

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal
Autónomo de Fajardo

BORRADOR

CONTENIDO

1RA SECCIÓN: INTRODUCCIÓN	3
1.0 POBLACIÓN.....	5
<i>POBLACIÓN POR EDAD Y SEXO</i>	6
<i>HOGARES Y FAMILIAS</i>	7
<i>POBLACIÓN VULNERABLE</i>	7
1.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO	10
<i>LOCALIZACIÓN</i>	10
<i>TOPOGRAFÍA</i>	10
<i>GEOLOGÍA</i>	11
<i>SUELOS</i>	11
<i>COSTAS</i>	13
<i>CLIMA</i>	15
<i>HIDROGRAFÍA</i>	21
2DA SECCIÓN PROCESO DE PLANIFICACIÓN	23
2.0 PARTICIPACION CIUDADANA.....	23
<i>COMENTARIOS, REVISION E INCORPORACION</i>	23
2.1 INSUMO DE AGENCIAS, DEPARTAMENTOS, CORPORACIONES PÚBLICAS Y MUNICIPIOS.....	23
2.2 REVISION E INPORPORACIÓN DE PLANES Y ESTUDIOS EXISTENTES	25
2.3 MARCO LEGAL Y REGLAMENTARIO.....	30
2.4 PLANIFICACION Y COORDINACIÓN.....	36
3RA SECCIÓN: AVALÚO DE RIESGO	38
3.0 VULNERABILIDAD Y AMENAZAS	38
<i>DISTRIBUCION DE LOS USOS DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A RIESGOS</i>	39
<i>TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A RIESGOS</i>	41
<i>PROPUESTAS DEL PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL</i>	46
<i>ESTRUCTURAS E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA</i>	48
3.1 PERFIL DEL RIESGO POR SISMICIDAD	49
<i>EVENTOS PASADOS</i>	53
<i>AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA</i>	55
<i>USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A SISMICIDAD</i>	61
<i>TENDENCIAS DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A SISMICIDAD</i>	61
3.2 PERFIL DEL RIESGO POR TSUNAMI.....	63
<i>EVENTOS PASADOS</i>	68
<i>AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA</i>	69
<i>USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A TSUMANI</i>	73
<i>TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A TSUMANI</i>	73
3.3 PERFIL DEL RIESGO POR DISTURBIOS TROPICALES.....	75
<i>EVENTOS PASADOS</i>	78
<i>AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA</i>	80
<i>USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A VIENTOS INTENSOS</i>	81
<i>TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A VIENTOS INTENSOS</i>	81
3.4 PERFIL DEL RIESGO POR MAREJADA CICLÓNICA	83
<i>EVENTOS PASADOS</i>	85
<i>AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA</i>	86
<i>USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A MAREJADAS CICLÓNICAS</i>	90
<i>TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A MAREJADAS CICLÓNICAS</i>	92
3.5 PERFIL DEL RIESGO POR INUNDABILIDAD	94

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

EVENTOS PASADOS.....	98
AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA.....	99
USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN.....	102
TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN.....	104
3.6 PERFIL DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO.....	108
EVENTOS PASADOS.....	110
AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA.....	111
USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS.....	112
TENDENCIAS DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS.....	113
3.7 RIESGO POR ACCIDENTES ANTROPOGENICOS.....	115
EVENTOS PASADOS.....	117
AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA.....	118
USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A ACCIDENTE TECNOLÓGICO.....	121
TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A ACCIDENTE TECNOLÓGICO.....	121
3.8 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD EN CUANTO A PÉRDIDAS POTENCIALES.....	124
ESTIMADO PÉRDIDAS POTENCIALES.....	124
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	124
HAZUS-MH.....	126
3.9 ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR RIESGO.....	129
4TA SECCIÓN: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN.....	143
4.0 PROYECTOS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN.....	144
4.1 METAS DEL PLAN DE MITIGACIÓN.....	145
4.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	150
CLASIFICACIÓN EN SEIS CATEGORÍAS.....	150
CLASIFICACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS STAPLEE.....	152
PROYECTOS DE MITIGACIÓN PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES RIVERINAS.....	158
5TA SECCIÓN: ADOPCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN.....	162
5.0 ADOPCIÓN DEL PLAN.....	162
5.1 ANALISIS DE COSTO BENEFICIO.....	162
5.2 PRIORIDAD DE LAS ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN.....	163
5.3 MONITOREO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN.....	164
MONITOREO.....	164
EVALUACIÓN.....	165
ACTUALIZACIÓN.....	165
RECOMENDACIONES.....	166
5.4 INCORPORACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN A OTROS PLANES EXISTENTES.....	166
5.5 PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DEL PLAN.....	167
REFERENCIAS.....	169
APÉNDICES.....	172
APÉNDICE A.....	173
APÉNDICE B.....	174
APÉNDICE C.....	179
APÉNDICE D.....	182

1^{RA} SECCIÓN: INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas se ha experimentado, en Puerto Rico y a nivel global, un aumento significativo en lo que se refiere a pérdidas de vidas y daños a la propiedad de la ciudadanía, el comercio y la industria en sectores públicos y privados como resultado de eventos naturales de diferentes tipos. Este aumento, comúnmente, se ha asociado a un incremento en los eventos naturales extremos. Sin embargo, la explicación del aumento continuo en las pérdidas y su impacto en las economías no solo se circunscribe a los eventos naturales, que ciertamente suelen ser más intensos, sino que además puede encontrarse en un aumento significativo del número de habitantes, infraestructura y centros de producción y servicios ubicados en zonas amenazadas y vulnerables, propensas de sufrir repetidos daños y pérdidas con tal magnitud que enfrentan severas dificultades para recuperarse.

No obstante, debemos reconocer que debido a las formas no-planificadas de intervención sobre el territorio, específicamente en el entorno natural, nosotros mismos hemos creado nuevas amenazas de tipo socio-natural. La vulnerabilidad interactúa con las amenazas para perfilar condiciones amplias de riesgo, dimensionadas de forma diferenciada, social y territorialmente. El riesgo, o la probabilidad de daños y pérdidas en el futuro (inmediato o cercano), anteceden al desastre y lo advierten. El desastre es finalmente la concreción de un riesgo, una realización de determinados niveles de riesgo en la sociedad, en que el evento físico sirve de detonador, pero no es la causa única que le da origen. Las consecuencias de estos desastres han sido funestas para la población así como

para el desarrollo económico en muchos municipios de Puerto Rico y Fajardo no es la excepción.

El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo en cumplimiento con los requisitos dispuestos en el Título 44, Sección 201.6(a) (1-2) del Código de Reglamentos Federales ha desarrollado el Plan de Mitigación Multi-Riesgo que es el instrumento de planificación que le permite al municipio participar en el “Hazard Mitigation Grant Program” de FEMA.

Las metas generales del Plan de Mitigación Multi-Riesgos Naturales se mencionan en el siguiente listado.

- Salvaguardar la vida de la población amenazada por desastres naturales.
- Reducir la vulnerabilidad de la población amenazada por desastres naturales
- Generar participación ciudadana en los procesos de planificación y toma de decisiones del Comité Multi-Riesgos.
- Reducir las pérdidas de la propiedad pública y privada en casos de desastres naturales.
- Mantener la continuidad de los servicios en las instalaciones gubernamentales e infraestructura crítica en casos de desastres naturales.
- Fortalecer las capacidades de la Oficina Municipal de Manejo Emergencias mediante la implementación de los planes de mitigación, adiestramientos, actividades de mitigación y asistencia técnica.

1.0 POBLACIÓN

De acuerdo al Censo Federal del 2010, el Municipio de Fajardo tiene una población de 36,993 habitantes. Esto evidencia una reducción de 3,719 habitantes respecto al censo de 2000 donde la población se estimó en 40,712.

Fajardo	Población			
	2000	2010	Reducción	Cambio %
	40,712	36,993	-3,719	-9.1

Tabla 1: Población. Censo poblacional de 2000 y 2010.

A nivel municipal se observa un descenso poblacional de un -9.1% en la década de 2000-2010. Este patrón de descenso se presenta en los 9 barrios se presenta de manera diferenciada. Los barrios Barrio-Pueblo, Quebrada Fajardo, Florencio y Cabezas perdieron población a razón de un por ciento anual de -22.8%, -4.4%, -6% y -5% respectivamente. Mientras los barrios Quebrada Vueltas, Río Arriba, Sardinera, Demajagua y Naranjo ganaron población a razón de un por ciento anual de 12.8%, 4.4%, 15.4%, 41.4% y 29.7% respectivamente.

Barrios	Población por barrios			
	2000	2010	Cambio +/-	Cambio %
Barrio Pueblo	17,775	13,709	-4,066	-22.8
Quebrada Fajardo	10,240	9,789	-451	-4.4
Florencio	4,407	4,145	-262	-6.0
Quebrada Vueltas	3,249	3,665	+416	+12.8
Cabezas	1,411	1,339	-72	-5.0
Río Arriba	1,319	1,377	+58	+4.4
Sardinera	1,031	1,190	+159	+15.4
Demajagua	1,011	1,430	+419	+41.4
Naranjo	269	349	+80	+29.7

Tabla 2: Población por barrios. Censo poblacional de 2000 y 2010.

POBLACIÓN POR EDAD Y SEXO

En el municipio de Fajardo la distribución poblacional por edad y sexo es muy similar. Según los datos del Censo de 2010 la población de mujeres en Fajardo representa el 52.9% mientras que la población de hombres representan el 47.1%. La edad media para el grupo de las mujeres es de 38.9 años y la de los hombres es de 35.6 años.

POBLACIÓN HOMBRES POR EDAD			POBLACIÓN MUJERES POR EDAD		
Grupo	Cantidad	%	Grupo	Cantidad	%
Hombres	17,428	47.1	Mujeres	19,565	52.9
< de 5 años	1,147	3.1	< de 5 años	1,140	3.1
5 a 9 años	1,251	3.4	5 a 9 años	1,167	3.2
10 a 14 años	1,412	3.8	10 a 14 años	1,341	3.6
15 a 19 años	1,492	4.0	15 a 19 años	1,448	3.9
20 a 24 años	1,221	3.3	20 a 24 años	1,229	3.3
25 a 29 años	975	2.6	25 a 29 años	1,166	3.2
30 a 34 años	1,078	2.9	30 a 34 años	1,234	3.3
35 a 39 años	1,225	3.3	35 a 39 años	1,382	3.7
40 a 44 años	1,190	3.2	40 a 44 años	1,328	3.6
45 a 49 años	1,002	2.7	45 a 49 años	1,188	3.2
50 a 54 años	903	2.4	50 a 54 años	1,158	3.1
55 a 59 años	825	2.2	55 a 59 años	1,050	2.8
60 a 64 años	983	2.7	60 a 64 años	1,249	3.4
65 a 69 años	929	2.5	65 a 69 años	1,060	2.9
70 a 74 años	716	1.9	70 a 74 años	848	2.3
75 a 79 años	523	1.4	75 a 79 años	671	1.8
80 a 84 años	296	0.8	80 a 84 años	469	1.3
85 años o mas	260	0.7	85 años o mas	437	1.2

Tabla 3: Población por edad y sexo. Censo poblacional de 2010.

HOGARES Y FAMILIAS

Acorde con el censo de 2010 en el municipio de Fajardo existen 19,391 viviendas de las cuales 13,922 están ocupadas (71.8%), restando unas 5,469 (28.2) unidades vacantes. Del total de hogares (13,922 viviendas ocupadas) 9,921 constituyen hogares familiares (familias) y 4,001 hogares no familiares. Con un tamaño promedio por familia de 3.16 ocupantes.

Características de Viviendas – Ocupación de Viviendas		
Característica	Numero	%
Total de unidades de viviendas	19,391	100
Total de unidades de viviendas ocupadas	13,922	71.8
Total de unidades de viviendas vacantes	5,469	28.2
Características de Viviendas –Hogares por Tipo		
Total de Hogares	13,922	100
Hogares familiares (Familias)	9,921	71.3
Hogares no familiares	4,001	28.7
Tamaño promedio por familia	3.16	(X)

Tabla 4: Características de viviendas. Censo poblacional 2010.

POBLACIÓN VULNERABLE

La condición principal que determina la vulnerabilidad de una comunidad es que la población esté expuesta o en peligro de ser afectada por un evento natural o antropogenico. La población vulnerable puede recibir el impacto de manera diferenciada por lo que se entiende que es un proceso dinámico. Cuando una comunidad al interior montañoso del municipio recibe el impacto de los vientos huracanados, las comunidades en la zona costanera además de recibir los vientos intensos, también son vulnerables a las marejadas ciclónicas. El impacto que un terremoto pueda tener en las edificaciones de una comunidad u otra en la misma

zona sísmica está afectado, entre otras variables, por el tipo de suelo y los códigos de construcción sísmico-resistentes. La vulnerabilidad de una comunidad cuyas edificaciones no tengan características sismo-resistentes es mayor que en una donde sí se observaron. Las amenazas y vulnerabilidades, no son condiciones estáticas, sino más bien dinámicas y cambiantes¹.

Cuando hablamos de la vulnerabilidad de una comunidad nos referimos a la capacidad de esta para recuperarse de un desastre o falta de capacidad de resiliencia. Esta falta de capacidad para recuperarse no depende exclusivamente de las amenazas, sino de múltiples elementos presentes en las comunidades. Cuando analizamos la vulnerabilidad desde distintas ópticas nos percatamos que no es “una característica absoluta o estática, sino un proceso complejo, dinámico y cambiante, que determina que esa comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia de un desastre, o que tenga más o menos posibilidades de recuperación”.² La relación dialéctica entre amenazas y vulnerabilidad produce los cambios dinámicos en los elementos que causan la vulnerabilidad. En otras palabras, cuando se describe un escenario de riesgo no lo podemos hacer como si fuera algo estático “sino que tenemos que describirlo como un proceso, siempre en movimiento, siempre en vías de actualización”.³

¹ La Gestión Local Del Riesgo: Nociones Y Precisiones En Torno Al Concepto Y La Práctica, Allan Lavell, Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central –CEPREDENAC, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Buró para la Prevención de Crisis y Recuperación, 2003.

² Auge, Caída Y Levantada De Felipe Pinillo, Mecánico Y Soldador O Yo Voy A Correr El Riesgo (Guía De La Red Para La Gestión Local Del Riesgo), Gustavo Wilches –Chaux, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Página 29, 1998.

³ *Ibíd.*

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

En la medida en que el riesgo no afecta a todos los actores sociales presentes en una comunidad de la misma manera se habla de un riesgo diferenciado. Esta dinámica y los cambios son el resultado de los distintos procesos sociales, económicos y políticos relacionados al desarrollo de la sociedad. Estos cambios y dinámica se reflejan en el impacto de la política de uso de terrenos del Plan de Ordenación Territorial que promueve la reducción o control del riesgo; por cambios en la asignación de fondos para la finalización de proyectos; o por eventos extremos y peligrosos asociados al cambio climático, como es el ascenso en el nivel del mar, terremotos, huracanes e inundaciones.

Algunos indicadores socioeconómicos y demográficos nos ayudan a entender las causas de los cambios y el carácter dinámico de esta relación. Una población con altos índices de pobreza tiene menos oportunidades de recuperarse con prontitud que otras donde la población tiene mayores ingresos económicos o reside en estructuras resistentes a sismos y a vientos huracanados. Las comunidades con bajos niveles de educación, alto desempleo, alta densidad poblacional, pobres construcciones domésticas, faltos de servicios higiénicos o de salud ven incrementadas las condiciones de vulnerabilidad al ocurrir un evento catastrófico. En la siguiente tabla se presentan algunos datos demográficos y socio-económicos del municipio de Fajardo para el año 2010.

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS		
INDICADOR	CANTIDAD	PORCIENTO
Densidad poblacional por m ²	1,237 personas	X
Niños (población < 18 años de edad)	X	25.0%
Niños (población < 18 años de edad bajo los niveles de pobreza)	X	54.6%
Pobreza (población que vive bajo los niveles de pobreza)	X	42.1%

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Pobreza (familias que vive bajo los niveles de pobreza)	X	39.7%
Renta (ocupación de unidades de vivienda por renta)	3,518 viviendas – (9,580 habitantes / promedio x residencia = 2.72)	25.3%
Baja escolaridad (población sobre los 25 años que no termino escuela superior)	2,403	9.9%
Mujeres jefa de familia (mujeres jefa de familia con niños < 18 años de edad)	1,938	14.9%
Desempleo (individuos activamente buscando trabajo)	2,519	8.6%
Población > 65 años de edad)	6,209	16.8%
Población > 65 años de edad bajo los niveles de pobreza)	X	36.2%

Tabla 5: Indicadores socioeconómicos y demográficos. Censo 2010.

1.1 CONTEXTO GEOGRÁFICO

LOCALIZACIÓN

El municipio de Fajardo está localizado en el litoral costero noreste de la isla de Puerto Rico. La colindancia del municipio se extiende al Oeste con el municipio de Luquillo, al Sur con el municipio de Ceiba y al Norte y al Este con el Océano Atlántico. Tiene una extensión territorial de 29.9 millas² (77.4Km²), una densidad poblacional de 1,237 habitantes por milla², contiene 8 distritos censales y tiene una población total de 36,993 personas (Censo 2010). Posee nueve barrios: Barrio Pueblo (13,709 habitantes), Quebrada Fajardo (9,789 habitantes), Florencio (4,145 habitantes), Quebrada Vueltas (3,665 habitantes), Cabezas (1,339 habitantes), Río Arriba (1,377 habitantes) Sardinera (1,190 habitantes), Demajagua (1,430 habitantes), Naranja (349 habitantes).

TOPOGRAFÍA

Fajardo está localizado en lo que se denomina los Valles Costeros del Este. Estos son producto de ríos y quebradas que nacen en el interior montañoso y discurren

sobre el territorio formando bajos de arena y conglomerados de rocas hasta desembocar en el mar. En el Sudoeste del municipio se encuentran las mayores elevaciones por lo que el relieve topográfico se vuelve más escarpado. Esta es el área colindante con el Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo, donde las elevaciones fluctúan entre los 365 y 670 metros.

GEOLOGÍA

En el municipio de Fajardo se presentan varias formaciones de origen volcánico que corresponden principalmente al territorio del interior montañoso. Estas Formaciones son conocidas como Fajardo, Tabonuco y Hato Puerco, y pertenecen al Periodo del Cretáceo de la Era Mesozoica (65-144 millones de años atrás). En los valles se presentan depósitos más recientes de materiales sedimentarios menos consolidados, mas blandos y menos estables de aluvión, depósitos playeros y depósitos de pantanos que corresponden a su vez al Periodo Cuaternario de la Era Cenozoica (23.8 millones de años atrás). Estos últimos materiales son más vulnerables a la amplificación de la onda sísmica, vibran más intensamente y por más tiempo que las áreas donde predomina roca sólida.

SUELOS

De acuerdo al inventario de datos del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura Federal los suelos del territorio municipal de Fajardo de clasifican en 45 Tipos asociados a 32 Series de suelo. De estas ocho Series predominan en un 68% del terreno, Vega Baja (10%), Naranjito (10%), No Inventariado (9%), Yunes (9%), Humata (8%), Toa (8%), Descalabrado (7%) y Los

Guineos (7%). El restante 32% de los suelos se distribuye en 24 Series donde los porcentajes fluctúan entre el 0.02% y el 5.09%.

La Serie de suelos Vega Baja que comprende el 10% del inventario de suelos se encuentran en las áreas que han sido impactadas por los procesos de urbanización. La Serie de suelos Naranjito comprende el 10% del inventario de suelos. Estos se encuentran mayormente en los barrios Quebrada Vueltas y Demajagua. Se componen predominantemente de residuos de roca volcánica. De profundidad moderada, con buen drenaje, de moderada permeabilidad, muy susceptibles a la erosión y con pendientes que varían entre el 20% y el 60%.

El área de No Inventariada representa el 9% del total de suelos en el territorio municipal de Fajardo. La Serie suelos Yunes representa el 8% y se presenta mayormente en los barrios Quebrada, Fajardo y Sardinera. Se caracterizan por ser suelos arcillosos, poco profundos, de buen drenaje y de permeabilidad moderada. Están integrados por conglomerados de roca sedimentaria. Las pendientes de estos suelos varían entre el 20% y el 60% y son susceptibles a la erosión.

La Serie de suelos Humata, representa el 8% del terreno y se encuentra en los barrios Naranjo y Río Arriba. Son suelos profundos, de buen drenaje y de permeabilidad moderada. Son suelos finos de residual volcánicos con pendientes que varían entre el 20% y el 60%. La Serie de suelos Descalabrado se caracterizan por ser poco profundos, de buen drenaje y de permeabilidad moderada con pendientes que varían entre el 5% y el 60%. Estos suelos se clasifican como expansivos moderados y se componen básicamente de residuos de roca volcánica y de arcillas, lo que los hace muy susceptibles a la erosión.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

La Serie de suelos Toa se encuentran a lo largo del terreno por donde discurre el Río Fajardo. Son suelos arcillosos, finos, integrados por sedimentos aluviales, profundos, de buen drenaje, de permeabilidad moderada cuyas pendientes no exceden el 2%. La Serie de suelos Los Guineos se encuentran mayoritariamente en el barrio Río Arriba, en los terrenos del Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo. Estos suelos se caracterizan por ser profundos, de buen drenaje y moderada permeabilidad. Está formado por residuos finos de roca volcánica, y pendientes que varían entre el 12% y el 60%.

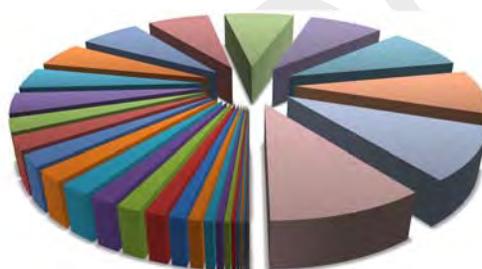


Ilustración 1: Tipos de suelos en Fajardo.

COSTAS

La zona costanera del municipio de Fajardo, que se extienden desde la colindancia con el municipio de Luquillo hasta la desembocadura del Río Demajagua, y se subdivide, para efectos del análisis en cinco zonas⁴.

⁴ Living With the Puerto Rico Shore; David M. Busch, Richard M. T. Webb, José González Liboy, Lisbeth Hyman, William J. Neal. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan 1995

- **ZONA: COLINDANCIA CON LUQUILLO HASTA CABEZA CHIQUITA**

Esta zona de extensa playa se extiende desde la colindancia entre los municipios de Luquillo y Fajardo hasta Cabeza Chita y se considera de riesgo moderado por las bajas elevaciones y el potencial de erosión. La única área de terrenos elevados es en Cabeza Chiquita. Esta zona costanera actualmente está localizada en lo que se conoce como la Gran Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (GRNCEN). Mediante esta ley se reconoce la existencia de la zona o área denominada Gran Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (GRNCEN). La zona del GRNCEN en el municipio de Fajardo se encuentra ubicada a lo largo de la zona costanera de los barrios Quebrada Fajardo y Cabezas. Esta Ley establece como política pública la preservación, restauración y conservación del área del GRNCEN, junto a su desarrollo, de ser posible, basado en actividades relacionadas al ecoturismo y turismo de naturaleza.

- **ZONA: BAHÍA LAS CABEZAS HASTA CABO SAN JUAN**

Esta zona marca la esquina Noreste de la isla de Puerto Rico y se caracteriza por ser un promontorio rocoso costero de forma irregular con playas y barreras rocosas. Esta zona es de riesgo moderado y varía según las elevaciones. La Reserva Natural Cabezas de San Juan se encuentra ubicada en esta zona. En el lado Este del Cabo San Juan la erosión es alta, aproximadamente 2 metros al año.

- **ZONA: CAYO ICACOS, CAYO LOBOS Y OTRAS ISLOTES**

Estos cayos son zonas de alta erosión y existen limitaciones para su desarrollo por la alta vulnerabilidad.

- **ZONA: PUNTA GORDA HASTA RÍO FAJARDO**

Esta zona costanera del Este contienen las mayores instalaciones portuarias además de ser una zona de alto riesgo. Esta área sufrió grandes daños por el impacto del huracán Hugo y la marejada ciclónica en septiembre de 1989, quedaron dañados, destruidos o averiados, residencias, botes, estructuras y el ferry que la marejada lo saco a la calle, afectando el servicio de transportación entre las islas municipios de Vieques y Culebra. El impacto de la erosión costera ha obligado a tomar medidas de mitigación estructural en el área del puerto y las marinas.

- **ZONA: RÍO FAJARDO HASTA BAHÍA DEMAJAGUA**

Esta zona costanera del Sureste del municipio de Fajardo se caracteriza por ser una costa estrecha de baja elevación donde predominan los mangles costeros, se considerada como una zona de alto riesgo y baja erosión. Punta Barrancas y Punta Mata Redonda representan bajo riesgo. La Bahía Demajagua es de riesgo moderado y existen problemas de erosión y sedimentación. En esta zona se encuentra la Reserva Natural Bosque Estatal de Ceiba

CLIMA

El territorio de Fajardo recibe los vientos alisios provenientes primordialmente del Este-Noreste. Es afectado, a su vez, por estos vientos que arrastran enormes masas de aire cuya humedad es controlada por la evaporación marina. La ocurrencia de lluvias es principalmente de origen marino como producto de la condensación de la humedad en el aire a medida que se enfría y es impulsado por los vientos hacia las partes más altas del interior montañoso en la Sierra de Luquillo.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

La temperatura, además de controlar estas interacciones, es afectada por los vientos. Además de estas alteraciones, el clima de Fajardo es afectado por frentes fríos así como disturbios tropicales: vaguadas, tormentas y huracanes. El paso de estos disturbios climáticos puede provocar lluvias intensas y de larga duración con resultados e inundaciones catastróficas. La deforestación afecta el clima alterando los niveles de humedad que van a la atmosfera producto de los proceso de evapotranspiración. De igual manera, la impermeabilización de los terrenos altera los patrones de escorrentía y de evaporación.

NCDC 1981-2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio Alto (F)	84.1	84.4	85.0	86.8	88.3	89.0	89.1	89.7	89.3	88.6	87.0	85.2	87.2
Promedio bajo (F)	69.0	69.0	69.8	71.2	73.1	75.2	75.7	74.9	74.1	73.6	72.3	70.6	72.4
Promedio lluvia (pul)	4.42	3.07	2.70	3.41	8.36	5.44	5.91	5.40	6.84	8.0	7.99	5.75	67.29

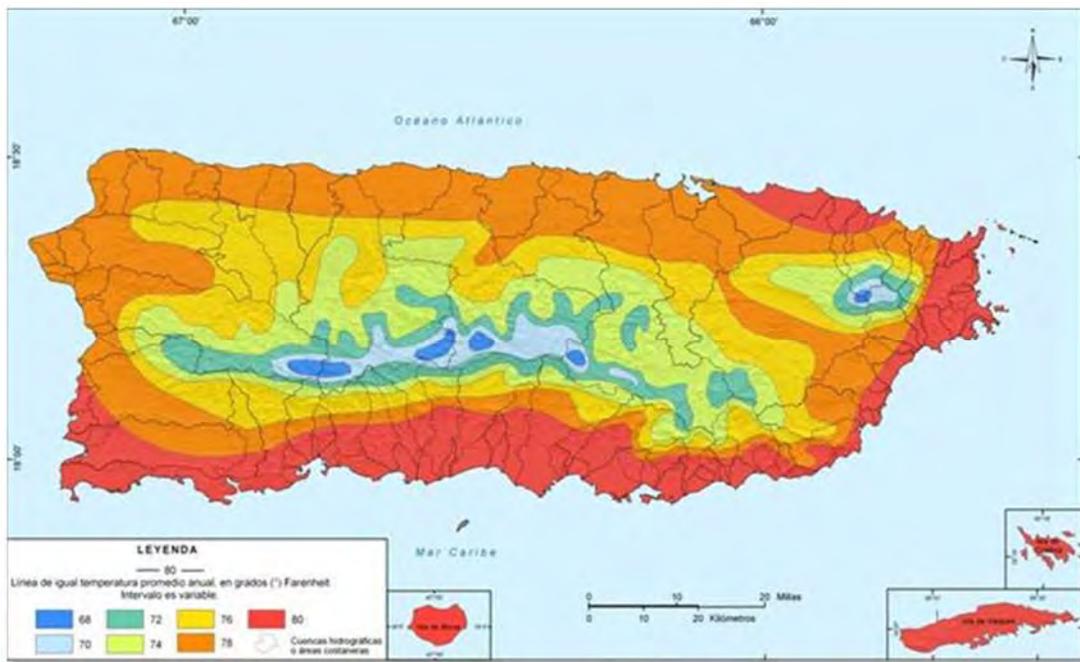
Tabla 6: National Climatic Data Center (NCDC)

Por lo general, las temperaturas más altas en la isla de Puerto Rico se producen en los valles costaneros. El territorio de Fajardo se caracteriza por ser un valle costanero con una temperatura cálida, y en el extremo Suroeste una porción alta y montañosa donde se han registrado las temperaturas más bajas. Los datos históricos climatológicos del municipio de Fajardo (1981-2010)⁵ indican que la temperatura promedio anual máxima es de 87.2° Fahrenheit y la temperatura promedio anual mínima es de 72.4° Fahrenheit. Los promedios mensuales más altos ocurren durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, siendo el mes de agosto el más caluroso con una temperatura promedio de 89.7° Fahrenheit. Los promedios mensuales más bajos ocurren durante los meses de enero y febrero con 84.1° y 84.4° Fahrenheit respectivamente.

⁵ <http://www.ncdc.noaa.gov/cgi-win/wwcgi.dll?wwDI~StnSrch~StnID~20023965> National Climatic Data Center (NCDC).

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo



Mapa: 1 Temperatura anual promedio. Plan Integral de Recursos de Aguas de Puerto Rico, DRNA.

El registro de los datos climatológicos revelan que el récord histórico de temperatura alta es de 96° Fahrenheit para el 10 de agosto de 1990 y la baja de 50° Fahrenheit para el 30 de enero de 1980. Siendo el año más húmedo el 1970 con una precipitación anual de 104.32" y el año más seco el 1945 con 44.49". El récord histórico diario de precipitación es de 10.30" de lluvia para el 13 de junio de 1938 en la estación Fajardo.

Récords Históricos		
Récord Temperatura Alto	96F	10 agosto 1990
Récord Temperatura Bajo	50F	30 enero 1980
Año más Húmedo	104.32"	1970
Año más Seco	44.49"	1945
Récord Precipitación Diaria	10.30"	13 junio 1938

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

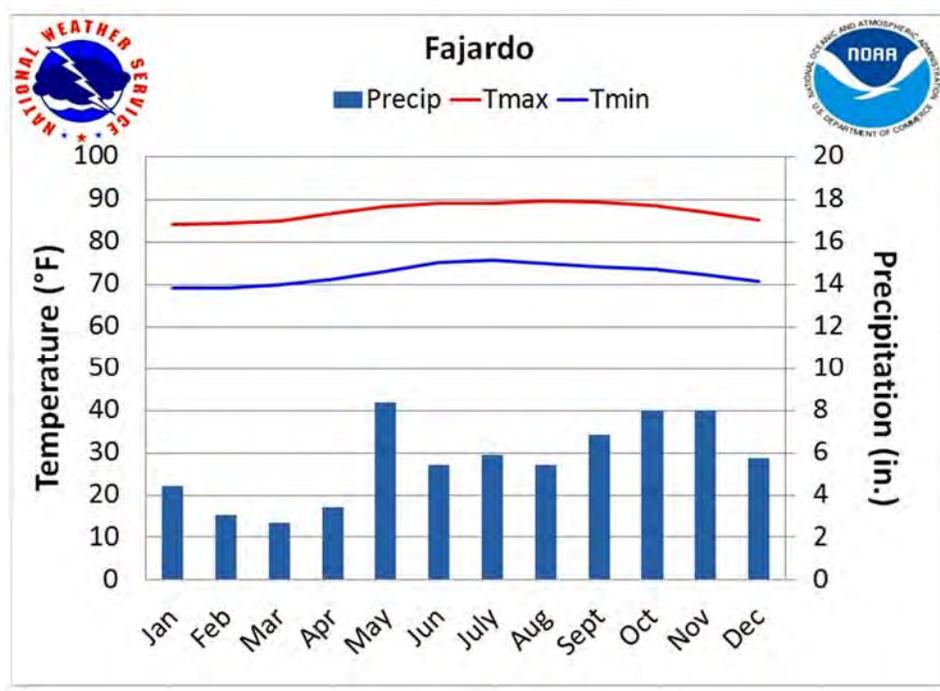
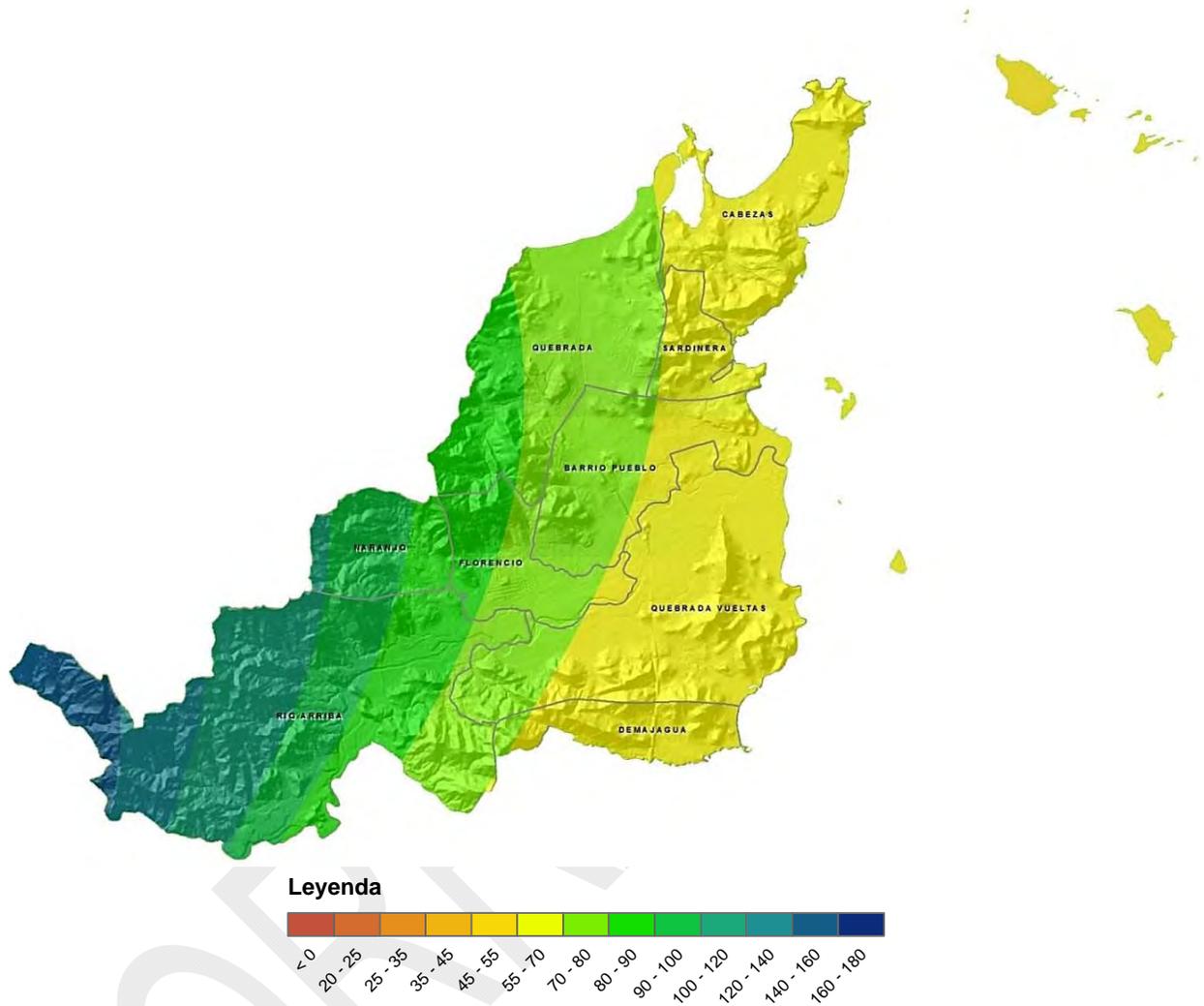


Tabla 7: National Climatic Data Center (NCDC)

Los datos históricos sobre precipitación señalan que el promedio de lluvia anual es de 67.29 pulgadas. Los meses de mayor precipitación son mayo, octubre y noviembre con 8.36, 8.0 y 7.99 pulgadas respectivamente. El patrón regional de precipitación, es decir, la frecuencia, cantidad y distribución de las lluvias está sujeto al efecto de los vientos alisios, la topografía y al factor orográfico. En la zonas costaneras del Noreste y Este del municipio la precipitación anual es de 55 a 70 pulgadas, en la zona costanera del Noroeste y la franja que se extiende hacia el Sur es de 70 a 80 pulgadas y a lo largo de la colindancia con el municipio de Luquillo el índice de precipitación aumenta en la medida que se acerca al interior montañoso con fluctuaciones de rango de 80 a 90, de 90 a 100, de 100 a 120, de 120 a 140 y de 140 a 160 pulgadas anual.



