

# Informe Ambiental 2013



## CRÉDITOS

AGRADECEMOS A LAS SIGUIENTES PERSONAS Y ENTIDADES SU VALIOSA CONTRIBUCIÓN

EN LA PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO:



Junta de Gobierno, Junta de Calidad Ambiental  
Oficina de Evaluación y Planificación Ambiental

### AGENCIAS PARTICIPANTES:

Junta de Calidad Ambiental  
Autoridad de Desperdicios Sólidos  
Junta de Planificación  
Autoridad de Energía Eléctrica  
Autoridad de Acueductos y Alcantarillados  
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Administración de Asuntos Energéticos

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>ENERGÍA .....</b>	<b>3</b>
ASUNTO: CONSUMO ENERGÉTICO .....	3
<i>Indicador: Intensidad Energética (Tipo I)</i> .....	3
Descripción del Indicador .....	3
Consideraciones Técnicas .....	4
Limitaciones del Indicador Intensidad Energética .....	5
Benchmark (BM) .....	5
Conclusiones y Recomendaciones .....	5
<i>Indicador: Uso de Fuentes Energética (Tipo I)</i> .....	6
Descripción del Indicador .....	6
Consideraciones Técnicas .....	7
Limitaciones del Indicador .....	8
Benchmark (BM) .....	8
Conclusiones y Recomendaciones .....	8
<i>Indicador: Consumo Energético por Sector (Tipo 1)</i> .....	9
Descripción del Indicador .....	9
Consideraciones Técnicas .....	11
Limitaciones del Indicador .....	12
Benchmark (BM) .....	12
Conclusiones y Recomendaciones .....	14
<b>AGUA .....</b>	<b>15</b>
ASUNTO: DEMANDA DE AGUA Y USO .....	15
<i>Indicador: Cantidad de Agua Extraída (Tipo I)</i> .....	15
Descripción del Indicador .....	15
Consideraciones Técnicas .....	15
Método de Análisis y Cobertura .....	15
Análisis .....	18
Benchmark .....	19
Limitaciones del Indicador .....	19
Conclusiones y Recomendaciones .....	20
<i>Indicador: Cantidad de Pozos Contaminados (Intrusión Salina, Voc, Etc.) (Tipo I)</i> .....	20
Descripción del Indicador .....	20
Consideraciones Técnicas .....	20
Limitaciones .....	22
Conclusiones y Recomendaciones .....	23
<b>SUELO .....</b>	<b>24</b>
ASUNTO: USO DE SUELO .....	24
<i>Indicador: Cantidad de Emergencias Ambientales (Tipo I)</i> .....	24
Descripción del Indicador .....	24
Consideraciones Técnicas .....	25
Limitaciones del Indicador .....	26
Benchmark (BM) .....	26
Conclusiones y Recomendaciones .....	26
<i>Indicador: Cumplimiento Ambiental de los Sistemas de Relleno Sanitario (Tipo I)</i> .....	26
Descripción del Indicador .....	26
Consideraciones Técnicas .....	27
Limitaciones del Indicador .....	30

Benchmark (BM) .....	30
Conclusiones y Recomendaciones .....	30
<i>Indicador: Disposición de Desperdicios Peligrosos (Tipo II)</i> .....	32
Descripción del Indicador .....	32
Consideraciones Técnicas .....	32
Benchmark (BM) .....	33
Limitaciones del Indicador .....	33
Conclusiones y Recomendaciones .....	34
<i>Indicador: Generación de Desperdicios Peligrosos (Tipo II)</i> .....	34
Descripción del Indicador .....	34
Consideraciones Técnicas .....	35
Benchmark (BM) .....	35
Limitaciones del Indicador .....	35
Conclusiones y Recomendaciones .....	36
<i>Indicador: Reclamación de Desperdicios Peligrosos (Tipo II)</i> .....	37
Descripción del Indicador .....	37
Consideraciones Técnicas .....	37
Benchmark (BM) .....	38
Limitaciones del Indicador .....	38
Conclusiones y Recomendaciones .....	39
<i>Indicador: Distribución de los Usos de Suelo (Tipo I)</i> .....	39
Descripción del Indicador .....	39
Consideraciones Técnicas .....	39
Método de Análisis y Cobertura .....	41
Clasificación del Suelo .....	44
Suelo Urbanizable (SU) .....	45
Suelo Urbanizable Programado (SUP) .....	45
Suelo Urbanizable No Programado (SUNP) .....	45
Suelo Rústico .....	45
Suelo Rústico Común (SRC) .....	45
Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP) .....	46
Suelos Regulados (SR) .....	46
Análisis .....	50
Conclusiones y Recomendaciones .....	51
Suelos con Valor Agrícola .....	51
Análisis .....	55
Conclusiones y Recomendaciones .....	55
Riesgos Naturales .....	56
Suelos Bajo Riesgo de Inundaciones .....	57
Análisis .....	59
Suelos con Riesgo de Deslizamiento .....	60
Análisis .....	62
Suelos con Vulnerabilidad a Tsunamis .....	62
Análisis .....	65
Vulnerabilidad de Riesgo por Incendio Forestal .....	65
Daños Ocasionados por los Incendios Forestales .....	66
Vulnerabilidad de Riesgos por Calentamiento Global .....	68
Ecosistemas .....	69
Regiones .....	70
Conclusiones y Recomendaciones .....	78
Sistemas Naturales .....	79
Suelos con Valor Natural .....	80
Análisis .....	81

Área de Planificación Especial del Carso.....	81
Análisis.....	83
Benchmark.....	84
Limitaciones del Indicador.....	84
Conclusiones y Recomendaciones.....	84
<b>AIRE.....</b>	<b>86</b>
ASUNTO: CALIDAD DE AIRE.....	86
<i>Indicador: Índice de Calidad de Aire (Tipo I)</i> .....	86
Descripción del Indicador.....	86
Consideraciones Técnicas.....	87
Método de Análisis y Cobertura.....	87
<i>Indicador: Concentración de Contaminantes Criterios (Tipo I)</i> .....	88
Descripción del Indicador.....	88
Consideraciones Técnicas.....	89
Método de Análisis y Cobertura.....	90
Bióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	90
Ozono (O <sub>3</sub> ).....	90
Benchmark Ozono (0.075 ppm).....	91
Materia Particulada.....	91
Materia Particulada (PM <sub>10</sub> ).....	92
Benchmark PM <sub>10</sub> (150 µg/m <sup>3</sup> ).....	95
.....	95
Materia Particulada (PM <sub>2.5</sub> ).....	95
Benchmark PM <sub>2.5</sub> ( 35 µg/m <sup>3</sup> ).....	99
Monóxido de Carbono (CO).....	99
Benchmark CO (9 ppm).....	100
Bióxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	100
Benchmark SO <sub>2</sub> (75 ppb).....	101
Plomo (Pb).....	101
Benchmark Plomo (0.15 µg/m <sup>3</sup> ).....	102
<i>Indicador: Inventario de Emisiones (Tipo )</i> .....	102
Descripción del Indicador.....	102
Consideraciones Técnicas.....	103
Conclusiones y Recomendaciones.....	108
<b>SISTEMAS NATURALES.....</b>	<b>109</b>
ASUNTO: ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	109
<i>Indicador: Cantidad de Cuerdas de Ecosistemas Terrestres Adquiridas (Tipo I)</i> .....	109
Descripción del Indicador.....	109
Consideraciones Técnicas.....	110
Análisis.....	112
Benchmark.....	112
Limitaciones del Indicador.....	112
Conclusiones y Recomendaciones.....	113
ÁREAS DE VALOR NATURAL PROTEGIDAS.....	114
<i>Indicador: Por Ciento del Territorio Bajo Áreas de Valor Natural (Tipo I)</i> .....	114
Descripción del Indicador.....	114
Consideraciones Técnicas.....	114
Análisis.....	115
Benchmark.....	117
Limitaciones del Indicador.....	118

Conclusiones y Recomendaciones .....	118
<i>Indicador: Números de Especies en Peligro de Extinción o Vulnerables (Tipo )</i> .....	<b>118</b>
Descripción del Indicador .....	118
Consideraciones Técnicas .....	118
Método de Análisis y Cobertura .....	119
Benchmark.....	121
Limitaciones del Indicador.....	121
Conclusiones y Recomendaciones .....	122
<i>Indicador: Disponibilidad de Algunos Recursos Pesqueros Comerciales de Alta Demanda (Tipo )</i> .....	<b>122</b>
Descripción del Indicador .....	122
Consideraciones Técnicas .....	122
Método de Análisis y Cobertura .....	123
Recursos Pesqueros Constituidos por Peces .....	123
Recursos Pesqueros Constituidos por Crustáceos (Langosta) y Moluscos (Carrucho).....	127
Langosta.....	127
Carrucho .....	128
Métodos .....	130
Censos Visuales.....	130
Análisis de los Datos .....	131
Resultados y Discusión .....	132
Análisis.....	137
Benchmark.....	137
Limitaciones del Indicador.....	138
Conclusiones y Recomendaciones .....	138
<i>Indicador: Intensidad de Explotación de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa (Tipo I)</i> .....	<b>138</b>
Descripción del Indicador .....	138
Consideraciones Técnicas .....	139
Método de Análisis y Cobertura .....	139
Análisis.....	143
Benchmark.....	143
Limitaciones del Indicador.....	144
Conclusiones y Recomendaciones .....	144
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>145</b>

GRÁFICA 1	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB).....	3
GRÁFICA 2:	DISTRIBUCIÓN POR FUENTES DE ENERGÍA .....	7
GRÁFICA 3	CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE RESIDENCIAL.....	10
GRÁFICA 4	CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE COMERCIAL.....	10
GRÁFICA 5	CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE INDUSTRIAL .....	11
GRÁFICA 6	PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE AAA-2013.....	16
GRÁFICA 7	CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES.....	17
GRÁFICA 8	CONSUMO DE AGUA CENTRAL HIDROELÉCTRICAS .....	18
GRÁFICA 9	EXTRACCIÓN AGUA DE MAR .....	18
GRÁFICA 10	POZOS CERRADOS POR CONTAMINACIÓN .....	21
GRÁFICA 11	MAPA ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	22
GRÁFICA 12	EMERGENCIAS ATENDIDAS EN EL AÑO 2013.....	25
GRÁFICA 13	CONDICIÓN DE LOS SRS EN OPERACIÓN, POR CATEGORÍA.....	27
GRÁFICA 14	CUMPLIMIENTO CON PERMISO DE OPERACIÓN .....	28
GRÁFICA 15	CUBIERTA DIARIA DE DESPERDICIOS.....	29
GRÁFICA 16	SISTEMA DE RELLENO SANITARIO.....	29
GRÁFICA 17	SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS.....	29
GRÁFICA 18	SISTEMA DE MONITORIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	29
GRÁFICA 19	SISTEMA DE MONITORIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	30
GRÁFICA 20	CANTIDAD DE DESPERDICIOS GENERADOS VS DESPERDICIOS DISPUESTOS .....	33
GRÁFICA 21	DESPERDICIOS PELIGROSOS GENERADOS.....	34
GRÁFICA 22	RECLAMACIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS EN TONELADAS.....	37
GRÁFICA 23	MODELO DE REGIONALIZACIÓN (2010).....	41
GRÁFICA 24	MAPA DE ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO (2013).....	44
GRÁFICA 25	ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	44
GRÁFICA 26	MAPA SUELOS REGULADOS (2013).....	49
GRÁFICA 27	SUELOS REGULADOS (2013).....	50
GRÁFICA 28	SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (2012) .....	53
GRÁFICA 29	MAPA RIESGOS NATURALES .....	57
GRÁFICA 30	SUELOS CON RIESGO DE INUNDACIONES (2009) .....	59
GRÁFICA 31	NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO.....	62
GRÁFICA 32	EVOLUCIÓN DE TSUNAMIS EN TRES FASES.....	63
GRÁFICA 33	MAPA LÍMITE VULNERABILIDAD A TSUNAMIS.....	64
GRÁFICA 34	NIVELES DE INUNDABILIDAD POR TSUNAMIS.....	65
GRÁFICA 35	MAPA VULNERABILIDAD RIESGO POR INCENDIO FORESTAL .....	67
GRÁFICA 36	MAPA SISTEMA NATURALES.....	81
GRÁFICA 37	MAPA ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2013).....	82
GRÁFICA 38	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO.....	83
GRÁFICA 39	ÍNDICE CALIDAD DE AIRE, 2013 .....	87
GRÁFICA 40	DISTRIBUCIÓN VALORES ÍNDICES CALIDAD DE AIRE POR ESTACIÓN Y POR MES, 2013.....	88
GRÁFICA 41	RED DE MUESTREO DE AIRE DE PUERTO RICO, 2013 .....	89
GRÁFICA 42	MAX. 24 HORAS PM <sub>10</sub> , 2013.....	93
GRÁFICA 43	MONITOREO DE PM <sub>10</sub> POR ESTACIÓN, POR AÑOS.....	94

GRÁFICA 44	PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL DE TRES AÑOS PM <sub>2.5</sub> , 2011-2013.....	97
GRÁFICA 45	MONITOREO DE PM <sub>2.5</sub> POR ESTACIÓN POR AÑOS .....	98
GRÁFICA 46	CONCENTRACIONES 2DAS MÁXIMAS MONÓXIDO DE CARBONO (2011-2013).....	100
GRÁFICA 47	MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA .....	104
GRÁFICA 48	MATERIA PARTICULADA PM <sub>2.5</sub> (TONS/AÑO).....	105
GRÁFICA 49	BIÓXIDO DE AZUFRE (TONS/AÑO) .....	105
GRÁFICA 50	BIÓXIDO DE NITRÓGENO (TONS/AÑO).....	106
GRÁFICA 51	MONÓXIDO DE CARBONO (TONS/AÑO) .....	106
GRÁFICA 52	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (TONS/AÑO) .....	107
GRÁFICA 53	PLOMO (TONS/AÑO) .....	107
GRÁFICA 54	CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG*.....	111
GRÁFICA 55	SISTEMA INTEGRADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	116
GRÁFICA 56	CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP's 2005-2013.....	117
GRÁFICA 57	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013.....	126
GRÁFICA 58	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013.....	127
GRÁFICA 59	LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010 .....	128
GRÁFICA 60	POSICIÓN RELATIVA DE ABRIR LA SIERRA A LA PLATAFORMA INSULAR OCCIDENTAL DE PUERTO RICO. (CITADO DE GARCÍA -SAIS <i>ET AL.</i> 2012).....	130
GRÁFICA 61	DATOS DE CAPTURA PARA LA PESCA COMERCIAL DE CARRUCHO EN PUERTO RICO.....	130
GRÁFICA 62	LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO OBTENIDOS AL AZAR PARA EL CENSO VISUAL DE CARRUCHOS DEL 2013 RELATIVOS A LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO.....	131
GRÁFICA 63	DIAGRAMA DE LA FRECUENCIA DE TAMAÑOS PARA TODAS LAS CATEGORÍA DE CLASES DE EDAD EN EL CENSO VISUAL DEL CARRUCHO DE 2013.....	133
GRÁFICA 64	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS DE ADULTOS Y JUVENILES DENTRO DE LA EEZ (>9NM) EN EL OCCIDENTE DE PUERTO RICO EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS PARA AUMENTAR EL NÚMERO DE (N=9 PARA 1997 Y N=11 PARA 2006/2013.....	134
GRÁFICA 66	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS PARA ADULTOS Y JUVENILES EN AGUAS LLANAS (0-9NM) EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS CONSISTENTE CON LA FIGURA 5 (N=58 PARA 1997 AND N=81 PARA 2006/2013). .....	135
GRÁFICA 67	ESTRUCTURA CLASE-EDAD DE CARRUCHOS ADULTOS OBSERVADOS EN AGUAS LLANAS (0-9NM) Y EL EEZ (>9NM) EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO PARA 1997 Y 2013. ....	136
GRÁFICA 68	HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2013 .....	140

