Institutions	Colegio
9	Cuartel de la Policía Estatal	18.412502	-66.324723	Lifeline: Safety and Security	Law Enforcement	Estaciones De Policía
10	Cuartel de la Policía Municipal Bo. Sabana	18.466359	-66.334792	Lifeline: Safety and Security	Law Enforcement	Estaciones De Policía
11	EBAS ABB Vega Alta	18.44152	-66.3298	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
12	EBAS Barriada Correa Vega Alta	18.4098	-66.333	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System

Borrador

#	Nombre	COORD Y	COORD X	Tipo	Categoría	Subcategoría
13	EBAS Esc. Ileana De Gracia	18.41922	-66.3353	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
14	EBAS Maricao	18.3823	-66.3322	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
15	EBAS Sabana Hoyos II	18.4509	-66.3434	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
16	EBAS Urb. Santa Ana Vega Alta	18.417453	-66.307622	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
17	Edificio de Obras Públicas / Ornato y Reciclaje	18.416015	-66.331305	Lifeline: Safety and Security	Government Service	Manejo de Emergencias
18	Esc. Antonio Paoli	18.41179	-66.31669	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
19	Esc. Apolo San Antonio	18.41254	-66.33316	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
20	Esc. Apolo San Antonio	18.41254	-66.33316	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
21	Esc. Elemental Urbana	18.41309	-66.3293	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
22	Esc. Elisa Dávila Vázquez	18.400507	-66.306078	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
23	Esc. Francisco Felicié Martínez	18.465883	-66.335594	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
24	Esc. Ignacio Miranda	18.41052	-66.32616	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
25	Esc. Ileana De Gracia	18.419784	-66.335273	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
26	Esc. José M. Pagan De Jesús	18.44004	-66.33508	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
27	Esc. José M. Pagan De Jesús	18.44004	-66.33508	Other facilities	Educational Institutions	Escuela

Borrador

#	Nombre	COORD Y	COORD X	Tipo	Categoría	Subcategoría
28	Esc. Ladislao Martínez	18.409426	-66.324793	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
29	Esc. Rafael Hernández	18.41734	-66.30981	Other facilities	Educational Institutions	Escuela
30	Estación de Bombas AAA Pica El Peje Frances Bajura Vega Alta	18.423165	-66.341968	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Potable Water Systems
31	Estación de Bomberos	18.414837	-66.329089	Lifeline: Safety and Security	Fire Station Facilities	Estaciones De Bomberos
32	FMC Vega Alta	18.4152	-66.3299	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	Centro de Diálisis
33	Fresenius Kidney Care	18.414854	-66.329917	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	Clínica
34	IPA 307	18.412977	-66.326376	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	CDT
35	NW Bilingual Academy	18.416082	-66.309658	Other facilities	Educational Institutions	Colegio
36	Oficina de Manejo de Emergencias / Policía Municipal	18.414585	-66.328753	Lifeline: Safety and Security	Government Service	Manejo de Emergencias
37	PAS Vega Alta	18.4175	-66.3383	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
38	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Vega Alta	18.417524	-66.338568	Lifeline: Water Systems	Water Supply	Sanitary System
39	PR 22 Eastbound	18.428444	-66.3393	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
40	PR 22 Eastbound	18.428342	-66.343486	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente

Borrador

#	Nombre	COORD Y	COORD X	Tipo	Categoría	Subcategoría
41	PR 22 Eastbound	18.424503	-66.301336	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
42	PR 22 Etbd Km. 29.1	18.425358	-66.309617	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
43	PR 22 Etbd Km. 30.6	18.427075	-66.319894	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
44	PR 22 PR 2 Km. 32.4	18.432075	-66.340642	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
45	PR 22 Webd Km. 30.6	18.427264	-66.319842	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
46	PR 22 Westbound	18.428494	-66.343625	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
47	PR 22 Westbound	18.428283	-66.339486	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
48	PR 22 Westbound	18.425536	-66.309503	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
49	PR 620	18.400297	-66.343908	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
50	PR 647 Km. 8.3	18.383161	-66.349931	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
51	PR 647 Km. 8.3	18.383069	-66.34945	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
52	PR 675 Km. 0.3	18.422003	-66.3436	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
53	PR 690	18.428094	-66.347303	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
54	PR 690	18.421317	-66.347272	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
55	PR 694 Km. 1.0	18.424347	-66.301539	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente

Borrador

#	Nombre	COORD Y	COORD X	Tipo	Categoría	Subcategoría
56	Ramp PR 2 To PR 22	18.429722	-66.342778	Lifeline: Transportation	Transportation Systems	Puente
57	Subestación #9101 Vega Alta Pueblo	18.41458	-66.331239	Lifeline: Energy	Energy Generation And Distribution	AEE, LUMA
58	Subestación #9103 Santa Ana	18.414279	-66.307185	Lifeline: Energy	Energy Generation And Distribution	AEE, LUMA
59	Subestación #9105 Vega Alta 13kv	18.414534	-66.331221	Lifeline: Energy	Energy Generation And Distribution	AEE, LUMA
60	Subestación #9201 Bo. Breñas	18.467832	-66.315723	Lifeline: Energy	Energy Generation And Distribution	AEE, LUMA
61	Vega Alta Community Health	18.42072	-66.3356	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	Clínica
62	Vega Alta Community Health	18.42072	-66.33614	Lifeline: Health and Medical	Medical Care	CDT

Borrador