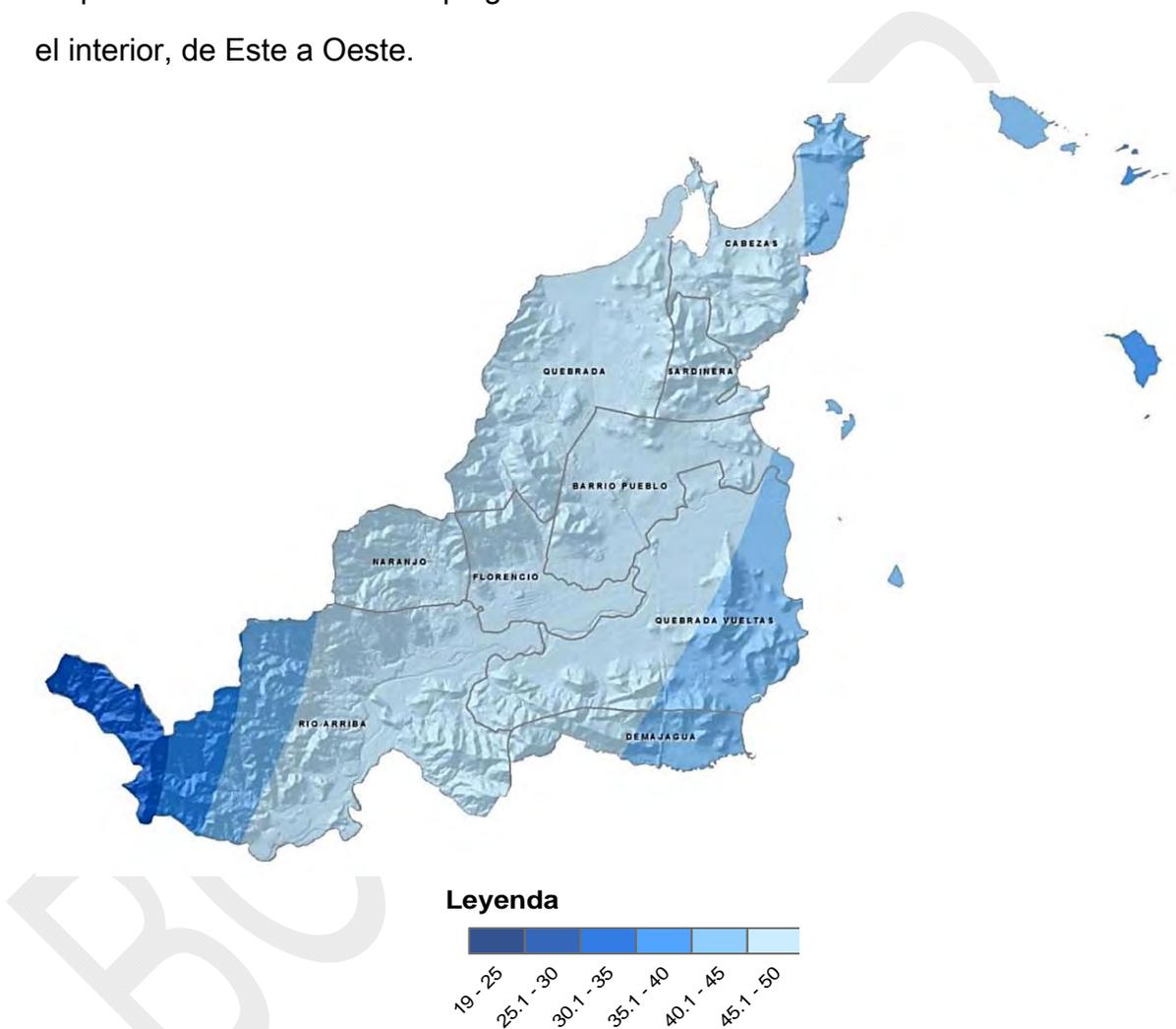
Mapa 2: Lluvia promedio anual, en pulgadas; color indica intervalo en el cual el estimado de lluvia es aproximado por el modelo digital.
Plan Integral de Recursos de Aguas de Puerto Rico, DRNA.

El efecto orográfico cobra relevancia en la porción montañosa al Suroeste del municipio de Fajardo. El mismo se produce debido al ascenso de los vientos contra las pendientes de las montañas. En el Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo la cantidad de precipitación es mucho mayor que en los valles aluviales y las zonas costaneras. Por esta razón, los promedios anuales de precipitación reportados en estas áreas tienen variaciones marcadas entre la montaña y la costa.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Es decir, en la región montañosa de la Sierra de Luquillo pueden reportarse un promedio anual de 110-150 pulgadas, mientras que en la costa estas cantidades pueden variar de 55 a 80 pulgadas. La precipitación del municipio es abundante con un promedio anual de 67.29 pulgadas anuales. La lluvia aumenta de la costa hacia el interior, de Este a Oeste.



Mapa 3: Evapotranspiración anual promedio en pulgadas.
Plan Integral de Recursos de Aguas de Puerto Rico, DRNA.

La evapotranspiración en la zonas costaneras del Noreste y Este del municipio es de 30.1 a 35 pulgadas, en la región central del municipio incluida la zona costanera del Noroeste y la franja que se extiende hacia el Sur es de 40.1 a 45 pulgadas. Al

extremo Suroeste en la colindancia con el municipio de Luquillo el índice de evapotranspiración disminuye en la medida que se acerca al interior montañoso con fluctuaciones de rango de 30.1 a 35, de 25.1 a 30 y de 19 a 25 pulgadas anual.

HIDROGRAFÍA

La hidrografía presente en el municipio de Fajardo es parte de la red dendrítica que nace en el interior montañoso al Este de la Sierra de Luquillo. En el territorio municipal de Fajardo se observan cuatro cuencas o sub-cuencas hidrográficas:

- Cuenca Río Fajardo
- Cuenca Costanera Quebrada Fajardo
- Cuenca Costanera entre Quebrada Fajardo y Río Fajardo
- Cuenca Costanera Quebrada Aldea Cintrón (Cuenca Costanera entre Río Fajardo a Río Demajagua)

De estas la cuenca del Río Fajardo es la de mayor área de captación con 26.5 m², y en su inventario de suelos están incluidos una porción de los terrenos del Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo. Por estas cuencas hidrográficas, discurren varios cuerpos de agua superficial entre los que se destacan el Río Fajardo y el Río Demajagua, al Sureste, que drena a la Sonda de Vieques cerca de la colindancia con el municipio de Ceiba. En el norte, la quebrada Fajardo conecta los estuarios y humedales con la Laguna Aguas Prietas y la Laguna Grande. La parte central del municipio está en el área costera de la cuenca del Río Fajardo. El Río Fajardo, es el río principal en el municipio de Fajardo y nace en el interior montañoso hasta desembocar en la Sonda de Vieques. Sus principales afluentes son las quebradas Sonadora, Rincón, Florencio, Juan Diego, Aguas Buenas y Redonda.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

El acuífero más extendido en el municipio de Fajardo es el acuífero intergranular y se extiende a lo largo de los depósitos aluviales dentro del área de la denominada expansión urbana y donde están localizados la mayoría de los pozos activos. De acuerdo al Plan de Recursos de Agua del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (PRA-DRNA) estos acuíferos no constituyen una fuente de agua significativa en la Región. Factores como baja porosidad y transmisividad de las rocas, así como el espesor de los depósitos aluviales restringe la capacidad de almacenaje⁶. Estos cuerpos de agua subterráneos están potencialmente expuestos al impacto de las actividades humanas que se desarrollan en el territorio municipal de Fajardo.

El Río Fajardo tiene una longitud aproximada de 16.5 millas, y su cuenca cubre un área de 26.5 m² (67.81 km²) constituyendo la fuente principal de agua en los municipios de la Región Este⁷. En la siguiente tabla se desglosa los usos del terreno en la Cuenca Río Fajardo.

Cuenca	Uso de terreno (%)								
	Agricultura/heno/pasto	Agua	Bosques, arbustos, yerba mala y arbustos enanos	Canteras y minas de sal; llanos de sal y lodo; arena	Humedales emergentes (pasto inundable intermitente)	Pastos/grama	Urbano o sin cubierta vegetal	Sin definir	
Cuenca Río Fajardo	15	1	48	0	0	26	10	0	

Tabla 8: Uso del terreno en cuenca hidrográfica Río Fajardo

⁶ Plan de Recursos de Agua del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (PRA-DRNA).

⁷ La Región Este está compuesta por los municipios de Ceiba, Culebra, Fajardo, Humacao, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Maunabo, Naguabo, Luquillo, Río Grande, Vieques y Yabucoa

2^{DA} SECCIÓN PROCESO DE PLANIFICACIÓN

2.0 PARTICIPACION CIUDADANA

COMENTARIOS, REVISION E INCORPORACION

Como parte de las actividades para fomentar la participación ciudadana se nombraron al Comité Multi-Riesgo dos (2) representantes comunitarios que participaron en la organización de los trabajos de planificación. Durante el proceso de planificación la ciudadana tiene la oportunidad de expresar sus opiniones y comentarios por medio de vistas públicas con el propósito de recoger las recomendaciones o sugerencias de las comunidades. El borrador del Plan de Mitigación Multi-Riesgo se publicó en la página Web del municipio con el propósito de hacer accesible el documento a la ciudadanía en general. Además, están disponibles copias en papel en la Oficina de Ordenación Territorial y en la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias para recibir los insumos, recomendaciones y comentarios del público en general. Este mecanismo aporta a la participación ciudadana que se materializa en las recomendaciones y en las revisiones que se integran al Plan. Se publicó un edicto en un periódico de circulación general notificando los lugares donde está disponible el Plan para revisión del público. El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo provee a la ciudadanía treinta (30) días calendarios para hacer sus comentarios y enmiendas al Plan de Mitigación Multi-Riesgos.

2.1 INSUMO DE AGENCIAS, DEPARTAMENTOS, CORPORACIONES PÚBLICAS Y MUNICIPIOS

Con el fin de evitar la duplicidad de esfuerzos, y conflictos con las funciones y/o deberes de los municipios colindantes y agencias o departamentos estatales o

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

federales se cursó comunicación escrita en la que se les solicitó que presenten cualquier plan y/o documento sobre preparación, respuesta, recuperación y mitigación de desastres en que este incluido o se requiriera el apoyo del Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo. Además, se les solicitó que presenten un inventario de Infraestructura y/o facilidades existentes o en planes que estuviesen localizadas en el Municipio Autónomo de Fajardo. A los municipios colindantes, Rio Grande, Ceiba y Luquillo, se les solicitó que presenten cualquier plan y/o documento sobre preparación para desastres, respuestas, recuperación y mitigación preparado por ellos, y en el que se requiera el apoyo del Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo.

Listado de municipios:

- Municipios Colindantes: Rio Grande, Ceiba y Luquillo

Listado de Agencias, Departamentos y Corporaciones Pública:

- Red Sísmica
- Junta de Planificación (JP)
- Policía de Puerto Rico (PPR)
- Autoridad de Carreteras (AT)
- Junta de Calidad Ambiental (JCA)
- Departamento de Educación (DE)
- Autoridad de Energía Eléctrica (AEE)
- Guardia Nacional de Puerto Rico (GNPR)
- Representante de FEMA ante el Gobernador
- Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico (CBPR)

- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA)
- Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE)
- Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (DV)
- Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP)
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA)
- Agencia Estatal para el Manejo de Emergencia y Administración de Desastre (AEMEAD)

Listado de Agencias Federales:

- Agencia de Protección Ambiental (EPA)
- Agencia Federal para el Manejo de Emergencia (FEMA)
- Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (USACE)
- Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), Departamento del Interior
- Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS), Departamento del Interior
- Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRSC), Departamento de Agricultura Federal

No se han recibido comentarios de ninguno de los municipios colindantes, agencias, corporaciones públicas o departamentos estatales o federales, aunque se tomaron en consideración los planes y documentos preparados por estos para el establecimiento de política pública.

2.2 REVISION E INPORPORACIÓN DE PLANES Y ESTUDIOS EXISTENTES

Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo (2010)

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Fajardo fue aprobado por el Gobernador mediante Orden Ejecutiva el 2 de mayo de 2010. El POT tiene el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos.*

El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas.

Proyectos para el Control de Inundaciones

La mayor medida de mitigación estructural que se desarrolla en el municipio de Fajardo actualmente es un esfuerzo combinado entre el Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo y el Cuerpo de Ingenieros del Ejecito de EE.UU. que han desarrollado varios proyectos para el control de inundaciones en el municipio de Fajardo. Entre las medidas estructurales de mitigación se enclavan dos diques principales para la protección del centro urbano.

- Uno de los proyectos se extiende desde el lado Sur de la desembocadura del Río Fajardo hasta el lado Sur de la carretera PR-976. Este proyecto consiste

de la construcción de 2.1 km de diques al sur de las áreas urbanas de Fajardo para contener la inundación de los 100 años.

- Además del dique en el río se incluyen, dos rampas de carreteras y cuatro estructuras de drenaje.
- La segunda fase de este Proyecto aguarda por una asignación de fondos y un rediseño en la sección que atraviesa la Avenida Marcelito Gotay frente al Tribunal de Justicia.
- Entre las medidas de mitigación que se contemplan en este proyecto está la adquisición y preservación de 36 cuerdas de terreno con el propósito de sembrarlas con mangle debido al impacto directo en seis cuerdas del Bosque de Ceiba.

Plan de Respuesta de Emergencia para Tsunamis (2012)

En el caso de un evento de tsunami la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias (O.M.M.E) de Fajardo se guía por el Plan de Respuesta de Emergencias para Tsunamis que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de apéndices y los procedimientos de operación estándar instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación. Contiene un listado de los contactos oficiales, contactos con las escuelas y negocios en las zonas de peligro de tsunamis. El documento ilustra con mapas detallados las zonas a desalojar, las rutas de desalojo, las zonas seguras y las áreas de reagrupamiento o asamblea. El Plan describe los procedimientos para

establecer las comunicaciones en caso de emergencias y los procedimientos de respuestas ante un Aviso, Advertencia o Vigilancia de tsunamis. El Plan de Respuesta de Emergencias para Tsunamis fue aprobado y adoptado en marzo del año 2012.

Plan de Desalojo en Masa Regional a Todos los Peligros

Este Plan de Desalojo, presentado por la Oficina de Seguridad Nacional de Puerto Rico y aprobado el 30 de marzo de 2012, tiene el propósito de definir la organización, responsabilidades, conceptos de operación y procesos adecuados para llevar a cabo un desalojo en masa en el área Este de Puerto Rico, incluyendo sus áreas costeras. Este Plan será utilizado en la eventualidad de una catástrofe o emergencia mayor, la cual cree una necesidad de un desalojo total o parcial de los municipios que este describe. El Plan detalla las responsabilidades del Estado mediando una activación de emergencia a nivel tres (3), según definida en el Plan de Emergencia del Estado. El mismo detalla, las acciones de los Gobiernos Locales, para manejar los movimientos de personas en masa y del manejo del tránsito; así como de los recursos necesarios para su ejecución. El fin primordial de este Plan es el trasladar las personas en riesgo desde el área de gran peligro a un área de relativa seguridad.

Plan de Manejo de Aguas de Escorrentías (MS4)

El objetivo de Plan de Manejo de Aguas de Escorrentía es reducir o eliminar la dispersión de contaminantes a la máxima superficie posible. Identificar las actividades y las mejoras estructurales que minimicen la cantidad de estos contaminantes mejorando la calidad de las aguas de escorrentía. El Plan de Manejo

de Aguas de Escorrentía cuenta con seis Medidas Mínimas de Control (MMC) dirigidas a mejorar la calidad de las aguas a través del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (“National Pollutant Discharge Elimination System - NPDES”).

- Educación y Alcance Comunitario
- Participación Comunitaria
- Identificación y Eliminación de Descargas Ilícitas
- Control de Aguas de Escorrentía en Actividades de Construcción
- Control de Escorrentías Post Construcción
- Prevención de Contaminación y Buenas Prácticas Operaciones y Mantenimiento

Plan de Área del Centro Urbano

El propósito de este Plan es de transformar el Centro Urbano implantando medidas que encaminen y potencien el desarrollo deseado, el bienestar y la prosperidad de la población. Entre los objetivos de este Plan se destacan:

- La ordenación de la red vial y la circulación del tránsito.
- La eliminación de barreras para la circulación peatonal.
- La eliminación de rótulos y afecciones en el espacio público.
- La revitalización demográfica y el comercio tradicional.
- La inserción de vivienda que refuerce el carácter del área.
- El establecimiento de una red de parques y áreas verdes.

Plan de revitalización del Centro Urbano de Fajardo (2007)

Este Plan consiste de una iniciativa Interagencial con la que se busca revitalizar los centros urbanos. El esfuerzo está dirigido por la Directoría de Urbanismo del Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP).

Ley de la Gran Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (GRNCEN). Ley 126 del 25 de junio de 2012

Mediante esta ley se reconoce la existencia de la zona o área denominada Gran Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (GRNCEN). El CEN se encuentra ubicado a lo largo de la zona costanera de los barrios Pitahaya y Juan Martín, en el municipio de Luquillo, y en los barrios Quebrada Fajardo y Cabezas, del municipio de Fajardo. Esta Ley establece como política pública la preservación, restauración y conservación del área del CEN, junto a su desarrollo, de ser posible, basado en actividades relacionadas al ecoturismo y turismo de naturaleza.

Plan Consolidado de Vivienda y Desarrollo Comunal

El municipio de Fajardo ha preparado el Plan Consolidado de Vivienda y Desarrollo Comunal. Este documento atiende las necesidades principales que las comunidades han identificado de manera integrada y mediante la combinación de los procesos de planificación, solicitud de fondos y preparación de informes.

2.3 MARCO LEGAL Y REGLAMENTARIO

El manejo de desastres y emergencias esta ordenado por un cuerpo de leyes, reglamentos, ordenanzas y normas que rigen la organización, planificación e intervención en cada uno de los eventos que ocurren, sean de índole natural o antropogenico. Conforme a la política pública del Gobierno de Puerto Rico este Plan de Mitigación Multi-Riesgo se circunscribe al marco legal, reglamentario y normativo en los ámbitos federales, estatales y municipales.

ÁMBITO FEDERAL

“Disaster Mitigation Act of 2000”

Mediante esta Acta se dispone que los gobiernos municipales tengan que preparar y adoptar un plan de mitigación multi-riesgo a fin de ser elegible para recibir fondos por el Programa de Concesión de Mitigación de Riesgos - “Hazard Mitigation Grant Program”. Este plan describe el nivel de vulnerabilidad, el tipo de amenazas, el nivel de riesgo y el alcance que enfrenta la población según se presentan en el territorio municipal. Se precisan las actividades a llevar a cabo previo a un probable evento en el que se puedan ver en riesgo o se afecte la vida y la propiedad.

“Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act” (1988)

Esta Acta estipula que cualquier propiedad adquirida, aceptada o removida conforme a un proyecto propuesto, será mantenida en la perpetuidad para un uso que sea compatible con el espacio abierto, con actividades recreativas o para prácticas de manejo de humedales. Ninguna estructura será levantada o edificada en una propiedad adquirida, aceptada o donde una estructura fuese removida bajo el programa de expropiación, adquisición o relocalización; a menos que sea una facilidad pública abierta en todos sus lados y que haya sido designada como espacio abierto o una estructura aprobada por el Director de FEMA.

Orden Ejecutiva 11988, “Floodplain Management” (Plan de Manejo de Inundaciones) (1987)

Esta Orden le ordena a todas las agencias federales a tomar acción y evitar en la medida posible, los efectos adversos a corto y a largo plazo asociados con la ocupación y modificación de las áreas inundables y evitar el apoyo directo o

indirecto hacia el desarrollo de áreas inundables siempre y cuando sea una alternativa viable.

ÁMBITO ESTATAL

Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1991, según enmendada

Esta Ley conocida como la Ley de Municipios Autónomos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico dispone que los Municipios puedan preparar e implementar planes para ordenar su territorio de manera compatible con las leyes, políticas públicas y reglamentos del Gobierno Central al cumplir con las disposiciones del Capítulo XIII (Artículo 13.008) de dicha ley.

Ley #211 del 2 de agosto de 1999: Agencia Estatal para el Manejo y Administración de Desastres de Puerto Rico

Esta Ley establece la política pública del gobierno de Puerto Rico en situaciones de emergencias que afecten la isla. Crea la Agencia Estatal para el Manejo y Administración de Desastres de Puerto Rico. Concede poderes extraordinarios al gobernador en situaciones de emergencias o desastres; fija penalidades y deroga la Ley Núm. 22 de 23 de junio 1976, según enmendada, conocida como “Ley de la Defensa Civil de Puerto Rico”.

Ley Núm. 49 de 4 de enero de 2003

Esta Ley establece política pública sobre la prevención de inundaciones en Puerto Rico, la conservación de ríos y quebradas y la dedicación a uso público de fajas verdes. La Ley dispone que cualquier obra de construcción cerca de un cuerpo de agua dedicara una franja de terreno de al menos cinco metros lineales a ambos lados del cuerpo de agua para uso público.

[Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación \(Reglamento de planificación Núm. 13\) Séptima Revisión, de la Junta de Planificación](#)

Este reglamento establece medidas de seguridad para controlar el desarrollo en áreas propensas a inundaciones, incluyendo los humedales. La sección 3.02 de este reglamento se establece como propósito evitar cambios a la hidrología natural de los valles inundables para proteger y conservar los humedales. Bajo la sección 8.01 este reglamento se prohíbe la alteración de dunas o humedales que pueda aumentar el potencial de daños por inundación o marejadas.

[Reglamento Conjunto de Permisos para Obras de Construcción y Usos de Terrenos \(Vigencia 29 de noviembre de 2010\): Capítulo 32, Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico](#)

Este Capítulo tiene el propósito de guiar y controlar el uso y desarrollo de terrenos y cuerpos de agua en la zona costanera de Puerto Rico, sus costas y sus playas y para requerir, fomentar o prohibir, basado en el bienestar general, los accesos a las playas de Puerto Rico. El Capítulo 32 deroga el Reglamento Núm. 17, conocido como el Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y Acceso a las Playas y Costas de Puerto Rico.

[Código de Construcción de Puerto Rico 2011 \(“2011 Puerto Rico Building Code”\)](#)

El nuevo Código de Construcción de Puerto Rico, aprobado por la Administración de Reglamentos y Permisos de la Oficina del Gobernador de Puerto Rico en el 2011, acoge 9 de los 13 códigos de la “International Code Council” (ICC) del 2009 que aplican a Puerto Rico. Estos son: “International Building Code”, “International Residential Code”, “International Existing Building Code”, “International Fire Code”,

“International Mechanical Code”, “International Energy Conservation Code”, “International Private Sewage Disposal Code”, “International Fuel Gas Code” y el “International Plumbing Code”. Entre los cambios más significativos están los nuevos parámetros de diseño para estructuras resistentes a vientos de 150 mph. Anteriormente estos parámetros establecían el umbral máximo en 120 mph. Esta medida aumenta significativamente el nivel de seguridad en caso de huracanes ya que las medidas de protección se amplían de un huracán categoría 3 en cuyo escenario los daños son extensos (111–129 mph) a un huracán categoría 4 en donde los daños son extremos (130-156 mph) según la escala de 1 a 5 de Saffir-Simpson modificada en mayo del 2012.

Acta del Derecho a Saber (SARA Título III)

Esta Acta añade el Título III sobre Planificación y Respuestas a Emergencias y el Derecho de la Comunidad a Saber (EPCRA). Conocido como SARA Título III. Provee reglamentación y normativa para la planificación de respuestas a emergencias ambientales y emisiones de sustancias peligrosas. Bajo el amparo de esta Acta se mantiene un inventario de materiales peligrosos (HazMat) conocido como TIER 2. Este inventario tiene el propósito de conocer qué material peligroso se almacena, los estándares y umbrales de almacenamiento según el químico o material, la localización de las instalaciones, las medidas de contingencia, las medidas de seguridad personal y personas responsables o contactos.

ÁMBITO MUNICIPAL

Plan Operacional de Emergencias Municipal (2012)

El propósito en este plan es coordinar todas las acciones asignadas a las organizaciones de respuesta de emergencia para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante o después de una emergencia o desastre. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices de riesgos específicos, SOP'S y/o instrucciones específicas, quién va a hacer qué, cuándo, dónde y cómo; durante las fases de preparación, mitigación, respuestas y recuperación. Este documento constituye una formidable herramienta de planificación para atender una emergencia así como para la administración de un desastre.

Código de Orden Público del Municipio Autónomo de Fajardo

Mediante la Ordenanza Núm. 18 aprobada, el 12 de noviembre de 2011, por la legislatura del Municipio Autónomo de Fajardo se estableció el Código de Orden Público a regir en las zonas demarcadas del centro urbano de Fajardo. En las Secciones que comprenden de la 3.4 a la 3.11 el Código prohíbe la obstrucción de las parrillas pluviales, así como que no se viertan o se cambien aceites en las calles, parrillas, aceras. Prohíbe el depósito de chatarra en lugares públicos y privados en el centro urbano de Fajardo. Esta política pública actúa como medida de mitigación en diferentes escenarios desde minimizar la entrada de contaminantes a los cuerpos de agua superficial hasta un escenario de inundación donde los escombros son arrastrados de manera violenta por las aguas en movimiento impactando y destruyendo las estructuras a su paso así como obstruyendo las vías principales.

2.4 PLANIFICACION Y COORDINACIÓN

Para la creación del Plan de Mitigación Multi-Riesgo se designó por el Alcalde un comité de personas. El Comité está integrado por representantes de la Oficina de Ordenación Territorial, Asuntos Federales Municipal, la Agencia Municipal para el Manejo de Emergencia, el Departamento de Obras Públicas Municipal, Oficina Ayuda al Ciudadano, Oficina de Finanzas, Oficina de Reciclaje, además de dos representantes de la comunidad y un consultor externo. En el siguiente listado se identifican las personas que integraron el proceso de planificación en el Comité Multi-Riesgo.

- Plan. Betsy L. López Roldán - Directora - Oficina de Ordenación Territorial
- Sra. Mabel Cosme - Directora - Oficina de Asuntos federales
- Sra. Mirian Vélez - Directora - Oficina Municipal de Manejo de Emergencias
- Sr. Alberto Álvarez - Director - Oficina de Obras Públicas
- Sra. María de Lourdes Ayala - Directora - Oficina Ayuda al Ciudadano
- Sra. María I. Colón - Directora - Oficina de Finanzas
- Sr. Carlos O. Rivera Jiménez - Director - Oficina de Reciclaje
- Sr. Benigno Matta - Representante comunitario
- Sr. Jaime Laureano - Representante comunitario
- Sr. Héctor R. Sánchez Graterole - Representante de consultor privado

El Comité Multi-Riesgo estableció un plan de trabajo para con el propósito de delinear las actividades dirigidas a desarrollar el Plan de Mitigación y documentar los procesos de vistas públicas.

Tareas del Comité Multi-Riesgo:

- Desarrollar Plan de Trabajo con Comité Multi-Riesgo.
- Calendarizar objetivos y actividades del Plan de Trabajo.
- Integrar al Comité Multi-Riesgo representantes de las comunidades.
- Programar reuniones de coordinación.
- Presentar vistas públicas a la ciudadanía para la discusión del documento.
- Presentar el Plan de Mitigación Multi-Riesgo a las oficinas municipales que integran el comité para su revisión.
- Canalizar con la Oficina de Ordenación Territorial, la Oficina de Asuntos Federales Municipal, y la Agencia Municipal para el Manejo de Emergencia, el Departamento de Obras Públicas Municipal los comentarios y recomendaciones hechas por las dependencias municipales y la ciudadanía.
- Publicar en la página Web del municipio información relacionada con el Plan de Mitigación Multi-Riesgo.

3RA SECCIÓN: AVALÚO DE RIESGO

3.0 VULNERABILIDAD Y AMENAZAS

El municipio de Fajardo cuenta entre sus recursos naturales costeros con una gran cantidad de bahías y ensenadas donde se desarrollan importantes actividades económicas relacionadas a puertos, villas pesqueras, marinas, hoteles, playas, balnearios de gran interés turístico y recreativo, así como zonas de alto valor ecológico y escénico. Estas zonas se caracterizan por una extraordinaria población turística y flotante durante todo el año.

El aprovechamiento de las costas y sus recursos han sido explotados históricamente desarrollando actividades económicas, sociales y culturales. La proximidad a los recursos costeros y marinos llevo al establecimiento de múltiples comunidades a lo largo de las costas de Puerto Rico desde tiempos inmemorables. En las costas de Fajardo se desarrollaron comunidades y poblados de trabajadores y pescadores como Sardinera, Las Croabas, Maternillo, Mansión del Sapo y el poblado Puerto Real (sub-barrio de barrio pueblo).

A mediados del siglo 20 toma auge en Puerto Rico la construcción de viviendas inundando con hormigón los llanos costeros y los valles aluviales. Estos proyectos se dan en los terrenos agrícolas y en la periferia de los centros urbanos-industriales, terrenos en desuso y abandonados por los cambios en las estrategias de desarrollo económico. En esta época la industria de la construcción sale favorecida por las facilidades de financiamiento iniciando una serie de proyectos de viviendas horizontales que se conocerán como urbanizaciones.

El crecimiento urbano y el desarrollo de la infraestructura como fenómeno social se ha producido de manera contradictoria hacia el litoral costero exponiendo la seguridad de amplios sectores de la población a eventos naturales extremos y sin tomar en consideración los ajustes intrínsecos de la naturaleza, excediendo el umbral de las capacidades sociales, económicas y humanas por transformar o dominar la dinámica terrestre. El mar, que da la vida, y los océanos, que proveen riquezas, se vuelven amenazas cuando la planificación ignora los procesos naturales de los mares y océanos como marejadas ciclónicas, inundaciones, tsunamis, erosión costera y cambios en el nivel del mar. Ante estos eventos físicos extremos el nivel de vulnerabilidad se potencia con el continuo desarrollo de edificaciones y construcciones en áreas amenazadas. La construcción social del desastre se hace manifiesta en el desarrollo de asentamientos e infraestructura crítica en terrenos de alto riesgo a eventos naturales.

DISTRIBUCION DE LOS USOS DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A RIESGOS

La extensión del territorio de Fajardo es de aproximadamente 29.5 millas² y el uso del terreno se distribuye de la siguiente manera. Los principales cuerpos de agua superficial entre los que se encuentran pequeñas quebradas, el Río Fajardo y las Lagunas Aguas Prietas y Grande, cubren alrededor del 1.12% (0.33 millas²) del terreno. Estas lagunas están interconectadas con estuarios y humedales hasta llegar al Norte con la quebrada Fajardo, y representa el 3.28% (0.97 millas²) de los suelos de esta red de estuarios y humedales. Entre las arenas y los promontorios rocosos que perfilan el litoral costero de Fajardo se estiman en un 0.17% (0.05 millas²). Estas son una de las zonas más vulnerables a los embates de las marejadas ciclónicas y tsunamis.

Las áreas arenosas son susceptibles a la licuefacción en caso de un sismo de gran magnitud. Los arbustos se extienden un 6.64% (1.96 millas²) del territorio, junto a los pastizales que alcanzan el 31.28% (9.23 millas²) de terreno. Los Bosques en cuyo inventario de suelos están incluidos una porción de los terrenos del Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo y la Reserva Natural Bosque Estatal de Ceiba comprende alrededor de un 40.16% (11.85 millas²). El 1.25% (0.37 millas²) del área representa suelos expuestos por distintos usos, y las áreas construidas comprenden un 15.89% (4.69 millas²) del territorio total de Fajardo. Estas áreas son las de mayor concentración urbana en el municipio de Fajardo y se encuentran principalmente en lugares señalados con alta vulnerabilidad a amplificación de la onda sísmica. Cerca del 51% de las estructuras en el municipio de Fajardo están asentadas en depósitos de aluvión y un 3% en depósitos playeros, depósitos pantanosos y relleno artificial. El centro urbano está asentado principalmente sobre depósitos de aluvión, y la construcción de viviendas de tipo residencial y recreativo cerca de la costa incrementa el riesgo de la población a eventos de marejadas ciclónicas y tsunamis.

En un estudio recientemente publicado por el Servicio Forestal de EEUU titulado Cobertura de Terreno del Bosque Nacional El Yunque y de sus Áreas Circundantes⁸ se presentan los hallazgos de la investigación y los datos de la cobertura de terrenos del municipio de Fajardo. La información que se deriva del análisis espectral sobre cobertura de terrenos se creó mediante la digitalización de las fotos aéreas del año 2010. La clasificación se basó en ocho categorías de cobertura de

⁸ López-Marrero, T.; Hermansen-Báez, L.A. 2011. Cobertura de terreno del Bosque Nacional El Yunque y de sus áreas circundantes. [Hoja informativa]. Gainesville, FL: USDA Forest Service, Southern Research Station.

terrenos⁹ en tres escalas geográficas, municipal, regional y el área de proclama. En términos municipales el estudio revela que Río Grande y Fajardo tuvieron la mayor cobertura de terreno construido con 3,648 y 3.097 cuerdas, respectivamente. Las estadísticas del estudio señalan que Fajardo, Juncos y Canóvanas presentaron el mayor porcentaje de cobertura de terreno construido con 16% en Fajardo, 14% en Juncos y 14% en Canóvanas.

TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A RIESGOS

Con la aprobación y adopción del Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo ha tomado acción para desalentar los patrones de desarrollo actuales en los que se evalúan proyectos según sus ganancias económicas y no las pérdidas ambientales. Ante esta tendencia, se continuaría impermeabilizando la superficie, afectando la cantidad de escorrentía que llevan a la sedimentación de los cuerpos de agua y la erosión costera. Además, de que se propagaría los problemas de inundaciones y deslizamientos debido a la pérdida de la cubierta forestal¹⁰.

El POT establece el uso del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

⁹ Bosque, Arbustos, Humedal, Pastizal, Área Construida, Suelo Expuesto, Arena y Roca, Agua.

¹⁰ Capítulo 5 inciso 5.2.2 “Impactos Físicos” pagina 74-74. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos.¹¹*

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. A estos fines el POT clasifica el territorio municipal en las siguientes tres (3) categorías: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo rústico, que a su vez se subdividen. La descripción de las siguientes clasificaciones se toma del POT¹²:

SUELO URBANO

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Municipios Autónomos, el Plan Territorial tiene el objetivo en el suelo urbano de subsanar las deficiencias del desarrollo existente, propiciar el intercambio social y las transacciones económicas, promover el uso eficiente del suelo, y conservar el patrimonio cultural. Así mismo establece que el suelo urbano estará constituido por los terrenos que cuentan con acceso vial, abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica y con otra infraestructura necesaria al desenvolvimiento de las actividades administrativas, económicas y sociales que en estos suelos se realizan, y que están comprendidos en áreas consolidadas por la edificación.

¹¹ *Ibíd.*

¹² Capítulo 8 inciso 8.3 "Metas y Objetivos para la Clasificación del Suelo". Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

De acuerdo a estos criterios, el Plan clasifica como suelo urbano los terrenos dentro del área de expansión urbana fijada por la Junta de Planificación, así como aquellos terrenos adyacentes a dicha área que han sido desarrollados en los últimos años, y para los cuales existen permisos y consultas de ubicación aprobadas.

A partir de éste, se recomienda que el desarrollo se concentre en la zona urbana de Fajardo, rechazando las políticas llevadas a cabo en el pasado por el Departamento de la Vivienda, de repartir parcelas en la ruralía, creando asentamientos alejados de las zonas urbanas, los cuales se crean sin las infraestructuras, ni los equipamientos necesarios para el mejor desarrollo de la vida de sus residentes. Será política municipal la ubicación de proyectos residenciales de interés social, dentro de los asentamientos ya existentes y en particular en los centros urbanos.

En total se han clasificado como suelo urbano 5,685.9 cuerdas. Dentro de los terrenos clasificados como suelos urbanos existen suelos que no son aptos para desarrollo por su topografía o su condición, por lo que estos terrenos serán excluidos del desarrollo a través de la calificación del suelo.

SUELO URBANIZABLE

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Municipios Autónomos, al clasificar los suelos urbanizables se pretende definir los elementos fundamentales de la estructura general de la ordenación territorial, establecer un Programa de Ensanche, y regular la forma y condiciones en que podrán los suelos urbanizables no programados convertirse en suelo programado. Los suelos urbanizables son los terrenos que el Plan Territorial declara aptos para ser urbanizados a base de la necesidad de terrenos para acomodar el crecimiento del Municipio en un periodo de ocho años y cumplir con las metas y

objetivos de la ordenación territorial. Dentro del suelo urbanizable el Plan Territorial ha establecido dos categorías:

Suelo Urbanizable Programado, es el que puede ser urbanizado, de acuerdo al Plan Territorial, en un período previsible de cuatro años, luego de la vigencia del Plan. Este suelo urbanizable requiere de un Programa de Ensanche, que se presenta en el Documento del Programa.