TABLA 1	CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (AÑOS FISCALES 1992-2013).....	4
TABLA 2	RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TOTAL- MILLONES DE KILOVATIOS/HORA .....	9
TABLA 3	REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO DE LOS BM .....	13
TABLA 4	FUENTE DE AGUA POR CENTRAL .....	16
TABLA 5	CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES 2007-2010 .....	17
TABLA 6	ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO DELIMITADAS EN EL PUT .....	43
TABLA 7	METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO URBANO.....	47
TABLA 8	METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA INFRAESTRUCTURA.....	48
TABLA 9	SUELDOS REGULADOS (2013) .....	49
TABLA 10	METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO AGRÍCOLA.....	52
TABLA 11	FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012.....	53
TABLA 12	RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO (2013).....	54
TABLA 13	METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA SOBRE RIESGOS NATURALES .....	56
TABLA 14	DESCRIPCIÓN DE ZONAS IDENTIFICADAS EN LOS MAPAS DE INUNDACIÓN.....	58
TABLA 15	ESTIMADO DE SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES (2009) .....	59
TABLA 16	CLASIFICACIÓN DE TERRENOS DESLIZABLES.....	61
TABLA 17	SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO .....	61
TABLA 18	CAUSAS DE INCENDIOS FORESTALES .....	66
TABLA 19	IMPACTO REGIONAL PROYECTADO (2007) .....	70
TABLA 20	POSIBLES IMPACTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO (2007) .....	71
TABLA 21	EJEMPLOS DE ADAPTACIÓN PLANIFICADA, POR SECTORES.....	74
TABLA 22	METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE ÁREAS DE RECURSOS NATURALES, AMBIENTALES Y CULTURALES .....	79
TABLA 23	SUELOS CON VALOR NATURAL .....	80
TABLA 24	DISTRITOS SOBREPUESTOS DEL ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO .....	83
TABLA 25	MONITOREO DE OZONO POR ESTACIÓN POR AÑO .....	91
TABLA 26	MONITOREO DE PM <sub>10</sub> POR ESTACIÓN POR AÑO.....	92
TABLA 27	PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICO MATERIA PARTICULADA PM <sub>2.5</sub> .....	95
TABLA 28	PERCENTIL 98, MATERIA PARTICULADA PM <sub>2.5</sub> .....	99
TABLA 29	CONCENTRACIONES MÁXIMAS 2011-2013.....	99
TABLA 30	VALOR DESIGNADO PROMEDIO DE UNA HORA 2013 (2011-2013).....	101
TABLA 31	DATOS OBTENIDOS POR MONITOREO DE PB EN ESTACIONES POR AÑO (2011-2013).....	102
TABLA 32	CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2013.....	112
TABLA 33	DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2013.....	116
TABLA 34	CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS.....	117
TABLA 35	ESPECIES TERRESTRES .....	119
TABLA 36	ESPECIES ACUÁTICAS.....	119
TABLA 37	NÚMERO DE ESPECIES.....	120
TABLA 38	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO DEL 2013 HASTA SEPTIEMBRE DE 2013 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO. 124	
TABLA 39	INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO.....	139

TABLA 40	PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO.....	140
TABLA 41	TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2013).....	142



## INTRODUCCIÓN

---

En términos generales, el Informe Ambiental es un instrumento preparado por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) con el propósito de evaluar y dar a conocer el estado o condición del ambiente en Puerto Rico. Este informe, es requerido por mandato del artículo 6 de la Ley Núm. 416 2004, según enmendada, conocido como “Ley de Política Pública Ambiental”. El mismo ha ido evolucionando cada año en busca de ser más preciso y confiable en la evaluación de la condición del ambiente y en facilitar su lectura e interpretación por parte de todos los sectores de la sociedad.

A estos fines, desde el año 2006, la JCA lleva desarrollando un sistema de medición basado en indicadores ambientales. Específicamente se entiende por “indicador ambiental” cualquier variable medible la cual, de manera directa o indirecta, puede reflejar o dar a entender la condición (cuantitativa o cualitativa) de los recursos naturales o la calidad del ambiente. Mediante la adopción de este sistema de indicadores, se pretende cumplir con los siguientes propósitos:

- Apreciar, anticipar y evaluar condiciones y tendencias del ambiente y las actividades humanas.

- Comparar escenarios a través del tiempo y el espacio.
- Identificar o asignar prioridades de intervención.
- Establecer política pública y planificación.

En cumplimiento con estos propósitos, la JCA se mantiene constantemente en el proceso de identificar y desarrollar indicadores ambientales para Puerto Rico que reflejen, cada vez de manera más certera, nuestra realidad ambiental. A su vez, damos a conocer los resultados de estos trabajos mediante este documento, y agrupa los indicadores en las siguientes áreas: agua, suelo, aire, energía, sistemas naturales y ruido.

A tales efectos, le place a la JCA presentar el Informe Ambiental correspondiente al año 2013. El mismo es un esfuerzo que coordina el Oficina de Evaluación y Planificación Ambiental con el insumo técnico de las distintas áreas de la JCA, así como también, de otras agencias gubernamentales que tienen inherencia sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Para este año hemos ampliado el conjunto de indicadores vinculados al recurso suelo. Dentro de estos se ha incluido

un indicador para evaluar el cumplimiento ambiental de los Sistemas de Relleno Sanitario y se ha reintroducido un indicador asociado a la incidencia de emergencias ambientales informadas en el país, el cual por falta de estadísticas validadas no se había presentado en los últimos informes.

Esperamos que este documento facilite entender mejor los impactos de las acciones de nuestra sociedad sobre el medio ambiente y permitan dirigir los esfuerzos públicos y privados en proteger nuestros recursos naturales, que a fin de cuentas, resultan ser la infraestructura más importante para nuestro desarrollo.

Nota aclaratoria:

Como ha sido la práctica desde que se empezaron a usar los indicadores, estos se clasifican en una de las siguientes tres categorías:

- Tipo I: Significa que se cuenta con data disponible, generada por monitoría constante.
- Tipo II: para este tipo de indicador hay data completa o parcial generada por monitoría constante, pero se necesita data adicional o más amplia, así como mayor análisis y manejo de la misma antes de poder presentar una tendencia o status.
- Tipo III: Se trata de un indicador conceptual para el que no hay suficientes datos disponibles.

Esta clasificación es importante y útil ya que nos indica dónde hay o no hay datos disponibles y dónde hace falta mejorar la data,

ya sea en su recopilación, análisis u organización.



## ENERGÍA

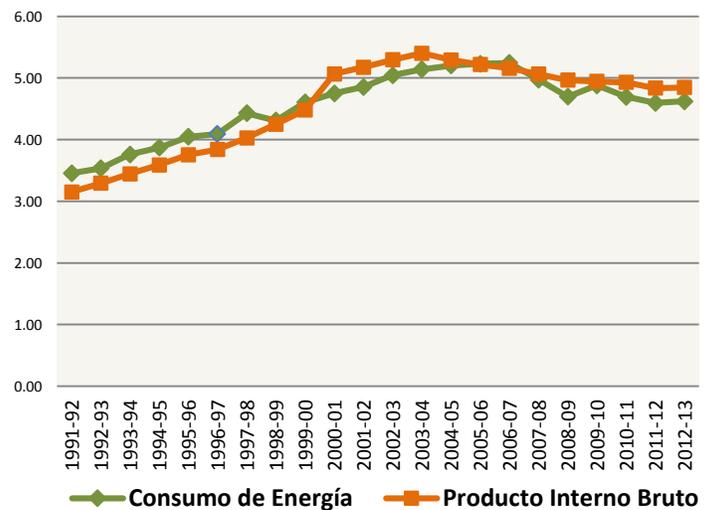
ASUNTO: CONSUMO ENERGÉTICO

### INDICADOR: INTENSIDAD ENERGÉTICA (TIPO I)

#### Descripción del Indicador

Mediante este indicador se busca medir y ponderar la relación entre el consumo energético total y su resultante rendimiento económico en términos del Producto Interno Bruto (en adelante “PIB”). La evaluación de estos elementos permite tener una idea general de cuán eficiente o productivos somos como sociedad, en términos del consumo energético, o cuán dependientes somos del consumo energético para sostener nuestras actividades productivas y desarrollo socio-económico. Además de evaluar nuestro desempeño, los resultados de este indicador pueden representar una herramienta útil para definir estrategias de desarrollo que redunden en un alto rendimiento económico y un menor consumo energético.

GRÁFICA 1 CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)



**TABLA 1 CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (AÑOS FISCALES 1992-2013)**

AÑO	CONSUMO (MKW/H)	PIB (MILLONES DE DÓLARES PRECIOS CONSTANTES 1954)	CONSUMO (EN POR CIENTO)	PIB (EN POR CIENTO)
1991-92	13,615.20	6,770.30	3.45	3.15
1992-93	13,939.20	7,079.30	3.54	3.29
1993-94	14,816.00	7,408.10	3.76	3.45
1994-95	15,258.50	7,718.20	3.87	3.59
1995-96	15,945.10	8,069.30	4.04	3.75
1996-97	16,118.40	8,256.00	4.09	3.84
1997-98	17,456.90	8,658.90	4.43	4.03
1998-99	16,989.20	9,137.80	4.31	4.25
1999-00	18,144.80	9,630.30	4.60	4.48
2000-01	18,723.30	10,887.00	4.75	5.06
2001-02	19,129.80	11,123.30	4.85	5.17
2002-03	19,887.30	11,383.70	5.04	5.29
2003-04	20,260.00	11,609.90	5.14	5.40
2004-05	20,507.40	11,379.20	5.20	5.29
2005-06	20,620.30	11,218.80	5.23	5.22
2006-07	20,671.60	11,088.40	5.24	5.16
2007-08	19,601.60	10,883.90	4.97	5.06
2008-09	18,515.80	10,671.40	4.70	4.96
2009-10	19,234.90	10,627.30	4.88	4.94
2010-11 <sub>r</sub>	18,501.40	10,597.30	4.69	4.93
2011-12 <sub>r</sub>	18,112.50	10,394.60	4.59	4.83
2012-13 <sub>p</sub>	18,221.20	10,417.30	4.62	4.85
TOTAL				

**Fuente:** Junta de Planificación de Puerto Rico:

1) Apéndice Estadístico del Informe Económico al Gobernador 2013, Tabla 1-Series Seleccionadas de Ingreso y Producto, Total y Per Cápita: Años Fiscales.

2) Indicadores Económicos Mensuales Seleccionados Puerto Rico Años Naturales 2000 a 2013, Tabla Resumen - Consumo de Energía Eléctrica Total- Millones de Kilovatios/Hora.

*r-* revisado      *p-* preliminar

**Consideraciones Técnicas**

Este indicador es desarrollado mediante la mensura del consumo, en millones de kilovatios hora (mkW/h), de todos los clientes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) para los años fiscales 1992 al 2013, y el PIB según calculado por la Junta de Planificación (JP) de

Puerto Rico (en millones de dólares a precios constantes del año 1954) para el mismo periodo.

Para obtener las cifras relativas o porcentuales de estos datos, los valores anuales en cada variable son divididos por la sumatoria de cada variable y multiplicados por cien. Esta ecuación se desarrolla para así convertir datos de naturaleza distinta a una base uniforme de

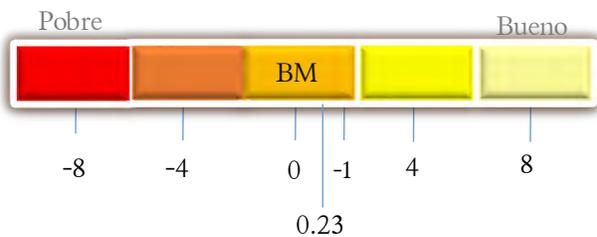
evaluación y estudio para estas dos variables a través del tiempo.

Limitaciones del Indicador Intensidad Energética<sup>1</sup>

De las limitaciones que presenta este indicador podemos mencionar las siguientes:

- Las cifras de consumo energético no incorporan el consumo en combustible del sector de la transportación, el cual podría representar el renglón de mayor consumo en términos energéticos. Además, el indicador no muestra el consumo residencial, industrial o comercial de sistemas que no estén conectados a la red de la AEE.
- Las cifras del PIB no miden la producción y alcance de la economía informal, la cual representa un sector importante dentro de la generación de ingreso y empleo en el País.

Benchmark<sup>2</sup> (BM)



<sup>1</sup> La intensidad energética es una medida de la eficiencia energética de la economía de una nación. Se calcula como unidades de energía por unidad de PIB.

Conclusiones y Recomendaciones

Al evaluar el comportamiento de las variables (PIB y Consumo Eléctrico) durante los años fiscales 1992 al 2013, podemos destacar que sus trayectorias han sido muy similares. No obstante, en los primeros nueve años (1992-2000) el consumo eléctrico se mantuvo ligeramente por encima del PIB, lo cual representa una condición adversa en términos de eficiencia energética.

Por otro lado, para los años fiscales 2001 al 2005 y 2008 al 2013, el comportamiento anterior se invierte quedando el consumo eléctrico por debajo de la trayectoria del PIB pero solo por un margen muy estrecho. Sin embargo, el comportamiento de ambas variables mantuvo un margen de diferencia de 0.01% en el año fiscal 2006, mientras que en el 2007 se reflejó un aumento de 0.09% en el consumo eléctrico, contrario al patrón de esta variable durante los últimos seis años con respecto al PIB.

Desde el año fiscal 1992 al 2007, el consumo eléctrico presentó una tendencia de ascenso con excepción del año 1999, el cual presentó en su trayectoria un descenso de 0.12% en comparación al año anterior. Además, en los años fiscales 2008 y 2009, se observó una merma en el consumo eléctrico. Sin embargo, en el año fiscal 2010, se reflejó un aumento de 0.18% respecto al año anterior, mientras que en los años fiscales 2010 y 2011 se puede apreciar que el consumo eléctrico ha mostrado un descenso en su trayectoria. Sin embargo, en el año fiscal 2013, esta variable presentó un aumento de 0.03% respecto al año anterior.

<sup>2</sup> Para efectos de este indicador se consideró como BM que el resultado de la resta del por ciento del Producto Interno Bruto menos el por ciento del Consumo Energético sea igual o mayor que uno correspondiente al año fiscal 2012-13.

Por otra parte, el PIB durante los años fiscales 1992 al 2004, presenta un crecimiento moderado en su trayectoria. Sin embargo, en los años fiscales 2005 al 2012, se refleja una tendencia de descenso en esta variable, aunque para el año fiscal 2013, se puede observar un aumento de 0.02% en comparación al año anterior.

Por tanto, en la medida que el País pueda continuar un patrón de reducción en el consumo energético, mientras consigue aumentar en mayor proporción sus niveles de producción, se logrará disociar, en favor de la producción, estas dos variables a fin de lograr una mayor eficiencia energética. Esto a su vez redundará en beneficios económicos, sociales y ambientales, esta última, al disminuir las emisiones contaminantes, entre otros. Es por esto que los esfuerzos para reducir el consumo energético y fortalecer la producción de energía de fuentes renovables son necesarios para ayudar a mejorar la situación energética que atraviesa nuestro País y así poder aumentar su competitividad global.

Actualmente se ofrecen incentivos para proyectos de energía renovable en Puerto Rico a través del Programa del Fondo de Energía Verde los cuales son administrados por la Administración de Asuntos Energéticos (AAE). Este programa se presenta como una alternativa para estimular el desarrollo de proyectos de energía renovable de pequeña y mediana escala. El mismo ha impactado el sector privado y gubernamental, impulsando la generación

distribuida mediante el uso de fuentes de energía renovable a tono con la política pública energética del país.

Estas iniciativas propician el desarrollo económico de la Isla a través del fomento de una industria energética, la cual promueve la creación de empleos, contribuyen a estabilizar los costos energéticos y evita la fuga de capital local de millones de dólares para la compra de combustibles fósiles en el extranjero. De esta forma se logra el uso eficiente de la energía mientras se promueve la actividad económica productiva para el desarrollo del País.