Suelo Urbanizable No Programado, es el que puede ser urbanizado, de acuerdo al Plan Territorial, en un período previsible de entre cuatro y ocho años, luego de la vigencia del Plan. La conversión de suelo urbanizable no programado en suelo urbanizable programado requiere que el suelo urbanizable programado tenga un Plan de Ensanche aprobado y que el desarrollo de dicho suelo urbanizable programado sea inminente, y que al menos la mitad de dicho suelo tenga permisos aprobados de anteproyecto o construcción. Toda conversión del suelo urbanizable no programado en suelo urbanizable programado requerirá la preparación de un Programa de Ensanche y la revisión del Plano de Clasificación del Suelo del Plan Territorial.

Dentro de la categoría general de suelos urbanizables programados se clasificaron 717.6 cuerdas. Este Plan Territorial no incluye en la propuesta de clasificación, suelos urbanizables no programados.

SUELO RÚSTICO

De acuerdo a lo establecido en la Ley de Municipios Autónomos, al clasificar el terreno como suelo rústico el Plan Territorial tiene el objetivo de mantenerlo libre del proceso urbanizador, evitar la degradación del paisaje y la destrucción del patrimonio natural, establecer medidas para el uso del suelo de forma no urbana, delimitar el suelo que

debe ser especialmente protegido debido a sus características especiales, o establecer planes para el manejo de los recursos naturales y agrícolas.

El suelo rústico se compone de los terrenos que se consideren que deben ser expresamente protegidos del proceso de urbanización por, entre otros, su valor agrícola y pecuario, actual o potencial; su valor natural o ecológico; su valor arqueológico; su valor recreativo, actual o potencial; sobre los riesgos a la seguridad o salud pública; o por no ser necesarios para atender las expectativas de crecimiento urbano en el futuro previsible de ocho años. Dentro de esta clasificación se establecerán las categorías de suelo rústico común y suelo rústico protegido.

Suelo Rústico Común, es aquel que no se contempla para uso urbano o urbanizable debido, entre otros, a que el suelo urbano o urbanizable clasificado en las secciones anteriores, es suficiente para acomodar el desarrollo urbano esperado. Se han clasificado 4,645 cuerdas.

Es necesario ordenar la manera en que el desarrollo está ocurriendo en Fajardo, no sólo en el área cercana a la ciudad, sino también en áreas rurales donde se dan una serie de edificaciones de forma dispersa. Se busca de esta manera evitar que se sigan otorgando permisos de construcciones de urbanizaciones unifamiliares fuera del ámbito de expansión urbana.

Para el resto de los asentamientos o concentraciones de viviendas en la ruralía, se recomienda su clasificación dentro del suelo rústico común y su calificación con distritos de área desarrollada.

Suelo Rústico Especialmente Protegido, es aquél que no está contemplado para uso urbano o urbanizable, y que por su especial ubicación, topografía, valor estético, arqueológico o ecológico, recursos naturales únicos u otros atributos, se identifica como terrenos que nunca deberán utilizarse como suelo urbano. Estos terrenos ocupan un área de 6,880 cuerdas.

CLASIFICACION DE SUELOS			
Clasificación	Millas ²	Cuerdas	%
Urbano	9.04	5,960.45	30.4
Urbanizable programado	1.27	836.01	4.3
Rústico común	6.67	4,399.33	22.5
Rústico especialmente protegido	12.74	8,399.50	42.9
Total	29.73	19,595.29	100

Tabla 9: Clasificación de Suelos.

PROPUESTAS DEL PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL

El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. Entre estos se destacan los Planes de Área que se desarrollan para zonas con necesidades de planificación específicas. Estas son la zona urbana del centro del barrio Pueblo, el Norte del barrio Pueblo y la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas. En estas zonas se han identificado características urbanas y una alta densidad poblacional. Además de estos planes se presentan los Planes de Ensanche para cinco áreas de crecimiento en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años¹³. En la siguiente tabla se listan las propuestas del POT:

Categoría	Propuestas	Ventajas
Zona Urbana	Recuperación del Río Fajardo para la ciudadanía.	Reduce la exposición de la infraestructura crítica a daños en caso de desastres, e integra a la ciudadanía lugares de recreación pasiva estableciendo un uso adecuado en zonas susceptibles a desastres.
Zona Urbana	Establecer una política de incentivos para que nuevos comercios y viviendas se instalen en el Pueblo.	Incentiva la densidad urbana y promueve el desarrollo socioeconómico.
Planes de Área	Estos Planes de Área se desarrollan para zonas con una necesidad de planificación más detallada. Están siendo recomendados para la zona urbana en el centro del barrio Pueblo, en el Norte del barrio Pueblo y para la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas que presenta características urbanas y una densidad poblacional alta.	Incentiva la densidad urbana y promueve el desarrollo socioeconómico. Reduce el desparramamiento urbano y vela por el uso adecuado de los terrenos.
Planes de Ensanche	Para el desarrollo del suelo urbanizable se creó un Programa de Ensanche que identifica cinco áreas de crecimiento. Las áreas de Ensanche, o Suelos Urbanizables Programados, colindan con la zona urbana existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años.	Incentiva la densidad urbana y promueve el desarrollo socioeconómico. Reduce el desparramamiento urbano y vela por el uso adecuado de los terrenos.

¹³ Capítulo 1 inciso 1.3.2 “Suelos urbanizable” página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Espacios Y Equipamientos Públicos	Soterrado del sistema eléctrico y telefónico en el Centro Urbano.	Reduce la exposición de la infraestructura crítica a daños en caso de desastres.
Recursos Naturales / Suelo Rústico	Áreas adyacentes al Bosque Nacional El Yunque.	Limita y reduce la proliferación de viviendas en áreas críticas con susceptibilidad de riesgos por deslizamientos.
Vivienda	El Municipio debe establecer como su política, el crear un banco de terrenos.	Reduce el desparramamiento urbano y vela por el uso adecuado de los terrenos.
Playa De Fajardo	Realizar un Plan de mejora de los espacios públicos.	Establece el uso adecuado en zonas susceptibles a desastres.

Tabla 10: Propuestas del Plan de Ordenación Territorial.

ESTRUCTURAS E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

En el inventario de edificaciones del Censo del 2010 se estima que en el municipio de Fajardo existen aproximadamente 19,300 unidades de viviendas, de las cuales cerca de 14 mil están ocupadas y cerca de 5,500 son viviendas vacantes (segundas viviendas o recreacionales). Estas viviendas son de distintos tipos de construcción, madera, acero, hormigón, hormigón prefabricado, mampostería, casas móviles y prefabricadas. De estas edificaciones poco más de un 99%, está asociado con la vivienda residencial, así como el 99% del valor del edificio. Por lo que la mayor pérdida en el renglón de edificaciones fue en la ocupación residencial que compone más del 99% de la pérdida total.

Para efectos del análisis el Programa para Estimaciones de Daños y Pérdidas Hazus en su inventario divide las instalaciones e infraestructuras críticas en 2 grupos: Instalaciones Esenciales e Instalaciones Críticas (Pérdidas de Alto Potencial). Instalaciones Esenciales incluyen hospitales, clínicas, escuelas,

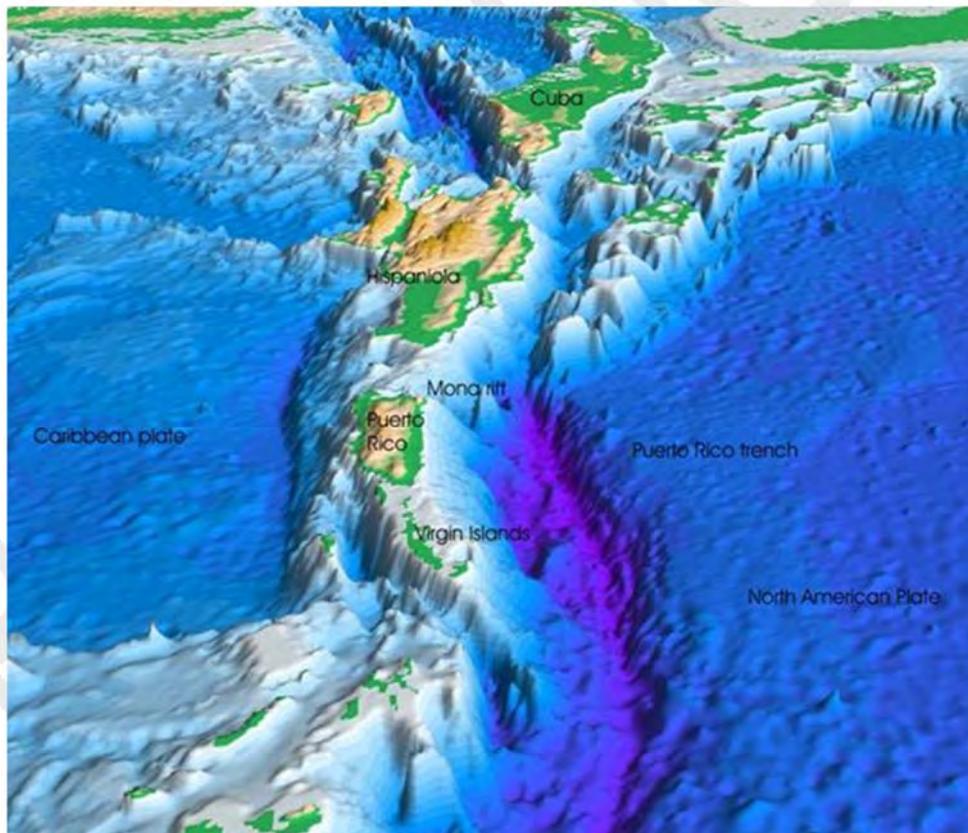
estaciones de bomberos, estaciones de policías y centros de operaciones de emergencias. Instalaciones Críticas (Perdidas de Alto Potencial) incluyen presas, diques, instalaciones militares y varios lugares con materiales peligrosos. El sistema de transportación y las utilidades del servicio público incluye carreteras, puentes, puertos, ferry, plantas de energía eléctrica, subestaciones, torres, estaciones de bombeo, plantas de filtración, plantas de tratamiento y torres de comunicaciones. El estimado de Hazus indica que el valor total del inventario es de 696 millones de dólares. El inventario incluye 53 carreteras 22 puentes y 746 kilómetros de tubería.

3.1 PERFIL DEL RIESGO POR SISMICIDAD

El Archipiélago de Puerto Rico se encuentra enclavado al extremo Noreste de la placa del Caribe justo en el límite del arco antillano. La placa del Caribe se mueve en dirección Este desplazándose por debajo (subducción) de la placa de Norteamérica a razón de 2.4 mm al año. La Placa de Norteamérica se mueve en dirección Noroeste a razón de 16.9 mm al año. Esta zona se caracteriza por ser una de contacto por subducción oblicua y corrimiento lateral entre la placa del Caribe y la placa de Norteamérica.

La investigación para desarrollar un modelo de predictibilidad sísmica ha llevado a los expertos a recurrir a diferentes metodologías con miras a descifrar los datos recibidos de la actividad sísmica. El estudio de la distribución espacial de la actividad sísmica a nivel global, incluida la región del Caribe, ha permitido identificar las zonas de contacto entre las placas tectónicas y las áreas de mayor ocurrencia sísmica con alta probabilidad de que ocurra un evento telúrico de gran magnitud. Algunos modelos de predicción a largo plazo se basan en el estudio de la

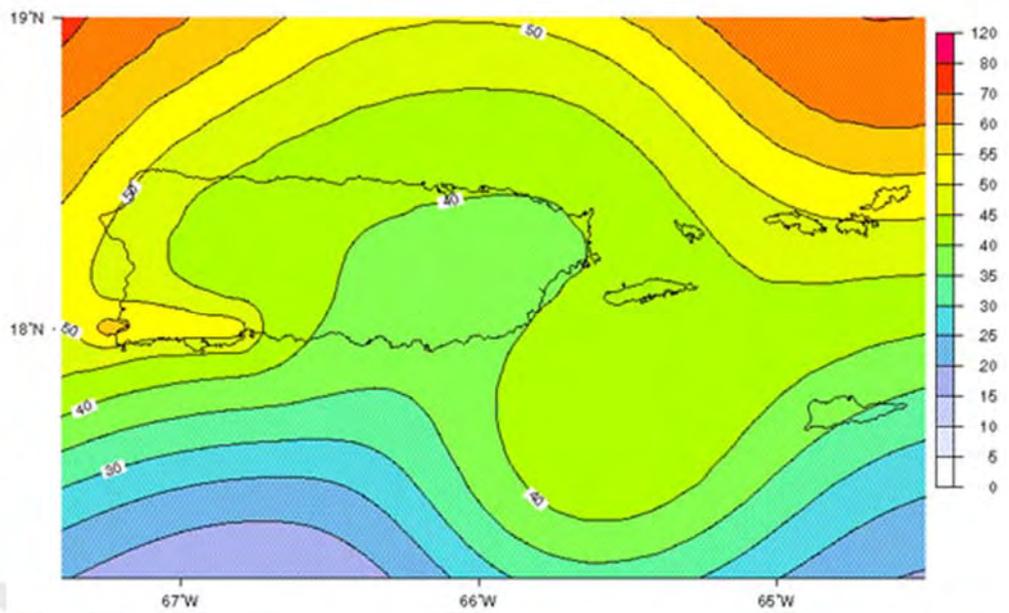
recurrencia de eventos. De acuerdo a varios estudios reseñados en el portal Web de la Red Sísmica de Puerto Rico el registro de la actividad sísmica señala que en Puerto Rico han ocurrido cuatro terremotos de gran intensidad en 1670, 1787, 1867 y 1918. Esto refleja una diferencia de años transcurrida entre uno y otro evento: 1918 a 1867: 51 años, 1867 a 1787: 80 años, 1787 a 1670: 117 años con un ciclo de 51 a 117 años y un promedio de 83 años. Un dato significativo al momento de evaluar estos eventos para desarrollar un modelo de predictibilidad es que cada uno de estos grandes terremotos tuvo origen en diferentes fallas por lo que con estos eventos solamente no se pueden hacer predicciones de recurrencia¹⁴.



Mapa: 2 Corte Transversal Oblicuo de la Trinchera de Puerto Rico

¹⁴ <http://redsismica.uprm.edu>

En 1987 el Dr. William McCann llevo a cabo un estudio sobre vulnerabilidad sísmica en Puerto Rico¹⁵ en el que concluyo que la isla experimenta de un 33 a 50% de probabilidad de que ocurra un evento de intensidad de VII o más en la escala de Mercalli Modificada en diferentes áreas en un periodo de 50 años. Según el estudio sobre vulnerabilidad sísmica la sección nororiental del municipio de Fajardo tiene un 45% de probabilidad de que ocurra un evento de intensidad de VII o más en la escala de Mercalli Modificada en un periodo de 50 años y la sección suroccidental una probabilidad de 40%. El siguiente mapa ilustra los resultados del Dr. McCann.



El nivel de vulnerabilidad sísmica del municipio de Fajardo está dado por la proximidad de la isla de Puerto Rico a las zonas activas del sistema de fallas tectónicas y por los materiales geológicos que conforman su territorio. Las zonas donde se registra la mayor actividad sísmica que afecta a Puerto Rico son las siguientes: Al Norte se encuentra la Trinchera de Puerto Rico y las Fallas de

¹⁵ McCann, W., 1987. Preliminary Seismic Hazards Map.

Pendiente Norte y Sur en la Trincheras de Puerto Rico; al Noreste la Zona El Sombrero; al Este el Pasaje de las Islas Vírgenes y el Pasaje de Anegada; al Suroeste la Fosa de los Muertos y la Zona Sísmica del Suroeste, al Oeste el Cañón de la Mona y el Pasaje de la Mona¹⁶.

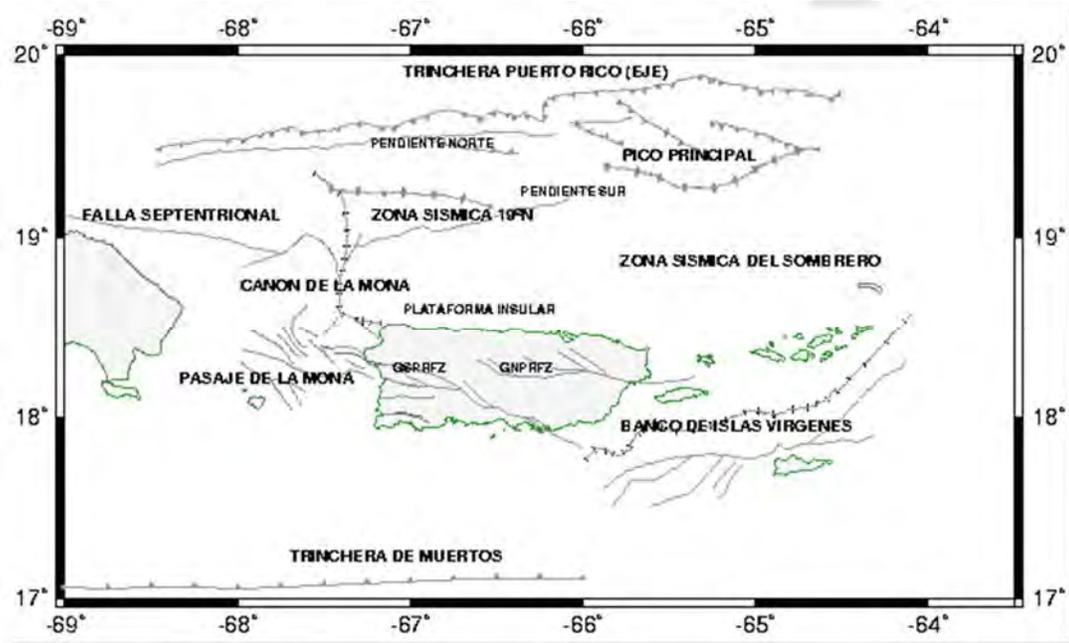


Ilustración 4: Zonas activas del sistema de fallas tectónicas de la isla de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.

La geología del municipio de Fajardo revela que en los valles se presentan depósitos más recientes de materiales sedimentarios no consolidados, mas blandos y menos estables; aluvi3n, dep3sitos playeros y dep3sitos de pantanos que corresponden a su vez al Periodo Cuaternario de la Era Cenozoica (23.8 millones de a3os atr3s). Estos 3ltimos materiales son m3s vulnerables a la amplificaci3n de la onda s3smica, vibran m3s intensamente y por m3s tiempo que las 3reas donde predomina roca s3lida potenciando el nivel de destrucci3n con eventos de licuefacci3n, deslizamientos de terrenos y tsunamis.

¹⁶ <http://redsismica.uprm.edu>

Las mayores áreas urbanas en el municipio de Fajardo se encuentran precisamente en lugares señalados con alto potencial de vulnerabilidad a amplificación de la onda sísmica. Cerca del 51% de las estructuras en el municipio de Fajardo están asentadas en depósitos de aluvión y un 3% en depósitos playeros, depósitos pantanosos y relleno artificial. El centro urbano está asentado en el valle aluvial y la construcción de viviendas de tipo residencial y recreativo cerca de la costa incrementa el riesgo de la población a eventos de licuefacción y tsunamis. Esto va a ser determinante a la hora de estimar los daños potenciales de un terremoto de gran magnitud.

EVENTOS PASADOS

El registro de sismo de Puerto Rico data del año 1670 donde se da cuenta de que se sintió un fuerte terremoto en toda la isla causando daños significativos en los Partidos de San German y San Juan. El 2 de mayo de 1787 ocurrió un terremoto de magnitud 8.0 grados en la escala Richter, el mayor sismo registrado hasta ahora en Puerto Rico. El epicentro se localizó al Norte de la isla en la Trinchera de Puerto Rico. Aunque se sintió en todo el territorio en el área Sur no se reportaron daños. Siendo mayores los daños reportados en el Norte de la isla. En Arecibo, Bayamón, Toa Baja y Mayagüez sus iglesias sufrieron graves daños estructurales o fueron parcialmente destruidas. En la isleta de San Juan se reportaron daños cuantiosos a las estructuras especialmente en el Castillo de San Felipe del Morro y el Castillo de San Cristóbal.

El 18 de noviembre de 1867 a la 6:45 de la tarde, veinte días después que el huracán San Narciso devastara la isla, un violento terremoto de magnitud 7.5

grados en la escala de Richter ocurrió a lo largo del escarpe norte del Pasaje de Anegada, a unos 15 a 20 kilómetros al suroeste de San Tomas en la islas vírgenes. Dos choques por separados se sintieron con un intervalo de 10 a 15 minutos. Estos dos choques generaron tremendos tsunamis. El fuerte terremoto fue sentido en las Islas Vírgenes Americanas, en las Islas Vírgenes Británicas y en Puerto Rico.

Las pérdidas de vidas se calculan en 30 personas, 12 en Charlotte Amalie, San Tomas; 5 en Frederiksted, Santa Cruz; 3 en la Isla Hassel; y 10 en Saba. Se estima que se generaron alrededor de 33 “runups” de tsunamis que impactaron la región antillana. El registro de este evento detalla que el tsunami se observó a cientos de kilómetros de distancia del epicentro como es el caso de la Bahía de San Juan a 114 km. y en Arroyo a 101 km. también se registraron las observaciones en Yabucoa a 83 km., en la Playa de Fajardo a 62 km. y en Vieques a 37 km. Se estima que en Yabucoa el mar penetro tierra adentro aproximadamente 150 metros¹⁷. El 17 de mayo de 1868 ocurre una primera réplica del terremoto del 18 de noviembre de 1867 de magnitud 7.5 grados en la escala Richter. Se registran daños menores en la parte oriental de Puerto Rico. El 17 de septiembre de 1868 se siente en San Tomas un terremoto con características similares al anterior por lo que fue catalogado como una segunda réplica del terremoto ocurrido el 18 de noviembre de 1867.

A las 10:14 horas de la mañana del 11 de octubre del año 1918 un fuerte terremoto de magnitud 7.5 grados en la escala Richter fue sentido en toda la isla. El epicentro

¹⁷ National Geophysical Data Center - http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?st_1=20.333&bt_2=-67.633&st_2=-63.633&bt_1=16.333&d=166&t=101650&s=166

fue localizado en el Cañón de la Mona y fue seguido por un tsunami que alcanzo hasta 6 metros de altura en Punta Agujereada. Las mayores pérdidas y daños se presentaron en el área Oeste por ser esta la más próxima al epicentro. Los reportes de pérdidas por daños a la propiedad en toda la isla se estiman en más de \$4 billones de dólares. Se reportaron daños severos en edificaciones e infraestructura de todo tipo. En este evento murieron 116 personas, 40 víctimas del tsunami y 76 por el terremoto.

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Hazus estima que las 14 mil unidades de viviendas tienen un valor total de reposición (valor agregado de remplazo - sin contenido) de 1,489 millones de dólares. Las pérdidas totales relacionadas con los edificios fueron 207.97 millones de dólares, y el 23% de las pérdidas estimadas fueron relacionadas con la interrupción de las actividades sociales y comerciales en Fajardo. Se estima el valor de remplazo de los sistemas transportación y utilidades en 463 y 233 millones de dólares respectivamente.

Para la evaluación de vulnerabilidad sísmica se simulo en el modelo Hazus un evento utilizando los parámetros de un violento terremoto de magnitud 7.5 ocurrido el 18 de noviembre de 1867 en el escarpe Norte del Pasaje de Anegada.

Nombre Escenario	Evento Magnitud 7.5
Tipo de Terremoto	Histórico
Nombre Falla	N/A
Epicentro Histórico ID #	5760
Periodo Retorno Probabilístico	N/A
Longitud de Epicentro	-65.00

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Latitud de Epicentro	18.50
Magnitud de Terremoto	7.50
Profundidad (Km)	10.00
Largo de Ruptura (Km)	N/A
Orientación de Ruptura (grados)	N/A
Función Atenuación	CEUS Evento

Hazus estima que en un escenario sísmico como el evento descrito anteriormente sobre 5,678 edificios pueden sufrir, al menos, daños moderados. Esto es sobre el 36% de los edificios en Fajardo. Se estiman que 588 edificios sufrirán daños irreparables. La tabla 7 resume el daño esperado en los edificios clasificados por ocupación general, y la tabla 8 resume el daño esperado por tipo de edificio.

	Ninguno		Leve		Moderado		Extenso		Completo	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Agricultura	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Comercial	8	0.13	5	0.12	5	0.15	3	0.17	1	0.22
Educación	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gobierno	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01
Industrial	2	0.03	1	0.03	1	0.04	1	0.04	0	0.05
Religión/ <i>Non profit</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Residencial (otros)	546	8.62	336	8.99	340	9.97	185	11.01	64	10.8
Residencial	5,776	91.23	3,396	90.86	3,065	89.93	1,491	88.77	523	88.9
Total	6,332		3,737		3,411		1,679		588	

Tabla 11: Daños Esperados por Ocupación de Edificios

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	Ninguno		Leve		Moderado		Extenso		Completo	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Madera	539	8.51	194	5.18	45	1.31	2	0.10	1	0.09
Acero	1	0.01	1	0.02	1	0.04	1	0.05	0	0.08
Hormigón	3,377	53.33	1,598	42.75	1,267	37.14	675	40.18	227	38.60
Hormigón Prefabricado	1	0.02	1	0.01	1	0.02	0	0.02	0	0.04
Mampostería	2,401	37.92	1,914	51.22	2,036	56.87	955	56.87	346	58.91
Casa Prefabricada	14	0.21	30	0.81	62	2.76	46	2.76	13	2.28
Total	6,332		3,737		3,411		1,679		588	

Tabla 12: Daños Esperados por Tipo de Edificios

VULNERABILIDAD DE INFRAESTRUCTURA

Se estima el valor de remplazo de los sistemas de transportación en 463 millones de dólares.

Sistema	Componente	# Infraestructuras				
		Ubicación / Segmentos	Daño Moderado >50%	Daño Completo	Con Funcionalidad >50%	
					Después día 1	Después día 7
Carreteras	Segmento	38	0	0	38	38
	Puentes	22	0	0	22	22
Ferry	Instalación	1	0	0	1	1

Tabla 13: Daños Esperados para el Sistema de Transporte.

Sistema	# Infraestructuras				
	Total	Daño Moderado >50%	Daño Completo	Con Funcionalidad >50%	
				Después día 1	Después día 7
Agua Potable	3	0	0	3	3
Aguas Usadas	2	0	0	1	1
Comunicación	1	0	0	0	0

Tabla 14: Daños Esperados en Instalaciones y Utilidades

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Sistema	Total de Tubería Largo (km.)	Numero de Fugas	Numero de Roturas
Agua Potable	373	42	10
Aguas Usadas	224	21	5

Tabla 15: Daños Esperados en Tuberías del Sistema de Distribución y Recolección de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados

VULNERABILIDAD DE INSTALACIONES CRÍTICAS

El modelo de Hazus para terremotos estima que el día del terremoto los hospitales estaría disponible solo el 17.00% de la capacidad para ser usada por los pacientes afectados. Después de una semana, el 36.00% de la capacidad estaría de regreso en servicio. A los 30 días el 73.00% estaría operacional. Se estima el valor de remplazo de las instalaciones críticas en 233 millones de dólares.

Clasificación	Total	# Instalaciones		
		Al Menos Daño Moderado >50%	Daño Completo > 50%	Con Funcionalidad >50% el día 1
Hospitales	5	5	0	0
Escuelas /Colegios/Universidades	22	22	0	0
Estación de Policía	2	2	0	0

Tabla 16: Daños Esperados en Instalaciones Críticas

VULNERABILIDAD E IMPACTO SOCIAL

REFUGIOS NECESARIOS

Hazus estima el número de familias que se espera puedan ser desplazados de sus hogares a causa del terremoto en 662 familias, y el número de personas desplazadas que necesitaran refugio temporero albergues en 812 personas.

LESIONADOS Y VICTIMAS

Hazus estima que el número de personas que serán heridos y muertos por el terremoto. Las bajas se dividen en 4 niveles de gravedad que describen el alcance

de las lesiones.

- Nivel de Severidad 1: Lesiones requerirá atención médica pero no es necesaria hospitalización.
- Nivel de Severidad 2: Lesiones requerirá hospitalización pero no son mortales.
- Nivel de Severidad 3: Lesiones requieren hospitalización y pueden ser mortales si no son tratados con prontitud.
- Nivel de Severidad 4: Víctimas / muertos por terremotos.

Los estimados de víctimas están provistos para 3 momentos del día: 2:00 AM, 2:00 PM y 5:00 PM. Estos tiempos representan los periodos del día en que diferentes sectores de la comunidad están en su máxima carga de ocupación. A las 2:00 AM se considera que la carga de ocupación residencial es máxima, a las 2:00 PM se considera que la carga de ocupación del sector educativo, comercial e industrial es el máximo, y a las 5:00 PM representa la hora pico del tránsito y cuando la mayor parte de la población está de regreso a las viviendas.

El peor escenario estimando por Hazus-MH es a las 2:00 de la mañana cuando la comunidad está en su máxima carga de ocupación residencial con 357 lesionados y 20 víctimas. Seguido por el escenario de las 5:00 de la tarde, que es la hora pico del tránsito y cuando la mayor parte de la población está de regreso a las viviendas con 199 lesionados y 12 víctimas. Finalmente el escenario de las 2:00 de la tarde considera la carga máxima de ocupación por los sectores educativo, comercial e industrial presenta 170 personas lesionadas y 10 víctimas. La siguiente tabla provee un resumen de las bajas estimadas en este escenario de terremoto.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

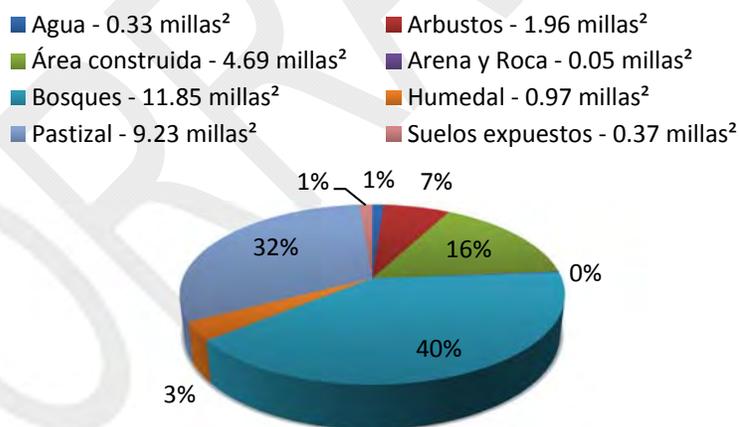
Tiempo de máxima carga de ocupación		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Total
2:00 AM	Comercial	0	0	0	0	0
	Desplazamientos	0	0	0	0	0
	Educacional	0	0	0	0	0
	Hoteles	0	0	0	0	0
	Industrial	0	0	0	0	0
	Residencial Otros	31	8	1	2	42
	Residencial Familiar	246	62	9	18	335
	Total	277	70	10	20	377
2:00 PM	Comercial	44	12	2	3	61
	Desplazamientos	0	0	0	0	0
	Educacional	0	0	0	0	0
	Hoteles	0	0	0	0	0
	Industrial	0	0	0	0	0
	Residencial Otros	10	3	0	1	14
	Residencial Familiar	76	20	3	6	105
	Total	130	35	5	10	180
5:00 PM	Comercial	35	9	1	3	48
	Desplazamientos	3	3	6	1	13
	Educacional	0	0	0	0	0
	Hoteles	0	0	0	0	0
	Industrial	0	0	0	0	0
	Residencial Otros	12	3	0	1	16
	Residencial Familiar	98	25	4	7	134
	Total	148	40	11	12	211

Tabla 17: Bajas Estimadas de Lesiones y Víctimas

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A SISMICIDAD

La extensión del escenario de riesgo sísmico señalado es de aproximadamente 29.5 millas² (todo el territorio de Fajardo). La siguiente grafica ilustra la distribución en el uso del terreno del área potencialmente en riesgo. La grafica nos señala que las áreas más impactadas en un evento sísmico como el descrito son los bosques con un 40%, los pastizales con un 9.23% y el área construida que representa el 16%. En el área construida cerca del 51% de las estructuras en el municipio de Fajardo están asentadas en depósitos de aluvión y un 3% en depósitos playeros, depósitos pantanosos y relleno artificial. El centro urbano está asentado principalmente sobre depósitos de aluvión.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo Sísmico



TENDENCIAS DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A SISMICIDAD

Con la aprobación y adopción del Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo ha tomado acción para desalentar los patrones de desarrollo actuales en los que se evalúan proyectos según sus ganancias económicas y no las pérdidas ambientales. Ante esta tendencia, se continuaría impermeabilizando la superficie,

afectando la cantidad de escorrentía que llevan a la sedimentación de los cuerpos de agua y la erosión costera. Además, de que se propagaría los problemas de inundaciones y deslizamientos debido a la pérdida de la cubierta forestal¹⁸.

El Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo establece el uso del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) "Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:

(4) "conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos."¹⁹

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. A estos fines el POT clasifica el territorio municipal en las siguientes tres (3) categorías: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo rústico, que a su vez se subdividen. El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en

¹⁸ Capítulo 5 inciso 5.2.2 "Impactos Físicos" pagina 74-74. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

¹⁹ Capítulo 8 inciso 8.3 "Metas y Objetivos para la Clasificación del Suelo". Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. Entre estos se destacan los Planes de Área, que se desarrollan para zonas con necesidades de planificación específicas. Estas son la zona urbana del centro del barrio Pueblo, el Norte del barrio Pueblo y la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas.

Además de estos planes se presentan los Planes de Ensanche para cinco áreas de crecimiento en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años²⁰. El desarrollo urbano propuesto está reglamentado por el nuevo Código de Construcción de Puerto Rico del 2011 requiere que se construyan o reconstruyan estructuras reforzadas en aquellas áreas susceptibles a licuación, deslizamiento y movimiento sísmico.

3.2 PERFIL DEL RIESGO POR TSUNAMI

Puerto Rico enfrentan una amenaza latente a tsunami asociado a la actividad sísmica de la zona donde se encuentra ubicado en la placa del Caribe. Una de las consecuencias más devastadoras de un terremoto de gran intensidad es la probable ocurrencia de un tsunami. Dentro de la placa del Caribe existen otros sistemas de micro placas y múltiples fallas activas que afectan la región frecuentemente produciendo actividad sísmica²¹.

²⁰ Capítulo 1 inciso 1.3.2 “Suelos urbanizable” página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

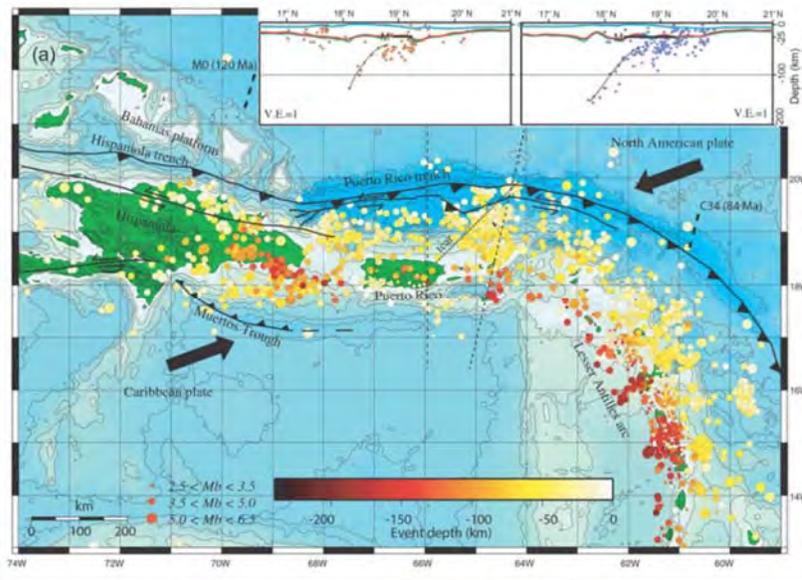
²¹ Durante el 2011 la RSPR localizó 2,266 sismos en el área local (Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes: latitud 17.00° a 20.00°N y longitud 63.50° a 69.00°O), 593 temblores más que en el año anterior. Del total de la sismicidad, 84 temblores fueron reportados como sentidos, de los cuales 81 fueron localizados en nuestra región. Las

Estas características y particularidades le imprimen a la amenaza de tsunami una alta probabilidad de ocurrencia incrementando la vulnerabilidad a lo largo de toda la costa. Los tsunamis son ondas de energía liberada que se transmiten a través del agua y cuyo origen está asociado a una deformación vertical del fondo marino producto de la actividad tectónica, además pueden ser causados por otros fenómenos geológicos como son las erupciones volcánicas submarinas, los deslizamientos o aludes provocados por terrenos en el fondo oceánico, en laderas de islas, continentes o plataformas, por el impacto de un meteorito o por terremotos ocurridos a grandes distancias que generan olas de baja altura, casi imperceptibles, que se desplazan por el océano de manera concéntrica desde su lugar de origen, a estos se le conocen como tele tsunamis.

Aun cuando la ciencia no ha podido precisar ni predecir la ocurrencia de un terremoto en este tipo de evento se estudia el comportamiento de los mares y océanos observando cambios que puedan relacionar y modelar los mecanismos generadores de tsunami. Diversas variables físicas, socioeconómicas y demográficas hacen de Fajardo uno muy vulnerable a tsunamis. Esto hace necesaria la estimación de riesgo para poder determinar población vulnerable, niveles de vulnerabilidad, zonas amenazadas, potencial de ocurrencia, magnitud del evento, rutas de desalojo y mecanismos de alerta a la ciudadanía. Según advertimos anteriormente el litoral costero del municipio de Fajardo tiene

magnitudes de los eventos sísmicos calculadas para este año por la RSPR variaron de 1.0 a 5.3, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 1.8 a 5.3. En cuanto a las profundidades estuvieron distribuidas entre 1.1 a 175.8 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 4.5 a 163 km. El mes de mayor sismicidad fue agosto con 343 temblores y el mes de menor sismicidad fue febrero con 81 sismos. La región con mayor sismicidad registrada durante el 2011 fue la Zona de la Falla Septentrional con 318 eventos sísmicos, seguida por el Cañón de Mona con 317 sismos y la Zona Sísmica del Sombrero con 291 temblores.

multiplicidad de estructuras críticas y estas zonas se caracterizan por una extraordinaria población turística y flotante durante todo el año.



Mapa 3: Zona de actividad sísmica entre las placas del Caribe y Norteamérica.

PROGRAMA DE RECONOCIMIENTO DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA / TSUNAMI READY / STORM READY

Bajo el apoyo del Programa de Reconocimiento del Servicio Nacional de Meteorología, que promueve la preparación ante el riesgo de un tsunami, la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias de Fajardo desarrolla e implanta un conjunto de medidas de mitigación dirigidas a minimizar la vulnerabilidad de la población en las zonas costeras del municipio a un evento de tsunami. Entre estas medidas se encuentra el estudio y el desarrollo del Plan de Respuesta de Emergencia Para Tsunamis que entre otras medidas traza las rutas de desalojo, los lugares de asambleas y las medidas de comunicación de riesgo a distintos niveles, un inventario de las instalaciones e infraestructuras críticas así como de la población

vulnerable. Este esfuerzo colaborativo envuelve oficiales de manejo de emergencias a nivel federal, estatal, local, y a la ciudadanía. Una vez fue completado el Plan y luego del municipio haber adoptado e implementado varias medidas de mitigación en las zonas vulnerables, en abril de 2012 le fue otorgado el reconocimiento de TsunamiReady. Además se le reconoce como parte del Programa StormReady.

Como parte de programa TsunamiReady, impulsado por el Servicio Nacional de Meteorología (SNM) de la NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), el Municipio De Fajardo ha desarrollado, adoptado e implementado el Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis. Este Plan, preparado por la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias del municipio de Fajardo, contiene información crítica para atender la emergencia por tsunami. Fue adoptado en marzo de 2012 y está enfocado en ayudar a las comunidades que se encuentran en áreas costeras a reducir el potencial de un desastre como consecuencia de un Tsunami. Entre los propósitos del Plan se busca fortalecer las operaciones locales y el apoyo a los líderes comunitarios y oficiales de Manejo de Emergencias mediante la preparación de planes de acción ante un evento tsunami-génico y educando a la comunidad expuesta²².

Dicho documento recoge, describe, detalla y analiza las variables requeridas en esta subsección del Plan de Mitigación Multi-Riesgos Naturales por lo que es seguro y adecuado adoptar los datos e información presentados en el reciente Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis, y en donde se describe la vulnerabilidad estimando el tipo y número de edificaciones existentes y futuras, así

²² Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis para el Municipio De Fajardo (PRET-MF). marzo 2012.

como de la infraestructura e instalaciones críticas localizadas en áreas vulnerables a tsunamis.

SISTEMAS DE ALERTA

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es la entidad encargada de administrar el proyecto de apoyo a los municipios en el proceso de ser Tsunami-Ready. Entre los requisitos del programa, el plan de respuesta de emergencias para tsunamis es el componente que describe específicamente para el municipio los riesgos, preparación y capacidades de respuesta ante un evento de esta naturaleza. Si se emite una alerta de tsunamis para Puerto Rico e Islas Vírgenes la Zona XI (Fajardo) ubicada en la Antigua Base Naval Roosevelt Roads en Ceiba, activará el protocolo de tsunamis para el municipio ya que labora 24 horas. Una vez la Zona XI emita el mensaje de alerta de tsunami la OMME de Fajardo se encargará de atender la emergencia. La oficina de OMME se encuentra ubicada en la Ave. General Valero #194, Pueblo Norte, y las Coordenadas son 18.334454, -65.65339. Actualmente la OMME labora de 7:00am a 11:00pm. El Centro de Operaciones de Emergencia (COE) está ubicado en las instalaciones de la OMME y de ser necesario puede movilizarse al Salón Conferencia de la Oficina del Alcalde²³.

Mensaje	Respuesta	Acción Sugerida
Aviso (RSPR o WCATWC)	Posibles olas de inundación	Total desalojo
Vigilancia (RSPR o WCATWC)	Nivel de peligro todavía es desconocido	Permanezca alerta para más información
Advertencia (RSPR o WCATWC)	Corrientes fuertes muy probables	Manténgase alejados de las costas
Información de tsunami (RSPR o WCATWC)	Tal vez olas menores	Ninguna acción sugerida
Información de terremoto (RSPR)	Tal vez olas menores	Ninguna acción sugerida

Tabla 18: Protocolo De Alerta En Caso De Un Evento Sísmico y/o Maremoto

²³ Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis para el Municipio De Fajardo (PRET-MF). marzo 2012.

EVENTOS PASADOS

Puerto Rico ha experimentado varios tsunamis que han sido registrados y documentados en varios estudios geológicos (Moya, 1999). El más reciente, y del que se tienen registros documentales, recuerdos y testimonios, fue el que ocurrió en la isla el 11 de octubre de 1918 a raíz de un desplazamiento vertical del fondo submarino en el sistema de fallas en el Canal de la Mona. El tsunami que se generó como producto de la actividad tectónica fue observado por la población en numerosas partes del litoral costero desde Ponce hasta Canóvanas pasando por la región oeste de la isla donde tuvo un impacto directo, especialmente en los pueblos de Aguadilla, Aguada, Rincón, Añasco y Mayagüez. Las olas penetraron el litoral causando daños a las casas y edificios que existían cerca de la playa y causando la muerte a decenas de personas. En 1919 los sismólogos Harry Fielding Reid y Stephen Taber señalaron, en un informe rendido a las autoridades, que la altura o run-up del tsunami avanzó de manera desigual en distintos pueblos del litoral costero y llegó a alcanzar hasta 6 metros.

El 18 de noviembre de 1867 a la 6:45 de la tarde un violento terremoto de magnitud 7.5 grados en la escala de Richter ocurrió a lo largo del escarpe norte del Pasaje de Anegada, a unos 15 a 20 kilómetros al suroeste de San Tomas en las islas vírgenes. Dos choques por separados se sintieron con un intervalo de 10 a 15 minutos. Estos dos choques generaron tremendos tsunamis. El fuerte terremoto fue sentido en las Islas Vírgenes Americanas, en las Islas Vírgenes Británicas y en Puerto Rico. Se estima que se generaron alrededor de 33 run-ups de tsunamis que impactaron la región antillana. El registro de este evento detalla que el tsunami se observó a cientos de kilómetros de distancia del epicentro como es el caso de la Bahía de San

Juan a 114 km. y en Arroyo a 101 km. también se registraron las observaciones en Yabucoa a 83 km., en la Playa de Fajardo a 62 km. y en Vieques a 37 km²⁴. Se estima que en Yabucoa el mar penetra tierra adentro aproximadamente 150 metros. Las pérdidas de vidas se calculan en 30 personas, 12 en Charlotte Amalie, San Tomas; 5 en Frederiksted, Santa Cruz; 3 en la Isla Hassel; y 10 en Saba.

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Para poder realizar una planificación integral es necesario conocer qué factores hacen al municipio vulnerable a tsunamis. Entre estos se destacan diferentes factores físicos, sociales y demográficos que convierten a Fajardo en uno muy vulnerable al impacto de un tsunami. En la costa existen varias instalaciones e infraestructuras críticas tales como puertos, marinas, escuelas y hoteles, además de una enorme población flotante a lo largo del año. Las siguientes tablas resumen la vulnerabilidad física del municipio²⁵.

Análisis del Área de Inundación por Tsunami	
Distribución Geográfica Espacial	La distribución geográfica espacial de la inundación por tsunami se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal cubriendo una extensión total de 2.95 milla ² . Los barrios afectados por este evento son: Demajagua, Quebrada Vueltas, Barrio Pueblo Costa, Sardinera, Cabezas, Quebrada.
Propiedad	1,597 ²⁶ Estructuras: Residencias

²⁴ National Geophysical Data Center - http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?st_1=20.333&bt_2=-67.633&st_2=-63.633&bt_1=16.333&d=166&t=101650&s=166

²⁵ Los datos se obtuvieron del Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis para el Municipio De Fajardo (PRET-MF). marzo 2012.

²⁶ *Ibíd.*

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Instalaciones Críticas	2 comercios, 7 restaurantes, 1 parque Pasivo (Las Croabas), Reserva Las Cabezas de San Juan.
Infraestructura Crítica	6 marinas, 1 terminal Ferry, 1 Puerto marítimo del Ferry, 1 Isleta Marina.
Población	1,221 ²⁷ personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.
Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es baja.
Probabilidad	Alta

VULNERABILIDAD DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICAS

Estructuras	Nuevas del 97 – 10
1,597	47

Tabla 19: Número aproximado de estructuras en área de desalojo por tsunami.

²⁷ Ibíd.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Tipo	Cantidad
Agencias	1
Condominios	3
Escuelas	2
Estacionamiento	4
Finca Agrícola	1
Hospedería	2
Infraestructura	5
Marinas	9
Muelles	7
Playas	2
Puertos	1
Recreación	14
Restaurantes	3
Servicio	8

Tabla 20: Tipos y cantidad de instalaciones y estructuras en área de desalojo.
Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis, Municipio De Fajardo. Marzo 2012.

En la zona costanera del municipio de Fajardo los siguientes lugares son vulnerables a Tsunamis:

Lugares Vulnerables a Tsunami	
Instalaciones / Facilidades	Cantidad
Puerto de Fajardo	1
Hotel El Conquistador	1
Hotel Cayo Largo	1
Muelles y Marinas	16
Restaurantes	3
Escuela José Ramos Lebrón	1
Parque Pasivo Las Croabas	1
Balneario Seven Seas	1
Condominio Dos Marinas	2
Condominio Marina Lanais	2

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Isleta Marina	2
Icacos (cayo)	1
Palomino (islote)	1
El Diablo (islote)	1

Tabla 21: Lugares Vulnerables a Tsunami. Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis para el Municipio De Fajardo. Marzo 2012.

Áreas Vulnerables a Tsunami	
Barrios / Comunidades	Extensión del Evento
Maternillo	Todo
Mansión del Sapo	Todo
Santa Rita	Un sector
Quebrada Vueltas	Un sector
Parque Pasivo Las Croabas	Todo
Bahía Demajagua	Todo
Marinas	Extensión del Evento
Puerto Real	Todo
Villa Marina	Todo
Puerto Chico	Todo
Sardinera	Todo
Marina Hotel El Conquistador	Todo
Puerto del Rey	Todo
Isleta Marina (Cayo Obispo)	Todo
Puerto Marítimo Ferry	Todo

Tabla 22: Áreas Vulnerables a Tsunami. Plan De Respuesta De Emergencia Para Tsunamis, Municipio De Fajardo. Marzo 2012.

VULNERABILIDAD E IMPACTO SOCIAL

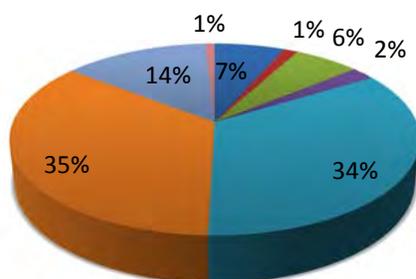
Debido a la vulnerabilidad del municipio de Fajardo a ser afectado por un tsunami es necesario desalojar los distintos sectores costeros que se presentan en el Mapa de Desalojo por Tsunami. Ver apéndice A donde se ilustra el mapa de tsunami para el municipio de Fajardo. Los mapas de inundación y desalojo a tsunami están disponibles en: <http://redsismica.uprm.edu>.

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A TSUMANI

La extensión del escenario de riesgo de tsunami es de aproximadamente 2.31 millas² del territorio de Fajardo. La siguiente grafica ilustra la distribución en el uso del terreno del área potencialmente en riesgo. La grafica nos señala que las áreas con mayor potencial de ser impactadas en un tsunami son los humedales con un 35%, los bosques con un 34%, los pastizales con un 14%, las áreas construidas que representa el 6% y las arenas y promontorios rocosos que perfilan el litoral costero de Fajardo se estiman en un 2%. Estas son una de las zonas más vulnerables a los embates de las marejadas ciclónicas y tsunamis. Las áreas arenosas son susceptibles a la licuefacción en caso de un sismo de gran magnitud.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo a Tsunami

■ Agua - 0.15 millas ²	■ Arbustos - 0.03 millas ²
■ Área construida - 0.14 millas ²	■ Arena y Roca - 0.05 millas ²
■ Bosques - 0.78 millas ²	■ Humedal - 0.80 millas ²
■ Pastizal - 0.31 millas ²	■ Suelos expuestos - 0.02 millas ²



TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A TSUNAMI

La construcción de viviendas de tipo residencial y recreativo cerca de la costa ha incrementado el riesgo de la población a eventos de marejadas ciclónicas y tsunami. Los tsunamis son considerados fenómenos físicos naturales, muy complejos y extremos cuya frecuencia de recurrencia es baja, sin embargo, un evento de este

tipo puede causar un desastre de gran magnitud. Estos fenómenos se pueden generar con gran rapidez, casi sin tiempo de aviso, exponiendo la población a la pérdida de vidas y causando severas destrucciones en el litoral costero.

El riesgo a tsunami en la región del Caribe, así como en las costas de Fajardo, adquieren gran relevancia cuando se consideran los fenómenos de este tipo ocurridos históricamente y se contrastan con los usos del terreno y la construcción de instalaciones e infraestructura crítica en las costas tales como industrias, escuelas, residencias, complejos turísticos, hoteles y otras obras de carácter público. En la gráfica anterior donde se desglosa la distribución del uso del suelo en las zonas de riesgo a tsunami se observa que la categoría de áreas construidas representa el 6% de la ocupación del suelo. Estas construcciones son básicamente residenciales, residencial turístico y comercios asociados al turismo. Se puede observar que el 84% del uso del suelo corresponde a las categorías de arbustos, bosques, humedales y pastizales lo que es cónsono con la política de conservación y protección de los suelos rústicos.

Aun cuando existe una fuerte demanda de desarrollo en la zona costanera cualquier desarrollo en esta zona está regulado por el Reglamento Conjunto de Permisos para Obras de Construcción y Usos de Terrenos (Vigencia 29 de noviembre de 2010): Capítulo 32, Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico y por el Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación²⁸ La clasificación adoptada por el municipio de Fajardo en el POT para

²⁸ Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) Séptima Revisión Vigencia 7 de enero de 2010.

estas zonas como suelo rustico limita el desarrollo y refuerza el carácter recreativo y pasivo. Lo anterior reviste gran importancia en los procesos de planificación y en la política pública de usos de terrenos en donde se persigue un desarrollo sustentable que potencie la seguridad de la población, la calidad de vida y el bienestar del país de forma inteligente, además de asegurar la inversión de capital en las obras públicas y privadas.

3.3 PERFIL DEL RIESGO POR DISTURBIOS TROPICALES

TORMENTAS TROPICALES Y HURACANES

Lo que se conoce como un ciclón tropical es un disturbio atmosférico que se forma en la zona de los vientos alisios cerca de las Islas de Cabo Verde donde las temperaturas de los mares en la época de verano alcanzan los 80° Fahrenheit. Ocasionalmente desarrollan movimientos ondulatorios que dan lugar a perturbaciones acompañadas de una zona de mal tiempo. Esta zona de mal tiempo ocurre cerca del centro o vórtice y se extiende hacia afuera unas 100 a 150 millas. Se mueven en dirección Oeste siguiendo la corriente de los vientos alisios con una velocidad de traslación de 10 a 20 mph.

Estos sistemas tropicales se intensifican en ruta a la región del Caribe llegando a desarrollar movimientos circulatorios que giran en contra de las manecillas del reloj. Cuando los vientos alcanzan velocidades sostenidas de 74 mph o más en el centro u vórtice de baja presión deja de ser tormenta tropical y se clasifica oficialmente como huracán categoría 1. Según se va intensificando la velocidad de los vientos el huracán modifica la categoría cuyo rango oscila de 1 a 5 entendiendo que 5 representa el mayor rango de intensidad y destrucción.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

A medida que la circulación se va intensificando comienza a desarrollarse la etapa inicial de un ciclón tropical que es la depresión tropical (38 mph o menos), según continúa intensificándose y organizándose pasa a ser tormenta tropical (39 – 73 mph) y luego huracán categoría 1 (74 mph o más).

ESCLA DE HURACANES SAFFIR-SIMPSON			
Categoría	Viento Sostenido (mph)	Daños	Ejemplos
1	74-95	Mínimos	Hortensia –sept. 1996
2	96-110	Moderados	Santa Clara (Betsy) – agosto 1956
3	111-130	Extensos	Georges – sept. 1998
4	131-155	Extensos	San Ciprián – sept. 1932
5	Sobre 155 mph	Catastróficos	San Felipe – sept. 1928

La mayor parte de los huracanes que han afectado a Puerto Rico se forman en las áreas tropicales del Océano Atlántico, en el Mar Caribe y en el Golfo de Méjico donde las temperaturas de los mares en la temporada de vigilancia de huracanes alcanzan los 80° Fahrenheit. Un sistema huracanado puede tener una extensión de 200 a 300 millas, área que cubriría toda la isla y parte del archipiélago antillano. Estas áreas de mal tiempo vienen acompañadas de fuertes aguaceros y tronadas que a su vez permiten el desarrollo de granizadas y tornados.

VIENTOS INTENSOS - HURACANADOS

Uno de los peligros más devastadores que acompañan a los huracanes son los vientos huracanados de fuerza destructora. Los vientos huracanados producen daños severos, capaces de destruir total o parcialmente estructuras y edificaciones en cuyo diseño y construcción no se hayan observado las especificaciones requeridas para resistir las fuerzas producidas por este fenómeno atmosférico. Las variaciones en las velocidades y dirección del viento contribuyen a que aflojen las

conexiones y los anclajes estructurales. Estos vientos pueden aumentar la aceleración en las áreas montañosas o áreas urbanas con alta densidad de construcción. Objetos pesados como tiestos, muebles, rótulos, techos, entre otros pueden salir disparados por el aire causando otros daños. La interrupción de la energía eléctrica, la caída de árboles y postes del tendido eléctrico son otras de las pérdidas causadas por los vientos huracanados, estos obstruyen las calles y vías de tránsito incrementando los peligros y dificultando las tareas de rescates y recuperación.

La temporada de huracanes se extiende del 1 de junio hasta el 30 de noviembre, y los meses de mayor frecuencia son agosto y septiembre. La localización de la isla de Puerto Rico en la cuenca caribeña y el municipio de Fajardo en el extremo nororiental de la isla lo expone a mayor vulnerabilidad en la ruta de los huracanes. El modelo para la determinación de daños por el efecto de los vientos intensos que se define a continuación fue tomado del estudio de URS-FEMA, Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico 2002²⁹:

“Las velocidades de los vientos huracanados se obtienen según el modelo de simulación de huracanes descrito en Vickery, et al (2000). El modelo de simulación de huracanes fue desarrollado originalmente y verificado en las Costas del Golfo y el Atlántico de los Estados Unidos, y ampliado luego al Caribe. La simulación utiliza la base de datos sobre huracanes HURDAT³⁰ para generar tormentas sintéticas para las que las ecuaciones gobernantes del movimiento del huracán se resuelven

²⁹ Apéndice A Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales, Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, 2002.

³⁰ HURDAT es la base de datos del Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés) para el Atlántico Norte.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

numéricamente. Las velocidades del viento para diversos periodos de resurgimiento, que van de 10 a 1,000 años, se dan para 100 ubicaciones distribuidas a través de la Isla. La velocidad pronosticada de ráfaga pico de viento de 100 años sobre terreno plano y abierto, va de 120 mph a 130 mph. El estudio modelo se llevó a cabo por la “Applied Research Associates” de Raleigh, Carolina del Norte (2001).”



Mapa 4: Ruta de Huracanes por Puerto Rico: Categorías de 1 a 5.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología; Plan Integral de Recursos de Aguas de Puerto Rico, 2007, DRNA

EVENTOS PASADOS

Durante los siglos 19 y 20 seis huracanes con fuerza devastadora impactaron la isla causando pérdidas multimillonarias, y dejando miles de muertos a su paso. Los siguientes seis huracanes están relacionados con estos sucesos donde perdieron la vida alrededor de 4,600 personas, la mayor parte de ellos por las inundaciones.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Nombre	Categoría	Fecha	Muertes
Santa Ana	H	26-27 – julio – 1825	374
San Narciso	H	29 – octubre -1867	211
San Ciriaco	H	8 – agosto - 1899	3,369
San Felipe	H	13 – septiembre- 1928	312
Santa Ciprián	H	26-27 septiembre - 1932	225
San Lorenzo (Donna)	H	5-6 septiembre -1960	107
TOTAL			4,598

Tabla 23: Huracanes que más muertes han provocado a su paso por Puerto Rico.

En los apéndices B y C se listan los pasados disturbios tropicales que de alguna manera afectaron al municipio de Fajardo. El apéndice A recoge los eventos pasados ocurridos en el periodo de tiempo que comprende los años de 1825 al 1960, y el apéndice B lista y detalla los eventos ocurridos entre los años de 1970 al 1998. En la siguiente tabla se listan los disturbios atmosféricos ocurridos en Fajardo entre los años 2008 y 2012.

Riesgos	Años	Núm. Evento	Fuentes de Datos
Huracán (Paso cerca de Puerto Rico)	2008 - 2012	1	OMME FAJARDO
Aviso: Huracán Earl	30 agosto 2010	1	OMME FAJARDO
Tormentas	2008 - 2012	7	NWS & OMME FDO
Onda Tropical	21 al 24 de septiembre 2008	1	OMME FAJARDO
Tormenta Tropical Ana	17 agosto 2009	1	OMME FAJARDO
Tormenta Tropical Irene (566 Refugiados)	19 septiembre 2011	1	NWS & OMME FDO
Vaguada estacionaria	17 mayo 2011	1	OMME FAJARDO
Vaguada estacionaria	23 mayo 2011	1	OMME FAJARDO
Vaguada estacionaria	31 mayo 2011	1	OMME FAJARDO
Baja presión	7 junio 2011	1	OMME FAJARDO

Tabla 24: Desglose de los disturbios atmosféricos ocurridos en Fajardo entre los años 2008 y 2012.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Análisis del Área de Susceptibilidad Moderada a Vientos Intensos

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de las áreas con susceptibilidad moderada a vientos intensos se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal y en las áreas de mayor elevación que colindan con los terrenos del Bosque Nacional del Caribe en la Sierra de Luquillo. Los barrios afectados por este evento son: Cabezas, Quebrada, Sardinera, Barrio Pueblo Costa, Quebrada Vueltas, Demajagua, y al interior montañoso Río Arriba.
Propiedad	9,293 Estructuras: Residencias
Instalaciones Críticas	2 Alojamientos, 3 centros comerciales, 1 centro de edad avanzada, 1 centro usos múltiples, 9 restaurantes comida rápida, 19 restaurantes, 1 parque de pelota, 3 canchas de baloncesto, 1 parque Pasivo (Las Croabas), 2 escuelas privadas, 5 escuelas públicas, 1 farmacia, 5 Head Start, 1 centro pediátrico, 3 marinas, 1 Reserva (Las Cabezas de San Juan), 1 OME, 1 supermercado, 3 residenciales públicos.
Infraestructura Crítica	1 centro transmisión AEE, 8 estaciones de bombeo, 5 farmacéuticas, 4 sub-estaciones, 11 tanques AAA, 1 terminal de ferry.
Población	9,841 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

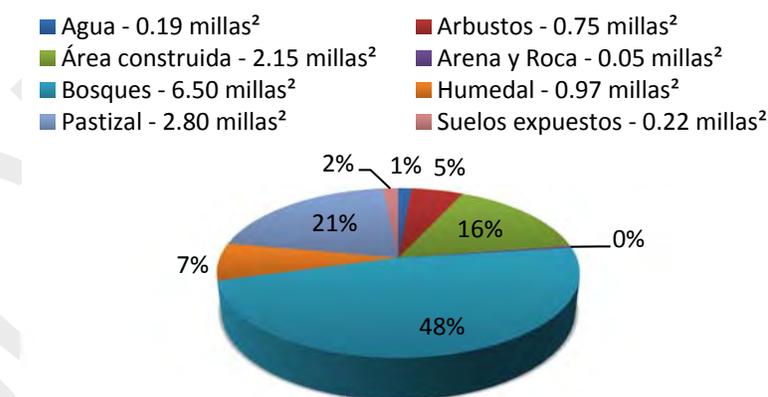
Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es de una (1) vez cada tres (3) años.
Probabilidad	Alta

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A VIENTOS INTENSOS

La extensión del escenario de riesgo de susceptibilidad moderada a vientos intensos o huracanados es de aproximadamente 13.66 millas² del territorio de Fajardo. La siguiente grafica ilustra la distribución en el uso del terreno del área potencialmente en riesgo. La grafica nos señala que las áreas con mayor potencial de ser impactadas en un este evento son los bosques con un 48%, los pastizales con un 21% y las áreas construidas que representa el 16% del territorio de Fajardo.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo a Vientos Intensos



TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A VIENTOS INTENSOS

Los vientos intensos o huracanados pueden afectar a todo el municipio de Fajardo, aunque de manera diferenciada de un lugar a otro, el análisis sobre la tendencia de desarrollo aplica al área de susceptibilidad moderada. El Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo establece el uso del terreno dentro de los

límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos.³¹*

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años³². El desarrollo urbano propuesto está reglamentado por el nuevo Código de Construcción de Puerto Rico del 2011 requiere que se construyan o reconstruyan estructuras reforzadas en aquellas áreas susceptibles a licuación, deslizamiento, movimiento sísmico, y vientos huracanados. Los nuevos parámetros de diseño para estructuras resistentes a vientos son de 150 mph. Medida que

³¹ Capítulo 8 inciso 8.3 "Metas y Objetivos para la Clasificación del Suelo". Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

³² Capítulo 1 inciso 1.3.2 "Suelos urbanizable" página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

umenta significativamente el nivel de seguridad en caso de huracanes ya que las medidas de protección se amplían de un huracán categoría 3 en cuyo escenario los daños son extensos (111–129 mph) a un huracán categoría 4 en donde los daños son extremos (130-156 mph) según la escala de 1 a 5 de Saffir-Simpson modificada en mayo del 2012.

3.4 PERFIL DEL RIESGO POR MAREJADA CICLÓNICA

Uno de los mayores peligros de un huracán está relacionado con la marejada ciclónica una gigantesca columna de agua impulsada por el viento que inunda la costa cuando el huracán entra a tierra causando gran devastación. La marejada ciclónica es un aumento anormal en el nivel del mar generado por una tormenta o huracán por encima de la marea astronómica pronosticada. Esta marejada es causada primordialmente por los fuertes vientos de un huracán o tormenta tropical.

La circulación del viento alrededor del ojo del huracán sopla en la superficie oceánica produciendo una circulación vertical en el océano. En aguas profundas, no hay nada que pueda alterar esta circulación y hay muy poca indicación de la marejada ciclónica. Una vez que el huracán alcanza las aguas poco profundas cerca de la costa, la circulación vertical llega a ser alterada por el fondo oceánico. El agua ya no puede descender y penetra tierra adentro. En general, la marejada ciclónica ocurre cuando los vientos soplan hacia la costa. La marejada ciclónica más alta tiende a ocurrir cerca del radio de los vientos máximos, o donde los vientos

más fuertes del huracán ocurren³³. Existen varios factores que favorecen la altura de la marejada ciclónica producto de una tormenta o huracán³⁴.

- Presión Central - Las bajas presiones producirán una marejada ciclónica más alta.
- Intensidad de la Tormenta - Los vientos más fuertes producirán una marejada ciclónica más alta.
- Tamaño del Ciclón - Una tormenta más grande producirá una marejada ciclónica más alta.
- Velocidad de Traslación - En una costa sin obstáculos, una tormenta moviéndose más rápido producirá una marejada ciclónica más alta. Sin embargo, una marejada ciclónica se produce en las bahías, los pasos, y otros cuerpos cercados de agua con una tormenta moviéndose lentamente.
- Angulo al Aproximarse a la Costa - El ángulo en que la tormenta se acerca a la costa puede afectar cuanta marejada ciclónica se genera. Es probable que una tormenta que se mueva hacia la costa en un ángulo perpendicular produzca una marejada ciclónica más alta que una tormenta que se mueva paralelo a la costa o se mueva tierra adentro.
- Tamaño de la Costa - La marejada ciclónica será más alta cuando un huracán toca tierra en una costa de tamaño cóncavo (curvado hacia adentro) en lugar de una costa convexa (curvada hacia fuera).
- Anchura e Inclinación del Fondo Oceánico - Las marejadas ciclónicas más altas ocurren con plataformas continentales anchas y suavemente inclinadas, mientras una marejada ciclónica menos alta ocurre con plataformas continentales estrechas y abruptamente inclinadas.
- Características Locales - La marejada ciclónica depende sumamente de las características locales y las barreras que afectan el flujo del agua. Ejemplos de estos son las islas barreras, las ensenadas, los pasos, las bahías, y los ríos.

El Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación³⁵ clasifica la Zona V como área costanera de alto peligro a inundación por marejadas con período de

³³ Centro Nacional de Huracanes, NOAA, Unidad de la Marejada Ciclónica NWS

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) Séptima Revisión Vigencia 7 De enero De 2010.

recurrencias de 100 años para la cual no se han determinado las elevaciones de la inundación base, y la Zona VE como área costanera de alto peligro a inundación con período de recurrencia de 100 años con velocidad y energía (marejada ciclónica) para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base. Estos terrenos se designan como Zona VE en los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación. El seguro de inundación en esta Zona es compulsorio.

Esto establece que no se permitirá en la Zona VE la ubicación de nuevos obstáculos, tales como: estructuras, relleno, mejoras sustanciales, y otros desarrollos, a menos que se demuestre que se han evaluado otras alternativas de ubicación fuera de áreas inundables y que estas no son viables. Para probar esto se requerirá la realización de un estudio hidrológico-hidráulico (HH) que utilice las mejores prácticas de ingeniería y metodologías aplicables, probando que el obstáculo propuesto no resultará en aumento en los niveles del cauce mayor durante un evento de descarga de una inundación base. Si esto probara ser factible, el Reglamento dispone que toda nueva construcción o mejora sustancial deba cumplir con los requisitos aplicables para mitigar los efectos de las inundaciones.

EVENTOS PASADOS

Las marejadas son producidas generalmente por la acción del viento sobre la superficie del agua. El oleaje tienen una frecuencia promedio de 20 segundos, y sus efectos máximos pueden llegar cientos de metros tierra adentro. La propagación es limitada por la distancia, de modo que el efecto de la marejada pierde intensidad según se aleja del lugar donde el viento la genera.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Huracán Hugo (1998) - Durante el Huracán Hugo se registraron fuertes marejadas ciclónicas que afectaron varios lugares de la costa de Fajardo y Ceiba donde la marejada ciclónica se estimó en unos 4 a 6 pies de altura sobre la marea astronómica.

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Análisis del Área de Inundación por Marejada Ciclónica 100años (VE)

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de la inundación por marejada ciclónica se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal cubriendo una extensión total de 1.0 milla ² . Los barrios afectados por este evento y la elevación base de la inundación sobre la marea astronómica: Demajagua – 3.0m - 3.4m BFE (“Basic Flood Elevation”); Quebrada Vueltas – 3.0m - 3.2m - 3.4m BFE; Barrio Pueblo Costa - 3.2m BFE; Sardinera – 2.9m BFE; Cabezas – 2.9m – 3.0m BFE; Quebrada – 2.7m BFE.
Propiedad	422 Estructuras
Instalaciones Críticas	6 restaurantes, 1 parque Pasivo (Las Croabas), 1 comercio.
Infraestructura Crítica	6 marinas, 1 terminal Ferry.
Población	556 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es de diez años (10) años.
Probabilidad	Alta

Análisis del Área de Inundación por Marejada Ciclónica HC-I

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de la inundación por marejada ciclónica huracán categoría I se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal y penetrando la costa en algunas áreas (Quebrada Vueltas) hasta cerca de 1 milla tierra adentro cubriendo una extensión total de 2.02 millas ² . Los barrios afectados por este evento y la elevación base de la inundación sobre la marea astronómica: Demajagua – 3.0m - 3.4m BFE (“Basic Flood Elevation”); Quebrada Vueltas – 3.0m - 3.2m - 3.4m BFE; Barrio Pueblo Costa - 3.2m BFE; Sardinera – 2.9m BFE; Cabezas – 2.9m – 3.0m BFE; Quebrada – 2.7m BFE.
Propiedad	686 Estructuras
Instalaciones Críticas	2 marinas, 1 terminal Ferry,
Infraestructura Crítica	3 restaurantes, 1 comercio, 1 parque Pasivo (Las Croabas) 3 marinas.
Población	1,203 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es de diez años (10) años.
Probabilidad	Alta

Análisis del Área de Inundación por Marejada Ciclónica HC-III

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de la inundación por marejada ciclónica huracán categoría III se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal y penetrando la costa en algunas áreas (Quebrada Vueltas) hasta cerca de 1.3 millas tierra adentro cubriendo una extensión total de 2.7 millas ² . Los barrios afectados por este evento y la elevación base de la inundación sobre la marea astronómica: Demajagua – 3.0m - 3.4m BFE (“Basic Flood Elevation”); Quebrada Vueltas – 3.0m - 3.2m - 3.4m BFE; Barrio Pueblo Costa - 3.2m BFE; Sardinera – 2.9m BFE; Cabezas – 2.9m – 3.0m BFE; Quebrada – 2.7m BFE.
Propiedad	1,058 Estructuras
Instalaciones Críticas	4 restaurantes, 1 parque Pasivo (Las Croabas), 2 comercio.
Infraestructura Crítica	2 marinas, 1 terminal Ferry,
Población	1,501 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es de diez años (10) años.
Probabilidad	Alta

Análisis del Área de Inundación por Marejada Ciclónica HC-V

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de la inundación por marejada ciclónica huracán categoría V se extiende a lo largo del litoral costero del territorio municipal y penetrando la costa en algunas áreas (Quebrada Vueltas) hasta cerca de 1.5 millas tierra adentro cubriendo una extensión total de 3.5 millas ² . Los barrios afectados por este evento y la elevación base de la inundación sobre la marea astronómica: Demajagua – 3.0m - 3.4m BFE (“Basic Flood Elevation”); Quebrada Vueltas – 3.0m - 3.2m - 3.4m BFE; Barrio Pueblo Costa - 3.2m BFE; Sardinera – 2.9m BFE; Cabezas – 2.9m – 3.0m BFE; Quebrada – 2.7m BFE.
Propiedad	1,566 Estructuras
Instalaciones Críticas	8 restaurantes, 1 parque Pasivo (Las Croabas), 2 comercio.
Infraestructura Crítica	2 marinas, 1 terminal Ferry, 1 sub-estación. .
Población	2,039 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP’s con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación,

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	Respuesta y Recuperación.
Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de recurrencia de este tipo de evento es de diez años (10) años.
Probabilidad	Alta

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A MAREJADAS CICLÓNICAS

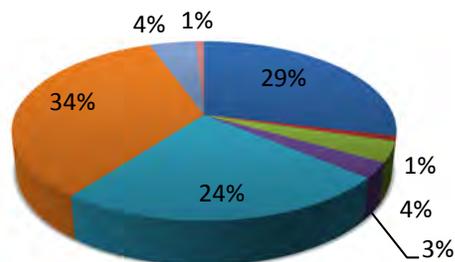
La extensión del escenario de riesgo de marejada ciclónica depende del tipo de marejada. En este escenario se reseñan cuatro tipos de marejadas ciclónicas:

- Inundación por Marejada Ciclónica 100años (VE)
- Marejada ciclónica – Huracán Categoría-1
- Marejada ciclónica – Huracán Categoría-3
- Marejada ciclónica – Huracán Categoría-5

Se ilustran las gráficas de los usos del terreno de cada evento de marejada ciclónica, se describe el uso del terreno y la tendencia de desarrollo para un evento asociado a un huracán categoría 5 que sería el que mayor impacto tendría en la zona costanera. La extensión del evento es de aproximadamente 3.19 milas² del territorio de Fajardo. La grafica nos señala que las áreas con mayor potencial de ser impactadas en este evento son los humedales con un 30%, los bosques y los pastizales con un 27% cada uno, y las áreas construidas que representa el 6% del territorio de Fajardo.