---

#### INDICADOR: USO DE FUENTES ENERGÉTICA (TIPO I)

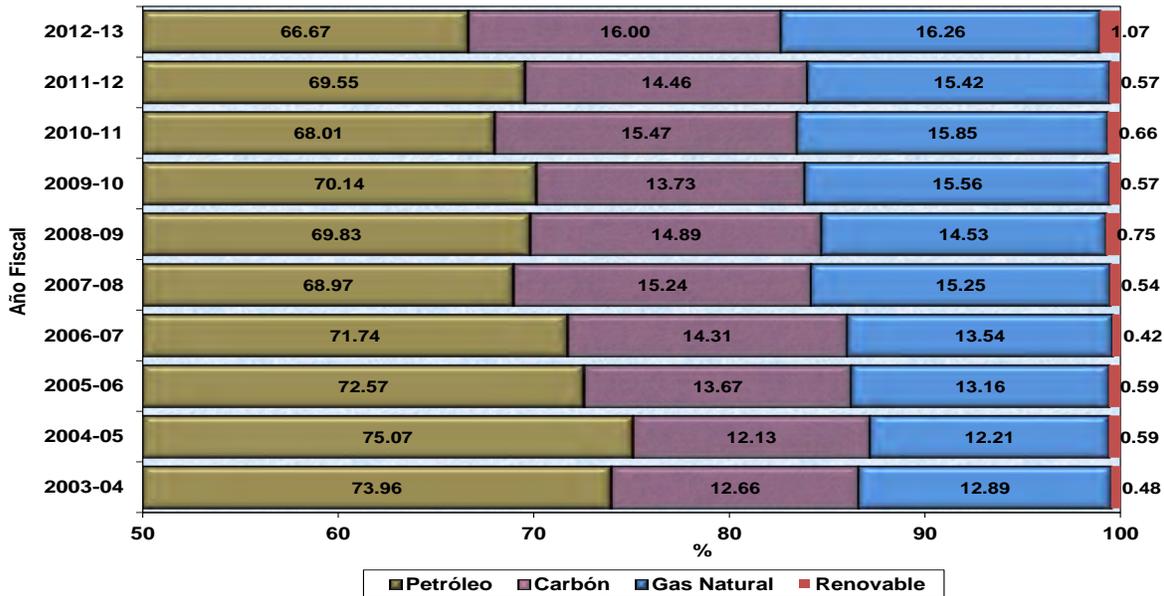
---

##### Descripción del Indicador

---

Este indicador busca determinar cómo se distribuye porcentualmente el uso o consumo de fuentes energéticas (renovables o no renovables) en Puerto Rico. Es importante conocer esta distribución debido a que nos permite saber cuánto estamos dependiendo de fuentes no renovables, y cuán necesarios deben ser los esfuerzos de diversificación energética a fuentes más limpias o renovables. La ponderación de estos datos favorece la definición de estrategias para promover el ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores del país, para de esta forma proteger el ambiente, promover la salud y fomentar la economía.

GRÁFICA 2 HDISTRIBUCIÓN POR FUENTES DE ENERGÍA



Consideraciones Técnicas

Este indicador es calculado considerando la generación porcentual que cada fuente energética utilizada en el país aporta al sistema eléctrico, según datos de la Autoridad de Energía Eléctrica, (AEE).

Para su desarrollo se tomaron datos e información de las siguientes fuentes:

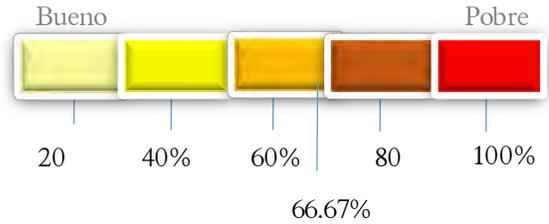
- Generación de Plantas Termoeléctricas (AEE)
- Generación de Plantas Hidroeléctricas (AEE)
- Generación de Planta de Carbón (AES - Guayama)
- Generación de Planta de Gas Natural (EcoEléctrica - Guayanilla)

Del periodo de años presentado podemos destacar las siguientes observaciones:

- Puerto Rico depende en un 98.93% de la quema de combustibles fósiles para generar su energía.
- Del 1998 al 2013 se mantiene una moderada, pero sostenida, reducción en el uso de los derivados del petróleo como fuente energética.
- La introducción de fuentes energéticas alternas, como el gas natural y el carbón, cobraron progresivamente una mayor participación, lo que sustituyó la brecha producida por la reducción en el uso de los derivados del petróleo. En términos económicos estas alternativas ofrecen mayor estabilidad de costos debido a que su fluctuación de precios es menor.

- La generación de energía eléctrica con gas natural y el carbón en el año fiscal 2013 totalizó 16.26% y 16.00%, respectivamente.
- El uso de fuentes de energía renovable se expande al añadir a la energía hidroeléctrica (0.41%), fuentes de energía fotovoltaica (0.17%) y eólica (0.49%), para un total de 1.07% de energía renovable del total de la generación.

Consumo de Derivados de Petr6leo

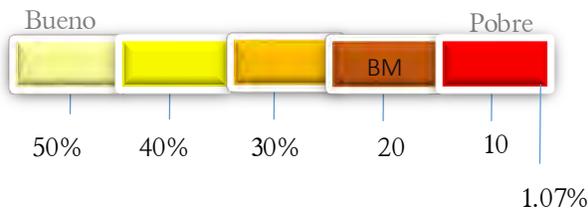


Limitaciones del Indicador

La principal limitaci6n para entender e interpretar este indicador radica en que el mismo no presenta datos o una relaci6n de los costos monetarios asociados al uso de cada fuente energ6tica. Adem6s, no se puede determinar el uso residencial, industrial o comercial de sistemas de energa renovable que no est6n conectados a la red de la AEE.

Benchmark (BM)

Uso de Fuentes Renovables



Conclusiones y Recomendaciones

Aunque progresivamente el pa6s en los 6ltimos a6os est6 dependiendo menos de los derivados del petr6leo como fuente energ6tica, no deja de ser menos cierto que la quema de combustibles f6siles (derivados del petr6leo, carb6n y gas natural) es su principal y casi 6nica fuente de energa. Es por tal raz6n que, la b6squeda de alternativas energ6ticas para satisfacer el consumo actual y proyectado, cobra cada vez mayor relevancia y necesidad para el desarrollo del pa6s. La evaluaci6n de estas alternativas debe basarse en principios de eficiencia energ6tica, estabilidad del sistema el6ctrico, seguridad ambiental y viabilidad econ6mica.

TABLA 2 RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TOTAL- MILLONES DE KILOVATIOS/HORA

FISCAL	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Año Fiscal	19,887.3	20,260.2	20,507.5	20,620.5	20,671.6	19,601.5	18,515.8	19,234.9	18,501.4	18,112.5	18,221.2	
Absoluto	n/d	372.9	247.3	113.0	51.1	-1,070.1	-1,085.7	719.1	-733.5	-388.9	108.7	
Crecimiento	n/d	1.9	1.2	0.6	0.2	-5.2	-5.5	3.9	-3.8	-2.1	0.6	
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fiscal Acumulado	14,926.1	15,199.5	15,117.2	15,439.4	15,495.5	14,793.2	13,963.6	14,386.7	13,921.5	13,591.0	13,746.9	13,217.5
Absoluto	n/d	273.4	-82.3	322.2	56.1	-702.3	-829.6	423.1	-465.2	-330.5	155.9	-529.4
Crecimiento	n/d	1.8	-0.5	2.1	0.4	-4.5	-5.6	3.0	-3.2	-2.4	1.1	-3.9
<b>NATURAL CALENDAR</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Año Natural	20,163.7	20,176.6	20,806.0	20,618.3	20,229.5	19,039.7	18,704.0	18,984.4	18,251.2	18,319.5	17,792.6	
Absoluto	n/d	12.9	629.4	-187.7	-388.8	-1,189.8	-335.7	280.4	-733.2	68.3	-526.9	
Crecimiento	n/d	0.1	3.1	-0.9	-1.9	-5.9	-1.8	1.5	-3.9	0.4	-2.9	
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Natural Acumulado	4,678.2	4,675.2	4,676.5	4,700.2	4,758.5	4,498.3	4,230.5	4,465.4	4,250.7	4,170.4	4,119.3	4,018.5
Absoluto	n/d	-3.0	1.3	23.7	58.3	-260.2	-267.8	234.9	-214.7	-80.3	-51.1	-100.8
Crecimiento	n/d	-0.1	0.0	0.5	1.2	5.5	-6.0	5.6	-4.8	-1.9	-1.2	-2.4

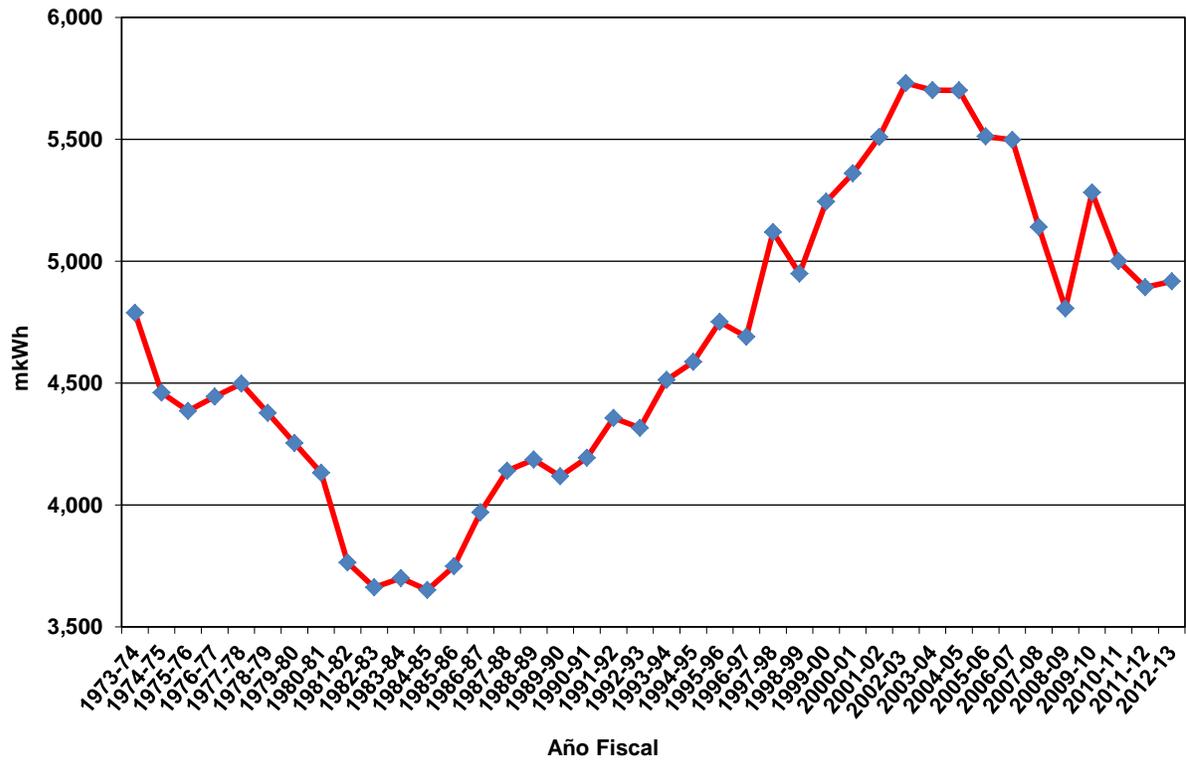
**INDICADOR: CONSUMO ENERGÉTICO POR SECTOR (TIPO 1)**

**Descripción del Indicador**

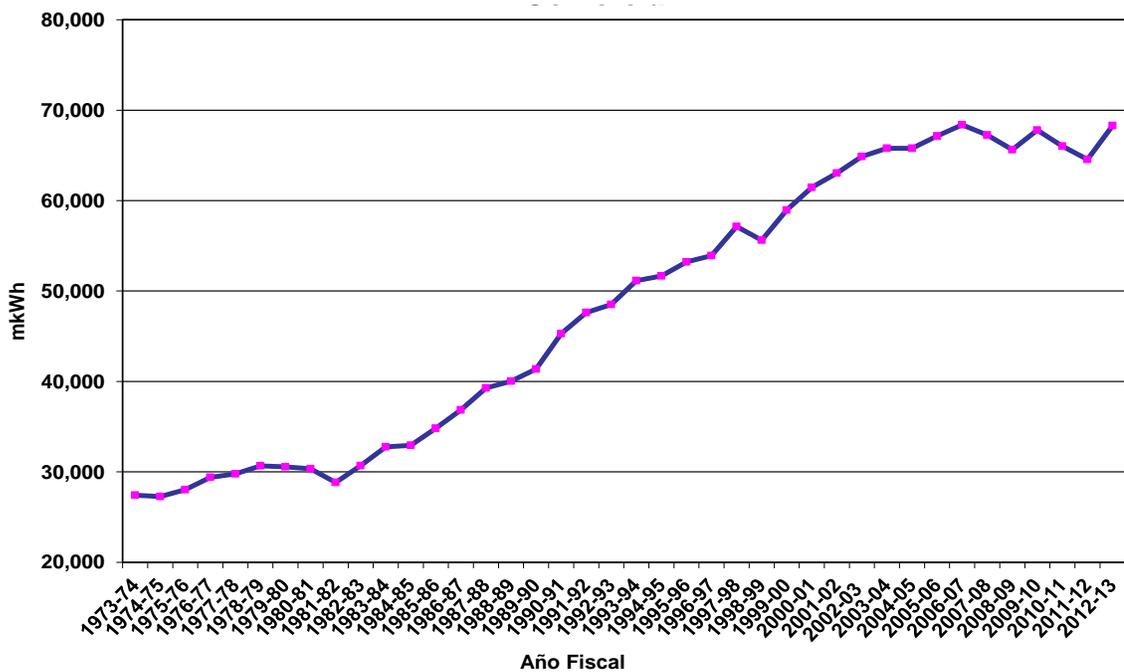
Por medio de este indicador se puede conocer el comportamiento del consumo de energía por cliente en los sectores residenciales, comerciales e industriales de la Autoridad de Energía Eléctrica. Es importante saber el nivel de consumo eléctrico de estos sectores, para de esta forma, establecer estrategias de manejo y conservación de energía ajustadas a las características y necesidades de cada sector. Además, permite ponderar las necesidades actuales y futuras de estos sectores para planificar la infraestructura (generación,

transmisión y distribución) que el país demanda para sostener su desarrollo.

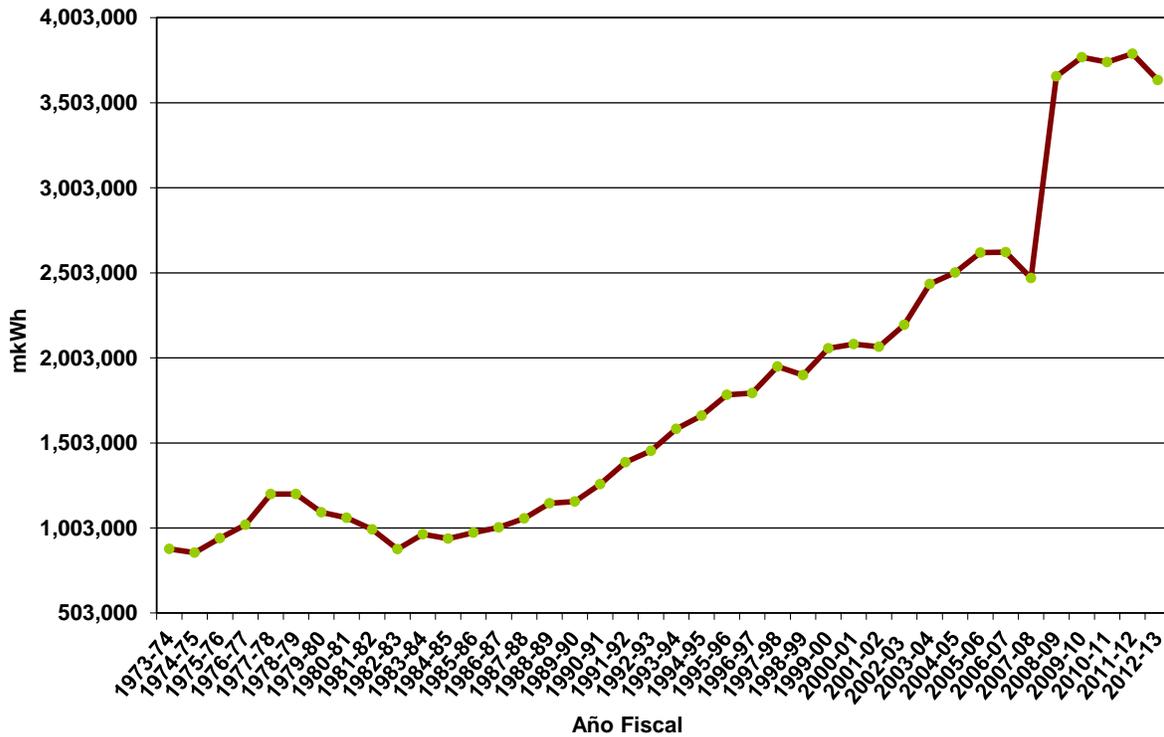
GRÁFICA 3 CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE RESIDENCIAL



GRÁFICA 4 CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE COMERCIAL



GRÁFICA 5 CONSUMO ANUAL PROMEDIO POR CLIENTE INDUSTRIAL



\*En agosto de 2008 hubo un cambio de 593 clientes de la clase industrial a comercial.

Consideraciones Técnicas

Este indicador es calculado mediante la medición del consumo en millones de kilovatios-hora (GWh) de los clientes de la AEE de acuerdo al tipo de servicio (residencial, comercial e industrial).