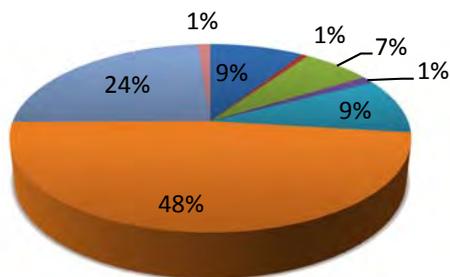
Distribución del Uso del Terreno Riesgo a Marejada Ciclónica 100 Años (VE)

- Agua - 0.13 millas²
- Área construida - 0.04 millas²
- Bosques - 0.26 millas²
- Pastizal - 0.05 millas²
- Arbustos - 0.01 millas²
- Arena y Roca - 0.03 millas²
- Humedal - 0.37 millas²
- Suelos expuestos - 0.009 millas²



Distribución del Uso del Terreno Riesgo a Marejada Ciclónica Huracán Categoría 1

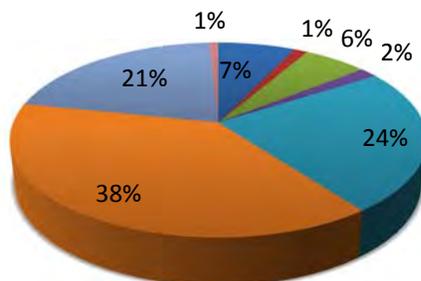
- Agua - 0.15 millas²
- Área construida - 0.11 millas²
- Bosques - 0.16 millas²
- Arbustos - 0.01 millas²
- Arena y Roca - 0.02 millas²
- Humedal - 0.80 millas²



Distribución del Uso del Terreno Riesgo a Marejada Ciclónica Huracán

Categoría 3

- | | |
|--|---|
| ■ Agua - 0.15 millas ² | ■ Arbustos - 0.01 millas ² |
| ■ Área construida - 0.11 millas ² | ■ Arena y Roca - 0.02 millas ² |
| ■ Bosques - 0.16 millas ² | ■ Humedal - 0.80 millas ² |
| ■ Pastizal - 0.40 millas ² | ■ Suelos expuestos - 0.02 millas ² |

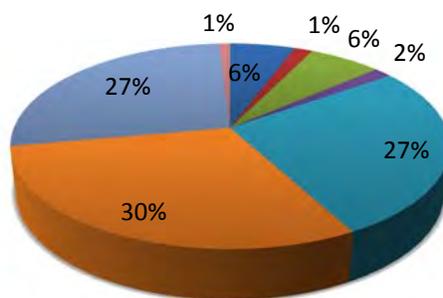


Distribución del Uso del Terreno

Riesgo Marejada Ciclónica

Huracán Categoría 5

- | | |
|--|---|
| ■ Agua - 0.18 millas ² | ■ Arbustos - 0.05 millas ² |
| ■ Área construida - 0.20 millas ² | ■ Arena y Roca - 0.05 millas ² |
| ■ Bosques - 0.85 millas ² | ■ Humedal - 0.95 millas ² |
| ■ Pastizal - 0.85 millas ² | ■ Suelos expuestos - 0.03 millas ² |



TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A MAREJADAS CICLÓNICAS

La construcción de viviendas de tipo residencial y recreativo cerca de la costa ha incrementado el riesgo de la población a eventos de marejadas ciclónicas. Las marejadas ciclónicas son consideradas fenómenos físicos naturales y extremos que puede causar un desastre de gran magnitud. Estos fenómenos están asociados a

disturbios tropicales que generan vientos intensos y huracanados exponiendo la población a la pérdida de vidas y causando severas destrucciones en el litoral costero.

El riesgo a marejada ciclónica en las zonas costaneras asume la categoría del huracán que las genera. Para efectos del análisis en la tendencia de desarrollo se utiliza el peor escenario de marejadas ciclónicas producidas por un huracán categoría 5. En septiembre de 1998 el huracán Hugo pasó por el municipio de Fajardo generando una marejada ciclónica que causo daños y estragos a la infraestructura así como a la población. En la gráfica de usos del suelo en zona de riesgo por marejada ciclónica categoría 5 se desglosa la distribución del uso del suelo en las zonas de riesgo y se observa que la categoría de áreas construidas representa el 6% de la ocupación del suelo. Estas construcciones son básicamente residenciales, residencial turístico y comercios asociados al turismo. Se puede observar que el 84% del uso del suelo corresponde a las categorías de bosques, humedales y pastizales que es cónsono con la política de conservación y protección de los suelos rústicos.

La clasificación adoptada por el municipio de Fajardo en el POT para estas zonas como suelo rustico limita el desarrollo y refuerza el carácter recreativo y pasivo. Lo anterior reviste gran importancia en los procesos de planificación y en la política pública de usos de terrenos en donde se persigue un desarrollo sustentable que potencie la seguridad de la población, la calidad de vida y el bienestar del país de forma inteligente, además de asegurar la inversión de capital en las obras públicas y privadas.

Aun cuando existe una fuerte demanda de desarrollo en la zona costanera cualquier desarrollo en esta zona está regulado por el Reglamento Conjunto de Permisos para Obras de Construcción y Usos de Terrenos (Vigencia 29 de noviembre de 2010): Capítulo 32, Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico y por el Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación³⁶ La clasificación adoptada por el municipio de Fajardo en el POT para estas zonas como suelo rustico limita el desarrollo y refuerza el carácter recreativo y pasivo. Esta clasificación es de gran importancia en los procesos de planificación y en la política pública de usos de terrenos en donde se persigue un desarrollo sustentable que potencie la seguridad de la población, la calidad de vida y el bienestar del país de forma inteligente, además de asegurar la inversión de capital en las obras públicas y privadas.

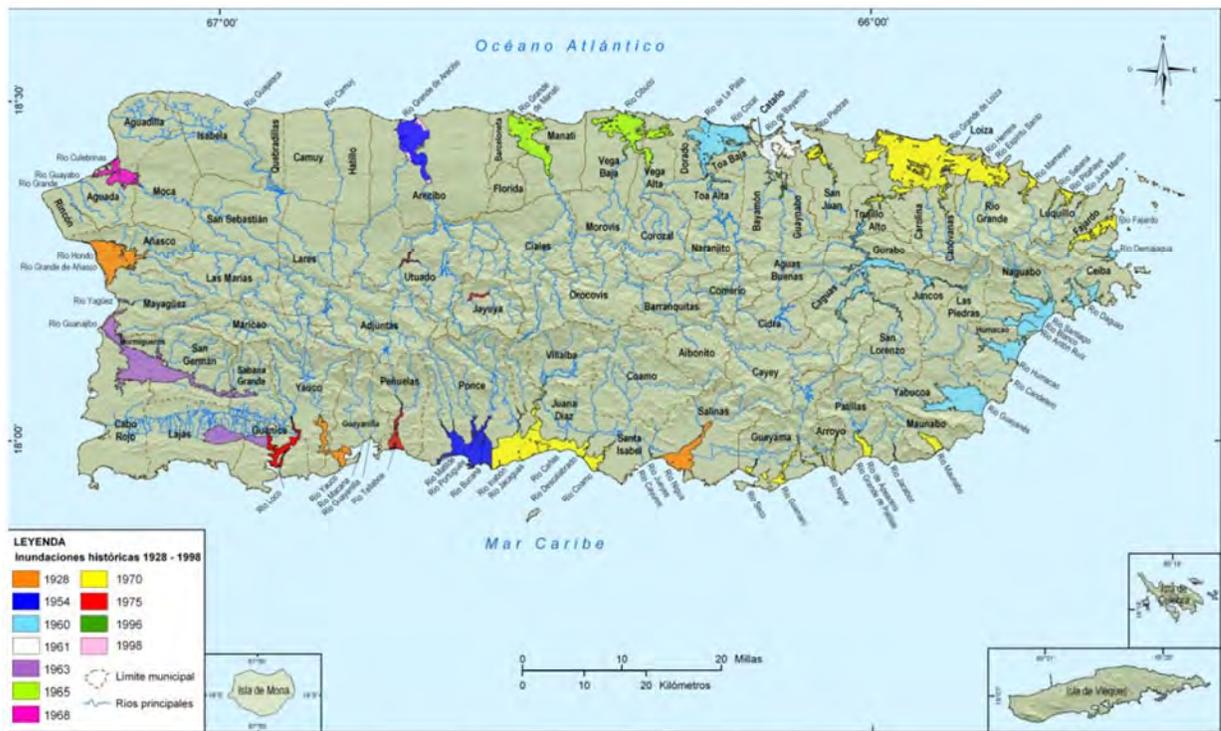
3.5 PERFIL DEL RIESGO POR INUNDABILIDAD

Las inundaciones causadas por las lluvias y el mal tiempo que acompañan estos sistemas pueden ser catastróficas. La combinación de marejadas ciclónicas, marea astronómica y lluvias en un solo evento incrementa el riesgo en las zonas costaneras y en las áreas cercanas a los valles aluviales, además de los cruces y desembocaduras de ríos y quebradas. El aumento en el nivel total del mar es un fenómeno en el que intervienen varios factores además de la marejada ciclónica. El aumento o disminución del nivel de las aguas a lo largo de la costa se debe al empuje gravitacional de la luna y el sol. Este fenómeno es lo que se conoce como la marea o marea astronómica.

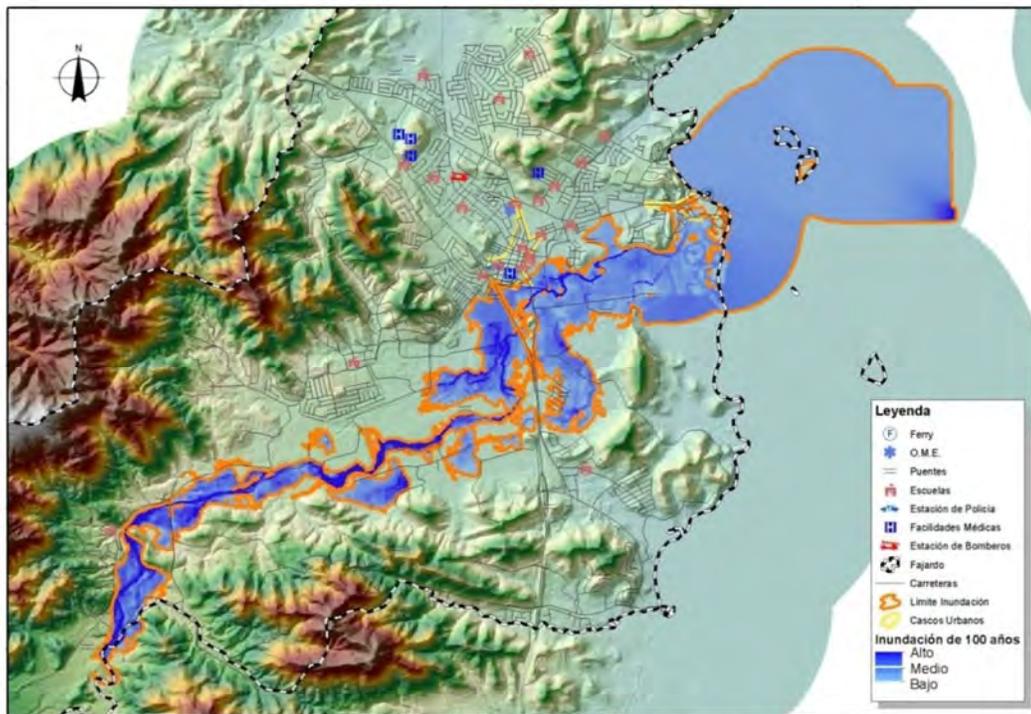
³⁶ Reglamento Sobre Áreas Especiales De Riesgo A Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) Séptima Revisión Vigencia 7 de enero de 2010.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo



La combinación de la marejada ciclónica y la marea astronómica se conoce como marea de tormenta. Otro de los factores que contribuye al aumento del nivel total del mar son las olas rompientes que generan un proceso de acumulación cuando se ven imposibilitadas de regresar al mar por los vientos huracanados y el sucesivo tren de olas. Las lluvias torrenciales que preceden al huracán contribuye al aumento de las escorrentías y al nivel del río tierra adentro. Aguas abajo el río fluye inundando los valles aluviales hasta alcanzar la costa donde los niveles locales de los deltas y las bahías aumentan junto al nivel total de agua. Este fenómeno se produce a lo largo de todo el litoral costero que sufre los embates del huracán.



Mapa 6: Zona de riesgo - AE - Valle Inundable para la tormenta de los 100 años.

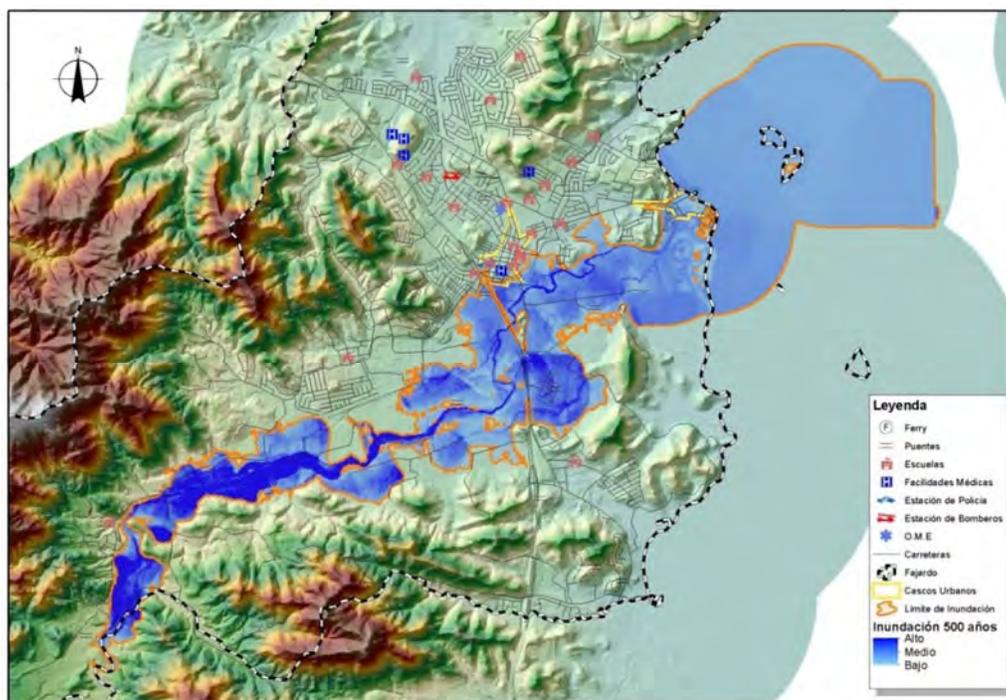
La Junta de Planificación (JP) es la agencia estatal coordinadora del Programa Nacional del Seguro de Inundación (NFIP) que es administrado por FEMA. Conforme al acuerdo como comunidad participante del NFIP la Junta adopta los Mapas de Tasas de Seguros de Inundaciones (FIRM) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias que detallan las áreas susceptibles a inundaciones en Fajardo. Estos mapas se utilizan para la administración de los valles inundables y la aprobación de los seguros de inundación. La clasificación de FEMA presenta cuatro tipos de zonas inundables para el municipio de Fajardo.

- **Zona A** - Área Especial de Riesgo a Inundación, donde se identifica el valle inundable para la tormenta de 100 años mediante métodos aproximados, sin la determinación del nivel de inundación base. En estas áreas se requiere el seguro de inundación compulsorio. La Zona A, que cubre 1,501 cuerdas (5.9

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

km²) o el 7.6% del Municipio, se observa en los valles de la Quebrada Fajardo, el Río Fajardo y el Río Demajagua, que discurren por los barrios Quebrada Fajardo, Río Arriba, Quebrada Vueltas, el sur de Florencio, y Demajagua.



Mapa 7: Zona de riesgo - Inundación de 0.2 por ciento - Valle Inundable para la tormenta de los 500 años.

- **Zona AE** - Es el valle inundable para la tormenta de 100 años, que se identifica mediante un estudio detallado e incluye nivel de inundación base. El seguro de inundación es compulsorio en estas áreas. En este municipio la Zona AE cubre aproximadamente unos 1,679 cuerdas (6.6 km²) o el 8.6% del territorio municipal. La misma se observa en las planicies del Río Fajardo y en la Quebrada Fajardo; específicamente, al norte de los barrios Quebrada Fajardo y Cabezas; al este del barrio Florencio; al norte de Quebrada Vueltas y al sur del barrio Pueblo.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

- **Zona VE** - Es la zona que identifica los terrenos costeros de alto riesgo a marejadas para un evento o tormenta de 100 años. La Zona VE identifica el nivel de inundación base que puede darse un evento de huracán o marejada ciclónica. El seguro de inundación en esta Zona es compulsorio. Las áreas de Seven Seas y Cabo San Juan, así como el litoral de Quebrada Vueltas, se clasifican como VE, y cubre 661 cuerdas (2.6 km²) o el 3.4% del Municipio.
- **Inundación de 0.2 por ciento** - Es la zona con 1% de probabilidad de ser inundada en 500 años. Porciones de esta zona se encuentran en los barrios Quebrada Fajardo, Pueblo, Quebrada Vueltas y Demajagua.

EVENTOS PASADOS

Históricamente las inundaciones han sido catalogadas como el desastre natural que mayor pérdida de vidas y daños a la propiedad han causado en Puerto Rico. Los siguientes seis huracanes están relacionados con estos sucesos donde perdieron la vida alrededor de 4,600 personas, la mayor parte de ellos debido a las inundaciones.

Nombre	Categoría	Fecha	Muertes
Santa Ana	H	26-27 – julio – 1825	374
San Narciso	H	29 – octubre -1867	211
San Ciriaco	H	8 – agosto - 1899	3,369
San Felipe	H	13 – septiembre- 1928	312
Santa Ciprián	H	26-27 septiembre - 1932	225
San Lorenzo (Donna)	H	5-6 septiembre -1960	107
TOTAL			4,598

En el apéndice D se listan los pasados disturbios tropicales que de alguna manera afectaron al municipio de Fajardo provocando serias inundaciones. Este apéndice recoge los eventos pasados ocurridos en el periodo de tiempo que comprende los años de 1970 al 1998. En la siguiente tabla se listan los disturbios atmosféricos ocurridos en Fajardo entre los años 2008 y 2012.

Riesgos	Años	Eventos	Fuente de Datos
Inundación Riverina	2008 - 2012	18	OMME FAJARDO
El Río Fajardo se sale de su cauce.	3 septiembre 2008	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	21 al 24 de septiembre 2008	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	12 mayo 2009	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	17 mayo 2009	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	3 junio 2009	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	9 y 10 junio 2009	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	4 y 5 septiembre 2009	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	14 y 15 enero 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	11 mayo 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	30 mayo 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	1 junio de 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	7 junio de 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	19 y 20 junio 2010	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	17 mayo 2011	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	23 mayo 2011	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	22 y 23 agosto 2011	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	3 noviembre 2011	1	OMME
El Río Fajardo se sale de su cauce.	3 octubre 2011	1	OMME

Tabla 25: Desglose de eventos ocurridos entre los años 2008 y 2012 en que el Río Fajardo se salió de su cauce.

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Análisis del Área de Inundación Riverina 100 y 500 años

Distribución Geográfico
Espacial

La distribución geográfico espacial de la inundación riverina en el municipio de Fajardo se extiende a lo largo de la planicie de inundación del Río Fajardo en un área aproximada de 2.68 millas² para un evento de 100 años y de 3.63 millas² en uno de 500 años. En el evento de 100 años esto representa un 9% del territorio municipal; y en el evento de mayor extensión la inundación de los 500 años cubre el 12% del territorio.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Propiedad	Lluvia de los 100 años: 330 Estructuras Lluvia de los 500 años: 311 Estructuras
Instalaciones Críticas	Lluvia de los 100 años: N/A Lluvia de los 500 años: N/A
Infraestructura Crítica	Lluvia de los 100 años: 1 puente (PR-194) 1 planta de Tratamiento AAA (Estación de bombeo) Lluvia de los 500 años: 1 puente (PR-194) 1 planta de Tratamiento AAA (Estación de bombeo)
Población	Lluvia de los 100 años: 1,118 personas Lluvia de los 500 años: 1,568 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.
Frecuencia del Evento	Se estima que la frecuencia de este tipo de evento, en particular por el desbordamiento del Río Fajardo es de, al menos, una (1) vez al año.
Probabilidad	Lluvia de los 100 años: 1% de probabilidad de ser inundada en cualquier año. Lluvia de los 500 años: 1% de probabilidad de ser inundada en 500 años.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

Daños Edificios 100 Años	Ninguno		Leve (1-10%)		Moderado (11-50)		Extenso (51-100)	
	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%
Agricultura	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Comercial	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Educación	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gobierno	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Industrial	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Religión	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Residencial	330		0	0.00	123		6	
Total	330				123		6	

Tabla 26: Daños Esperados por Ocupación de Edificios Inundación 100 años

Daños Edificios 100 Años	Ninguno		Leve (1-10%)		Moderado (11-50%)		Extenso (51-100%)	
	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%
Madera	13		0		2		0	0.00
Acero	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Hormigón	138		0	0.00	46		0	0.00
Mampostería	168		0	0.00	75		1	
Casa Móvil	11		0	0.00	0	0.00	5	
Total	330		0		123		6	

Tabla 27: Daños Esperados por Tipo de Edificios Inundación 100 años

Daños Edificios 500 Años	Ninguno		Leve (1-20%)		Moderado (21-50)		Extenso (51-100)	
	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%
Agricultura	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Comercial	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Educación	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gobierno	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Industrial	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Religión	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Residencial	311	100.00	0	0.00	298	100.00	13	100.00
Total	311		0		298		13	

Tabla 28: Daños Esperados por Ocupación de Edificios Inundación 500 años

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Daños Edificios 500 Años	Ninguno		Leve (1-20%)		Moderado (21-50)		Extenso (51-100)	
	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%
Madera	10	3.00	0	0.00	8	3.00	0	0.00
Acero	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Hormigón	130	43.00	0	0.00	117	39.00	2	15.00
Mampostería	161	51.00	0	0.00	173	58.00	3	23.00
Casa Móvil	10	3.00	0	0	0	0	8	62.00
Total	311		0		298		13	

Tabla 29: Daños Esperados por Tipo de Edificios Inundación 500 años

VULNERABILIDAD DE INFRAESTRUCTURA

Sistema	Componente	# identificadas
Carreteras	Puente PR-194	1
		Total

Tabla 30: Inventario Sistema Transportación

Sistema	Componente	# identificadas
Planta Tratamiento AAA	Instalaciones	1
		Total

Tabla 31: Inventario Utilidades

Sistema	Componente	# identificadas	Daño Moderado	Funcionalidad > 50%	
				Después día 1	Después día 7
Carreteras	Puentes	1	1	1	1

Tabla 32: Daños Esperados en Sistema de Transporte Inundación 100 & 500 años

Sistema	# identificadas	Daño Moderado	Funcionalidad > 50%	
			Después día 1	Después día 7
Planta de Tratamiento	1	1	1	1

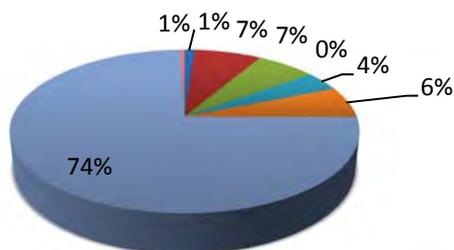
Tabla 33: Daños Esperados Instalaciones AAA Inundación 100 & 500 años

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN

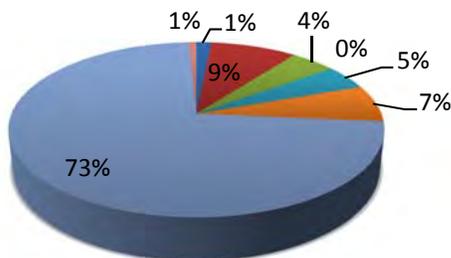
Se ilustran las gráficas de los usos del terreno de cada evento de inundabilidad 100 y 500 años, y se describe el uso del terreno y la tendencia de desarrollo para el peor escenario la inundación de 500 años. La inundación de 500 años es el evento que

mayor impacto tendría en el territorio de Fajardo. La extensión del evento es de aproximadamente 3.58 millas² del territorio de Fajardo. La grafica nos señala que las áreas más impactadas en un evento de inundación como el descrito son los pastizales con un 74%, el área construida y los arbustos que alcanzan un 7% cada uno y los humedales con un 6%.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo a Inundación Riverina 500 Años



Distribución del Uso del Terreno
Riesgo a Inundación Riverina
100 Años



TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN

Con la aprobación y adopción del Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo tiene el instrumento de planificación que le permite tomar acción para desalentar los patrones de desarrollo actuales en los que se evalúan proyectos según sus ganancias económicas y no las pérdidas ambientales. Ante esta tendencia se continuaría impermeabilizando la superficie afectando la cantidad de escorrentía que llevan a la sedimentación de los cuerpos de agua y la erosión costera. Además, de que se propagaría los problemas de inundaciones y deslizamientos debido a la pérdida de la cubierta forestal³⁷.

El Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo establece el uso del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos."*³⁸

³⁷ Capítulo 5 inciso 5.2.2 "Impactos Físicos" pagina 74-74. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

³⁸ *Ibíd.*

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo y el Cuerpo de Ingenieros del Ejecito de EE.UU. han desarrollado varios proyectos para el control de inundaciones en el municipio de Fajardo.

- Uno de los proyectos se extiende desde el lado Sur de la desembocadura del Río Fajardo hasta el lado Sur de la carretera PR-976. Este proyecto consiste de la construcción de 2.1 km de diques al sur de las áreas urbanas de Fajardo para contener la inundación de los 100años.
- Además del dique en el río se incluyen, dos rampas de carreteras, cuatro estructuras de drenaje, y medidas de mitigación para compensar los posibles impactos ambientales del proyecto.
- La segunda fase de este Proyecto aguarda por una asignación de fondos y un rediseño en la sección que atraviesa la Avenida Marcelito Gotay frente al Tribunal de Justicia.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

En estos proyectos se enclavan dos diques principales para la protección del centro urbano que será eje de los Planes de Área y los Planes de Ensanche en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años³⁹.

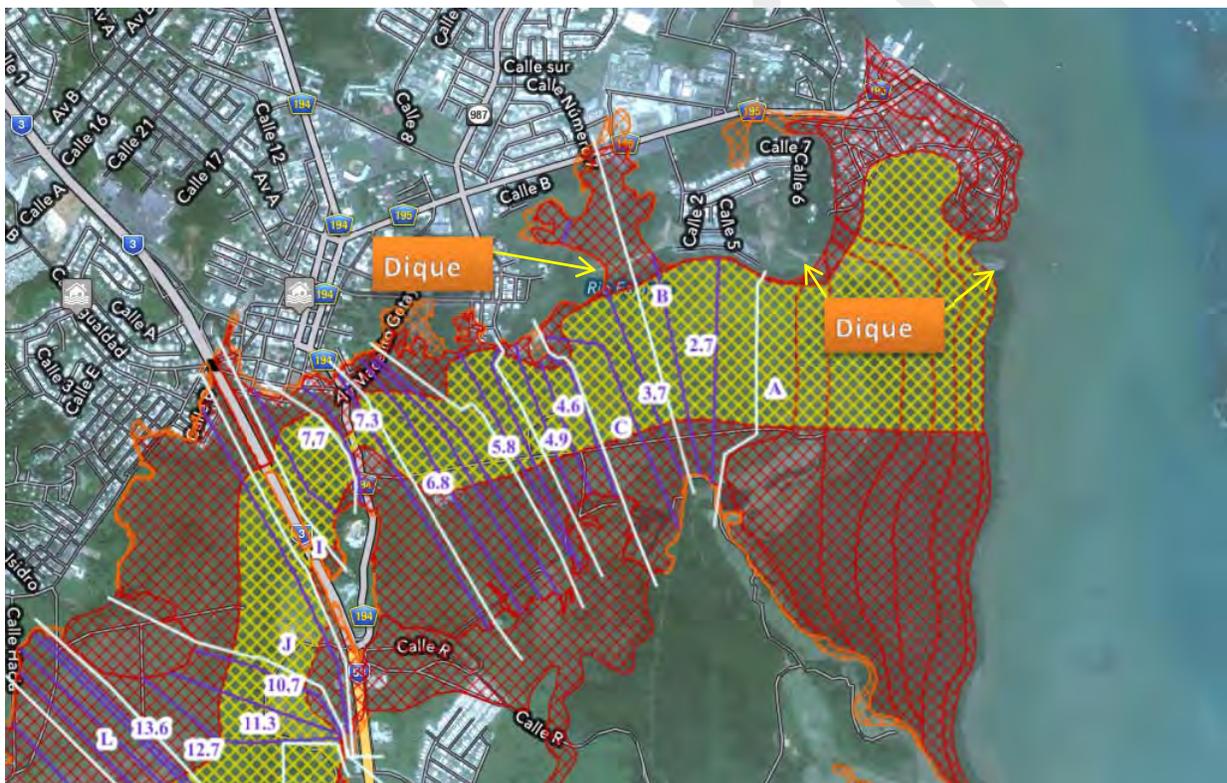


Ilustración 5: Inundación de los 100 años en área urbana y los diques. Fuente: Flood Map Mobile

³⁹ Capítulo 1 inciso 1.3.2 “Suelos urbanizable” página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo



Ilustración 6: Inundación de los 100 años. Dique al Sur del parque industrial. Fuente: Flood Map Mobile



Ilustración 7: Inundación de 100 años. Dique al Sur de Mansión del Sapo y Maternillo a la desembocadura del Río Fajardo. Fuente: Flood Mao Mobile

3.6 PERFIL DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO

Cuando hablamos de deslizamientos no referimos al “rápido movimiento de grandes masas de rocas...cuyas dos formas básicas de deslizamiento son: deslizamiento de rocas y corrimientos de tierras”⁴⁰. Un deslizamiento de rocas consiste en el deslizamiento de una masa de roca madre a lo largo de un plano de falla. Un corrimiento de tierras consiste en una masa de la roca madre que se mueva hacia abajo a través de una superficie curvada. El deslizamiento de rocas puede recorrer una gran distancia desde su posición de original mientras que un corrimiento de tierras permanece cerca de su posición original⁴¹.

En regiones montañosas de suelos poco profundos los episodios de precipitación pluvial intensos pueden causar deslizamientos de rocas y corrimiento de tierras. Estos movimientos de masa suelen ser una combinación de diferentes tipos de materiales rocosos acompañados, por lo general, de cubierta vegetal que se van desprendiendo y desplazando cuesta abajo como un solo bloque sobre una pendiente de inclinación cuyo rango se va incrementando hasta producir una superficie escarpada.

Uno de los factores que puede originar un evento de deslizamiento son las lluvias intensas y los movimientos sísmicos. Esto, a su vez, va a depender de varios factores como el tipo de material de los suelos, la profundidad de la roca madre, la inclinación de la pendiente y las modificaciones al terreno producto de las actividades antropogénicas como el desmonte, la deforestación y los cortes de terreno en la base de las montañas y carreteras, así como de la intensidad y la

⁴⁰ Arthur N. Strabler, Alan H. Strabler; Geografía Física 3ra edición, Ediciones Omega S.A. Barcelona.

⁴¹ Ibid, página 274.

magnitud del movimiento sísmico si este fuera el caso. La combinación de factores como lluvias intensas y movimientos sísmicos podría resultar catastrófica incluso en las áreas de susceptibilidad moderada con pendientes mayores de 30° de inclinación, suelos poco profundos y materiales arcillosos.

Los terrenos del municipio de Fajardo se caracterizan por su susceptibilidad a deslizamientos de bajo a moderado. Las áreas de susceptibilidad moderada predominan en las partes montañosas donde las pendientes mayores de 30° incrementan el riesgo a deslizamiento. La distribución geográfica espacial de las áreas de deslizamiento de moderada susceptibilidad en el municipio de Fajardo se extiende por todos los barrios cubriendo una extensión total de 19.5 millas². La proporción en los barrios afectados por este evento es la siguiente: Barrio Pueblo 71%; Cabezas 34%; Demajagua 86%; Florencio 69%; Naranjo 99%; Quebrada 51%; Quebrada Vueltas 36%; Río Arriba 88%; Sardinera 94%.

De igual manera, las áreas de susceptibilidad baja predominan en los valles aluviales y las zonas costaneras. La distribución geográfica espacial de las áreas de deslizamiento de baja susceptibilidad en el municipio de Fajardo es de menor extensión y se extiende por todos los barrios cubriendo una extensión total de 9 millas². La proporción en los barrios afectados por este evento son: Barrio Pueblo 29%; Cabezas 26%; Demajagua 13%; Florencio 31%; Naranjo 0.31%; Quebrada 48%; Quebrada Vueltas 64%; Río Arriba 11%; Sardinera 5%.

EVENTOS PASADOS

21 de noviembre de 2010 - La OMME procede a inspeccionar dos calles de la Urbanización Monte Brisas V, en una la calle cedió y la otra se encuentra en proceso de ceder. Las residencias afectadas de la Calle 5, son las F-6 y F-11. En la residencia F-6, se alega que un vehículo quedó atrapado a causa que dicha carretera había cedido.

30 de agosto de 2010 - La OMME informó que el terreno de una residencia ubicada en la urbanización Terrazas de Demajagua II estaba siendo socavada a causa del desbanco que la inundación del Río Fajardo ha causado.

12 de noviembre de 2003 - Se reportó que la urbanización Alhambra quedó incomunicada y en el barrio Río Arriba se registró un derrumbe que dejó incomunicadas a las familias del sector. De acuerdo con la AEMEAD, en un periodo de 24 horas se registraron entre 10 y 15 pulgadas de lluvia. (Fuente: Archivo Electrónico El Nuevo Día).

10 de septiembre de 1998 - Las lluvias torrenciales causaron que el Río Fajardo se saliera de su cauce, provocando inundaciones, derrumbes y el cierre de varias carreteras del Municipio. Una familia que reside en la carretera 977 (carretera del pueblo de Fajardo hacia el barrio Paraíso) indicó que el río estuvo a punto de llevarse a la carretera. El río socavó los cimientos de las casas, provocando que las mismas hayan ido desplomándose poco a poco, cayendo desde unos 15 pies de altura hasta el nuevo cauce del río (Fuente: Archivo Electrónico El Nuevo Día).

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Área de Deslizamientos de Susceptibilidad: Moderada

Distribución Geográfico Espacial	La distribución geográfica espacial de las áreas de deslizamiento de baja susceptibilidad en el municipio de Fajardo se extiende por todos los barrios cubriendo una extensión total de 19.5 millas ² . Barrio Pueblo 71%; Cabezas 34%; Demajagua 86%; Florencio 69%; Naranjo 99%; Quebrada 51%; Quebrada Vueltas 36%; Río Arriba 88%; Sardinera 94%.
Propiedad	2,917 Estructuras
Instalaciones Críticas	1 Alojamiento, 1 hotel, 8 bancos, 5 centros comerciales, 16 restaurantes comida rápida, 13 restaurantes, 1 cooperativas, 2 parque de pelota, 3 canchas de baloncesto, 1 complejo deportivo, 4 plazas pasivas, 5 centros de edad avanzada, 2 instituciones educativas, 3 escuelas privadas, 5 escuelas públicas, 4 Head Start, 1 hospital, 1 estación policía municipal, 1 estación policía estatal, 1 centro cuidado médico, 1 OME, 1 universidad, 11 edif. Gob., 1 cementerios, 4 residenciales públicos, 2 supermercados.
Infraestructura Crítica	1 embalse, 11 estaciones de bombeo, 4 farmacéuticas, 2 farmacias, 2 marinas, 1 ferretería, 2 planta de filtración, 1 centro de transmisión, 2 sub-estación, 13 tanques AAA, 1 vertedero, 7 puentes.
Población	5,134 personas
Agencias de Respuesta	Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

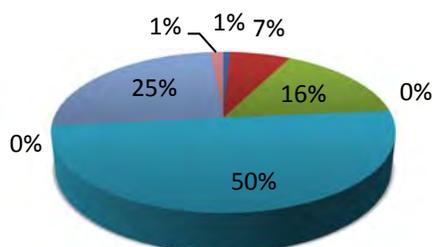
	específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.
Frecuencia del Evento	Se estima que la ocurrencia de este tipo de evento anualmente es moderada, especialmente en laderas cuya base ha sido removida por cortes de carreteras y en el banco del Río Fajardo en eventos de lluvias intensas.
Probabilidad	Moderada

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS

Aunque se ilustran las gráficas de los usos del terreno de cada evento de riesgo a deslizamientos, bajo y moderado, se describe el uso del terreno y la tendencia de desarrollo para el evento moderado. El área de susceptibilidad moderada es la de mayor extensión territorial, por lo tanto la que mayor impacto tendría en el territorio de Fajardo. La extensión del evento es de aproximadamente 19.56 millas² del territorio de Fajardo. La grafica nos señala que las áreas más impactadas en este evento serían los Bosques con un 50%, los pastizales con 25%, las áreas construidas con el 16% y los arbustos con 7%, las demás categorías apenas llegan al 1% del total.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo a Deslizamiento Moderado

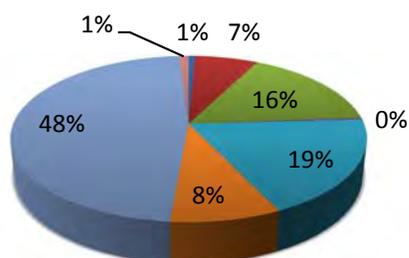
■ Agua - 0.14 millas ²	■ Arbustos - 1.33 millas ²
■ Área construida - 3.13 millas ²	■ Arena y Roca - 0 millas ²
■ Bosques - 9.74 millas ²	■ Humedal - 0.008 millas ²
■ Pastizal - 4.92 millas ²	■ Suelos expuestos - 0.27 millas ²



Distribución del Uso del Terreno

Riesgo a deslizamiento bajo

■ Agua - 0.06 millas ²	■ Arbustos - 0.61 millas ²
■ Área construida - 1.46 millas ²	■ Arena y Roca - 0.03 millas ²
■ Bosques - 1.68 millas ²	■ Humedal - 0.76 millas ²
■ Pastizal - 4.26 millas ²	■ Suelos expuestos - 0.09 millas ²



TENDENCIAS DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS

El análisis sobre la tendencia de desarrollo se enfoca en las áreas de riesgo a susceptibilidad moderada, que se extiende en el municipio de Fajardo de manera diferenciada de un lugar a otro. La aprobación y adopción del Plan de Ordenación Territorial (POT) permite al municipio de Fajardo tomar acción y desalentar los patrones de desarrollo actuales en los que se evalúan proyectos según sus ganancias económicas y no las pérdidas ambientales. Ante esta tendencia, se continuaría impermeabilizando la superficie, afectando la cantidad de escorrentía que llevan a la sedimentación de los cuerpos de agua y la erosión costera. Además, de que se propagaría los problemas de inundaciones y deslizamientos debido a la pérdida de la cubierta forestal⁴².

⁴² Capítulo 5 inciso 5.2.2 "Impactos Físicos" pagina 74-74. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

En el Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo establece el uso del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos.⁴³*

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. Entre estos se destacan los Planes de Área, que se desarrollan para zonas con necesidades de planificación específicas. Estas son la zona urbana del centro del barrio Pueblo, el Norte del barrio Pueblo y la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas.

Además de estos planes se presentan los Planes de Ensanche para cinco áreas de crecimiento en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana

⁴³ Ibíd.

existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años⁴⁴. El desarrollo urbano propuesto está reglamentado por el nuevo Código de Construcción de Puerto Rico del 2011 requiere que se construyan o reconstruyan estructuras reforzadas en aquellas áreas susceptibles a licuación, deslizamiento y movimiento sísmico.

3.7 RIESGO POR ACCIDENTES ANTROPOGENICOS

Fajardo ha recibido el impacto de varios derrames de combustible en facilidades portuarias, carreteras y establecimientos de servicio de combustible. Además, existen varias plantas industriales donde se almacenan materiales peligrosos (HazMat) que en el caso de un accidente tecnológico podrían generar situaciones peligrosas, con el potencial de liberar contaminantes al medio ambiente o producir explosiones. Se describe un accidente tecnológico en las instalaciones de la planta industrial de la farmacéutica PALL localizada en la carretera PR-194, conocida como la avenida Valero frente a la urbanización Fajardo Garden's y al Noreste del centro comercial Plaza Fajardo y la PR-3.

La simulación que se describe es una explosión en un tanque lleno de TERT-BUTYL ALCOHOL localizado en la planta industrial de la farmacéutica PALL. Este escenario se modeló utilizando el programa ALOHA de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) y se ajustaron los parámetros del lugar, datos químicos, ambientales y atmosféricos acorde con la realidad empírica del lugar. Los

⁴⁴ Capítulo 1 inciso 1.3.2 "Suelos urbanizable" página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

siguientes son los parámetros que se usaron para modelar este escenario de riesgo.

El siguiente diagrama describe el alcance del evento y los riesgos dependiendo de la proximidad al lugar del accidente. Las tres zonas descritas hacen referencia a la radiación termal producto de la bola de fuego que generaría la explosión del tanque de alcohol y las consecuencias o impacto a la salud e integridad física de la población expuesta. El primer círculo, en rojo, se refiere al potencial daño letal (muerte). El segundo círculo, en anaranjado, describe las potenciales quemaduras de segundo grado. El círculo amarillo, describe el potencial daño al sistema sensorial y auditivo.

Text Summary ALOHA® 5.4.1.2 

SITE DATA: Location: PALL, BO. QUEBRADA, FAJARDO, PUERTO RICO Building Air Exchanges Per Hour: 1.24 (unsheltered single storied) Time: November 1, 2012 1047 hours AST (user specified)	
CHEMICAL DATA: Chemical Name: TERT-BUTYL ALCOHOL Molecular Weight: 74.12 g/mol TEEL-1: 150 ppm TEEL-2: 1600 ppm TEEL-3: 1600 ppm IDLH: 1600 ppm LEL: 24000 ppm UEL: 80000 ppm Ambient Boiling Point: 180.3° F Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.066 atm Ambient Saturation Concentration: 65,877 ppm or 6.59%	
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA) Wind: 12 knots from E at 3 meters Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths Air Temperature: 82° F Stability Class: D No Inversion Height Relative Humidity: 50%	
SOURCE STRENGTH: BLEVE of flammable liquid in vertical cylindrical tank Tank Diameter: 30 feet Tank Length: 15 feet Tank Volume: 79,315 gallons Tank contains liquid Internal Storage Temperature: 82° F Chemical Mass in Tank: 258 tons Tank is 100% full Percentage of Tank Mass in Fireball: 100% Fireball Diameter: 391 yards Burn Duration: 20 seconds	
THREAT ZONE: Threat Modeled: Thermal radiation from fireball Red : 703 yards --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec) Orange: 999 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec) Yellow: 1562 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)	
THREAT AT POINT: Thermal Radiation Estimates at the point: Downwind: 0 miles Off Centerline: 0.0046 miles The point selected is within the fireball radius.	

Tabla 34: Parámetros ajustados para el accidente tecnológico.

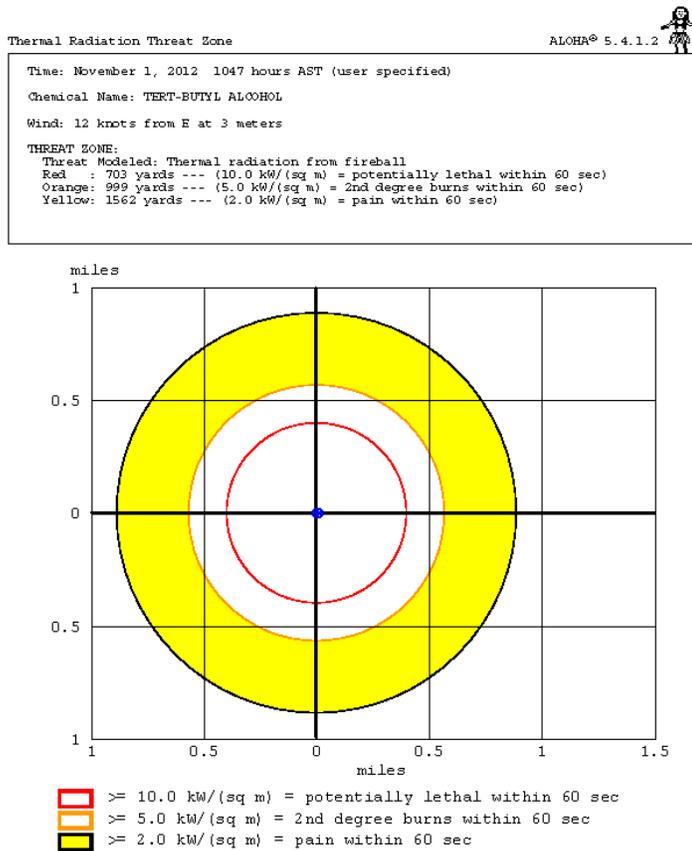


Tabla 35: Zona de riesgo del accidente tecnológico.

EVENTOS PASADOS

1998 - Derrame de 500 galones de gasolina del Garaje Gula en la Urb. Fajardo Garden's de Fajardo. La gasolina llego hasta un caño de la tubería pluvial afectando aproximadamente 300 pies de vegetación, aves y árboles a lo largo del caño. La Junta de Calidad Ambiental y Recursos Naturales se hizo cargo de la situación. Se demoró dos semanas la limpieza del caño.

2000 – Derrame de 100 galones de diésel de un camión que se procedía a montar en una barcaza con destino a Vieques. Este diésel cayó al mar por lo que la guardia costanera, Recursos Naturales y la Junta de calidad ambiental se hicieron cargo de la situación, se tardó una semana en recoger el diésel.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

2005 – Derrame de 200 Galones de diésel en la carretera #3 frente al supermercado Grande de Fajardo. Este derrame se debió a un accidente de tránsito con un camino que transportaba un tanque de 200 galones de diésel. El combustible llegó al caño del sector de Veve Calzada por medio de la tubería pluvial. Se afectó vegetación y árboles a lo largo del caño. Tardo 8 horas en limpiar la carretera y 2 días en recoger el material en el caño La Junta de Calidad Ambiental y Recursos Naturales se hicieron cargo de la situación.

2006 - Derrame de 60 galones de diésel en la carretera #3 frente a la Ferretería Pascual de Fajardo. Este derrame surgió a un accidente de tránsito, llegando el diésel a la tubería pluvial conduciéndose hasta el caño del sector Veve Calzada afectándose la vegetación y árboles. Se tardó 18 horas en la limpieza de la carretera y 6 días en la limpieza del caño. La Junta de Calidad Ambiental y Recursos Naturales se hizo cargo de la situación.

2008 – Derrame de diésel en las instalaciones de la Autoridad de los Puertos en el muelle del ferry y lanchas de pasajeros para Vieques y Culebra. La guardia costanera se hace cargo de la situación.

AVALÚO DE VULNERABILIDAD - INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

Área de Accidente Tecnológico (Modelado): Farmacéutica PALL	
Distribución Geográfica Espacial	La distribución geográfica espacial del accidente en la farmacéutica PALL localizada en el barrio Quebrada de Fajardo se extiende en un radio aproximado de 900 metros desde el punto de origen de la explosión en las facilidades. Las áreas de impacto de este evento son mayoritariamente residenciales y comerciales. El área de cobertura

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>de cada una de las amenazas es la siguiente:</p> <p>Dolor: área 60 segundos (amarillo): 1.45m²</p> <p>Quemaduras 2°: área 60 segundos (anaranjado): 0.51m²</p> <p>Potencialmente letal: área 60 segundos (rojo): 0.50m²</p>
Propiedad	<p>Dolor: área 60 segundos (amarillo): 2,078</p> <p>Quemaduras 2°: área 60 segundos (anaranjado): 682</p> <p>Potencialmente letal: área 60 segundos (rojo): 704</p>
Instalaciones Críticas	<p>Dolor área 60 segundos (amarillo): 2 bancos, 1 centro comercial, 1 centro de edad avanzada, 1 centro usos múltiples, 1 restaurante, 7 restaurantes comida rápida, 2 cooperativas, 1 cancha de baloncesto, 1 escuela pública, 1 agencia de gobierno, 1 farmacia, 1 centro pediátrico, 1 ferretería, 1 Oficina Manejo Emergencia, 1 supermercado.</p> <p>Quemaduras 2° área 60 segundos (anaranjado): 2 bancos, 1 centro comercial, 1 centro de edad avanzada, 3 restaurantes, 2 restaurantes comida rápida, 2 centros deportivos, 1 Inst. Post Secundaria, 1 mega tienda, 1 supermercado.</p> <p>Potencialmente letal área 60 segundos (rojo): 1 alojamiento, 2 centros comerciales, 1 restaurante, 11 restaurantes comida rápida, 1 cancha baloncesto, 1 parque pasivo, 1 escuela privada, 1 escuela pública, 1 agencia gobierno, 1 farmacia, 1 Organización No Gubernamental.</p>
Infraestructura Crítica	<p>Dolor área 60 segundos (amarillo): 3 estaciones de bombeo,</p> <p>Quemaduras 2° área 60 segundos (anaranjado): N/A</p> <p>Potencialmente letal área 60 segundos (rojo): 1farmacéutica,</p>
Población	<p>Dolor área 60 segundos (amarillo): 4,639</p> <p>Quemaduras 2° área 60 segundos (anaranjado): 1,403</p> <p>Potencialmente letal área 60 segundos (rojo): 1,211</p>
Agencias de Respuesta	<p>Organismos de Seguridad Municipal y Estatal: Oficina Municipal Manejo de Emergencias (O.M.M.E), Emergencias Médicas Municipal, Policía Municipal, Policía Estatal. La O.M.M.E se guía por el Plan Operacional de Emergencias que tiene como propósito coordinar</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	todas las acciones asignadas a las oficinas y/o dependencias para prevenir o reducir los efectos directos o indirectos; antes, durante y después de una emergencia o desastre no importa causa, tamaño o complejidad. El plan contempla en forma detallada mediante el uso de anejos funcionales, apéndices y/o SOP's con instrucciones específicas sobre, quién va a hacer qué, cuándo, dónde; cómo y por qué; durante las fases de Estado de Preparación, Mitigación, Respuesta y Recuperación.
Frecuencia del Evento	No existe registro de una situación de este tipo en Fajardo
Probabilidad	Baja

LESIONADOS Y VICTIMAS

Las personas potencialmente afectadas por el accidente tecnológico se dividen en tres niveles de severidad:

Nivel de Severidad	Área de Exposición	Lesionados o Víctimas	Descripción Severidad
1	Dolor área (amarillo)	4,639	Lesiones (Dolor) requerirá hospitalización pero no son mortales.
2	Quemaduras en segundo grado (anaranjado)	1,403	Quemaduras en segundo grado requieren hospitalización y pueden ser mortales si no son tratados con prontitud.
3	Potencialmente letal (rojo)	1,211	Víctimas mortales por accidente tecnológico letal.

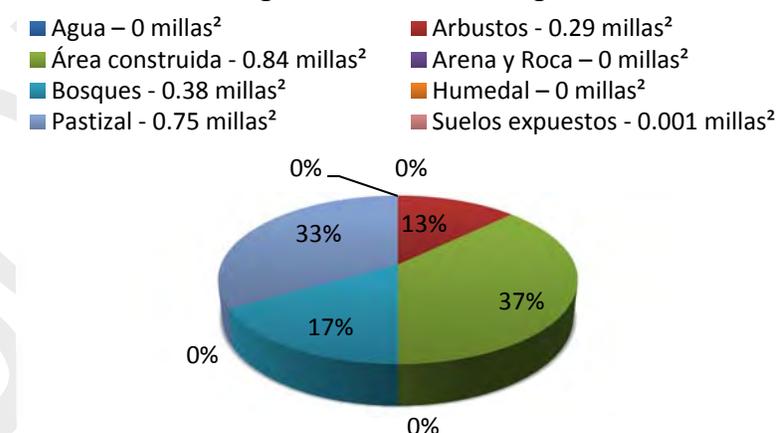
Se estima que en el peor escenario 1,211 personas que residen en el nivel de severidad 3 o potencialmente letal podrían ser víctimas fatales del incidente. En el nivel de severidad 2 o área de exposición a quemaduras de segundo grado se estiman en 1,403 personas. En el nivel de severidad 1 o áreas expuestas a dolor se

estiman que unas 4,639 personas podrían verse afectadas. Los estimados de víctimas están provistos para el alcance de los 60 segundos a partir de la explosión. Estas áreas representan las zonas de exposición e impacto del accidente tecnológico en un tiempo aleatorio del día en que diferentes sectores de la comunidad están en su máxima carga de ocupación.

USO DEL TERRENO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A ACCIDENTE TECNOLÓGICO

La extensión del escenario de riesgo por accidente antropogenico es de aproximadamente 2.27 millas². La siguiente grafica ilustra la distribución en el uso del terreno del área potencialmente en riesgo en el municipio de Fajardo. La grafica nos señala que las áreas más impactadas en un evento como el descrito son las áreas construidas con un 37%, los pastizales con un 33%, seguido por los bosques con un 17% y los arbustos que representa el 13%.

Distribución del Uso del Terreno
Riesgo Accidente Tecnológico



TENDENCIA DE DESARROLLO EN ÁREAS SUSCEPTIBLES A ACCIDENTE TECNOLÓGICO

El análisis sobre la tendencia de desarrollo en áreas con probabilidad de accidentes tecnológicos resulta ser un área difícil de precisar cuándo se trata de actividades

móviles como son las transferencias de materiales químicos y/o biológicos en camiones o tanques de arrastre. Existen industrias, centros de trabajo y residencial donde el riesgo de accidentes tecnológicos se puede producir con mayores o menores repercusiones a la población, por lo que se puede esperar que los lugares zonificados como industriales y comerciales la susceptibilidad de accidente tecnológico sean mayores que en lugares residenciales. Para efectos del análisis se describe el área impactada por un accidente tecnológico en las instalaciones de la planta industrial de la farmacéutica PALL. Esta industria está localizada en la carretera PR-194, conocida como la avenida Valero frente a la urbanización Fajardo Garden's y al Noreste del centro comercial Plaza Fajardo y la PR-3. En la gráfica que presenta los usos del terreno se observa que las áreas construidas alcanzan un 37% de la ocupación del terreno en las áreas circundantes al escenario de accidente tecnológico.

En el Plan de Ordenación Territorial (POT) el municipio de Fajardo establece el uso del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

- (e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos."*⁴⁵

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, observando las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que en alguna medida aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. Se destacan los Planes de Área, estos son la zona urbana del centro del barrio Pueblo, el Norte del barrio Pueblo y la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas. Además de estos planes se presentan los Planes de Ensanche para cinco áreas de crecimiento en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años⁴⁶. Es importante señalar que las industrias farmacéuticas preparan un plan de riesgo operacional para accidentes tecnológicos asociados a los agentes químicos que manejan, y que puedan presentar riesgos a la población que habita cerca de las instalaciones.

⁴⁵ *Ibíd.*

⁴⁶ Capítulo 1 inciso 1.3.2 "Suelos urbanizable" página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

3.8 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD EN CUANTO A PÉRDIDAS POTENCIALES

ESTIMADO PÉRDIDAS POTENCIALES

La preparación de los estimados de pérdidas requirió de dos módulos de análisis desarrollados por FEMA:

- Benefit-Cost Analysis Tool
- Hazards U.S. Multi-Hazards (HAZUS-MH)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

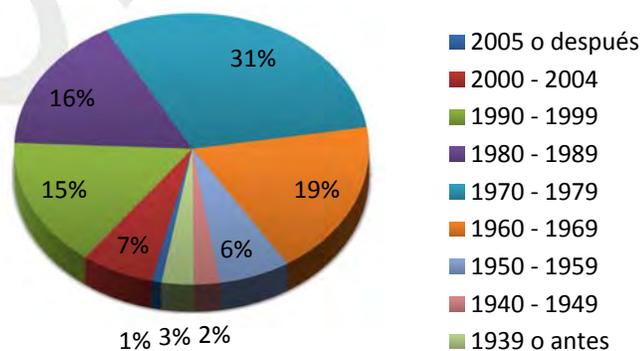
El estimado de pérdidas potenciales de las estructuras vulnerables que han sido identificadas en zonas de riesgo a tsunamis, vientos intensos, marejadas ciclónicas, deslizamientos y accidentes tecnológicos se preparó utilizando los datos del Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico 2010 y la Circular Núm. A-94 de la Oficina de Gerencia y Presupuesto Federal (OMB) titulada Guidelines and Discount Rates for Benefit-Cost Analysis of Federal Programs. Utilizando este módulo se calculó para las diferentes categorías y periodos de años los siguientes valores: el Valor Total de Estructuras, el Valor Total de Estructuras a ser Afectadas y el Valor Contenido.

El Valor Total de Estructuras se obtuvo mediante la multiplicación del Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras, mientras que el Valor Total de Estructuras a ser Afectadas se obtuvo mediante la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el Factor de Daño a Estructura. Por otro lado, el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido. De acuerdo a los datos del Censo en la Encuesta a la

Comunidad de Puerto Rico 2010, una residencia promedio en Fajardo es de tipo unifamiliar, de 1 piso, 4 cuartos, 3 baños y está construida completamente de hormigón. Este modelo es el que se utilizó para el análisis de pérdidas mediante el desarrollo de estimados de daños a edificaciones y su contenido. El valor promedio de esta edificación es de \$101,500.00.

El registro de los años de construcción de las viviendas en el municipio de Fajardo, según los datos del Censo comprende los años que van desde el 1939 hasta el 2010. Los años en el que más edificaciones se construyeron fue en la década de 1970-79 con un 31% de la construcción total, seguido por la década del 1960-69 con un 19%, tercero la década del 1980-89 con un 16%, cuarto 1990-99 con un 15%, quinto el periodo desde 2000-04 con un 7%, y finalmente el periodo de 2005 o después con apenas 1%. Se observa que en estos últimos dos periodos desde el 2000 hasta 2010 comienza un declive en la construcción de viviendas, en el último periodo la construcción de viviendas alcanzo solo el 1% del total construido.

Año de Cosntrucción de Viviendas
Municipio de Fajardo



Fuente: Encuesta de la Comunidad de Puerto Rico 2010, Negociado del Censo

HAZUS-MH

El análisis y el estimado de pérdidas de terremoto e inundación se preparó utilizando Hazards U.S. Multi-Hazards (HAZUS-MH), que es un modelo de estimación de pérdidas potenciales para riesgo de terremotos, inundaciones y huracanes desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) y el Instituto Nacional de Ciencias de Construcción (NIBS). La utilización de HAZUS aporta y fortalece el desarrollo del análisis geográfico y las estrategias de mitigación robusteciendo el perfil de riesgo en las comunidades amenazadas por sismicidad, inundación y vientos huracanados. Aunque, la utilización de HAZUS no es compulsoria para la preparación del plan multi-riesgo es altamente recomendado en las guías de FEMA titulado: Local Multi-Hazard Mitigation Planning Guidance.

El propósito principal de Hazus es proveer una aplicación de software y una metodología para desarrollar las pérdidas a escala regional. Estos estimados están basados en conocimientos científicos e ingenieriles relacionados a los efectos de terremotos, inundaciones y huracanes. Los estimados de pérdidas se utilizan principalmente por funcionarios locales, estatales, y regionales para planear y activar los esfuerzos en la reducción, preparación, recuperación y respuesta a desastres. Para efectos del avalúo de riesgos se utilizaron los modelos de terremoto e inundación de HAZUS-MH. Estos dos módulos contienen datos e información relacionada con población, estructuras e infraestructura del municipio de Fajardo. Sin embargo, fue necesario actualizar los datos con la base de datos del Censo 2010 e incorporar información sobre infraestructuras e instalaciones críticas locales. El módulo de huracanes no se pudo utilizar por no estar disponible para la región de Puerto Rico.

HAZUS proporciona tres niveles de análisis basado en el nivel de esfuerzo y conocimientos empleado por el usuario. Al evaluar los escenarios de riesgo por sismicidad e inundabilidad, en el Nivel 1, se consideran el mapa de suelos del municipio de fajardo, el modelo de elevación digital (DEM) del CRIM, y la actualización de los datos del censo sobre población para el año 2010. En el análisis de Nivel 2 se integran capas de información con parámetros de vulnerabilidad como la cota de inundación, extensión del evento, penetrabilidad del mar, costas y batimetría. Además, se actualiza el inventario de instalaciones e infraestructura crítica en un formato compatible con los módulos de análisis de HAZUS. En el Nivel 3 se trabaja con el ajuste de parámetros de análisis en el inventario de estructuras como altura de estructura, tipo de estructura (residencial, comercial, industrial, etc.), tipo de material de construcción (madera, hormigón, etc.), cantidad de pisos, entre otros valores agregados. Además, se incluye información sobre susceptibilidad de los suelos a deslizamientos, y se añade un criterio sobre la política de usos de suelos según definido por el Plan de Ordenación Territorial (POT) recientemente aprobado por el municipio de Fajardo. Se presenta a continuación una descripción de los tres (3) niveles de análisis de HAZUS.

Nivel 1: Este es el estimado básico de pérdidas para terremotos, inundaciones y huracanes, y se produce sobre la base de los datos nacionales y de expertos basados en parámetros de análisis incluidos en el software HAZUS. Esto comúnmente se refiere a las herramientas de análisis de pérdidas por default. Se consideran en el Nivel 1 (básico) condiciones únicas para la región de estudio. Por ejemplo, los mapas de suelo si están disponibles en formato de Hazus pueden

desempeñar un papel significativo en mejorar la calidad de los estimados para la región.

Nivel 2: Los estimados de pérdidas son más precisos mediante la inclusión de información detallada sobre las condiciones de riesgo locales y/o mediante la sustitución de los inventarios nacionales con inventarios locales mucho más precisos de edificios, instalaciones y otra infraestructura esencial. Aunque no hay una forma estándar para realizar un estudio de Nivel 2, se debe dar prioridad a la información que define mejor el riesgo. Los estudios de sensibilidad pueden guiar mejor al usuario en el tipo de información que optimicen los estimados de pérdidas de la región de estudio. Muchos profesionales pueden ayudar en el análisis de Nivel 2. Entre estos se incluyen geógrafos, geólogos e hidrólogos con el fin de mejorar las bases de datos sobre el mapa de riesgos, profesionales en Sistemas de Información Geográfica (GIS) que amplíen los inventarios nacionales y locales e ingenieros que actualicen las clasificaciones de los tipos de edificios y la vulnerabilidad. Normalmente un análisis de Nivel 2 requiere el uso experimentado de HAZUS y la producción de estimados de pérdidas.

Nivel 3: Los estimados de pérdidas de Nivel 3 incluyen todos los riesgos y la optimización del inventario de estructuras en un estudio de nivel 2, en adición de ajustes en los parámetros de análisis por expertos y el uso de las funciones avanzadas de HAZUS. A nivel 3, el esfuerzo requiere la participación de geógrafos, ingenieros estructurales, planificadores del uso del suelo y/o manejadores de emergencia para proporcionar un inventario preciso y el avalúo de la vulnerabilidad de la comunidad.

HAZUS-MH divide las pérdidas en la construcción en 2 categorías: Pérdidas Directas (PD) y Pérdidas por Interrupción del Negocio (PIN). Las PD son los costos estimados para reparar o reemplazar los daños causados al edificio y su contenido. Las PIN son las pérdidas asociadas con incapacidad de operar un negocio debido a los daños sufridos durante el terremoto. Las PIN también incluyen los gastos de vivienda temporal para aquellas personas desplazadas de sus hogares por causa del terremoto.

3.9 ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR RIESGO

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR SISMICIDAD

EDIFICACIONES

Hazus estima que en el escenario anteriormente descrito, de un terremoto de magnitud 7.5, los daños y pérdidas a la vida y propiedad de los residentes del municipio de Fajardo serían catastróficos. De 19 mil estructuras inventariadas en el Censo del 2010⁴⁷ cerca de 14 mil son edificaciones ocupadas con un valor total de reposición (valor agregado de reemplazo - sin contenido) de \$1,489 millones de dólares. De estas edificaciones el 99%, está asociado con vivienda residencial, así como el 99% del valor del edificio. Por lo que la mayor pérdida en el renglón de edificaciones fue en la ocupación residencial que compone más del 99% de la pérdida total. Las pérdidas totales relacionadas con los edificios fueron 208 millones de dólares, y el 23% de las pérdidas estimadas están relacionadas con el disloque e interrupción de las actividades sociales, económicas y comerciales en Fajardo producto del desastre. Se estima el valor de reemplazo de los sistemas de transportación y utilidades en \$463 y \$233 millones de dólares respectivamente.

⁴⁷ Datos del Negociado del Censo 2010.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

País	Municipio	Población	Valor de Edificios (millones de dólares)		
			Residencial	No Residencial	Total
Puerto Rico	Fajardo	36,993	1,482	7	1,489

Tabla 36: Valor Edificaciones en Fajardo

Para efectos del análisis Hazus divide las pérdidas económicas en 2 categorías: Pérdidas Directas (PD) y Pérdidas por Interrupción de Negocios (PIN). Las Pérdidas Directas son los costos estimados para reparar o reemplazar los daños causados al edificio y su contenido. Las Perdidas Indirectas son las pérdidas asociadas con la incapacidad de operar un negocio debido a los daños sufridos durante el terremoto. Las Perdidas Indirectas también incluyen los gastos de vivienda temporal para aquellas personas desplazadas de sus hogares por causa del terremoto. La siguiente tabla proporciona un resumen de las pérdidas económicas asociadas a las edificaciones.

Categoría	Área	Residencial (familia sola)	Residencial (otros)	Comercial	Industrial	Otros	Total
Pérdida de Ingresos (Perdidas Interrupción Negocios)							
	Salarios	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.10
	Capital – Relacionado	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.08
	Renta	8.95	3.57	0.08	0.00	0.00	12.60
	Relocalización	32.26	2.78	0.12	0.02	0.00	35.18
	Subtotal	41.21	6.35	0.35	0.05	0.00	47.96
Pérdida de Capital (Pérdidas Directas)							
	Estructural	33.42	4.42	0.17	0.05	0.00	38.06
	No Estructural	81.04	18.43	0.39	0.16	0.01	100.03
	Contenido	17.92	3.68	0.17	0.11	0.00	21.88
	Inventario	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04
	Subtotal	132.38	26.53	0.74	0.35	0.01	160.01
	Total	173.59	32.88	1.09	0.40	0.01	207.97

Tabla 37: Pérdidas Económicas Estimadas Edificaciones (millones de dólares)

INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES CRÍTICAS

Hazus calcula el costo de reparación directa para cada componente, no calcula las pérdidas por la interrupción de las operaciones de las utilidades. Las siguientes tablas proporcionan un desglose detallado de las pérdidas esperadas en la infraestructura del sistema de transportación y en las instalaciones de servicio público.

INFRAESTRUCTURA

Sistema	Componente	Valor Inventario	Perdidas Económicas	Perdidas %
Carreteras	Segmentos	323.57	0.00	0.00
	Puentes	138.25	5.50	3.98
	Subtotal	461.82	5.50	
Ferry	Instalaciones	1.33	0.26	19.26
	Subtotal	1.33	0.26	
Total		463.15	5.76	

Tabla 38: Pérdidas Económicas Estimadas: Infraestructura del Sistema de Transportación (millones de dólares)

Sistema	Componente	Valor Inventario	Perdidas Económicas	Perdidas %
Agua Potable	Instalaciones	99.90	9.60	9.61
	Líneas de Distribución	7.50	0.19	2.51
	Subtotal	107.37	9.79	
Aguas Usadas	Instalaciones	133.20	14.16	10.63
	Líneas de Distribución	4.50	0.09	2.10
	Subtotal	137.68	14.25	
Comunicación	Instalaciones	0.10	0.01	10.90
	Subtotal	0.10	0.01	
Total		248.13	24.08	

Tabla 39: Pérdidas Económicas Estimadas: Infraestructura de Instalaciones Críticas (millones de dólares)

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Sistema	Componente	Segmentos	Valor de Reemplazo (millones de dólares)
Carreteras	Segmentos	38	323.60
	Puentes	22	138.20
	Subtotal		461.80
Ferry	Instalaciones	1	1.30
	Subtotal		1.30
Total			463.10

Tabla 40: inventario Sistema de Transportación (millones de dólares)

INSTALACIONES CRÍTICAS

Sistema	Componente	Perdidas Económicas	Perdidas %
Planta de Tratamiento	Instalaciones	13.32	40.00
	Total	13.32	

Tabla 41: Perdidas Económicas Instalaciones AAA (millones de dólares)

Sistema	Componente	Segmentos	Valor de Reemplazo (millones de dólares)
Agua Potable	Líneas de Distribución	373	7.50
	Instalaciones	3	99.90
	Subtotal		107.40
Aguas Usadas	Líneas de Distribución	224	4.50
	Instalaciones	2	133.20
	Subtotal		137.70
Comunicación	Instalaciones	1	0.10
	Subtotal		0.10
Total			245.20

Tabla 42: Inventario de Instalaciones Críticas. (millones de dólares)

INCENDIOS A CONSECUENCIA DEL SISMO

Uno de los mayores peligros asociados a la secuela de un terremoto son los incendios. Por lo general estos son producto de roturas generadas en los sistemas de distribución de gas y en el sistema eléctrico. El número de incendios que se

puedan desatar y la falta de agua para combatir los incendios, como producto de las roturas e interrupción en el sistema de acueductos, son factores agravantes en este escenario telúrico que podrían quedar fuera de control. Utilizando el modelo de simulación Monte Carlo⁴⁸ para estimar el número de incendios y la cantidad de área quemada Hazus calcula que en este escenario no habrá incendios significativos en las áreas afectadas.

ESCOMBROS GENERADOS

Hazus calcula la cantidad de escombros que serán generados a causa del terremoto y los divide en 2 categorías generales: a) ladrillo o madera y b) hormigón armado y acero. Esta distinción se hace debido a los diferentes tipos de equipos necesarios para manejar el recogido de escombros. El modelo estima que se generaran cerca de un total de 0.23 millones de toneladas (227,000 toneladas) de escombros. De este total, se estima que un 40% es ladrillo y madera y el restante 60% es hormigón armado y acero. Si el tonelaje de basura se convierte en un número estimado de camiones, requerirá de 9,080 camiones de 25 toneladas para poder remover los escombros generados por el terremoto.

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR TSUNAMI

El estimado de pérdidas por tsunami tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁴⁹:

⁴⁸ El Modelo Monte Carlo es un método estadístico que permite tener en cuenta el riesgo en análisis cuantitativos y toma de decisiones. Muestra las probabilidades extremas, es decir los resultados de tomar la medida más arriesgada y la más conservadora, así como las consecuencias de las decisiones intermedias.

⁴⁹ Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Nivel de Susceptibilidad a Tsunami	Muy Alta
Porcentaje de daño a estructuras	55%
Porcentaje de daño a contenido	55%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se calculó el Número de Estructuras en la zona con nivel de susceptibilidad Muy Alta y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010.

Para obtener el Valor total de Estructuras a ser Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido. Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de un tsunami en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras y valor contenido de \$178,305,050 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$89,152,525 y el valor del daño contenido es de \$89,152,525.

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Tsunami	1,597	\$101,500	\$162,095,500	55%	\$89,152,525	55%	\$89,152,525
Total de Perdidas Económicas: \$178,305,050							

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR VIENTOS INTENSOS

El estimado de pérdidas por vientos intensos tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁵⁰:

Nivel de Susceptibilidad a Vientos Intensos	Moderado
Porcentaje de daño a estructuras	31%
Porcentaje de daño a contenido	25%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se calculó el Número de Estructuras en la zona con nivel de susceptibilidad moderada y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010. Para obtener el Valor total de Estructuras a ser Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el porcentaje del Factor de Daño Contenido. Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de vientos intensos en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras y valor contenido de \$528,214,120 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$292,404,245 y el valor del daño contenido es de \$235,809,875.

⁵⁰ Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Vientos Intensos	9,293	\$101,500	\$943,239,500	31%	\$292,404,245	25%	\$235,809,875
Total de Perdidas Económicas: \$528,214,120							

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR MAREJADA CICLÓNICA

El estimado de pérdidas por marejada ciclónica tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁵¹:

Nivel de Susceptibilidad a Marejada Ciclónicas	HC-5
Porcentaje de daño a estructuras	31%
Porcentaje de daño a contenido	25%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se calculó el Número de Estructuras en la zona con nivel de susceptibilidad Huracán Categoría 5 (HC-5) y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010. Para obtener el Valor total de Estructuras a ser Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido. Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de la marejada ciclónica HC-5 en el municipio de

⁵¹ Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Fajardo causaría un daño económico total en estructuras y valor contenido de \$174,843,900 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$87,421,950 y el valor del daño contenido es de \$87,421,950.