Del comportamiento o tendencias en el consumo de los sectores presentados, podemos destacar las siguientes observaciones:

- El consumo residencial y comercial presentaron un sostenido aumento en la demanda energética, exceptuando los periodos de principios de la década del 1970 y 1980, donde se registra un moderado descenso o estabilización del consumo. Dicho descenso o estabilización se pueden

asociar a los efectos de la crisis energética del 1973, donde los países exportadores de petróleo redujeron su producción, y la del 1979, la cual aumentó significativamente los precios del petróleo como consecuencia de la revolución Islámica en Irán.

- El comercio representa el sector de mayor consumo con más de 8,650 GWh, y es la clase que presenta menores variaciones o efectos en el consumo a causa de las crisis energéticas o las fluctuaciones en el costo de la electricidad.
- El sostenido encarecimiento del barril de petróleo en esta década se debe a los conflictos bélicos en países productores como Irak, Libia y a la especulación en los mercados de crudo. Otro factor que afecta

este precio es la alta demanda en países como China e India, lo que ejerce presión inflacionaria en economías como la de Puerto Rico, la cual es altamente dependiente del consumo energético. Este efecto en el nivel de precios afecta el ingreso personal disponible en el País, por lo que el descenso observado en el consumo energético en el sector residencial desde el año fiscal 2006 está relacionado a este impacto y a la recesión económica que experimentamos desde el año 2006.

- El sector industrial presenta un patrón de demanda irregular, con un acelerado aumento en el periodo del 1965 al 1977, y una marcada disminución para principios de la década de 1980, posiblemente vinculada a la caída de la industria petroquímica en Puerto Rico y a los efectos de la crisis energética de 1979. Aunque luego del 1985 el consumo industrial mantuvo un ritmo anual ascendente durante la década del 1980, este sector

implantó con mayor énfasis medidas de ahorro de energía y sistemas de cogeneración el cual le permitió a algunas industrias generar parte de la energía que demandaban.

- Algunas variaciones en el consumo energético de cada sector están vinculadas a eventos climáticos (tormentas, huracanes, inundaciones, etc.), los cuales provocaron la suspensión temporal del servicio de energía eléctrica. Como ejemplo más destacado, podemos mencionar el paso del Huracán Georges en septiembre de 1998, el cual provocó un notable descenso en el consumo de todos los sectores.

---

#### Limitaciones del Indicador

---

La principal limitación para entender e interpretar este indicador radica en que el mismo no presenta datos o una relación de los costos monetarios en que incurre cada sector para satisfacer sus necesidades energéticas.

---

#### Benchmark<sup>3</sup> (BM)

---

##### CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2013 - SECTOR RESIDENCIAL




---

<sup>3</sup> La métrica usada como BM para este indicador es el cálculo del consumo anual en kilowatios / hora (kWh) por cliente en cada sector. Este acercamiento de medición se hace con el propósito de normalizar el análisis y facilitar la interpretación de los datos. Debido a lo difícil que pudiera resultar determinar un BM con una cifra sustentable de consumo por cliente en cada sector, se optó por analizar este indicador mediante la mensura de los aumentos o descensos sobre los niveles de consumo de un año base (año fiscal 2000-01).

CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2013 - SECTOR COMERCIAL



CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2013 - SECTOR INDUSTRIAL



TABLA 3 REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO DE LOS BM

CONSUMO RESIDENCIAL POR CLIENTE				
AÑO FISCAL	CONSUMO (GWh)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (GWh)	CONSUMO X CLIENTE (kWh)
2000 - 01	6,631.7	1,237,053	0.005360	5,360
2001 - 02	6,909.5	1,254,043	0.005509	5,509
2002 - 03	7,280.5	1,270,371	0.005731	5,731
2003 - 04	7,338.2	1,287,010	0.005701	5,701
2004 - 05	7,437.8	1,304,657	0.005700	5,700
2005 - 06	7,250.4	1,315,345	0.005512	5,512
2006 - 07	7,243.8	1,317,454	0.005498	5,498
2007 - 08	6,757.2	1,314,454	0.005141	5,141
2008 - 09	6,367.6	1,324,752	0.004807	4,807
2009 - 10	7,056.6	1,335,928	0.005282	5,282
2010 - 11	6,707.5	1,341,291	0.005001	5,001
2011 - 12	6,559.6	1,340,405	0.004894	4,894
2012 - 13	6,655.6	1,353,550	0.004917	4,917

CONSUMO COMERCIAL POR CLIENTE				
AÑO FISCAL	CONSUMO (GWh)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (GWh)	CONSUMO X CLIENTE (κWh)
2000 - 01	7,583.1	123,380	0.061461	61,461
2001 - 02	7,865.3	124,759	0.063043	63,043
2002 - 03	8,166.8	125,890	0.064872	64,872
2003 - 04	8,400.2	127,705	0.065778	65,778
2004 - 05	8,498.6	129,170	0.065793	65,793
2005 - 06	8,734.5	130,082	0.067146	67,146
2006 - 07	8,909.5	130,295	0.068379	68,379
2007 - 08	8,743.5	130,011	0.067252	67,252
2008 - 09	8,498.1	129,492	0.065626	65,626
2009 - 10	8,758.9	129,208	0.067789	67,789
2010- 11	8,551.4	129,537	0.066015	66,015
2011-12	8,300.1	128,590	0.064547	64,547
2012-13	8,635.2	126,735	0.068136	68,289

CONSUMO INDUSTRIAL POR CLIENTE				
AÑO FISCAL	CONSUMO (GWh)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (GWh)	CONSUMO X CLIENTE (κWh)
2000 - 01	4,018.7	1,929	2.083307	2,083,307
2001 - 02	3,876.3	1,874	2.068463	2,068,463
2002 - 03	3,963.4	1,804	2.197006	2,197,006
2003 - 04	4,092.1	1,679	2.437224	2,437,224
2004 - 05	4,177.4	1,668	2.504436	2,504,436
2005 - 06	4,241.8	1,618	2.621631	2,621,631
2006 - 07	4,136.3	1,576	2.624555	2,624,555
2007 - 08	3,742.5	1,514	2.471951	2,471,951
2008 - 09	3,288.6	899	3.658065	3,658,065
2009 - 10	3,047.1	808	3.771163	3,771,163
2010- 11	2,881.2	770	3.741818	3,741,818
2011-12	2,778.5	733	3.790603	3,790,603
2012-13	2,578.4	709	3.636652	3,636,652

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

En el año fiscal 2012-2013, todos los sectores principales aumentaron sus niveles de consumo por cliente. Estos cambios son, en parte, el reflejo de la entrada de un nuevo sistema de facturación en el año fiscal 2012, el cual confrontó problemas y por esta razón en algunos meses el consumo fue subestimado. Se le debe prestar atención especial al sector comercial, el cual es el de mayor consumo agregado, y al sector industrial debido

al efecto contaminante de algunos de los procesos de producción en diversas industrias.



## AGUA

### ASUNTO: DEMANDA DE AGUA Y USO

#### INDICADOR: CANTIDAD DE AGUA EXTRAÍDA (TIPO I)

##### Descripción del Indicador

Este indicador nos muestra la totalidad de agua extraída en ríos, lagos y pozos para satisfacer la demanda por los diferentes usos de la población (residencial, comercial, industrial, agrícola). Su contabilidad es importante porque permite ponderar la suficiencia de este recurso para atender las necesidades actuales y futuras e identificar posibles deficiencias o malas prácticas que atenten contra la sostenibilidad del mismo.

##### Consideraciones Técnicas

Para el desarrollo de este indicador se tomaron datos e información de la AEE relacionados a la extracción y consumo de agua por las centrales generatrices y de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) relacionados a las tomas de agua y plantas de filtración.

##### Método de Análisis y Cobertura

En Puerto Rico la extracción de agua se realiza con cuatro propósitos principales:

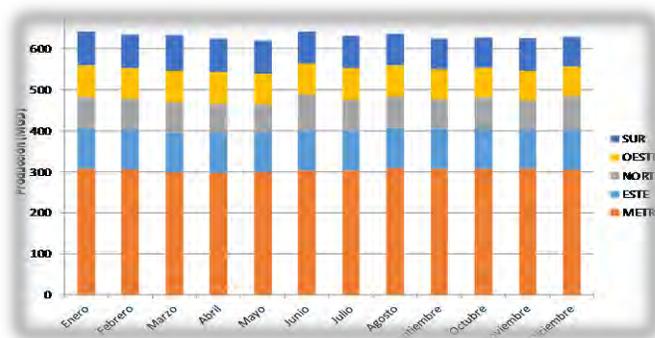
- suplir agua a las plantas de filtros para consumo directo
- procesos de manufactura e industriales

- riego para la agricultura
- generación de electricidad

En términos de consumo, la AAA recopila datos relacionados a la extracción de agua cruda y la producción de agua potable para sus plantas de filtración o pozos. En la mayoría de las facilidades, la extracción se mide con unos metros contenidos en las mismas. Ahora bien, en aquellas, facilidades que no cuentan con metros de flujos, este valor se estima con la capacidad de la bomba de extracción (si aplica) o la capacidad de producción de la planta. Con la información recopilada, se estimó que en el 2013 la producción de agua potable fue de 630 millones de galones diarios (MGD).

Durante el año 2013, la producción de agua potable fluctuó entre 620 MGD y 643 MGD, con una tendencia de decrecimiento durante el año. La reducción en producción se debe a varios factores: los esfuerzos para mejorar la recopilación de datos de producción, el decrecimiento poblacional de los años recientes y los esfuerzos de reducción de pérdida de agua.

**GRÁFICA 6 PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE AAA-2013**



La AEE utiliza diferentes fuentes de agua para suplir las necesidades de agua potable y

generación de electricidad. A continuación se desglosan las fuentes por central:

**TABLA 4 FUENTE DE AGUA POR CENTRAL**

CENTRAL	FUENTE		
	AGUA DE PROCESO	AGUA POTABLE	AGUA DE MAR
Aguirre	Pozo	Pozo	Bahía de Jobos
Costa Sur	Pozo	Pozo	Bahía Guayanilla
Palo Seco	Acueductos	Acueductos	Bahía San Juan
San Juan	Acueductos	Acueductos	Bahía San Juan
Cambalache	Pozo	Acueductos	No aplica
Mayagüez	Acueductos	Acueductos	No aplica

La extracción de agua dulce se mide mediante metros instalados o por diferencia de niveles potencio métricos. En el caso del agua de mar, se obtiene el galonaje total de extracción de agua mediante la capacidad de flujo de las bombas de circulación que son las que extraen el agua de mar. Esto tiene una capacidad fija de galones por hora y, a base del tiempo de operación, se calcula el galonaje total por día. El caudal que se extrae de agua de mar se utiliza para propósitos de enfriamiento (condensación del vapor en el condensador) y se descarga al ambiente a una temperatura más alta (aguas termales). Esta agua para enfriamiento no entra en contacto con aguas de proceso ni se consume. El sistema es de un solo paso (once-through) cuyo flujo de succión adquiere temperatura y descarga el mismo flujo al cuerpo de agua.

La Tabla 5, a continuación, indica la cantidad de galones de agua que se utilizaron en las centrales generatrices desde el 2007 al 2010, por fuente.

GRÁFICA 7 CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES

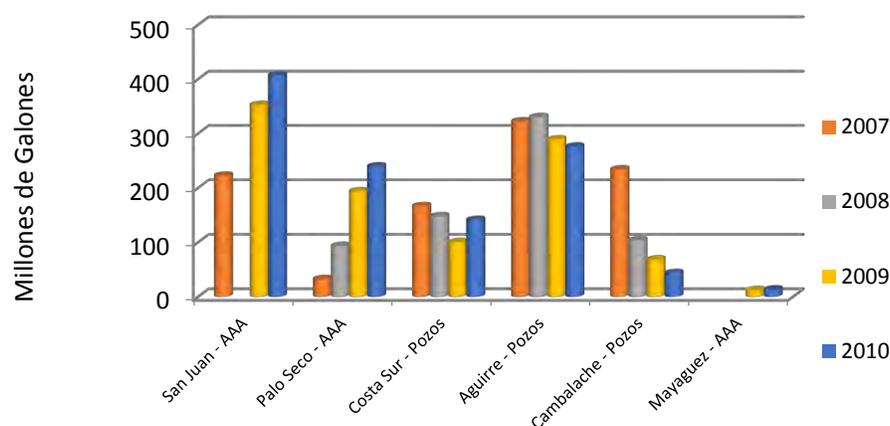


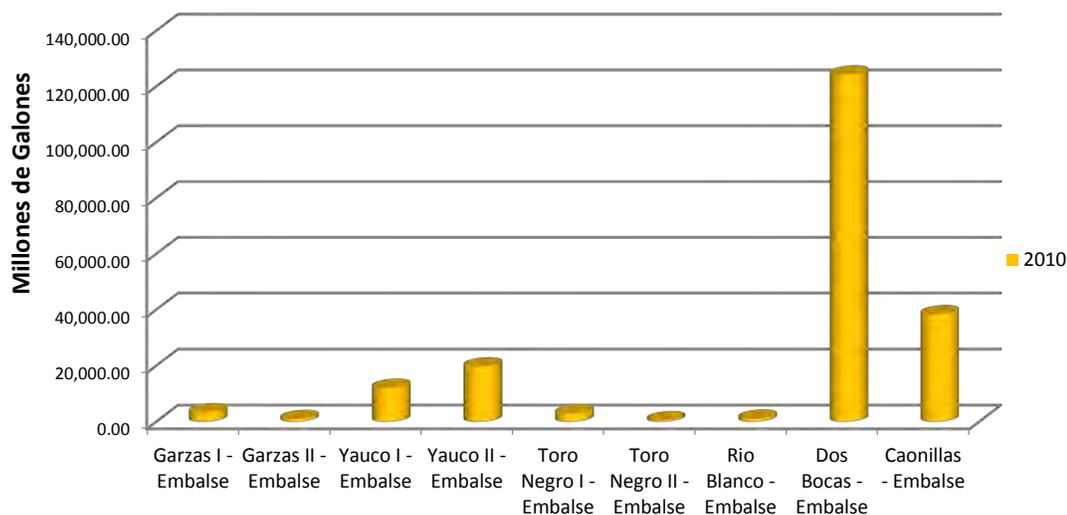
TABLA 5 CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES 2007-2010

CENTRAL	FUENTE	MILLONES DE GALONES-2007	MILLONES DE GALONES-2008	MILLONES DE GALONES-2009	MILLONES DE GALONES 2010
San Juan	AAA	222.014	No disponible	352.25	406.9
	Bahía de San Juan	201,164.34	187,902.04	194,187.4	183,822.55
Palo Seco <sup>5</sup>	AAA	32.08	93.02	193.4	239.2
	Bahía Boca Vieja	3,716.78	36,396.43	133,078.6	220,719.6
Costa Sur	Pozo	166.06	147.58	99.94	140.91
	Bahía Guayanilla	259,535.30	246,291.21	189,173.4	215,353.62
Aguirre	Pozo	321.94	329.94	288.96	275.6
	Bahía de Jobos	217,955.20	202,810.5	222,196	205,743
Cambalache	Pozo	233.64	103.86	68.38	43.23
Mayagüez	Acueductos	N/A	No disponible	12	13.2

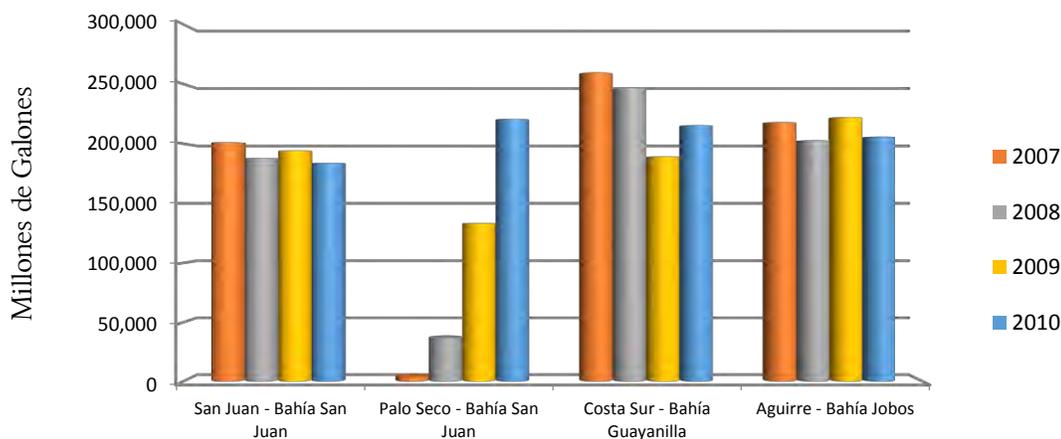
<sup>4</sup> Cantidad que consta de la producción de la planta desmineralizadora, regeneraciones y consumo de agua en las torres de enfriamiento.