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Marejada Ciclónica HC-5	1,566	\$101,500	\$158,949,000	55%	\$87,421,950	55%	\$87,421,950
Total de Perdidas Económicas: \$174,843,900							

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR INUNDABILIDAD

El estimado de pérdidas por inundabilidad riverina tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁵²:

Nivel de Susceptibilidad a Inundabilidad Riverina	100 Años
Porcentaje de daño a estructuras	25%
Porcentaje de daño a contenido	35%
Nivel de Susceptibilidad a Inundabilidad Riverina	500 Años
Porcentaje de daño a estructuras	30%
Porcentaje de daño a contenido	50%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se calculó el Número de Estructuras en las zonas con susceptibilidad a inundación riverina (100 y 500 años) y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010.

⁵² Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Para obtener el Valor total de Estructuras a ser Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido. Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de la inundación de los 100 años en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras y valor contenido de \$18,939,900 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$7,891,625, y el valor del daño contenido es de \$11,048,275.

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Inundación 100 Años	311	\$101,500	\$31,566,500	25%	\$7,891,625	35%	\$11,048,275
Total de Perdidas Económicas: \$18,939,900							

Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de la inundación de los 500 años en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras de \$26,796,250 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$10,048,500, y el valor del daño contenido es de \$16,747,750.

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Inundación 500 Años	330	\$101,500	\$33,495,000	30%	\$10,048,500	50%	\$16,747,750
Total de Perdidas Económicas: \$26,796,250							

VULNERABILIDAD E IMPACTO SOCIAL- REFUGIOS NECESARIOS

Hazus calcula el número de familias que se espera puedan ser desplazados de sus hogares a causa de las inundaciones y el número de personas desplazadas que necesitan alojamiento en albergues públicos. El modelo estima 1,118 familias desplazadas. De estas, 1,039 personas del total de la población de 36,993 necesitaran refugio temporero.

ESCOMBROS GENERADOS

La cantidad de escombros generados por las inundaciones se estima en cerca de 1,472 toneladas. Si el tonelaje de basura se convierte en un número estimado de camiones, se requerirán cerca de 59 camiones de 25 toneladas para poder remover los escombros en las áreas impactadas por las inundaciones.

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR DESLIZAMIENTOS

El estimado de pérdidas por deslizamientos tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁵³:

Nivel de Susceptibilidad a Deslizamiento	Moderado
Porcentaje de daño a estructuras	40%
Porcentaje de daño a contenido	5%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se calculó el Número de Estructuras en la zona con nivel de susceptibilidad moderada y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010. Para obtener el Valor total de Estructuras a ser

⁵³ Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido.

Se estima que en el peor de los escenarios el impacto de un deslizamiento moderado en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras de \$133,233,975 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$118,430,200, y el valor del daño contenido es de \$14,803,775.

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Deslizamiento	2,917	\$101,500	\$296,075,500	40%	\$118,430,200	5%	\$14,803,775
Total de Perdidas Económicas: \$133,233,975							

ESTIMADO DE PÉRDIDAS POTENCIALES POR ACCIDENTES TECNOLÓGICOS

El estimado de pérdidas por accidentes tecnológicos tanto de estructura como de contenido está basado en el peor de los escenarios donde se supone lo siguiente⁵⁴:

Nivel de Susceptibilidad a Accidentes Tecnológicos	Potencialmente Letal
Porcentaje de daño a estructuras	100%
Porcentaje de daño a contenido	100%

Utilizando estos parámetros, desarrollados en el estudio de peligros naturales de URS-FEMA, y utilizando el sistema de análisis poblacional Sitewise de PCensus se

⁵⁴ Apéndice A “Metodología de la Evaluación Integrada de Peligros Naturales” de la Evaluación Integrada De Peligros Naturales Para La Isla De Puerto Rico, URS-FEMA

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

calculó el Número de Estructuras en la zona con nivel de susceptibilidad potencialmente letal y se tomó el Valor Promedio de Estructuras según el Censo en la Encuesta a la Comunidad de Puerto Rico de 2010. Para obtener el Valor total de Estructuras a ser Afectadas se multiplico el Número de Estructuras por el Valor Promedio de Estructuras y el resultado por el Factor de Daño a Estructuras. Finalmente el Valor Contenido se obtuvo de la multiplicación del Valor Total de Estructuras por el por ciento del Factor de Daño Contenido.

Se estima que en el escenario de un accidente tecnológico en el municipio de Fajardo causaría el daño económico en estructuras en los 3 niveles de exposición agrupados de \$158,796,750 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas en área letal es de \$71,456,000, en el área de quemaduras el valor total de estructuras a ser afectadas es de \$34,611,500 y en el área de dolor el valor total de estructuras a ser afectadas es de \$52,729,250.

Riesgo	Valor Promedio de Estructuras	Potencialmente letal: área 60 segundos/ Núm. Estructuras 704 (100% Daños)	Quemaduras 2°: área 60 segundos/ Núm. Estructuras 682 (50% Daños)	Dolor: área 60 segundos/ Núm. Estructuras 2,078 (25% Daños)
Accidente Tecnológico	\$101,500	\$71,456,000	\$34,611,500	\$52,729,250
Total Agrupado de Perdidas Económicas: \$158,796,750				

Se estima que en el peor de los escenarios el impacto letal de un accidente tecnológico en el municipio de Fajardo causaría un daño económico total en estructuras de \$142,912,000 millones de dólares. El valor total de estructuras a ser afectadas es de \$71,456,000, y el valor del daño contenido es de \$71,456,000.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Riesgo	Número de Estructuras	Valor Promedio de Estructuras	Valor total de Estructuras	Factor de Daño Estructuras	Valor total de Estructuras a ser Afectadas	Factor de Daño Contenido	Valor Contenido
Accidente Tecnológico	704	\$101,500.00	\$71,456,000	100%	\$71,456,000	100%	\$71,456,000
Total de Perdidas Económicas: \$142,912,000							

4^{TA} SECCIÓN: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El Plan de Mitigación Multi-Riesgo está dirigido a establecer estrategias de mitigación con el fin de evitar daños a la población y reducir las pérdidas potenciales identificadas en la evaluación de vulnerabilidad. En esta sección se presentan las metas y los objetivos de las estrategias que han sido identificadas por el Comité Multi-Riesgo con el propósito de eliminar o reducir la vulnerabilidad a las amenazas identificadas en el municipio de Fajardo.

Estas actividades de mitigación servirán de guía en los procesos de planificación mejorando y fortaleciendo la capacidad de respuestas y seguridad del municipio de Fajardo ante un desastre natural. Estas metas se diseñaron tomando en consideración el avalúo de riesgos, los recursos disponibles y las necesidades de las comunidades afectadas. Dichas estrategias integrarán política pública, reglamentos y recursos de agencias y programas existentes.

En términos generales las estrategias del Plan buscan expandir y mejorar el potencial de las mismas acorde con la política de usos de terrenos estipulado en el Plan de Ordenación Territorial que establece los usos del terreno dentro de los límites del municipio de Fajardo con el propósito de incentivar y disponer el uso del territorio de manera que se promueva la seguridad, el bienestar social y el desarrollo económico de su población. Entre los objetivos enunciados en el inciso 8.1 (e) (4) del capítulo 8 se señala lo siguiente:

(e) *"Propiciarán el uso y manejo del suelo rústico, evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo. Los Planes promoverán, entre otros, lo siguiente:*

(4) *"conservación y protección de áreas abiertas por razones de seguridad o salud pública, tales como áreas inundables, deslizables o sensibles a movimientos sísmicos.⁵⁵*

Esta ordenación regula el manejo del crecimiento urbano en el municipio y establece controles al uso del suelo y la expansión permisible, tomando en consideración las recomendaciones del Plan de Mitigación Multi-Riesgos.

4.0 PROYECTOS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN

El Plan de Mitigación Multi-Riesgo identifica los proyectos y las acciones de mitigación consideradas para reducir el impacto de las amenazas naturales, poniendo énfasis particular en la mitigación del impacto sobre la población, las estructuras o edificaciones y las obras de infraestructuras nuevas y existentes.

El Plan de Ordenación Territorial contempla el desarrollo de una serie de propuestas y actividades que aportan al proceso de mitigación y a la reducción de riesgos y pérdidas económicas. Se destacan los Planes de Área, estos son en la zona urbana del centro del barrio Pueblo, el Norte del barrio Pueblo y la comunidad Aldea Cintrón en el barrio Quebrada Vueltas.

Además de estos planes se presentan los Planes de Ensanche para cinco áreas de crecimiento en Suelos Urbanizables Programados que colindan con la zona urbana

⁵⁵ *Ibíd.*

existente y con las carreteras principales. En estos espacios se acogerá el desarrollo esperado en Fajardo durante los próximos cuatro años⁵⁶.

4.1 METAS DEL PLAN DE MITIGACIÓN

A continuación se describen las metas del plan de mitigación para la reducción del riesgo de manera comprensiva. Las metas generales del Plan de Mitigación Multi-Riesgo están dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población que enfrenta las amenazas naturales identificadas en el municipio de Fajardo.

- Meta 1: Salvaguardar la vida de la población amenazada por desastres naturales.
- Meta 2: Reducir la vulnerabilidad de la población amenazada por desastres naturales
- Meta 3: Generar participación ciudadana en los procesos de planificación y toma de decisiones del Comité Multi-Riesgos.
- Meta 4: Reducir las pérdidas de la propiedad pública y privada en casos de desastres naturales.
- Meta 5: Mantener la continuidad de los servicios en las instalaciones gubernamentales e infraestructura crítica en casos de desastres naturales.
- Meta 6: Fortalecer las capacidades de la Oficina Municipal de Manejo Emergencias mediante la implementación de los planes de mitigación, adiestramientos, actividades de mitigación y asistencia técnica.

El cumplimiento de las metas del plan están sujetos, en gran medida, al desarrollo e implantación de las actividades de mitigación.

⁵⁶ Capítulo 1 inciso 1.3.2 “Suelos urbanizable” página 10. Plan de Ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Fajardo. Adoptado por la Junta de Planificación (JP) el 1 de marzo de 2010.

META 1: SALVAGUARDAR LA VIDA DE LA POBLACIÓN AMENAZADA POR DESASTRES NATURALES

1.1. **Objetivo:** Informar sobre las amenazas y vulnerabilidades de la población en riesgo.

1.1.1. Acción: Presentar información digital a la ciudadanía sobre las zonas de riesgo utilizando el portal Web del municipio de Fajardo.

1.1.2. Acción: Proveer información en mapas sobre las rutas de desalojo y áreas de reagrupamiento, además de planes e informes sobre los riesgos presentes en el municipio de Fajardo.

1.1.3. Acción: Rotulación de las rutas de desalojo, y áreas de reagrupación en zonas susceptibles a tsunamis.

1.1.4. Acción: Identificar y rotular en las oficinas y centros de trabajo, públicos y privados, las áreas de protección y las rutas de salida en caso de sismo.

1.2. **Objetivo:** Mejorar la comunicación y el tiempo de aviso a la ciudadanía sobre peligro inminente.

1.2.1. Acción: Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgos señalados en los Planes Operacional y Sistemas de Alerta de la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias (OMME).

1.3. **Objetivo:** Reducir la cantidad de escombros y proyectiles en el centro urbano.

1.3.1. Acción: Demolición de estorbos públicos implementando la Sección 4.3 (Estorbos Públicos) del Código de Orden Público.

1.4. **Objetivo:** Salvaguardar y proteger la vida de estudiantes y trabajadores en las escuelas y edificios públicos.

1.4.1. Acción: Hacer mejoras estructurales anti-sísmicas en escuelas y edificios públicos.

1.4.2. Acción: Programa de orientación y adiestramiento al personal de las oficinas municipales en las técnicas de protección en eventos sísmicos y las rutas de desalojo en caso de tsunamis.

1.4.3. Acción: Programa de orientación y adiestramiento a los estudiantes y el personal en las técnicas de protección en eventos sísmicos y las rutas de desalojo en caso de tsunamis.

META 2: REDUCIR LA VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN AMENAZADA POR DESASTRES NATURALES

2.1. **Objetivo:** Reducir el riesgo haciendo uso adecuado y óptimo del territorio municipal.

2.1.1. Acción: Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de usos de suelos del Plan de Ordenación Territorial.

2.2. **Objetivo:** Construcción de diques para contener la inundación de los 100 años en Río Fajardo.

2.2.1. Acción: Construcción de 2.1 km de diques al sur de las áreas urbanas de Fajardo para contener la inundación de los 100 años.

2.2.2. Acción: Construcción de 2 rampas para acceder a las principales vías de tránsito en las carreteras PR-3 y PR-976.

2.2.3. Acción: Construcción de 4 estructuras de drenaje anexas al dique para contener la inundación de los 100 años en las áreas urbanas de Fajardo.

2.2.4. Acción: Adquisición y preservación de 36 cuerdas de terreno con el propósito de sembrarlas con mangle debido al impacto directo a seis cuerdas del Bosque de Ceiba.

2.3. **Objetivo**: Contener la erosión en zona marítima terrestre.

2.3.1. Acción: Construcción de barreras en zona marítimo terrestre afectadas por la erosión costera.

2.4. **Objetivo**: Contener el impacto de la inundación por tsunami o marejada ciclónica en zonas de riesgo.

2.4.1. Acción: Protección y Conservación de mangles, dunas y otras barreras naturales que mitiguen o desaceleren el impacto de las inundaciones costeras.

META 3: GENERAR LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y TOMA DE DECISIONES DEL COMITÉ MULTI-RIESGOS

3.1. **Objetivo**: Promover participación comunitaria en los procesos de mitigación.

3.1.1. Acción: Involucrar a las comunidades en los procesos de mitigación.

3.1.2. Acción: Programa de orientación en las escuelas públicas y comunidades sobre riesgos naturales.

META 4: REDUCIR LAS PÉRDIDAS A LA PROPIEDAD PÚBLICA Y PRIVADA EN CASOS DE DESASTRES NATURALES

4.1. **Objetivo:** Reducir las pérdidas y daños a la infraestructura crítica, y evitar la interrupción de los servicios básicos.

4.1.1. Acción: Reducir la vulnerabilidad de las instalaciones e infraestructuras críticas.

META 5: MEJORAR LA CAPACIDAD DE MANTENER LA CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS EN LAS INSTALACIONES GUBERNAMENTALES E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA EN CASOS DE DESASTRES NATURALES

5.1. **Objetivo:** Mantener y conservar la infraestructura de carreteras y puentes.

5.1.1. Acción: Reforzar infraestructuras de puentes y carreteras.

5.1.2. Acción: Relocalizar y soterrar líneas eléctricas, cable TV, telefónica y otras instalaciones aéreas.

META 6: FORTALECER LAS CAPACIDADES DE LA OFICINA MUNICIPAL DE MANEJO EMERGENCIAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES DE MITIGACIÓN, ADIESTRAMIENTOS, ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

6.1. **Objetivo:** Coordinar, agilizar y maximizar los esfuerzos de respuesta a una emergencia.

6.1.1. Acción: Desarrollar acuerdos de colaboración y adiestramientos conjuntos con las empresas e industrias farmacéuticas que operan en Fajardo.

6.1.2. Acción: Desarrollar acuerdos de colaboración y adiestramientos conjuntos con la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y la Administración de Desastres (AEMEAD).

6.2. **Objetivo:** Capacitar al personal de respuesta en escenarios de riesgo.

6.2.1. Acción: Planificación y desarrollo de simulacros de emergencias con el propósito de optimizar el uso de los recursos y la implementación de los planes de respuestas.

6.3. **Objetivo:** Requerir bajo el Acta del Derecho a Saber (SARA Título III) los planes de riesgos y emergencias de las farmacéuticas que operan en Fajardo.

6.3.1. Acción Estar al tanto del inventario de materiales peligrosos almacenados, los estándares y umbrales de almacenamiento según el químico o material, la localización de las instalaciones, las medidas de contingencia, las medidas de seguridad personal y personas responsables o contactos.

4.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En esta sección se identifican y analizan las medidas de mitigación. La primera clasificación que se adjudica a las acciones de mitigación se hace en términos generales. En la segunda clasificación las acciones de mitigación fueron evaluadas basándose en los siete criterios de revisión para la toma de decisiones que se describen en la guía de FEMA 386-3 “Developing the Mitigation Plan” y conocidos como STAPLEE (por sus siglas en ingles).

CLASIFICACIÓN EN SEIS CATEGORÍAS

1. **Prevención** – Acciones o procesos administrativos o reglamentarios de carácter gubernamental que influyen en la manera en que se usan los terrenos, los edificios, el desarrollo y la construcción. Estas acciones también incluyen

actividades públicas para reducir las pérdidas por riesgo. Ejemplo de esto es: Planificación y Zonificación, Códigos de Construcción, Programa de Mejoras Capitales, Preservación de Espacios Abiertos, Regulaciones para el Manejo de Aguas de Escorrentía.

2. **Protección de la propiedad** – Acciones que implican modificaciones en edificios existentes o estructuras de protección ante un peligro o la retirada de la zona de riesgo. Ejemplos de estas acciones incluyen: adquisiciones, elevaciones, reubicación, modificaciones estructurales, ventanas de vidrio resistentes a golpes.
3. **Educación Pública y Concienciación** – Acciones dirigidas a informar y educar a los ciudadanos, funcionarios electos, y propietarios sobre los peligros y las posibles formas de mitigarlos. Estas acciones incluyen: divulgación, centros de información de riesgos, educación de adultos y escolares.
4. **Protección de Recursos Naturales** – Acciones que, además de minimizar las pérdidas de riesgo, también preservan o restauran las funciones de los sistemas naturales. Estas acciones incluyen: control de sedimentos y erosión, restauración de corredores, manejo de cuencas hidrográficas, manejo de bosques y vegetación, restauración y conservación de humedales.
5. **Servicios de Emergencia** – Acciones que protegen a personas y bienes durante e inmediatamente después de un evento de desastre o peligro. Estas acciones

incluyen: sistemas de advertencias, servicios de respuestas a emergencias, y protección de instalaciones críticas.

6. **Proyectos Estructurales** – Acciones que implican la construcción de estructuras para reducir el impacto del riesgo. Estas estructuras son presas, diques, malecones, muros de contención y cuartos seguros.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS STAPLEE

- **Social** – La acción de mitigación tenga aceptación social; estudiar los efectos adversos sobre algunos sectores de la población.
- **Técnico** – La acción de mitigación tiene que ser técnicamente viable; que ofrezca soluciones a largo plazo; estudiar los impactos secundarios de la acción.
- **Administrativo** – La acción de mitigación debe contar con el personal, fondos, requisitos operacionales y de mantenimiento necesarios para poder implantarse.
- **Político** – La acción de mitigación debe contar con el apoyo político para llevarse a cabo; tener definida(s) la agencia(s) responsable(s) de implantar las acciones; contar con el apoyo del público.
- **Legal** – Corroborar si la acción de mitigación es cónsona y va en contra de las leyes estatales, federales o municipales.
- **Económico** – Establecer los costos de la acción de mitigación; sus beneficios; identificar la necesidad de fondos externos para implantar la acción.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

- **Ambiental** – Estudiar y anticipar el impacto sobre los terrenos, la calidad del agua; sobre especies en peligro de extinción y áreas sensibles a fluctuaciones en el ambiente; la acción de mitigación debe ser consistente con las leyes federales sobre el ambiente.

En las siguientes tablas se recogen las medidas de mitigación (metas, objetivos y actividades) comenzando con las actividades aplicables a todos los riesgos identificados, y seguido de las actividades por tipo de riesgo. Esta sección contempla la incorporación de las actividades o proyectos de mitigación que sean sugeridas y recomendadas por la ciudadanía en los procesos de vistas públicas.

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS APLICABLE A TODOS LOS RIESGOS IDENTIFICADOS

MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLE A TODOS LOS RIESGOS IDENTIFICADOS						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.1.1	Presentar información digital a la ciudadanía sobre las zonas de riesgo utilizando el portal Web del municipio de Fajardo.	Educación Pública y Concienciación	Social	Comité Multi-Riesgo	Se publica información digital, mapas sobre las rutas de desalojo y áreas de reagrupamiento, planes e informes sobre los riesgos
2	1.1.2	Proveer información en mapas sobre las rutas de desalojo y áreas de reagrupamiento, además de planes e informes	Educación Pública y Concienciación	Social	Comité Multi-Riesgo	Estos materiales se pueden distribuir en varias oficinas municipales

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

		sobre los riesgos presentes en el municipio de Fajardo.				donde se atiende público.
3	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgos señalados en los Planes Operacional y Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.	Servicios de Emergencia	Político	Oficina Municipal de Manejo de Emergencias	Implementación de los Planes Operacional y Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
4	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de usos de suelos del POT.	Prevención	Político	Oficina de Ordenación Territorial	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.
5	3.1.1	Involucrar a las comunidades en los procesos de mitigación a riesgos.	Educación Pública y Concienciación	Social	Comité Multi-Riesgo	Se busca la inclusión de las comunidades en riesgo.
6	3.1.2	Adiestrar a los estudiantes, maestros y empleados municipales en las respuestas ante una amenaza natural.	Educación Pública y Concienciación	Social	Comité Multi-Riesgo / OMME	Se enfatiza en las técnicas de protección en eventos sísmicos y rutas de desalojo en caso de tsunamis.
7	6.2.1	Planificación y desarrollo de simulacros de emergencias con el propósito de optimizar el uso de los recursos y la implementación de los planes de respuestas.	Servicios de Emergencia	Administrativo	OMME	Optimizar el uso de los recursos y la implementación de los planes de respuestas.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR SISMICIDAD

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR SISMOS						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.1.4	Identificar y rotular en las oficinas y centros de trabajo, públicos y privados, las áreas de protección y las rutas de salida en caso de sismo.	Educación Pública y Concienciación	Social	OMME	La identificación y rotulación debe de incluir los comercios y establecimientos en que se atiende público.
2	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgo.	Servicios de Emergencia	Técnico	OMME	Implementación de los Planes Operacional, desalojo y Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
3	1.4.1	Hacer mejoras estructurales anti-sísmicas en escuelas y edificios públicos.	Proyectos Estructurales	Económico	Comité Multi- Riesgo	Este esfuerzo debe de ser coordinado con el Departamento de Educación y la Autoridad de Edificios Públicos.
4	1.4.2	Programa de orientación y adiestramiento al personal de las oficinas municipales en las técnicas de protección en eventos sísmicos y las rutas de desalojo en caso de tsunamis.	Educación Pública y Concienciación	Político	Comité Multi- Riesgo / OMME	Se enfatiza en las técnicas de protección en eventos sísmicos y rutas de desalojo en caso de tsunamis.
5	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la	Prevención	Político	OMME	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

		implementación de la política de clasificación de suelos en el POT.				
6	5.1.1	Reforzar infraestructuras de puentes viales.	Protección de la propiedad	Administrativo	Comité Multi-Riesgo	Este esfuerzo debe de ser coordinado con la Autoridad de Carreteras y Obras Públicas

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR TSUNAMI

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR TSUNAMI						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.1.3	Rotulación de las rutas de desalojo, y áreas de reagrupación en zonas susceptibles a tsunamis.	Educación Pública y Concienciación	Social	OMME	Orientar a la ciudadanía sobre las amenazas de tsunami existentes en su comunidad.
2	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgo a tsunami.	Servicios de Emergencia	Técnico	OMME	Implementación de los Plan Operacional y los Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
3	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de clasificación de suelos en el POT.	Prevención	Político	Oficina de Ordenación Territorial	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.
4	2.4.1	Protección y Conservación de mangles, dunas y otras barreras naturales que mitiguen o desaceleren el impacto de un	Protección de Recursos Naturales	Ambiental	OMME / Obras Públicas Municipal	Mitigar y desacelerar el impacto de la inundación por tsunami.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

		tsunami.				
--	--	----------	--	--	--	--

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR VIENTOS INTENSOS

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR VIENTOS INTENSOS						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgo.	Servicios de Emergencia	Técnico	OMME	Implementación de los Planes Operacional y Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
2	1.3.1	Demolición de estorbos públicos.	Prevención	Ambiental	Oficina de Ordenación Territorial / Obras Públicas Municipal	Implementar la Sección 4.3 (Estorbos Públicos) del Código de Orden Público.
3	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de clasificación de suelos en el POT.	Prevención	Político	Oficina de Ordenación Territorial	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.
4	4.1.1	Relocalizar y soterrar líneas eléctricas, cable TV, telefónica y otras instalaciones aéreas.	Protección de la propiedad	Económico	Comité Multi-Riesgo / OMME / Obras Públicas Municipal	Requiere coordinación con Agencias públicas y privadas.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR MAREJADA CICLÓNICA

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR MAREJADAS CICLÓNICAS						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgo a marejada ciclónica.	Servicios de Emergencia	Técnico	OMME	Implementación de los Planes Operacional y los Sistemas de Alerta de la OMME.
2	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de clasificación de suelos en el POT.	Prevención	Político	Oficina de Ordenación Territorial	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.
3	2.3.1	Construcción de barreras en zona marítima terrestre afectadas por la erosión costera.	Protección de Recursos Naturales	Técnico	OMME / Obras Públicas Municipal	Mitigar los procesos de erosión en zonas vulnerables a marejadas. Área del desembarcadero de Isleta Marina y carretera principal.

PROYECTOS DE MITIGACIÓN PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES RIVERINAS

El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo en acuerdo con el Cuerpo de Ingenieros del Ejecito de EEUU ha desarrollado varios proyectos para el control de inundaciones en el municipio de Fajardo. En estos se enclavan dos diques principales para la protección del centro urbano. La primera fase de construcción de diques ya está completada. La segunda fase de este Proyecto aguarda por una

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

asignación de fondos y un rediseño en la sección que atraviesa la Avenida Marcelito Gotay frente al Tribunal de Justicia.

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR INUNDACIÓN RIVERINA

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR INUNDACIÓN RIVERINA						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	2.2.1	Este proyecto consiste de la construcción de 2.1 km de diques al sur de las áreas urbanas de Fajardo para contener la inundación de los 100 años.	Proyectos Estructurales	Técnico	USACE / Oficina de Ordenación Territorial Fajardo	Este proyecto se extiende desde el lado Sur de la desembocadura del Río Fajardo hasta el lado Sur de la carretera PR-976. Este proyecto está en su fase final.
2	2.2.2	Este proyecto consiste de la construcción de 2 rampas para acceder a las principales vías de tránsito.	Proyectos Estructurales	Administrativo	USACE / Oficina de Ordenación Territorial Fajardo	Este proyecto se ubica en la intersección con las carreteras PR-3 y PR-976. En el cruce vial sobre el Río Fajardo.
3	2.2.3	Este proyecto consiste de la construcción de 4 estructuras de drenaje anexas al dique para contener la inundación de los 100 años en las áreas urbanas de Fajardo.	Proyectos Estructurales	Administrativo	USACE / Oficina de Ordenación Territorial Fajardo	Este proyecto se extiende desde el lado Sur de la desembocadura del Río Fajardo hasta el lado Sur de la carretera PR-976.
4	2.2.4	Adquisición y preservación de 36 cuerdas de terreno con	Protección de Recursos Naturales	Ambiental	USACE / Oficina de Ordenación	Este proyecto incluye la Adquisición y preservación de 36

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

		el propósito de sembrarlas con mangle debido al impacto directo a seis cuerdas del Bosque de Ceiba.			Territorial Fajardo	cuerdas de terreno con el propósito de sembrarlas con mangle debido al impacto directo a seis cuerdas del Bosque de Ceiba.
--	--	---	--	--	------------------------	--

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CONSIDERADAS EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR DESLIZAMIENTO						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y desalojo de zonas en riesgo.	Servicios de Emergencia	Técnico	OMME	Implementación de los Planes Operacional y Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
2	2.1.1	Desalentar la construcción de estructuras en zonas de riesgos mediante la implementación de la política de clasificación de suelos en el POT.	Prevención	Político	Oficina de Ordenación Territorial	Esta medida persigue la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.

INVENTARIO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN CONSIDERADAS

EN EL AVALÚO DE RIESGOS POR ACCIDENTES TECNOLÓGICOS

MEDIDAS DE MITIGACIÓN RIESGO POR ACCIDENTES TECNOLÓGICOS						
NO.	METAS- OBJETIVOS- ACTIVIDAD	ACTIVIDAD DE MITIGACIÓN	CATEGORÍA	CRITERIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	COMENTARIOS
1	1.2.1	Implementación de los sistemas de alerta y	Servicios de	Técnico	OMME	Implementación de los Planes Operacional y

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

		desalojo de zonas en riesgo.	Emergencia			Sistemas de Alerta de Tsunamis de la OMME.
2	6.1.1	Desarrollar acuerdos de colaboración y adiestramientos conjuntos con las empresas e industrias farmacéuticas que operan en Fajardo.	Servicios de Emergencia	Político	OMME / JCA / Industrias Farmacéuticas	Fortalecer y optimizar el uso de los recursos y la implementación de los planes de respuestas.
3	6.3.1	Estar al tanto del inventario de materiales peligrosos almacenados, los estándares y umbrales de almacenamiento según el químico o material, la localización de las instalaciones, las medidas de contingencia, las medidas de seguridad personal y personas responsables o contactos.	Prevención	Administrativo	OMME / JCA / Industrias Farmacéuticas	Provee reglamentación y normativa para la planificación de respuestas a emergencias ambientales y emisiones de sustancias peligrosas.

5TA SECCIÓN: ADOPCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN

5.0 ADOPCIÓN DEL PLAN

El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo en cumplimiento con las disposiciones y requisitos de elegibilidad del programa federal “Hazard Mitigation Grant Program” y el “Flood Mitigation Assistance Program”, así como otros programas de mitigación de FEMA adopta el Plan de Mitigación Multi-Riesgo. Se incluye como anejo la carta certificada evidenciando la adopción del Plan de Mitigación Multi-Riesgo por el Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo.

5.1 ANALISIS DE COSTO BENEFICIO

El análisis Costo-Beneficio proyecta estimar el impacto de una actividad o proyecto de mitigación contra el costo de producir el mismo. Aun cuando el instrumento de análisis es una práctica adecuada en la toma de decisiones, puede presentar deficiencias cuando se pesa el área fiscal contra las necesidades comunitarias y de la ciudadanía en general. Los costos de la implantación de las actividades o proyectos de mitigación son cuantificables pero los beneficios que obtienen las comunidades no. Esta sección contempla la incorporación de las actividades o proyectos de mitigación que sean sugeridas y recomendadas por la ciudadanía en los procesos de vistas públicas. Una vez revisada y evaluada la información recopilada en las vistas públicas se presentara el análisis Costo-Beneficio sobre la implantación de las actividades de mitigación. Este Comité asume el método costo beneficio utilizado por el comité anterior para el análisis tomando en consideración las siguientes premisas.

Costo Beneficio = $\frac{\text{Pérdidas Totales por Riesgo} \times \text{Porcentaje Mitigado del Riesgo}}{\text{Costo total del proyecto de Mitigación}}$

Costo total del proyecto de Mitigación

Pérdidas Totales por Riesgo = El total de daños causados con la condición que se está mitigando.

Porcentaje Mitigado del Riesgo = El porcentaje de la condición que se está mitigando es expresado en un rango de 1 % a 100%. Cada proyecto debe tener en cuenta al menos un riesgo identificado en el Plan de Mitigación Multi-Riesgo.

Costo total del proyecto de mitigación = Es el costo total del proyecto de mitigación expresado en dólares.

El orden de prioridades establecido en las actividades o proyectos de mitigación se presenta en la siguiente tabla. El rango de prioridades asignadas a cada una de las medidas utiliza una escala de uno (1), tres (3) y cinco (5), donde el número menor significa que la actividad es considerada más importante por lo que debe de ser implantada con prontitud. De esta forma la escala representa la prioridad de la actividad y el período de tiempo en que se debe implementar la medida de mitigación:

- 1 – Alta Prioridad (1 año para Adopción de la Medida)
- 3 – Moderada Prioridad (3 años para Adopción de la Medida)
- 5 – Baja Prioridad (5 años para Adopción de la Medida)

5.2 PRIORIDAD DE LAS ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN

En esta sección se presentan las actividades y los proyectos identificados según han de ser priorizados, implantados y administrados por el Municipio. La prioridad

asignada a cada acción o proyecto responde al análisis de costo-beneficio que considera los costos asociados a su implantación. Una vez aplicados los criterios STAPLEE a cada actividad de mitigación, el Comité Multi-Riesgo deberá establecer un sistema de votación mixta y de consenso según los riesgos y la importancia de cada uno de ellos para beneficio de la comunidad. El propósito es organizar y priorizar las actividades propuestas. Por ejemplo, a cada representante del Comité se le otorgan una cantidad de votos que no exceda 1/3 parte de la cantidad total. Es decir, se le otorgan 15 votos por miembro para evaluar 45 actividades de mitigación. El orden de prioridades establecido debe de ser dinámico considerando el nivel de riesgo y las condiciones variadas que puedan surgir producto del resultado en la implantación de las actividades de mitigación.

5.3 MONITOREO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

MONITOREO

La Oficina de Asuntos Federales Municipal tiene el cometido de velar por el mantenimiento, la implementación y la vigencia del Plan de Mitigación Multi-Riesgo del Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo, es además quien observara las metas y objetivos como también la actualización de los mapas y documentos. El monitoreo del Plan será observado por la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias (OMME) quien mantiene un registro digital detallado de todos los eventos de emergencias y desastres naturales ocurridos en el territorio municipal. Este registro es utilizado, entre otras cosas, como fuente fidedigna de información al momento de actualizar el Plan de Mitigación Multi-Riesgo cada cinco (5) años. Esta actividad establecida por la OMME permite evaluar anualmente los efectos de las actividades de mitigación, así como delinear nuevas estrategias de mitigación o

atemperar las actividades según el alcance y la efectividad del Plan en reducir el riesgo de las comunidades.

EVALUACIÓN

El Plan de Mitigación Multi-Riesgos debe de ser revisado cada cinco (5) años y radicado para aprobación ante el Oficial de Mitigación de Riesgos de la Agencia para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres del Gobierno de Puerto Rico (AEMEAD) y a la Oficina Regional de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). De ocurrir una enmienda sustancial que afecte algún proyecto incluido en los planes desarrollados por el municipio en su territorio se notificara a la oficina de Ordenación Territorial Municipal para que dicho cambio o enmienda sea considerada como parte del proceso de ordenación.

ACTUALIZACIÓN

Es importante mantener el Plan de Mitigación Multi-Riesgo actualizado. Se asegurara que el Plan permanezca actualizado incorporando los logros en la implantación de las medidas de mitigación dirigidos a reducir o evitar a largo plazo la vulnerabilidad a los peligros naturales que hayan sido identificados. De forma que la ciudadanía pueda estar informada y educada efectivamente en términos del desarrollo de las medidas de mitigación, política pública u ordenanzas dirigidas a la reducción de riesgos, la planificación y adopción de medidas de prevención y preparación, así como a la recuperación de desastres luego de ocurrido un evento catastrófico, entre otras actividades.

RECOMENDACIONES

- Reforzar la participación ciudadana en proceso de revisión y evaluación del Plan de Mitigación Multi-Riesgo.
- Notificar a la oficina de Ordenación Territorial Municipal cambios o enmiendas que ocurran en el Plan de Mitigación Multi-Riesgo para que sean consideradas como parte del proceso de ordenación.
- Desarrollar análisis específicos y establecer modelos de reducción de vulnerabilidad por cada escenario de riesgo.
- Ampliar y actualizar la base de datos sobre infraestructura del software de FEMA conocido como HAZUS.
- Divulgar programas educacionales en comunidades y escuelas.

5.4 INCORPORACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN A OTROS PLANES EXISTENTES

El Plan de Mitigación Multi-Riesgo para el municipio de Fajardo integra información contenida en los distintos planes que el municipio maneja y mediante los cuales se adoptan y se implementan, medidas de mitigación, reglamentos de clasificación y usos de suelo que favorecen el manejo y la mitigación de riesgos naturales. El Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo tomara en consideración este Plan de Mitigación Multi-Riesgos en todos los procesos de planificación que se desarrollen en su territorio. De ser necesaria la integración de enmiendas hechas al Plan de Mitigación Multi-Riesgo en otros planes desarrollados por el municipio se debe de observar la siguiente actividad:

- Si durante un año del programa se lleva a cabo una enmienda sustancial que afecte algún proyecto incluido en los planes desarrollados por el municipio en su territorio se notificara a la oficina de Ordenación Territorial Municipal para que la misma sea considerada como parte del proceso de ordenación.

La incorporación e integración de las medidas y enmiendas hechas al Plan de Mitigación Multi-Riesgo es parte de los mecanismos de planificación y de los proceso de participación técnica y estratégica que apoyan y sustentan la actualización del Plan.

5.5 PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DEL PLAN

El Comité Multi-Riesgo se reunirá, al menos, una vez al año para discutir el proceso de monitoria, evaluación y actualización del Plan de Mitigación Multi-Riesgo. Dicho comité tiene representantes comunitarios que participan en la organización de los trabajos de planificación del Plan de Mitigación. A través de este mecanismo de revisión anual la ciudadana tiene la oportunidad de expresar sus opiniones y comentarios. El público puede someter sus planteamientos en juntas comunales a través de los representantes comunitarios que integran el Comité de Multi-Riesgo. Asimismo en la Oficina de Ordenación Territorial y en la Agenda Municipal para el Manejo de Emergencias están disponibles copias en papel del Plan de Mitigación Multi-Riesgo y en esas mismas oficinas se pueden recibir los insumos, recomendaciones y comentarios del público en general. Este mecanismo facilita la participación ciudadana que se expresa a través del proceso de vistas públicas. El

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Plan de Mitigación Multi-Riesgo se publicó en la página Web del municipio para hacer accesible el documento digital a la ciudadanía.

BORRADOR

REFERENCIAS

LIBROS

FIELDING, HARRY R.; TABER, STEPHEN; (1919) **“LOS TERREMOTOS DE PUERTO RICO DE 1918 - INFORME DE LA COMISIÓN ENCARGADA DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE TERREMOTOS”**.

MINER-SOLA, EDWIN; (1995) **“HISTORIA DE LOS HURACANES EN PUERTO RICO”**, First Book Publishing of P.R.

PRICE, MICHAEL; (2003) **“AGUA SUBTERRÁNEA”**, Limusa Noriega Editores.

ARTHUR N. STRABLER; ALAN H. STRABLER; (1997) **“GEOGRAFÍA FÍSICA”**, 3ra edición, Ediciones Omega S.A. Barcelona.

HAGGETT, PETER; (1994) **“GEOGRAFÍA UNA SÍNTESIS MODERNA”**. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

DOUGLAS, MARY; (1996). **“LA ACEPTABILIDAD DEL RIESGO SEGÚN LAS CIENCIAS SOCIALES”**, Paidós, Barcelona.

LAVELL, ALLAN; (2003) **“LA GESTIÓN LOCAL DEL RIESGO: NOCIONES Y PRECISIONES EN TORNO AL CONCEPTO Y LA PRÁCTICA”**, Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Buró para la Prevención de Crisis y Recuperación,.

WILCHES-CHAUX, GUSTAVO; (1998) **“AUGE, CAÍDA Y LEVANTADA DE FELIPE PINILLO, MECÁNICO Y SOLDADOR O YO VOY A CORRER EL RIESGO”** (Guía De La Red Para La Gestión Local Del Riesgo), Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

LÓPEZ-MARRERO, T.; HERMANSEN-BÁEZ, L.A. (2011) **“COBERTURA DE TERRENO DEL BOSQUE NACIONAL EL YUNQUE Y DE SUS ÁREAS CIRCUNDANTES”**. [Hoja informativa]. Gainesville, FL: USDA Forest Service, Southern Research Station.

DAVID M.BUSCH; RICHARD M. T. WEBB; JOSÉ GONZÁLEZ LIBOY; LISBETH HYMAN; WILLIAN J. NEAL. (1995) **“LIVING WITH THE PUERTO RICO SHORE”**, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, San Juan.

MCCANN, W.; (1987) **“PRELIMINARY SEISMIC HAZARDS MAP”**.

LOFSTEDT, RAGNAR E.; BOHOLM, ASA; (2009) **“Risk”**. Earthscan Publishing, Londres.

MONTGOMERY, CARLA W.; (1997) **“ENVIRONMENTAL GEOLOGY”**, McGraw-Hill.

HAMBLIN, KENNETH W.; CHRISTIANSEN, ERIC H.; (2001) **“EARTH’S DYNAMIC SYSTEMS”**, Prentice Hall.

MARSH, WILLIAM M.; (1997) **“LANDSCAPE PLANNING-ENVIRONMENTAL APPLICATIONS”**, John Wiley & Sons, Inc.

MURCK, BARBARA W.; SKINNER, BRIAN J.; PORTER, STEPHEN C.; (1995) **“ENVIRONMENTAL GEOLOGY”**, John Wiley & Sons, Inc.

MALEY, TERRY; (1994) **“FIELD GEOLOGY ILLUSTRATED”**, Mineral Land Publications.

MCGREW, J. CHAPMAN; MONROE, CHARLES B.; (2000) **“AN INTRODUCTION TO STATISTICAL PROBLEM SOLVING IN GEOGRAPHY”**, McGraw-Hill.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

PEPPER, IAN L.; GERBA, CHARLES P.; BRUSSEAU, MARK L.; (1996) **"POLLUTION SCIENCE"**, Academic Press.

PLANES

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo, (2010) **"PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO AUTÓNOMO DE FAJARDO"**.

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo, (2012) **"PLAN DE RESPUESTA DE EMERGENCIA PARA TSUNAMIS"**.

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo, (2012) **"PLAN OPERACIONAL DE EMERGENCIAS MUNICIPAL"**.

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo, (2011) **"PLAN DE ÁREA CENTRO URBANO DE FAJARDO"**.

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo (2008) **"PLAN DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO URBANO"**.

Oficina Del Plan De Agua, DRNA, (2007) **"PLAN DE RECURSOS DE AGUA"**.

Agencia Estatal Para El Manejo De Emergencias Y Administración De Desastres De Puerto Rico (2004) **"PLAN ESTATAL PARA LA MITIGACIÓN DE PELIGROS NATURALES DE PUERTO RICO"**.

Departamento De Recursos Naturales Y Ambientales (DRNA) (2010) **"DOCUMENTO DE DESIGNACIÓN GRAN RESERVA NATURAL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE"**.

CODIGOS

Gobierno Municipal Autónomo De Fajardo, (2011-2012) **"CÓDIGO DE ORDEN PÚBLICO DEL MUNICIPIO AUTÓNOMO DE FAJARDO"**.

Administración De Reglamentos Y Permisos (2011) **"CÓDIGO DE CONSTRUCCIÓN DE PUERTO RICO"**.

REGLAMENTOS

Junta De Planificación (2010) **"REGLAMENTO SOBRE ÁREAS ESPECIALES DE RIESGO A INUNDACIÓN (REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN NÚM. 13) SÉPTIMA REVISIÓN"**

Junta De Planificación (2010) **"REGLAMENTO CONJUNTO DE PERMISOS PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN Y USOS DE TERRENOS"**.

INFORMES

Agencia Estatal Para El Manejo De Emergencias Y Administración De Desastres De Puerto Rico (2004) **"HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES QUE HAN AFECTADO A PUERTO RICO"**.

INFORMES Y REPORTES DE FEMA

FEMA (2002) **"EVALUACIÓN INTEGRADA DE PELIGROS NATURALES PARA LA ISLA DE PUERTO RICO"**.

FEMA (2003) **"STATE AND LOCAL MITIGATION PLANNING HOW-TO GUIDE: DEVELOPING THE MITIGATION PLAN"**.

FEMA (2007) **"USING BENEFIT-COST REVIEW IN MITIGATION PLANNING"**.

FEMA (2009) **"BCA REFERENCE GUIDE"**.

FEMA (2011) **"SUPPLEMENT TO THE BENEFIT-COST ANALYSIS REFERENCE GUIDE"**.

FEMA (2004) **"USING HAZUS-MH FOR RISK ASSESSMENT, HOW-TO GUIDE"**.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

FEMA (2008) “**LOCAL MULTI-HAZARD MITIGATION PLANNING GUIDANCE**”.

FEMA (1997) “**MULTI HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESSMENT**”.

FEMA (2003) “**MULTI-HAZARD LOSS ESTIMATION METHODOLOGY, EARTHQUAKE MODEL, HAZUS®MH MR4 TECHNICAL MANUAL**”.

FEMA (2003) “**MULTI-HAZARD LOSS ESTIMATION METHODOLOGY, EARTHQUAKE MODEL, HAZUS®MH MR4 USER MANUAL**”.

FEMA (2003) “**MULTI-HAZARD LOSS ESTIMATION METHODOLOGY, FLOOD MODEL, HAZUS®MH MR4 TECHNICAL MANUAL**”.

FEMA (2003) “**MULTI-HAZARD LOSS ESTIMATION METHODOLOGY, FLOOD MODEL, HAZUS®MH MR4 USER MANUAL**”.

FEMA (2003) “**HAZUS MULTI-HAZARD LOSS ESTIMATION METHODOLOGY, INCAST USER’S MANUAL**”.

INFORME EPA

EPA - (2010) “TRI On-site and Off-site Reported Disposed of or Otherwise Released for All chemicals, Facilities reporting to TRI were required to submit 2011 data to EPA by July 1, 2012. Pall Life Sciences Puerto Rico Llc.Rd 194 Km 0.4. Fajardo, PR”.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

National Geophysical Data Center:

- http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?st_1=20.333&bt_2=-67.633&st_2=-63.633&bt_1=16.333&d=166&t=101650&s=166
- <http://www.ncdc.noaa.gov/cgi-win/wwwcgi.dll?wwDI~StnSrch~StnID~20023965>

Red Sísmica:

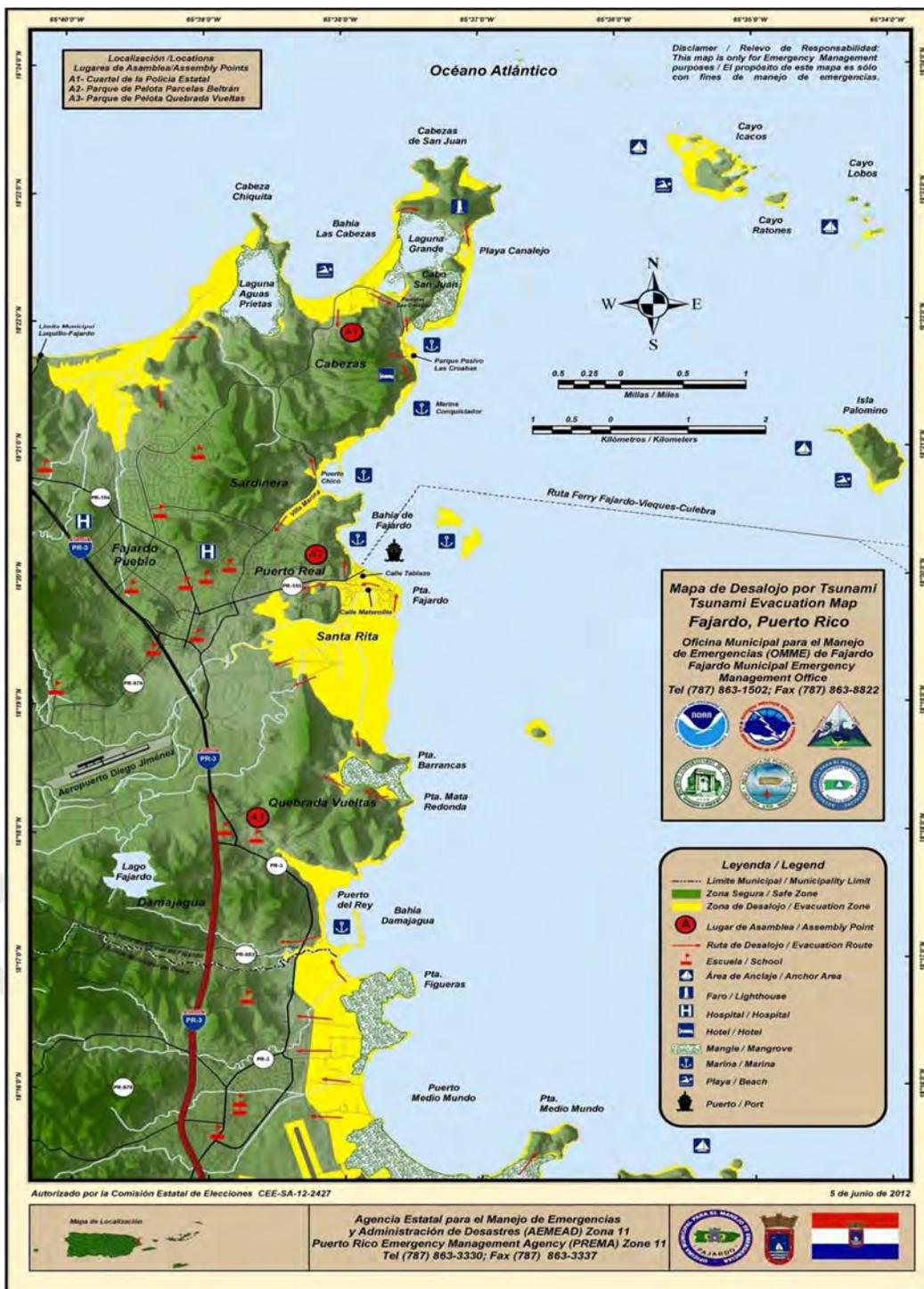
- <http://redsismica.uprm.edu>

APÉNDICES

BORRADOR

APÉNDICE A

MAPA DE DESALOJO POR TSUNAMI



APÉNDICE B

EVENTOS PASADOS – DISTURBIOS TROPICALES 1825 - 1960

Evento	Efectos
Santa Ana (1825)	<p>El Huracán Santa Ana entró a la Isla el 26 de julio de 1825 a las 11 de la noche entre Humacao y Yabucoa, y salió entre Arecibo y Vega Alta a las 8:30 de la mañana del 27 de julio. Fue uno de los grandes huracanes de Puerto Rico, en donde causó 374 muertes y alrededor de 1,210 heridos, lo cual es segundo en mortandad en nuestra historia y 62 personas más que el notorio San Felipe II del 13 de septiembre de 1928. Sólo San Ciriaco en el 1899 lo supera en muertes con 3,369 muertes. Afectó más a los pueblos del Este, Norte y centro de la Isla. Los pueblos que resultaron más destruidos fueron Caguas, Patillas, Maunabo, Yabucoa, Humacao y Gurabo. El área más afectada fue entre Patillas y Naguabo.</p>
San Narciso (1867)	<p>El huracán San Narciso entro a Puerto Rico cerca de Fajardo el 29 de octubre de 1867, entre las 5:00 y 6:00 de la tarde. Este huracán está catalogado como uno de los grandes huracanes que han devastado a Puerto Rico en el siglo 19. Aunque fue de poco tamaño pero intenso. Causo 211 muertes y los daños fueron estimados en millones. Antes de llegar a Puerto Rico paso por San Tomas donde causo 600 muertes por ahogamiento y hundió 80 embarcaciones.</p>
San Ciriaco (1899)	<p>El 8 de agosto de 1899 entro a Puerto Rico el huracán San Ciriaco con vientos huracanados de sobre 100 mph provocando una de las peores tragedias que se hayan registrado cuando perecieron 3,369 personas en su mayoría ahogadas. Este es el desastre natural que más muertes ha causado en Puerto Rico, seguido por el huracán Santa Ana en julio de 1825 donde se reportaron 374 muertes. Este evento estableció un récord cuando se registraron 23 pulgadas de lluvia en 24 horas. Entro a la isla por Arroyo cerca de las 8:00 de la mañana con una presión barométrica de 27.75 pulgadas y vientos huracanados de 100 mph, y salió por Aguadilla a eso de las 2:00 de la tarde. El diámetro de los vientos se estimó en 80 a 85 millas desde el vórtice, la y el área de lluvia en 385 millas. La presión mínima en San Juan fue de 29.17 pulgadas, la lluvia de 6.37 pulgadas. En Mayagüez los vientos alcanzaron 112 mph con una presión mínima de 28.86 pulgadas de mercurio. En dos días se produjeron 10.1 pulgadas de lluvia promedio para toda la isla, lo que normalmente llueve en dos meses de verano. Se recolectaron datos de</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>lluvia en 15 o 20 estaciones. Durante el huracán murieron 890 personas y por ahogamiento 1,294. Las muertes ascendieron en los días sucesivos a 3,369. Los daños causados por el huracán a la propiedad fueron estimados en 36 millones de dólares.</p>
San Felipe II (1928)	<p>Temprano en la mañana del 13 de septiembre de 1928 entro a Puerto Rico, por el Sureste de la isla, el huracán San Felipe II. Este huracán está clasificado como el más grande, violento y desastroso de todos los que han azotado a la isla. Toco tierra siendo categoría 5, máxima categoría en la escala Saffir-Simpson, entro por Guayama y atravesó la isla saliendo de Puerto Rico entre Aguadilla e Isabela. Hizo el recorrido en aproximadamente 8 a 12 horas con un movimiento de traslación de 13 mph. Cuando el huracán entro a tierra la fuerza aproximada de los vientos fue de 160 mph, esto es cuando el fenómeno se encontraba a unas 30 millas de San Juan. Según cálculos del Negociado del Tiempo en Puerta de Tierra el huracán San Felipe II pudo haber experimentado vientos de 200 mph en el centro o vórtice. Al paso del huracán, se registraron 312 muertes, de 25 a 29.60 pulgadas de lluvia para un periodo de 48 horas y más de 50 millones de dólares en daños estimados para ese año. La destrucción causada por San Felipe II no tenía precedentes. Prácticamente todos los edificios de la época sufrieron daños. Algunas de las centrales azucareras fueron reducidas a escombros. Millares de casas de campesinos fueron destruidas por completo y cientos de miles parcialmente. Los campos de caña fueron inundados por las lluvias. Los cafetales y otras siembras de frutos menores fueron arrasadas y se perdieron casi por completo. La siembra de tabaco se vio seriamente afectada. Gran cantidad de árboles de café y sombra así como de otros frutos menores fueron arrancados del suelo por la fuerza delos vientos. Buena parte de las obras públicas de infraestructura sufrieron graves daños. Se estima que 770 edificios escolares fueron destruidos o averiados. Según datos actualizados las pérdidas se estiman en 85 millones de dólares y más de 500,000 personas quedaron desamparadas por completo. Sin lugar a dudas la peor catástrofe ocurrida por un huracán. Con este escenario catastrófico y desolador Puerto Rico entraba de lleno a la Gran Depresión en la década de 1930.</p>
San Nicolás (1931)	<p>El 10 de septiembre de 1931 a las 8:00 de la tarde entro por Fajardo el</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>huracán San Nicolás. El fenómeno salió por Aguadilla a eso de las 2:00 de la mañana afectando principalmente el litoral costero del Norte y los daños fueron mayormente a las cosechas que se estimaron en 200,000 dólares. Se reportaron 2 muertos.</p>
<p>San Ciprián (1932)</p>	<p>Este huracán incrementó la devastación la que se vivía en Puerto Rico como consecuencia de la Gran Depresión y el paso del huracán San Felipe II. El vórtice entró a la isla de Puerto Rico cerca de Ceiba a las 10:00 de la tarde el día 26 de septiembre de 1932, y con mucha probabilidad sobre la bahía de Ensenada Honda. El vórtice pasó justo al sur de San Juan (con presión más baja de 28.95 a la 1:00 a.m.) y dejó la isla cerca de Aguadilla como a la 5:30 a.m. del día 27. La velocidad más alta del viento en San Juan se calcula en no menos de 120 mph. La cantidad más alta de lluvia se registró en Maricao: 16.60 pulgadas de lluvia. El mayor daño en Río Piedras, lo ocasionó el huracán entre la una y las dos de la mañana. Ocurrieron unas 15 muertes y hubo más de 700 heridos. El fenómeno destruyó aproximadamente un 30% de la propiedad y las pérdidas en las barriadas fueron estimadas en alrededor de un 75%. El total de pérdidas materiales sobrepasó los 1.5 millones de dólares. En la parte Sur de la isla el huracán no se sintió con la misma violencia que en la región norte debido a que el centro de éste pasó directamente sobre la región Norte. Muchas personas perdieron la vida al desplomarse los edificios en que residían, los cuales se suponía fueran resistentes; otras murieron al ser alcanzadas por pedazos de madera y planchas de zinc que el viento tiraba a grandes distancias y otras murieron ahogadas. Las bajas ocasionadas por el huracán son 225 muertos y unas 3,000 personas más o menos heridas. El daño a la propiedad, incluyendo las cosechas, alcanzó un total de cerca de 30 millones de dólares. Las personas que quedaron sin hogar se calcula que son entre 75,000 y 125,000. En cuanto a las pérdidas de cosechas, el mayor porcentaje fue en frutas cítricas. Los daños más fuertes fueron recibidos por la industria azucarera en sus edificios y maquinarias. El huracán destruyó 42,431 edificios; dejó sin medios a 76,925 familias y causó daños a la propiedad por valor de unos \$40.000.000. Para ayudar a las personas afectadas por el huracán, el Gobierno Insular aportó cerca de 165 millones de dólares del fondo de emergencia, creado después del huracán San Felipe de 1928. La Cruz Roja</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>Americana y entidades particulares suministraron socorros a pesar de la difícil situación económica del pueblo de Puerto Rico.</p>
<p>Santa Clara (Betsy) (1956)</p>	<p>Betsy se convirtió en el huracán Santa Clara el domingo, 12 de agosto de 1956, cuando entró a las 8:00 a.m. por el pueblo de Maunabo, saliendo al Océano Atlántico tres horas después por la jurisdicción de Camuy y Hatillo al Oeste de Arecibo, continuando su curso como Betsy nuevamente. Su diámetro era de unas 14 millas y la velocidad de traslación de 21 mph. El promedio de la velocidad de los vientos era de 85 mph., aunque se registraron ráfagas de 115 mph en la Base Ramey, Aguadilla. La presión barométrica más baja fue informada en Guayama: 28.78 pulgadas. La mayor cantidad de lluvia, 8.70 pulgadas, tuvo lugar en Río Grande. El paso de Santa Clara (Betsy) por Puerto Rico dejó 16 muertos y 24 heridos. Hubo 15,000 casas destruidas y las pérdidas totales fueron de 40 millones de dólares. Los daños principales fueron en el área de Yabucoa y en el centro de la isla en una línea de Humacao hasta Dorado y de Yabucoa a Salinas. Millares de personas quedaron en la calle, sus hogares totalmente destruidos. Todos los ríos importantes experimentaron grandes crecientes. El Gobernador en esa época solicitó ayuda al Presidente de los Estados Unidos, y Puerto Rico fue incluido en la Declaración Presidencial de Desastres siendo declarado por vez primera como “zona de desastre”. Se dedicaron al socorro de la isla varios millones de dólares recaudados entre el gobierno americano y el de Puerto Rico. El Gobernador autorizó una asignación de 6.7 millones de dólares del Fondo de Emergencia Estatal para iniciar la rehabilitación de la isla.</p>
<p>Donna (San Lorenzo) (1960)</p>	<p>Donna no azotó directamente a Puerto Rico pero sí ocasionó un gran número de muertes y daños debido a las intensas lluvias que cayeron. Donna ocasionó grandes daños en todas las islas comprendidas entre Antigua y las Islas Vírgenes. Sin embargo, éste se desvió hacia el Norte y pasó a 35 millas al Noreste de San Tomas donde se registraron vientos de 60 mph y a 70 millas al Noreste de Fajardo, en trayectoria al Noroeste. Aun cuando pasó bastante retirado de Puerto Rico las intensas lluvias provocadas por una banda espiral asociada al huracán provocaron serias inundaciones. En un período de 4 horas cayeron alrededor de 12 pulgadas de lluvia (estuvo lloviendo por espacio de 8 horas corridas). Todos los ríos de la parte norte y</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

<p>este de la isla se desbordaron, dando lugar el día 6 de septiembre de 1960, a una de las inundaciones más severas que se hayan registrado en Puerto Rico. Hubo grandes daños en el área de Humacao, ocasionando la muerte de 107 personas como consecuencia del desbordamiento del río Humacao. Las pérdidas totales se calcularon en 7 millones de dólares.</p>

APÉNDICE C

EVENTOS PASADOS – DISTURBIOS TROPICALES 1970 - 1998

Evento	Efectos
Depresión Tropical (1970)	El 5 de octubre de 1970 una depresión tropical se quedó estacionaria en Puerto Rico y causó severas inundaciones en varios municipios, entre ellos Fajardo. Sesenta municipios fueron declarados “zona de desastre”. Cayeron 38.42 pulgadas de lluvia. Hubo 18 muertes y \$65 millones en pérdidas.
Tormenta Tropical Eloísa (1975)	Esta tormenta causó la muerte de 34 personas y se estimaron los daños en \$125 millones.
Huracán David (1979)	El 30 de agosto de 1979 el huracán David apareció en Puerto Rico durante la noche del 29 al 30 de agosto. Ocurrieron inundaciones severas sobre las áreas Este, Sur y Norte de Puerto Rico durante el día 31 de agosto. La lluvia para el período de tres días fue de alrededor de 20 pulgadas en el sector montañoso de Cayey-Cidra, 19 pulgadas en la esquina Suroeste, 2-10 pulgadas en el área costera del Norte y de 6-10 pulgadas en las áreas costeras centrales del Sur. En Toa Baja, una de las áreas más afectadas por las inundaciones, esa noche 15,000 personas residentes en dicha área fueron trasladadas a refugios. Los estimados preliminares de daños ocasionados por el huracán David debido a las inundaciones y el viento fueron los siguientes: \$55, 000,000 millones en pérdidas en el equipo y la producción agrícola. Sobre más de 800 hogares fueron destruidos y más de 8,000 fueron damnificados. Ocurrieron siete muertes.
Tormenta Tropical Federico (1979)	Al principio se pronosticó que Federico pasaría como a 100 millas al norte de Puerto Rico. Sin embargo, ocurrió un cambio en su trayectoria que hizo que Federico pasara el 4 de septiembre de 1979 al sur de San Tomas y cruzara a Puerto Rico de Fajardo a Mayagüez con vientos generalmente leves. Los vientos borrascosos de Federico permanecieron sobre el mar al sur de la isla. Los daños ocasionados por el huracán David y la tormenta tropical Federico ascendieron a 125 millones de dólares.
Onda Tropical – Mameyes (1985)	Evento catastrófico, cayeron 24 pulgadas de lluvia en 24 horas. Dejó un saldo de 180 personas muertas, incluyendo 127 muertos en un deslizamiento de terreno en Ponce. La ayuda de FEMA ascendió a \$263, 600,000.
Huracán	El 18 de septiembre el huracán Hugo con categoría 4 pasó sobre la isla de Vieques y continuó

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

Hugo (1989)	<p>su curso llegando a la parte este Noreste de Puerto Rico cerca de las 8:00 a.m. Los vientos máximos estimados en Vieques fueron de 132 mph mientras el centro cruzaba dicha isla. Hugo tenía un diámetro de 185 millas en sus vientos huracanados, y sostenía sus vientos a 160 mph antes de entrar al Caribe. Hugo dejó 13 pulgadas de lluvia sobre el Noreste de Puerto Rico. Las observaciones del radar y las fotografías del satélite, sugirieron que el lado Oeste de la pared del ojo se movió sobre tierra bordeando los municipios de Ceiba, Fajardo y Luquillo quedando sobre el agua el lado Este del ojo. Se estimó una marejada ciclónica de 4 a 6 pies de altura en Fajardo y Ceiba. Ocurrieron algunas inundaciones sobre el área Noreste de Puerto Rico. Hubo devastación casi completa en las islas municipios de Vieques y Culebra. Cuantiosos daños se registraron en los municipios de Naguabo, Ceiba, Fajardo y Luquillo y en casi todos los municipios del Este de Puerto Rico. Los daños a la agricultura, a la avicultura y a las hortalizas se extendieron a dos terceras partes de Puerto Rico. Se declararon cincuenta y seis municipios elegibles para recibir asistencia bajo el Programa Federal de Desastre. Los daños a la propiedad privada y pública causados por los vientos se estimaron en cerca de un billón. Se registraron entre 90-100,000 personas refugiadas, de las cuales 13,000 quedaron sin hogares. El número de muertes directamente asociadas al huracán fueron mínimas con solamente dos muertos. Se encontró ahogado en la playa de Fajardo a un hombre de 70 años. La otra víctima fue una anciana que se encontró en la playa de Culebra.</p>
Frente Frio Inundaciones del Día de Reyes (5-6 enero 1992)	<p>Este frente frío acompañado de una vaguada generó fuertes aguaceros y tronadas. Como resultado de los fuertes aguaceros, algunas áreas en Puerto Rico recibieron hasta 20 pulgadas de lluvia en un período de 24 horas., lo que provocó una de las peores inundaciones en la Isla. El saldo de muertes alcanzó de 20 personas y 3 desaparecidas. Se estimó que más de 6.000 familias perdieron, parcial o totalmente, sus viviendas y pertenencias personales. Cerca de 17 refugios fueron abiertos y aproximadamente 600 personas fueron alojadas en ellos. El 15 de enero de 1992, el Gobernador de Puerto Rico solicitó al Presidente de los Estados Unidos que la Isla fuera declarada zona de desastres mayor, requiriendo aproximadamente 80 millones de dólares en fondos federales.</p>
Huracán Marilyn (1995)	<p>Marilyn azotó a San Tomas con vientos máximos sostenidos de 110 mph y ráfagas de 125 mph. Temprano en la mañana del sábado, 16 de septiembre el centro del huracán pasó como a 45 millas al Este Noreste de San Juan con vientos sostenidos de 110 mph. Marilyn ocasionó derrumbes e inundaciones en Puerto Rico. En Utuado, la Defensa Civil Estatal desalojó a los residentes de varias casas que fueron impactadas por los derrumbes o estaban en peligro de ser afectadas por los derrumbes. Sin embargo, Marilyn pasó sin mayores consecuencias por</p>

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>Puerto Rico con la excepción de las islas municipios de Vieques y Culebra donde se registraron ráfagas de vientos huracanados. El daño a esos municipios fue extenso. De acuerdo con la evaluación de daños 120 viviendas quedaron destruidas y 829 resultaron con daños mayores y menores. Los estimados iniciales de daños fueron de \$1.2 millones a residencias privadas y \$9 millones a la infraestructura de los municipios, las facilidades y la propiedad pública. Dos muertos y ocho lesionados se atribuyeron a este desastre. El 15 de septiembre se hizo una solicitud formal para emitir una Declaración de Desastre Mayor. El 16 de septiembre el Presidente firmó una Declaración que fue posteriormente enmendada para incluir 14 municipios.</p>
Huracán Georges (1998)	<p>El 21 de septiembre de 1998 el huracán Georges categoría 3 atravesó la isla de Puerto Rico de Este a Oeste, siendo este el último huracán en azotar y cruzar la isla desde el huracán San Ciprián en septiembre de 1932. A eso de la 1:00 a.m. del martes, 22 de septiembre, el centro u ojo del huracán Georges salió de la isla de Puerto Rico y entró al Canal de la Mona aún con vientos sostenidos de 110 mph. Todos los municipios fueron declarados zona de desastre. Este Huracán se considera como el más destructivo que ha azotado la Isla desde San Felipe y San Ciprián, y el peor desastre en los últimos 70 años. No se reportaron muertes. En la Cordillera Central, cayeron más de 20 pulgadas de lluvia en un período de 48 horas. En muchos sectores se informaron problemas de erosión en las playas. Se informaron inundaciones repentinas especialmente en los sectores montañosos del interior. Algunos puentes colapsaron en las secciones del interior, Sureste y Norte de Puerto Rico. Un 96% de los usuarios de la Autoridad de Energía Eléctrica permanecieron sin servicio de energía eléctrica y un 75% quedaron sin servicio de agua. Se estimó que un 50% de los cables y postes eléctricos fueron destruidos. El daño a las carreteras se estimó en \$21,995, 975. El servicio de teléfonos se afectó quedando sin servicio un 8.4% de los usuarios. El huracán causó un daño catastrófico en el sector agrícola. La isla perdió un 75% de la cosecha del café, un 95% de las cosechas de guineos y plátanos y un 65% de la industria avícola. Un total de 28,005 casas fueron destruidas y 72,605 casas de todo tipo fueron parcialmente destruidas. Las escuelas públicas sufrieron un total de \$20 a \$25 millones en pérdidas. Durante el paso del huracán se abrieron 401 refugios y se albergaron 29,107 personas. Se informó un estimado de daños de \$1, 673, 529,890 en daños causados a los municipios y \$233,496, 484 en daños a las agencias estatales. El total de daños en Puerto Rico se estimó en \$1,907, 026,374.</p>

APÉNDICE D

EVENTOS PASADOS – INUNDABILIDAD 1970 - 1998

Evento	Efectos
Depresión Tropical (1970)	El 5 de octubre de 1970 una depresión tropical se quedó estacionaria en Puerto Rico y causó severas inundaciones en varios municipios, entre ellos Fajardo. Sesenta municipios fueron declarados “zona de desastre”. Cayeron 38.42 pulgadas de lluvia. Hubo 18 muertes y 65 millones de dólares en pérdidas.
Huracán David (1979)	El 30 de agosto de 1979 el huracán David entró en Puerto Rico durante la noche del 29 al 30 de agosto. Ocurrieron inundaciones severas sobre las áreas Este, Sur y Norte de Puerto Rico. La lluvia para el período de tres días fue de alrededor de 20 pulgadas en el sector montañoso de Cayey-Cidra, 19 pulgadas en la esquina Suroeste, 2-10 pulgadas en el área costera del Norte y de 6-10 pulgadas en las áreas costeras centrales del Sur. En Toa Baja, una de las áreas más afectadas por las inundaciones, esa noche 15,000 personas residentes en dicha área fueron trasladadas a refugios. Los estimados preliminares de daños ocasionados por el huracán David debido a las inundaciones y el viento fueron de 55 millones de dólares. Sobre más de 800 hogares fueron destruidos y más de 8,000 fueron damnificados. Ocurrieron siete muertes.
Tormenta Tropical Federico (1979)	La tormenta tropical Federico pasó el 4 de septiembre de 1979 al sur de San Tomas y cruzó a Puerto Rico de Fajardo a Mayagüez con vientos generalmente leves. Los vientos borrascosos de Federico permanecieron sobre el mar al sur de la isla. Los daños ocasionados por el huracán David y la tormenta tropical Federico ascendieron a 125 millones de dólares.
Onda Tropical – Mameyes (1985)	En este evento catastrófico cayeron 24 pulgadas de lluvia en 24 horas. Dejó un saldo de 180 personas muertas, incluyendo 127 muertos en un deslizamiento de terreno en Ponce. La ayuda de FEMA ascendió a 263 millones de dólares.
Huracán Hugo (1989)	El 18 de septiembre el huracán Hugo con categoría 4 pasó sobre la isla de Vieques con vientos máximos estimados 132 mph y continuó su curso llegando a Fajardo cerca de las 8:00 a.m. Hugo dejó 13 pulgadas de lluvia sobre el Noreste de Puerto Rico. Ocurrieron inundaciones sobre el área Noreste de Puerto Rico.

Borrador: Plan de Mitigación Multi-Riesgo

Gobierno Municipal Autónomo de Fajardo

	<p>Se registraron entre 90-100,000 personas refugiadas, de las cuales 13,000 quedaron sin hogares. El número de muertes directamente asociadas al huracán fueron mínimas con solamente dos muertos. Se encontró ahogado en la playa de Fajardo a un hombre de 70 años. La otra víctima fue una anciana que se encontró en la playa de Culebra. Los daños a la propiedad privada y pública causados por los vientos se estimaron en cerca de un billón.</p>
<p>Frente Frio Inundaciones del Día de Reyes (5-6 enero 1992)</p>	<p>Este frente frío acompañado de una vaguada generó fuertes aguaceros y tronadas. Como resultado de los fuertes aguaceros, algunas áreas en Puerto Rico recibieron hasta 20 pulgadas de lluvia en un período de 24 horas., lo que provocó una de las peores inundaciones en la Isla. El saldo de muertes alcanzó de 20 personas y 3 desaparecidas. Se estimó que más de 6.000 familias perdieron, parcial o totalmente, sus viviendas y pertenencias personales. Cerca de 17 refugios fueron abiertos y aproximadamente 600 personas fueron alojadas en ellos.</p>
<p>Huracán Georges (1998)</p>	<p>El 21 de septiembre de 1998 el huracán Georges categoría 3 atravesó la isla de Puerto Rico de Este a Oeste. A eso de la 1:00 a.m. del martes, 22 de septiembre, el ojo del huracán Georges salió de la isla de Puerto. Todos los municipios fueron declarados zona de desastre. En la Cordillera Central, cayeron más de 20 pulgadas de lluvia en un período de 48 horas. En muchos sectores se informaron problemas de erosión en las playas. Se informaron inundaciones repentinas especialmente en los sectores montañosos del interior. Algunos puentes colapsaron en las secciones del interior, Sureste y Norte de Puerto Rico. Un total de 28,005 casas fueron destruidas y 72,605 casas de todo tipo fueron parcialmente destruidas. Durante el paso del huracán se abrieron 401 refugios y se albergaron 29,107 personas. El total de daños en Puerto Rico se estimó en 1,907 millones de dólares. En la siguiente tabla se desglosan los eventos ocurridos entre los años 2008 y 2012 en que el Río Fajardo se salió de su cauce.</p>

BORRADOR