<sup>5</sup> La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008.

GRÁFICA 8 CONSUMO DE AGUA CENTRAL HIDROELÉCTRICAS



GRÁFICA 9 EXTRACCIÓN AGUA DE MAR



Análisis

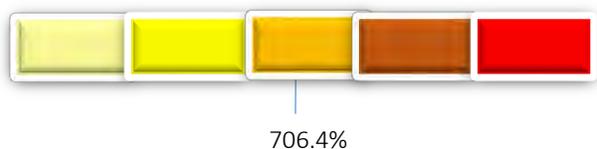
Durante el periodo presentado en este informe (2007 – 2010) se destaca el hecho de que el consumo de agua fresca aumentó en las centrales del norte (San Juan y Palo Seco). Esto obedece a que la Central Palo Seco alcanzó su nivel de producción energética normal y la Central San Juan operó por mayor tiempo las unidades 5 y 6.

Por su parte, el consumo en la Central Aguirre disminuyó, debido a la condición del acuífero del sur y la manera de operar la central en la red de la AEE (regulación de carga). Las Centrales Cambalache y Mayagüez operaron menos tiempo debido a que utilizan como combustible destilado liviano 2, el cual es más costoso.

Durante el año 2010, la extracción de agua de mar disminuyó levemente para la Central San Juan y el Complejo Aguirre, manteniéndose en los niveles históricos típicos. Sin embargo, respecto a la Central Costa Sur, esta actividad aumentó en comparación con el 2009. En el caso de la Central Palo Seco, la extracción de agua de mar, aumentó significativamente debido a que la instalación alcanzó su nivel de producción energética normal.

La tendencia que muestra el indicador para el 2010 en cuanto a la extracción de agua fresca, cuya fuente es la AAA o pozo, es variable y requiere ver cada caso en sus méritos. Cualquier incremento reflejado en la Central San Juan se debe a la operación de las unidades SJ-5 y SJ-6. Estas utilizan agua para el proceso de generación y para el control de emisiones de NOx. La Central Palo Seco refleja un aumento en consumo debido a que se normalizaron las operaciones de las unidades. En el caso de la Central Costa Sur, la extracción de agua fresca aumentó debido a un incremento en el despacho de las unidades generatrices. La Central Aguirre refleja una leve reducción para este año, en comparación con el año anterior, el cual se puede asociar con la variabilidad en la generación de energía eléctrica.

Benchmark



Los límites para la extracción de agua fresca de los pozos los establece el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) o mediante el otorgamiento de franquicias de agua. En las franquicias se establecen los límites de extracción total por instalación y los análisis de

calidad de agua requeridos para verificar posible intrusión salina o contaminación al acuífero.

Por su parte, los límites para la extracción de agua de mar los establece la Agencia de Protección Ambiental federal (EPA) mediante los permisos de descarga (NPDES) para cada instalación. Además, la ley de Agua Limpia establece estándares, que se incluyen en los permisos de descarga NPDES de las centrales generatrices, para evitar el entrampamiento e incrustación de especies marinas por la extracción de agua de mar.

Se utilizó como BM el dato del año 2005 (706.4mgd) como año base (dato obtenido del Plan Integral de Recursos de Agua). Este dato representa las proyecciones de necesidades de producción para todos los usos de agua extractivos del País, donde se incluyen requerimientos de producción del sector servido por la AAA, residencial auto abastecido, de las industrias auto abastecidas y el sector agrícola.

Limitaciones del Indicador

El indicador utilizado en el presente informe, tiene varias limitaciones. Una de estas, es que carece de datos cuantificable con respecto al agua de mar, toda vez las cantidades utilizadas son estimadas basadas en el uso de las bombas de extracción. De igual forma, la falta de medidores de flujo en algunas facilidades limitan la posibilidad de precisar la cantidad de extracción en el cuerpo de agua.

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

La AEE tiene proyectos en proceso para mejorar el estado en que se encuentra el recurso de agua fresca.

Durante el año fiscal entrante la AEE estará comenzando el desarrollo del proyecto para el Complejo Aguirre que incluye la reutilización de las aguas de proceso, lo que reducirá el consumo de agua y el suplido de agua cruda al Complejo desde el Canal de Riego del Lago Patillas, reduciéndose significativamente la extracción de agua de pozos para estos fines y evitándose la extracción de agua fresca del acuífero del sur, ya que se utilizarán como sistema de resguardo. De esta manera, se está contribuyendo a que se restaure el acuífero. Este proyecto se divide en varias etapas y conlleva una planta de ultrafiltración y osmosis a la inversa. Para este proyecto se obtuvieron fondos federales asignados al Programa State Revolving Fund para el 2010, administrado por la JCA.

La Central Costa Sur utiliza como fuente de agua fresca el efluente de la planta destiladora de la Cogeneradora Ecoeléctrica. Esta acción disminuyó la extracción de agua del acuífero.

Para las Centrales San Juan y Palo Seco, actualmente se analizan opciones para reutilizar las aguas de proceso, reduciendo así el consumo de agua. Este esfuerzo se completó en su etapa de diseño.

En términos de la producción de agua potable, la tendencia ha reflejado una reducción en la producción. Actualmente la AAA lleva a cabo un programa agresivo para la reducción de pérdidas de agua y para concienciar a la población sobre la conservación de agua.

Además, se lleva a cabo varios proyectos para la instalación y recopilación automática de datos de producción en las plantas de filtración de mayor producción en la Isla. Este proyecto permitirá tener una certeza mayor en los datos de producción.

---

### INDICADOR: CANTIDAD DE POZOS CONTAMINADOS (INTRUSIÓN SALINA, VOC, ETC.) (TIPO I)

---



---

#### Descripción del Indicador

---

Por medio de este indicador se determinará la cantidad de pozos contaminados que no pueden ser utilizados como fuente de abasto de agua potable sin previo tratamiento del agua extraída.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

La JCA categoriza este indicador de Tipo I, data adecuada disponible, generada por monitoria constante a través de la Red de Monitoria de Aguas Subterráneas. Se monitorean ochenta pozos operados por la AAA para proveer agua potable a los usuarios del sistema público de agua potable con una frecuencia de muestreo anual.

Los datos de estas monitorias están disponibles en el Oficina de Evaluación y Planificación Ambiental de la JCA y en la base de datos electrónica nacional de la EPA conocida como STORET en la siguiente dirección: [www.epa.gov/STORET](http://www.epa.gov/STORET).

Para este indicador, los parámetros considerados son orgánicos volátiles (VOC's), compuestos orgánicos semivolátiles (SVOC's), patógenos (bacterias coniformes fecales y totales), metales (tales como: aluminio, manganeso, cadmio, plata, antimonio, níquel, cromo, arsénico, y berilio) y plaguicidas. Los resultados de análisis para cada

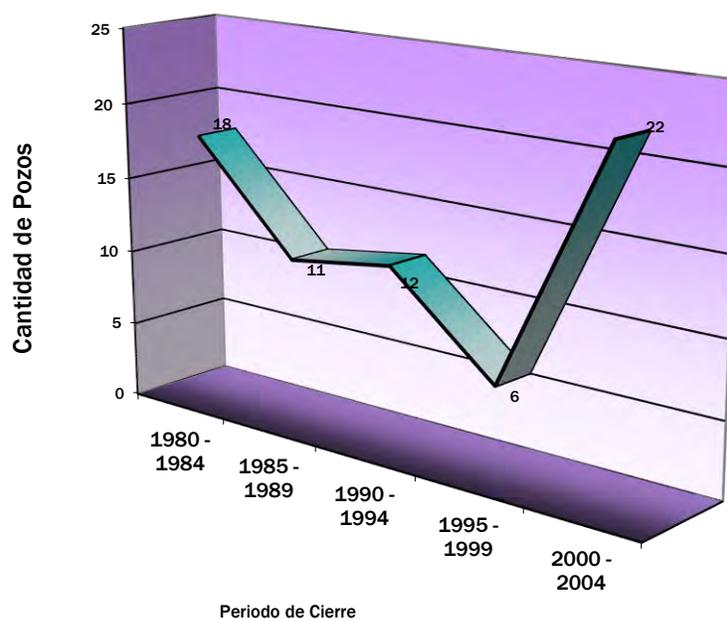
uno de los pozos monitoreados son comparados con los estándares de calidad de agua establecidos en el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua promulgado por la JCA. Esto resultará en la cantidad de pozos no aptos como fuente de abasto de agua potable en Puerto Rico.

Para el Departamento de Salud (DS), la concentración de los contaminantes es medida por métodos analíticos aprobados para agua potable, los cuales pueden ser diferentes a los métodos utilizados para muestras ambientales. Los resultados obtenidos de los análisis del agua

potable se comparan con los niveles máximos de contaminantes (MCL) regulados en agua potable. En el caso de las muestras ambientales, los resultados son comparados con los estándares de calidad de agua aplicables, muchas veces son idénticos a los MCL aplicables al agua potable.

El DS mantiene una lista de pozos cerrados por contaminación en los últimos años. La Gráfica 10, que se incluye, muestra la tendencia sobre los pozos que han sido cerrados por contaminación. La mayoría de estos pozos han sido contaminados con VOC y nitratos.

GRÁFICA 10 POZOS CERRADOS POR CONTAMINACIÓN



El siguiente mapa muestra los pozos contaminados por Municipio.

GRÁFICA 11 MAPA ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS



El DS, en virtud de la Ley Núm. 5 del 21 de julio de 1977, (Ley Para Proteger la Pureza de las Aguas Potables de Puerto Rico) y de su primacía en Puerto Rico y su responsabilidad primaria de fiscalizar y de hacer cumplir la Ley Federal de Agua Potable Segura (Safe Drinking Water Act) (SDWA), 42 U.S.C Sec 300 (f), así como de la reglamentación promulgada al amparo del SDWA, Título 40 del Código de Regulación Federal, Partes 141, 142 y 143, mantiene vigilancia del cumplimiento con los niveles máximos de contaminantes en agua potable, promulgados por la EPA, en todos los sistemas públicos de agua potable de Puerto Rico.

El nivel máximo de contaminante (MCL, por sus siglas en inglés) en agua potable significa el nivel máximo permisible de un contaminante en agua el cual es distribuido a cualquier usuario de un sistema público de agua. La EPA ha establecido MCLs para

contaminantes biológicos, químicos (orgánicos e inorgánicos), radiológicos y físicos. La reglamentación de agua potable establece la frecuencia, lugar, cantidad de muestras, método de colección y método analítico a ser utilizado en los análisis de los contaminantes regulados en agua potable. Los resultados obtenidos de los análisis del agua potable se comparan con los niveles máximos de contaminantes (MCL) regulados en agua potable y la determinación de cumplimiento estipulada en la reglamentación.

#### Limitaciones

1. Un factor limitante es el hecho de que los contaminantes que se muestrean, y para los cuales se mantiene la mayor parte de la vigilancia, son aquellos que están regulados en agua potable y para los cuales hay MCL. El DS cuenta con la Orden Administrativa 2009-546-09 el cual

establece una Guía para Contaminantes Orgánicos No Regulados en Agua Potable en los Sistemas de Agua Potable de Puerto Rico.

2. Una vez el pozo queda fuera de operación cesa la vigilancia de las concentraciones del contaminante.

---

#### Conclusiones y Recomendaciones

---

1. Crear un inventario interagencial (JCA, DS, DRNA y AAA) de pozos contaminados.
2. Mejorar el flujo de información interagencial sobre el cierre de pozos por contaminación.
3. Crear una base de datos donde puedan observarse tendencias en el aumento de concentración de contaminantes en agua antes que alcancen los niveles máximos permitidos.
4. Delinear áreas potenciales de contaminación para aumentar la vigilancia de muestreo.



---

## SUELO

---

ASUNTO: USO DE SUELO

---

---

### INDICADOR: CANTIDAD DE EMERGENCIAS AMBIENTALES (TIPO I)

---

---

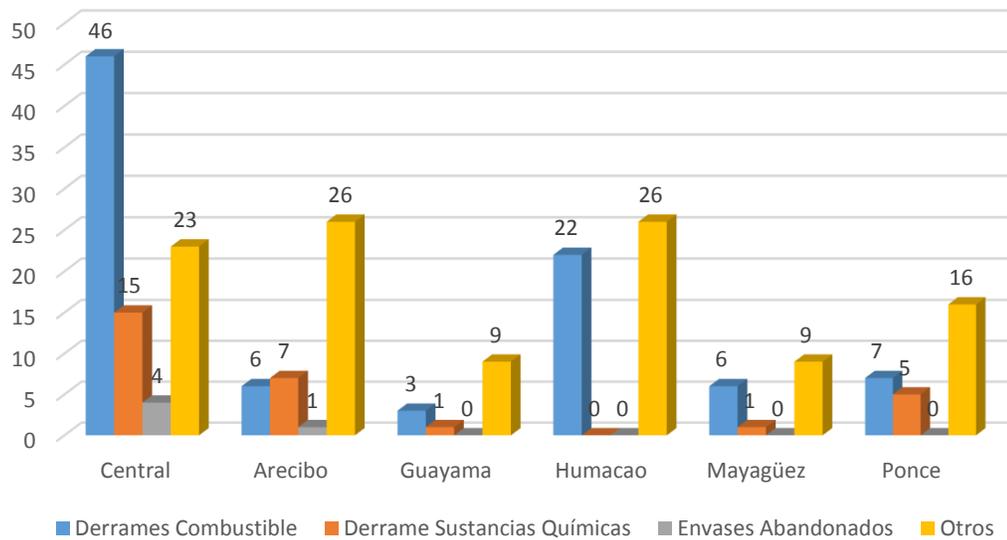
#### Descripción del Indicador

---

El manejo de materiales o sustancias peligrosas es una actividad que puede ocasionar incidentes tales como derrames, descargas, escapes, filtraciones, detonaciones o accidentes. Estos eventos representan un serio riesgo a la salud pública y el ambiente debido a que tienen el potencial de contaminar con constituyentes tóxicos todos los medios ambientales, en especial, los terrenos y las aguas subterráneas.

La contaminación de estos medios, la cual tiene un impacto significativo sobre su disponibilidad y aprovechamiento, es de suma preocupación debido, entre otras razones, a que son recursos escasos y no renovables; su calidad, abasto y conservación resultan esenciales para mantener la salud pública y sostener la biodiversidad; y constituyen la infraestructura ambiental primaria para el desarrollo socioeconómico del país. Mediante este indicador se puede determinar el grado de ocurrencia de emergencias ambientales y así poder evaluar el posible riesgo a la salud pública y al ambiente al que el país estaría expuesto bajo diferentes escenarios.

GRÁFICA 12 EMERGENCIAS ATENDIDAS EN EL AÑO 2013



### Consideraciones Técnicas

La cantidad de incidentes ambientales en Puerto Rico se mide mediante la sumatoria de los incidentes registrados anualmente. La Gráfica 9 incluye los incidentes clasificados como emergencias ambientales durante el año 2013 por tipo de incidente y por la Oficina Regional de la JCA que los atendió.

Estos datos muestran que los incidentes ambientales en Puerto Rico son ocasionados mayormente por derrames de combustible, aceite usado y por olores objetables. El promedio de incidentes reportados refleja una mayor incidencia en el área que cubre la Oficina Central de la JCA. Podemos atribuir esto a que la mayoría de los materiales considerados peligrosos entran a través de los muelles que ubican en la zona de San Juan. Se añade además que las distribuidoras de derivados de petróleos como gasolina, diésel y “jet fuel”, entre otros, se encuentran ubicadas entre las zonas de San Juan, Bayamón, Cataño y Guaynabo. De otra

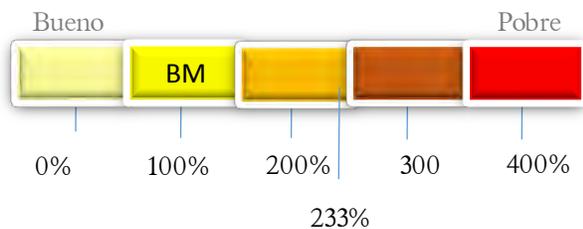
parte, una cantidad significativa de los incidentes reportados como olores objetables están asociados a las escuelas. La investigación de estos casos refleja que estos problemas se deben al pobre mantenimiento a las trampas de grasas, pozos sépticos, tubería sanitaria, entre otros, al inicio de cada semestre escolar.

Por otro lado, existen variables que inciden directa o indirectamente sobre los medios ambientales. Estas variables son el aumento poblacional y su densidad que, junto a la actividad económica y la movilización social, promueven un aumento en el sector de transportación. Se puede suponer que este aumento en la demanda por la transportación y su correspondiente consumo de combustibles podría causar un aumento en el riesgo de incidentes ambientales durante el manejo y acarreo de estas sustancias.

### Limitaciones del Indicador

El factor limitante de este indicador es que los datos que se presentan son a base de los incidentes registrados, por lo que no se establece la magnitud de esos incidentes. Esto dificulta el establecer cuáles de estos incidentes han causado un impacto ambiental y cuáles son incidentes menores con un impacto menos agresivo hacia la salud pública y el ambiente.

### Benchmark<sup>6</sup> (BM)



### Conclusiones y Recomendaciones

Puerto Rico es sumamente sensible a eventos que contaminan los terrenos y atentan contra la salud pública. Sus características geográficas y densidad poblacional, sumadas a la intensidad de las actividades comerciales, industriales y de transportación, las cuales manejan cantidades significativas de estos materiales, lo hacen altamente vulnerable a incidentes de esta naturaleza. Prácticas inadecuadas de manejo, accidentes, falta de controles ambientales, descargas ilegales, materiales abandonados o falta de recursos financieros para atender limpiezas ambientales representan las principales causas de los terrenos contaminados en Puerto Rico. Los eventos de emergencias,

<sup>6</sup> Se adopta discrecionalmente el rango de 0 a 100 como una referencia favorable en términos de incidentes considerados como emergencias ambientales.

por su naturaleza, muchas veces son impredecibles, no obstante, resulta necesario mantener prácticas de educación, procedimientos adecuados y medidas de prevención en las áreas de trabajo que manejan sustancias peligrosas a fin de reducir los riesgos asociados a estos eventos. También debe implantarse un programa rutinario de inspección de la infraestructura e instalaciones asociadas a sustancias peligrosas de manera que se pueda detectar oportunamente posibles fallas o causas que puedan desembocar en una emergencia ambiental.

### INDICADOR: CUMPLIMIENTO AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE RELLENO SANITARIO (TIPO I)

#### Descripción del Indicador

Este indicador está dirigido a medir la condición de los Sistemas de Relleno Sanitario (SRS) en operación en términos de su cumplimiento con la reglamentación estatal y federal aplicable. Por medio del mismo, podemos conocer el desempeño ambiental y operacional de estas instalaciones, lo que nos ofrece una idea más clara de cuán preparado se encuentra el país para enfrentar los retos asociados al manejo de los desperdicios sólidos no peligrosos, y en especial, en cuanto a la necesidad de infraestructura para su adecuada disposición. Además, nos permite ponderar los posibles riesgos ambientales y de salud pública que estas instalaciones pudiesen representar si no son operadas correctamente.

### Consideraciones Técnicas

Para el desarrollo de este indicador se tomaron datos e información de las siguientes fuentes:

- Inspecciones realizadas por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) a los SRS durante el año 2013
- Expediente de cada SRS en la JCA

La JCA tiene el deber ministerial de velar por el fiel cumplimiento de la reglamentación vigente que rige la operación diaria de los SRS. Para cumplir con este deber, se precisa estudiar el estado en que se encuentran los SRS y sus operaciones y establecer un proceso de medición. Para ello es necesario establecer unas categorías que permitan clasificar la condición operacional de cada instalación y tener un criterio para comparar unas con otras. Las categorías adoptadas son satisfactorio, regular y pobre, las cuales corresponden a las utilizadas en informes rendidos por la JCA en el pasado. Es importante resaltar que las categorías comprenden unos requisitos reglamentarios mínimos, considerados esenciales para salvaguardar la salud pública y el medio ambiente. Sin embargo, cabe aclarar que estos requisitos no constituyen la totalidad de los criterios y requerimientos establecidos en la reglamentación estatal y federal. A continuación se presentan los requisitos de cada categoría:

**Satisfactorio** - cualquier SRS que cumpla, como mínimo, con los siguientes requisitos:

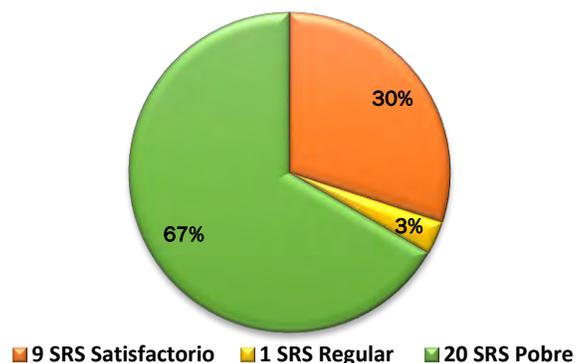
1. Cubrir los desperdicios diariamente con seis pulgadas de material de relleno.

2. Tener el personal adiestrado y el equipo necesario para la operación del SRS.
3. Sistema de control de escorrentías de aflujo y eflujo.
4. Sistema de control de lixiviados.
5. Instalación de pozos de monitoria de aguas subterráneas.
6. Cumplimiento con los requerimientos de acceso, registro de entrada e inspección de los desperdicios recibidos al azar.

**Regular** - es aquella instalación que, como mínimo, cumple con los incisos 1, 2 y 6 de la categoría de Satisfactorio: cubierta diaria, personal adiestrado y actividades de cumplimiento.

**Pobre** - cualquier SRS que no cumpla con alguno de los requerimientos mínimos establecidos en la categoría de Regular.

**GRÁFICA 13 CONDICIÓN DE LOS SRS EN OPERACIÓN, POR CATEGORÍA**



La Gráfica 13 de este indicador revela que un tercio de los SRS en Puerto Rico están clasificados en la categoría de “Satisfactorio”.

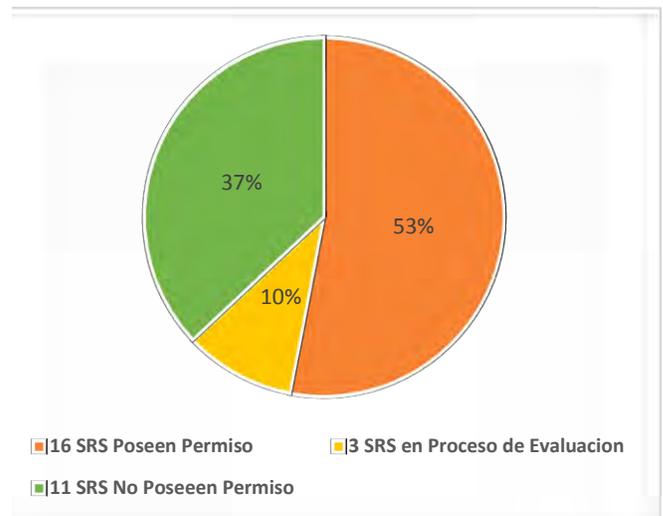
Esta clasificación no significa que estos SRS cumplen con la totalidad de los requisitos del Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos (RMDSNP) o el Subtítulo D de la Ley Federal de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA, por sus siglas en inglés), más bien establece que dichas instalaciones cumplen con unos requisitos mínimos de acuerdo a los criterios establecidos para este indicador. Asimismo, la Gráfica 13 refleja que dos tercios de los SRS exhiben una condición operacional “Pobre”. También hay poco más de un tercio de los SRS que no cuentan con un permiso de operación vigente, mientras que poco más de la mitad de los SRS tiene permiso de operación (Gráfica 14). La décima parte restante de los SRS se encuentran bajo evaluación o han solicitado una renovación de su permiso de operación.

De los parámetros observados, surge que el requisito de aplicación de cubierta diaria es el aspecto más cumplido por dos tercios de los SRS (Gráfica 15). Ello puede atribuirse a que es un elemento visible, que incide en los olores que provienen de la instalación y que tiene un costo menor en comparación con otros controles de ingeniería requeridos a los SRS. La instalación de un “liner” o revestimiento geo-sintético es un criterio esencial pues esta capa de material sirve como barrera a los lixiviados que se generan en el SRS, y evita que los lixiviados y sus componentes migren a acuíferos y cuerpos de agua (Gráfica 16). No obstante, dos tercios de los SRS cuentan con un sistema de recolección de lixiviados, lo cual es positivo en comparación con otros requisitos reglamentarios (Gráfica 17).

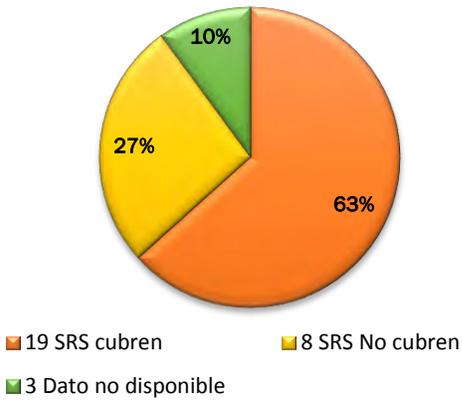
Los datos recopilados por la JCA reflejan un rezago en cuanto al requisito de sistemas de monitoria. Solamente la mitad de los SRS en Puerto Rico poseen un sistema de monitoria de

aguas subterráneas (Gráfica 18). Dos tercios de los SRS no cuentan con un sistema de monitoria de gases, por lo que se presume que estos gases están siendo liberados al ambiente, contribuyendo por consiguiente al fenómeno del cambio climático. (Gráfica 19).

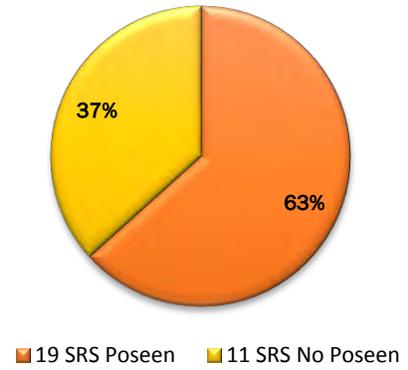
**GRÁFICA 14 CUMPLIMIENTO CON PERMISO DE OPERACIÓN**



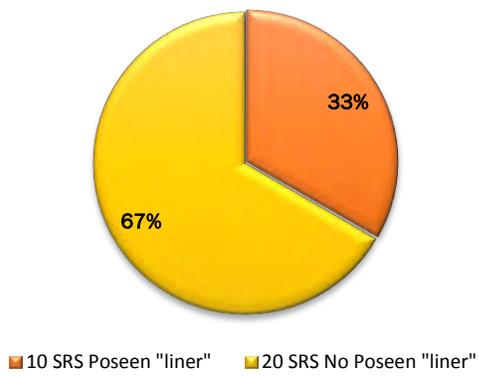
GRÁFICA 15 CUBIERTA DIARIA DE DESPERDICIOS



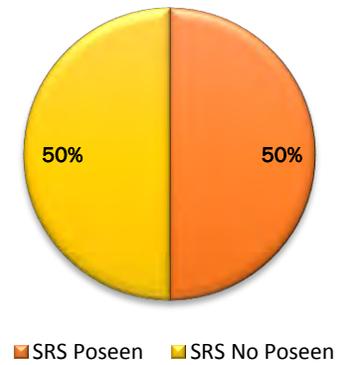
GRÁFICA 17 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS



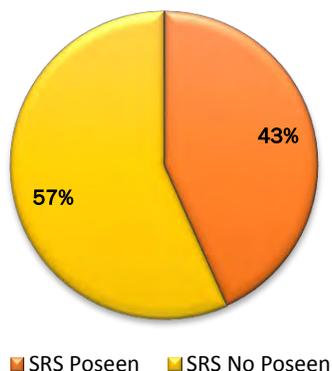
GRÁFICA 16 SISTEMA DE RELLENO SANITARIO



GRÁFICA 18 SISTEMA DE MONITORIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



**GRÁFICA 19 SISTEMA DE MONITORIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

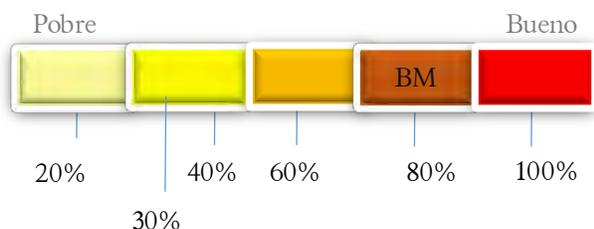


**Limitaciones del Indicador**

Medir adecuadamente el cumplimiento con la reglamentación ambiental de los SRS en Puerto Rico presenta varias limitaciones, entre estas podemos destacar las siguientes:

- La frecuencia en que se realizan las inspecciones de cumplimiento.
- La cantidad limitada de oficiales de cumplimiento e inspectores para desempeñar tareas esenciales (e.g. inspecciones de campo, evaluación de datos recopilados en el campo, evaluación de planes de cierre y post-cierre, evaluación de planes de monitoria y resultados de análisis)

**Benchmark (BM)**



Nota: Se establece como Benchmark que al menos un 80% de los SRS en la Isla operen de forma Satisfactoria según los criterios esbozados en este indicador.

**Conclusiones y Recomendaciones**

Según los datos reunidos en este indicador, el 67% de los SRS en operación en Puerto Rico se encuentran en condiciones inaceptables para el medioambiente y la salud humana. Veinte SRS, de los treinta que fueron inspeccionados, no cumplen con los requisitos mínimos delineados por este indicador y que forman parte del RMDSNP. Solo un 30% de los SRS en Puerto Rico mantiene una operación apropiada, cumpliendo con controles básicos de ingeniería ambiental. No obstante, es importante destacar que aun cuando existan instalaciones clasificadas como satisfactorias, no es un indicativo de que las mismas cumplen a cabalidad con los requisitos establecidos en el RMDSNP y/o el Subtítulo D de RCRA.

Datos estadísticos sobre el incumplimiento de los SRS en operación, han demostrado que por años, la mayoría de los SRS han operado en violación a los requisitos establecidos en el RMDSNP. Estos datos reflejan que desde el año 2005 al 2013, se ha duplicado la cantidad de SRS clasificados como Pobre. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de que las instalaciones demuestren mayor cumplimiento con requisitos mínimos reglamentarios y la necesidad de recursos para aumentar la fiscalización por parte de la JCA. Al mismo tiempo, resulta necesaria la planificación e integración de otras alternativas para el manejo y disposición de los desperdicios sólidos no peligrosos, tales como: la reducción, el reuso, el reciclaje, y la adopción de nuevas tecnologías para el manejo y disposición de los desperdicios sólidos que demuestren su viabilidad ambiental, económica y social.

Actualmente, la Isla cuenta con 1,884 cuerdas de terreno disponibles para la disposición de desperdicios sólidos. De estas, 563 cuerdas se encuentran dentro de la huella de los SRS existentes pero que todavía no han sido impactadas o están dentro de la vida útil del SRS. Aproximadamente el 50% del espacio disponible en los SRS es colindante con áreas residenciales (983 cuerdas), cerca del 25% (501 cuerdas) se encuentran en la zona kárstica y alrededor del 35% (706 cuerdas) se encuentran ubicadas cerca de ríos, quebradas, humedales y/o manglares. Al evaluar la ubicación de nuevas instalaciones o expansiones de aquellas existentes, la reglamentación aplicable exige considerar las características hidrogeológicas y las condiciones ambientales presentes en el lugar.

De la información recopilada por el personal de la JCA durante el año 2013, se desprende que en Puerto Rico se disponen cerca de cinco libras diarias de basura por habitante, lo que constituye cerca de 8,500 toneladas diarias de desperdicios sólidos municipales en la Isla. Aproximadamente un 90% de los desperdicios generados terminan enterrados en los SRS si se toma como base que solo el 10.4% de los desperdicios generados en Puerto Rico son reciclados. Esto ha provocado que muchas de las instalaciones no cuenten con la capacidad operacional para manejar la cantidad de los desperdicios que reciben, acortándose considerablemente su vida útil. Según datos generados por la JCA, de continuar el patrón actual de generación y disposición de desperdicios sólidos, solo siete SRS contarán con una vida útil mayor de diez años. Es decir, a mediano y largo plazo Puerto Rico no cuenta con la capacidad e infraestructura necesaria para satisfacer el patrón actual de generación y disposición de los desperdicios sólidos municipales.

Basado en los hallazgos mencionados, a continuación se presentan unas recomendaciones dirigidas a mejorar el cumplimiento ambiental de los SRS:

- El manejo adecuado de desperdicios sólidos es un asunto vital para la sana convivencia y el buen funcionamiento de una sociedad. Por ello, debe atenderse no solo como un problema ambiental y municipal, como tradicionalmente se ha tratado, sino también como un asunto de carencia de infraestructura pública esencial.
- Aumentar las actividades de fiscalización por parte del gobierno estatal e inspeccionar periódicamente (de uno a tres meses) las instalaciones.
- Mantener comunicación continua con los Alcaldes y la comunidad regulada para contar con información actualizada de la operación de cada una de las instalaciones y conocer las necesidades particulares de cada municipio.
- Limitar la cantidad de desperdicios a depositarse en los SRS que cuenten con menos de cinco años de vida útil, y simultáneamente requerir a los municipios la implantación de programas agresivos de reducción, desvío y reciclaje de los desperdicios. Estos programas son una fuente potencial de empleos directos e indirectos, e ingresos para las arcas municipales.
- Requerir planes de cumplimiento a aquellas instalaciones con clasificaciones de “Pobre” y “Regular”.

- Establecer procesos de cierre con todos los SRS que representen un riesgo a la salud humana y al medio ambiente y que no puedan cumplir con los criterios básicos de operación y viabilidad económica.
- Requerir actividades de cierre en las celdas que lleven más de un año sin utilizarse. En caso de que eventualmente el dueño u operador decida reutilizarlas, deberá someter ante la JCA los planes futuros para dicha celda.
- Crear programas computadorizados que cuantifiquen automáticamente indicadores como la vida útil de cada instalación según las cantidades reportadas mensualmente. De esta manera se puede mantener más fácilmente un registro de las actividades llevadas a cabo y monitorear la situación de los SRS.
- Actualizar el Reglamento para el Manejo de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos, el cual no ha sido revisado desde el 1997.
- Identificación y asignación de fondos en coordinación con la Oficina de Gerencia y Presupuesto para fortalecer las labores de inspección y cumplimiento por parte de la JCA.
- Promover un diálogo y esfuerzo multisectorial incluyendo a los municipios, los operadores de SRS y entidades reguladas, las comunidades, el sector comercial e industrial, organizaciones sin fines de lucro, la academia, entre otros, para generar una solución integrada al manejo de desperdicios sólidos en Puerto Rico.

INDICADOR: DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS (TIPO II)

Descripción del Indicador

Este indicador va dirigido a medir la cantidad de desperdicios peligrosos que se disponen en y fuera de Puerto Rico por las industrias clasificadas como Instalaciones de Tratamiento Almacenamiento y Disposición (TSD, por sus siglas en inglés). La importancia de este indicador es que podemos determinar la capacidad que tiene la Isla para disponer de los mismos y el destino final de los desperdicios peligrosos que se disponen fuera de la Isla.

Consideraciones Técnicas

Los datos para el estudio y análisis de este indicador son tomados del Informe Bienal sobre Desperdicios Peligrosos publicado por la EPA, los cuales son rendidos por todas las entidades en Puerto Rico clasificadas como:

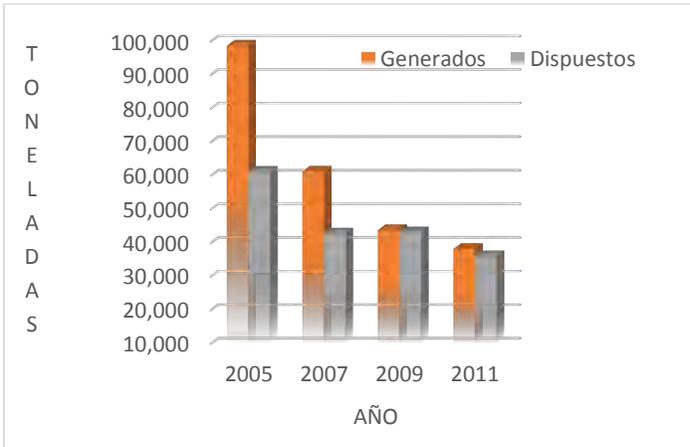
- Grandes Generadores de Desperdicios Peligrosos (entidades que generan 2,200 lbs. (1,000 Kg.) o más mensuales)
- Instalaciones de Tratamiento, Almacenaje y Disposición de Desperdicios Peligrosos

El Informe Bienal recoge la cantidad, naturaleza y métodos de disposición de los desperdicios peligrosos generados o manejados en las áreas bajo la jurisdicción de la EPA y es sometido electrónicamente a ellos. Para el caso de Puerto Rico, copia de los reportes bienales son sometidos a la JCA cada primero de marzo de cada año par, ya que es un requisito reglamentario. Los mismos se evalúan para verificar que estén completos y verificar que hayan sido sometidos electrónicamente a la

EPA. Finalmente estos reportes son consolidados por la EPA en el documento "National Biennial RCRA Hazardous Waste Report". Para los efectos de este indicador, se utilizaron de referencia los datos de los Informes Bienales sobre los Desperdicios Peligrosos de los años 2005 al 2011.

La Gráfica 20 ilustra la cantidad de desperdicios generados vs desperdicios dispuestos y/o manejados incluyendo los que son enviados fuera de Puerto Rico.

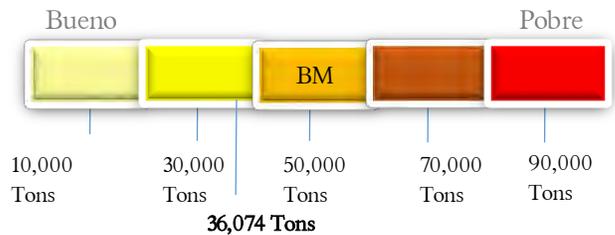
**GRÁFICA 20 CANTIDAD DE DESPERDICIOS GENERADOS VS DESPERDICIOS DISPUESTOS**



Para el 2011 de un total de 38,256 toneladas de desperdicios peligrosos generados se manejaron o dispusieron fuera de la Isla 36,074 para un 94% de disposición, en el 2009, de un total de 43,833 toneladas generadas se manejaron o dispusieron 43,194 para un 97% de disposición. Esta drástica reducción con respecto a los años 2005 y 2007 en donde hay una disposición de 62%- y 70%, respectivamente, puede ser producto de que la única facilidad comercial en Puerto Rico ha disminuido considerablemente

sus operaciones de manejo, por lo que las cantidades que se reportaban como dispuestas o manejadas en la Isla, actualmente son transferidas por esta facilidad. Estas operaciones se consideraban un método de disposición o manejo y actualmente son las que prevalecen, por lo tanto este indicador evidencia que para el 2009 y el 2011, prácticamente todos los desperdicios peligrosos están siendo manejados fuera de la Isla.

Benchmark <sup>7</sup> (BM)



Limitaciones del Indicador

Entre las limitaciones de este indicador y su método de análisis se encuentra el que, al basarse en un informe bienal, no se puede presentar una secuencia anual de los datos. Por otro lado, los datos del Informe Bienal no incluyen las cantidades dispuestas por:

- Pequeños Generadores de Desperdicios Peligrosos (entidades que generan entre 220 lbs. (100 Kg.) a 2,200 lbs. (1,000 Kg.) al mes).
- Generadores Condicionalmente Exentos (entidades que generan hasta 220 lbs. (100 Kg.) al mes) que manejan (disponen y/o

<sup>7</sup> Para efectos de este indicador se toma como BM la cifra redondeada de disposición para el 2005. Se escogió ese año como BM ya que cambios en el formato utilizado por la EPA

imposibilitaban hacer comparaciones con Informes Bienales anteriores al 2005.

reclaman) sus desperdicios peligrosos en compañías fuera de Puerto Rico.

A pesar de esta limitación, se debe destacar que las entidades clasificadas como Grandes Generadores y los TSDF constituyen la principal y mayor fuente de manejo de los desperdicios peligrosos en Puerto Rico, por lo que los datos ofrecidos en el Informe Bial arrojan cifras representativas para analizar este indicador.

Otra limitación que debemos indicar es que la información relacionada a los métodos de manejo se ha ido segregando de manera más específica ya que para el año 2009 se eliminaron renglones de métodos de manejo. Por otro lado, aquellos métodos de disposición identificados como tratamiento reportan la cantidad tratada la cual no necesariamente constituye disposición.

**Conclusiones y Recomendaciones**

El comportamiento de la generación y disposición de los desperdicios peligrosos en Puerto Rico se ha visto afectado por los cambios en la reglamentación, exclusión de desperdicios de su clasificación de peligrosos, los planes efectivos de reducción de desperdicios peligrosos implementados por las compañías y hay que destacar que también por el cese de operaciones de compañías generadoras de desperdicios peligrosos.

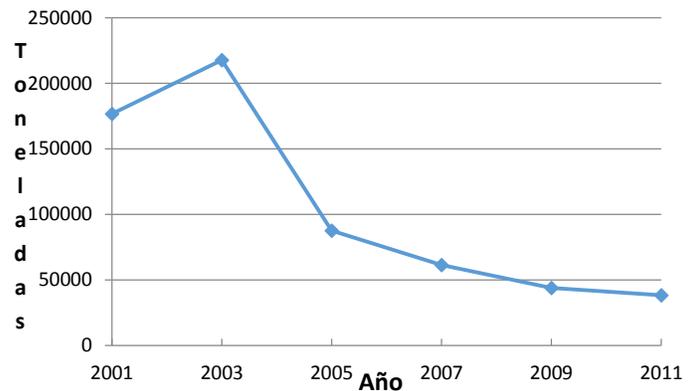
Se recomienda que las compañías clasificadas como grandes generadores de desperdicios peligrosos evalúen sus procesos de manufactura y minimicen el uso de sustancias que al momento de descartarse se conviertan en desperdicios peligrosos y que busquen alternativas de manejo que no resulten en disposición de los mismos.

**INDICADOR: GENERACIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS (TIPO II)**

**Descripción del Indicador**

Este indicador va dirigido a medir la cantidad de desperdicios peligrosos (DP) que se generan en Puerto Rico por las industrias clasificadas como grandes generadores de DP. Conocer la cantidad y tendencia de generación de los DP en Puerto Rico nos ayuda a tener un entendimiento más claro sobre los patrones e intensidad de producción de los sectores industriales que manejan DP, el desenvolvimiento económico del país a nivel industrial y los posibles riesgos que pudiese encarar la ciudadanía si los DP no son manejados adecuadamente. Además, los patrones de generación que exhiban estos desperdicios son una buena herramienta para formular política pública, ponderar la necesidad de infraestructura y desarrollar o mejorar las estrategias para su adecuado manejo.

**GRÁFICA 21 DESPERDICIOS PELIGROSOS GENERADOS**



\*La información de los años 2007, 2009 y 2011 fue actualizada para incluir los desperdicios peligrosos recibidos por facilidades de tratamiento, almacenamiento y disposición, con la finalidad de estimar la generación de Pequeños Generadores y Generadores Condicionalmente Exentos.

### Consideraciones Técnicas

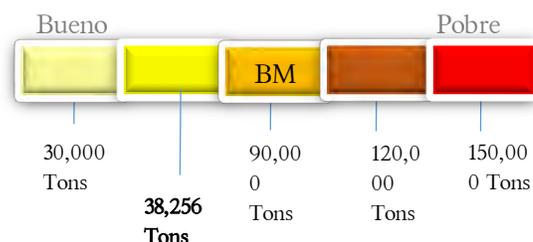
Los datos para el estudio y análisis de este indicador fueron tomados del Informe Bienal Nacional sobre Desperdicios Peligrosos publicado por la EPA, los cuales son rendidos por todas las entidades en Puerto Rico clasificadas como:

- Grandes Generadores de Desperdicios Peligrosos (entidades que generan 2,200 lbs. (1,000 Kg.) o más mensuales)
- Instalaciones de Tratamiento, Almacenaje y Disposición de Desperdicios Peligrosos (TSD, por sus siglas en inglés)

El Informe Bienal recoge la cantidad, naturaleza y métodos de disposición de los desperdicios peligrosos generados o manejados en las áreas bajo la jurisdicción de la EPA. Para el caso de Puerto Rico, los datos presentados son recogidos y tabulados por la JCA por medio de los informes que, por requerimiento reglamentario, le son exigidos presentar cada dos años a las entidades anteriormente descritas. Finalmente, estos informes son consolidados por la EPA en el documento “National Biennial RCRA Hazardous Waste Report”. Para los efectos de este indicador, se utilizaron de referencia los datos de los Informes Bienales sobre los Desperdicios Peligrosos de los años 2001 al 2011.

<sup>8</sup> Para efectos de este indicador se toma como BM la cifra redondeada de generación para el 2005. Se escogió ese año como BM ya que cambios en el formato utilizado por la EPA

### Benchmark <sup>8</sup>(BM)



### Limitaciones del Indicador

Entre las limitaciones de este indicador y su método de análisis se encuentra el que al basarse en un informe bienal no se puede presentar una secuencia anual de los datos. Por otro lado, los datos del Informe Bienal no incluyen las cantidades generadas por:

- Pequeños Generadores de Desperdicios Peligrosos (entidades que generan entre 220 lbs. (100 Kg.) a 2,200 lbs. (1,000 Kg.) al mes).
- Generadores Condicionalmente Exentos (entidades que generan hasta 220 lbs. (100 Kg.) al mes).
- Desperdicios peligrosos generados residencialmente.

No obstante esta limitación, la cantidad de desperdicios peligrosos generada por Pequeños Generadores y Generadores Condicionalmente Exentos puede ser estimada ya que está incluida en la información reportada por las Facilidades de Tratamiento, Almacenamiento y Disposición que operan en la Isla. Se debe destacar que las entidades clasificadas como Grandes Generadores y las Facilidades de Tratamiento,

imposibilitaban hacer comparaciones con Informes Bienales anteriores al 2005.

Almacenamiento y disposición constituyen la principal y mayor fuente de manejo de los desperdicios peligrosos en Puerto Rico, por lo que los datos ofrecidos en el Informe Bial arrojan cifras representativas para analizar este indicador.

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

En Puerto Rico los patrones de generación de desperdicios peligrosos presentan una tendencia irregular en término de volumen generado y de cuántas compañías se comportan como grandes generadores y someten el informe bial. Hay compañías que, estando clasificadas como grandes generadores, por su comportamiento en el año 2011 no estuvieron obligadas a someter el informe y, por otro lado, pequeños generadores que por un evento fortuito sí excedieron la cantidad permitida y se vieron obligados a someter el mismo. Para el año 2009 un total de 94 compañías sometieron el informe bial registrando una generación de 43,833 toneladas de desperdicios peligrosos. Sin embargo, para el 2011 el total de compañías que sometieron el informe fue 83, un 12% menos que para el informe anterior, y la cantidad informada de desperdicios peligrosos para el 2011 disminuyó en un 12% ya que se registraron 5,577 toneladas menos que en el 2009. Este comportamiento de generación pudiese estar afectado por los siguientes factores:

- Cambios en la reglamentación y exclusión de ciertos desperdicios de su clasificación de Desperdicios Peligrosos (“comparable fuels”); recuperación de plata (sustitución de equipo); recuperación de solventes.
- Planes de reducción - los altos costos de manejo (almacenamiento, transportación y disposición) han provocado que las industrias modifiquen procesos logrando

reducir la generación de los desperdicios peligrosos.

- Existen compañías con procesos específicos que, por la naturaleza del mismo, generan una gran cantidad de desperdicios peligrosos en un momento dado y no vuelve a repetirse hasta que lo ameriten necesario (ejemplo: “sandblasting” y procesos de limpieza y/o cese de operaciones)

Además, la JCA adoptó mediante resolución las siguientes Reglas: Regla de Desperdicios Universales, Nueva Definición de Desperdicio Sólido y Regla Para Manejo de Desperdicios de Laboratorios Académicos, las cuales mediante su implementación propician la disminución en la generación de desperdicios peligrosos.

Actualmente, la JCA se encuentra en el proceso de aprobación del borrador “Reglamentación propuesta para Desperdicios Universales” que excluye de la definición de desperdicio sólido peligroso las lámparas fluorescentes, equipo con contenido de mercurio, plaguicidas, y las baterías, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la reglamentación.

Por otro lado, el cierre de compañías clasificadas como grandes generadores de desperdicios peligrosos y la disminución en producción y por consecuencia en generación de desperdicios de otras compañías, se traduce en una disminución en la generación de desperdicios peligrosos.

Entre las recomendaciones hechas a la comunidad regulada para lograr una reducción en el volumen generado de desperdicios peligrosos están las siguientes: implantar planes efectivos de minimización como, por ejemplo, sustitución de productos de limpieza por

productos biodegradables, reducir el inventario o compra de materia prima evitando la expiración de la misma para que no se convierta posteriormente en un desperdicio peligroso, sustitución de equipo, reclamo, recuperación y reuso de solventes y por último, y no menos importante, adiestrar al personal para que maximicen los materiales y recursos disponibles.

**INDICADOR: RECLAMACIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS (TIPO II)**

**Descripción del Indicador**

Este indicador va dirigido a medir la cantidad de desperdicios peligrosos que son recuperados por medio de distintas tecnologías. La importancia radica en que podemos evidenciar que mediante un manejo adecuado podemos reciclar o reclamar desperdicios peligrosos en lugar de disponerlos. Un ejemplo de esto es la recuperación de metales, mezcla de combustibles para generación de energía, re-uso de alcohol por grado de pureza y unidades de tratamiento permitidas.

**Consideraciones Técnicas**

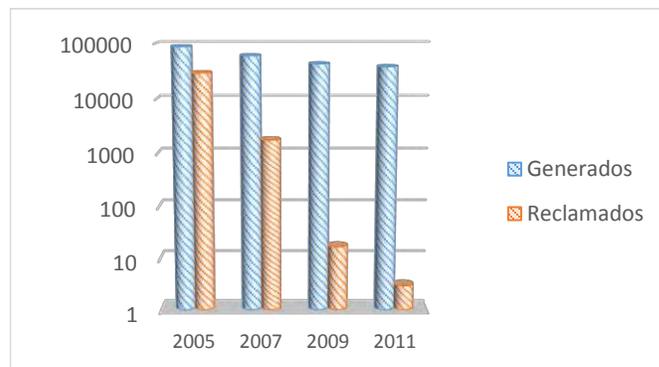
Los datos para el estudio y análisis de este indicador fueron tomados del Informe Bial Nacional sobre Desperdicios Peligrosos publicado por la EPA, los cuales son rendidos por todas las entidades en Puerto Rico clasificadas como:

- Grandes Generadores de Desperdicios Peligrosos (entidades que generan 2,200 lbs. (1,000 Kg.) o más mensuales.

- Instalaciones de Tratamiento, Almacenaje y Disposición de Desperdicios Peligrosos (TSD, por sus siglas en inglés).

El Informe Bial recoge la cantidad, naturaleza y métodos de disposición de los desperdicios peligrosos generados o manejados en las áreas bajo la jurisdicción de la EPA y es sometido electrónicamente a ellos. Para el caso de Puerto Rico, copia de los reportes bienales son sometidos a la JCA cada primero de marzo de cada año par, ya que es un requisito reglamentario. Los mismos se evalúan para verificar que estén completos y verificar que hayan sido sometidos electrónicamente a la EPA. Finalmente estos reportes son consolidados por la EPA en el documento “National Biennial RCRA Hazardous Waste Report”.

**GRÁFICA 22 RECLAMACIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS EN TONELADAS**



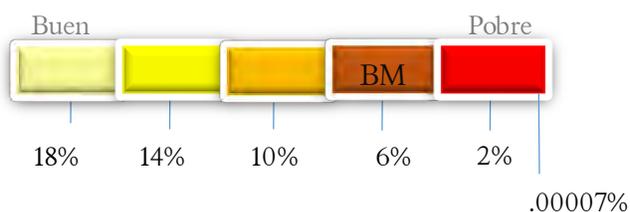
Para los efectos de este indicador, se utilizó de referencia los datos del Informe Bial sobre los Desperdicios Peligrosos de la EPA de los años 2005, 2007, 2009 y 2011. Para el año 2005, de las 87,501 toneladas generadas fueron reclamadas 29,378 para un 34% de reclamo, para el 2007 de 60,041 se reclamaron 1,746 para un 3% de reclamo. Sin embargo, para 2009 de 42,996 se reclamaron 17 y para el 2011 de las

38,256 toneladas generadas de desperdicios peligrosos se reclamaron solamente tres toneladas para un reclamo menor al 1% en ambos periodos.

Este comportamiento de generación y reclamación pudo estar afectado por los siguientes factores:

- Planes de reducción - los altos costos de manejo (almacenamiento, transportación y disposición) han provocado que las industrias modifiquen procesos logrando reducir la generación de los desperdicios peligrosos.
- Compañías que tenían unidades de reclamo y recuperación de solventes y mezcla de combustibles (fuel blending) y/o recuperación de energía cerraron estas unidades de manejo: Ej: Safety Kleen.

Benchmark <sup>9</sup> (BM)



Limitaciones del Indicador

Entre las limitaciones de este indicador y su método de análisis se encuentra el que, al basarse en un informe bienal, no se puede presentar una secuencia anual de los datos. Por otro lado, los datos del Informe Bienal no incluyen las cantidades reclamadas por:

- Pequeños Generadores de Desperdicios Peligrosos: entidades que generan entre 220 lbs. (100 Kg.) a 2,200 lbs. (1,000 Kg.) al mes.
- Generadores Condicionalmente Exentos: entidades que generan hasta 220 lbs. (100 Kg.) al mes, que utilizan facilidades fuera de Puerto Rico para el manejo de sus desperdicios peligrosos.

No obstante esta limitación, la cantidad de desperdicios peligrosos generada por Pequeños Generadores y Generadores Condicionalmente Exentos puede ser estimada ya que es manejada o dispuesta por las Facilidades de Tratamiento, Almacenamiento y Disposición que operan en la Isla. Se debe destacar que las entidades clasificadas como Grandes Generadores y las Facilidades de Tratamiento, Almacenamiento y disposición constituyen la principal y mayor fuente de manejo de los desperdicios peligrosos en Puerto Rico, por lo que los datos ofrecidos en el Informe Bienal arrojan cifras representativas para analizar este indicador.

Otra limitación que debemos indicar es que los métodos de manejo se han ido segregando de manera más específica ya que para el año 2007 estaba identificado como reclamación los renglones de recuperación de solventes, mezcla de solventes y mezcla de combustibles para recobro de energía (fuel blending), estabilización y tratamiento orgánico acuoso, mientras que para el 2009 se eliminaron los renglones de estabilización y tratamiento orgánico acuoso y finalmente, debemos destacar que al cesar las operaciones de reclamo de la única facilidad comercial (Safety Kleen), la

<sup>9</sup> Para efectos de este indicador se toma como BM la cifra porcentual de reclamación para el 2005. Se escogió ese año como BM ya que cambios en el formato utilizado por la EPA

imposibilitaban hacer comparaciones con Informes Bienales anteriores al 2005.

mezcla de combustibles para recobro de energía (fuel blending) y la recuperación de solventes son prácticamente nulas.

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

El por ciento de los desperdicios peligrosos reclamados en la Isla ha bajado considerablemente debido a que la única facilidad comercial permitida ha disminuido sus operaciones de manejo y/o reclamo. De la información disponible, se desprende que actualmente las operaciones de manejo y/o reclamo de desperdicios peligrosos a nivel comercial consiste en almacenamiento y transferencia por lo que la mayoría de estos desperdicios se envían fuera de la Isla. Es necesario que compañías generadoras de desperdicios peligrosos en Puerto Rico, independientemente su clasificación, evalúen alternativas costo efectivas para reducir la generación de los mismos.

---

### INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELO (TIPO I)

---



---

#### Descripción del Indicador

---

Este indicador busca representar, en términos porcentuales o absolutos, el uso o protección que se le está dando al suelo en Puerto Rico. Se ha ordenado el mismo en los subtemas siguientes: suelos clasificados, calificados y con regulación especial, suelos con valor agrícola, riesgos naturales y sistemas naturales. El uso de este indicador permite ponderar los patrones de uso del suelo y sus tendencias, para así tomar decisiones racionales planificadas sobre su manejo. Además, permite reconocer aspectos vitales para el desarrollo del país tales como: grado de expansión urbana, suelos con valor agrícola y natural, áreas vulnerables a riesgos

naturales y aquellos terrenos disponibles para satisfacer necesidades futuras.

Los componentes de este importante indicador presenta un panorama de los usos del suelo del país. Muestra también el manejo de los terrenos y la extensión del desarrollo urbano, al igual que la magnitud del cambio en los usos del suelo. Ofrece un cuadro del total de áreas bajo riesgo de inundación y deslizamientos, así como los suelos agrícolas y las áreas naturales necesarias para el disfrute de la población actual y futura de Puerto Rico. En resumen, este indicador permite reconocer aspectos vitales, tanto cuantitativos y cualitativos, del recurso suelo que ayudan en la planificación y la toma de medidas para reducir el impacto ambiental de este importante recurso.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

La JP, a través del Subprograma Planes de Usos de Terrenos (SPUT) y el Subprograma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la agencia a cargo de recopilar, manejar y suministrar los datos que alimentan este indicador. Los datos están basados en el examen de todos los municipios, tomando en consideración los instrumentos siguientes:

- Planes de Ordenación Territorial (POT) que incluye los Planes Territoriales (PT), Planes de Ensanche (PE) y Planes de Área (PA), que estén aprobados, en revisión o elaboración.
- Áreas de Planificación Especial (APE) y Zonas de Interés Turísticos (ZIT) delimitadas.
- Planes Regionales (PR), de Desarrollo Integral (PDI) o Sectoriales (PS), vigentes.

- Planes de Usos de Terrenos Especiales (PUT), vigentes.
- Cualquier otro instrumento, tales como mapas a nivel local o regional.

Debemos destacar que el Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELA) ha establecido múltiples programas de planificación y manejo de sus recursos naturales con el propósito de resolver los conflictos por la demanda de sus recursos. Dichos programas son aplicables a todo el archipiélago puertorriqueño, incluyendo las aguas costaneras bajo la jurisdicción del ELA.

La JP adoptó los Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico (OPP-PUTPR) de 1977. De esta forma se establece un marco de política pública generalizada para el manejo del suelo y de muchos de sus recursos naturales. En el año 1995, la JP revisó y adoptó una nueva versión del documento de OPP-PUTPR con el propósito de:

- incorporar el concepto de desarrollo integral y sostenible;
- incorporar el concepto de acción ecológicamente sustentable;
- ampliar el concepto de riesgo para añadir las inundaciones, los terrenos susceptibles a deslizamientos y fallas geológicas;
- incorporar los humedales;
- particularizar el sector turístico como una nueva Meta del Plan de Usos de Terrenos; e

- incorporar a las políticas públicas, el concepto de descentralización contenido en la “Ley de Municipios Autónomos”, Ley 81-1991.

El documento de OPP-PUTPR de 1995, establece la política pública vigente del Gobierno del ELA para todo el país, estas se dividen en ocho áreas o aspectos fundamentales, a saber:

- Metas generales sobre los usos de terrenos;
- Metas y objetivos de política pública de desarrollo urbano;
- Metas y objetivos de política pública del desarrollo industrial;
- Metas y objetivos de política pública de desarrollo agrícola;
- Metas y objetivos de política pública de turismo;
- Metas y objetivos de política pública sobre riesgos naturales;
- Metas y objetivos de política pública para infraestructura; y
- Metas y objetivos de política pública de recursos naturales, ambientales y culturales.

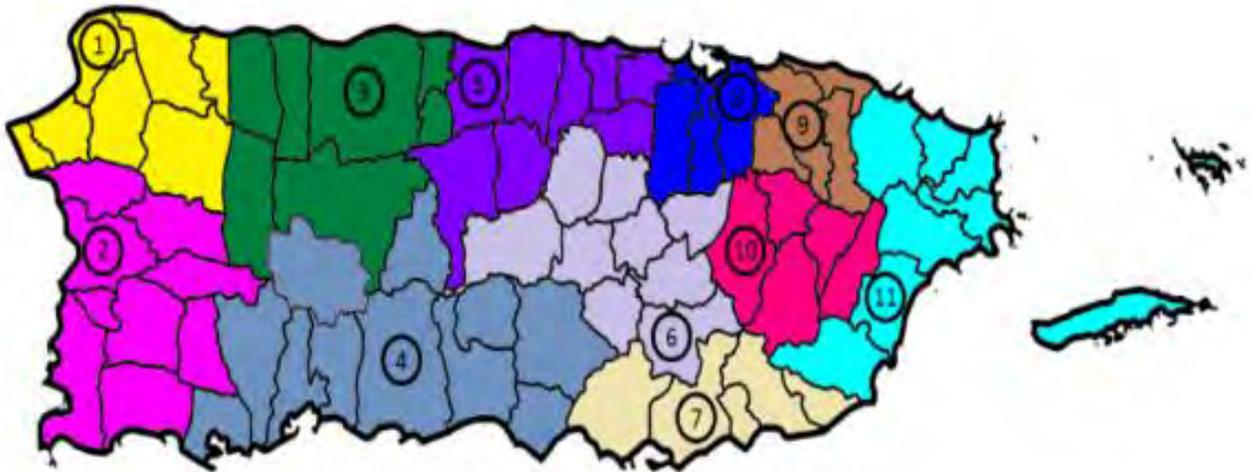
Considerando lo anterior, este indicador sobre la distribución de los usos del suelo se ha ordenado en varios subtemas teniendo como base las metas y políticas públicas de los usos del terreno vigentes. A su vez, los subtemas resaltan aspectos afines con el fin de tener elementos suficientes para la toma de decisiones relacionadas al uso del suelo.

### Método de Análisis y Cobertura

La data recopilada sobre los usos del suelo es aquella clasificada como vigente o propuesta, conformándose en una de carácter aproximado, de la revisión de varios PT. La información presentada contiene datos actualizados, además, de aquellos productos elaborados a través del 2013.

La JP adoptó una estructura de regionalización que también nos ayude a viabilizar la implantación del Plan de Usos de Terrenos a nivel regional (PUT-R). Esta estructura regional tiene como propósito principal agrupar los intereses comunes de varios municipios para poder capitalizar el potencial de los proyectos estratégicos mediante la identificación de los recursos a nivel regional. La estructura regional adoptada por la Junta, mediante la Resolución JP-2011-304 de 25 de abril de 2011, cuenta con once (11) regiones.<sup>10</sup>

GRÁFICA 23 MODELO DE REGIONALIZACIÓN (2010)



Fuente: Junta de Planificación

<sup>10</sup> La JP-2011-304 fue derogada mediante la Resolución Núm. JP-2014-308, Segunda Extensión, de 25 de abril de 2014, titulada

*“Para derogar resoluciones especiales de la Junta de Planificación sobre asuntos que ya cumplieron su propósito”.*

Bajo la nueva propuesta del Plan de Usos de Terrenos (PUT)<sup>11</sup> se ha comenzado a utilizar para el análisis interno un nuevo modelo territorial. El PUT parte de una especial atención a los problemas y a las oportunidades que ofrece el medio físico. Los valores y las singularidades medio ambientales han constituido un elemento esencial para la configuración del modelo territorial y suponen una garantía para la calidad de vida de la población.

Históricamente, los planes municipales han sido insuficientes para atender los grandes temas de estructuración territorial de escala regional. Asimismo, se considera que hay ciertos asuntos en la Ordenación del Territorio que no pueden tratarse con suficiente coherencia desde la escala del conjunto de Puerto Rico. La escala territorial intermedia que se corresponde con las denominadas Áreas Funcionales del Territorio delimitadas en el PUT, resulta ser de un tamaño físico y funcional adecuado para el análisis de problemas y para la implementación de programas de ordenación territorial en cada uno de los territorios diferenciados de escala regional.

La nueva estructura territorial regionalizada a base de áreas funcionales es una estructura con una formación dinámica, interconecta los municipios a base de sus interrelaciones, movilidad, dependencias, complementariedad, influencias, entre otros aspectos sociales, económicos e industriales, que van más allá de solo las características geográficas compartidas. Esta estructura dinámica, permite entender y atender el comportamiento así como la influencia que generan algunos municipios sobre áreas geográficas específicas, al mismo tiempo que responden a otras áreas o municipios de

mayor influencia. Es por esto, que veremos municipios interactuando en más de un área funcional con distintos roles, dependencia o empoderamiento.<sup>12</sup>

Las áreas funcionales del territorio y sus correspondientes cabeceras urbanas constituyen piezas clave para la aplicación de posibles estrategias de equilibrio territorial en el contexto global de Puerto Rico. La delimitación propuesta tiene en cuenta además, las condiciones del medio físico, la existencia de unas normas de comportamiento y actividad de la población y el sentimiento de pertenencia de sus habitantes. Dichas áreas no coincide necesariamente con las diversas regiones históricas, administrativas o geográficas. Las áreas funcionales se han realizado con el criterio de mejorar la eficacia de los Planes de Desarrollo del PUT.

Los objetivos con los cuales el PUT delimita las áreas funcionales del territorio son los siguientes:

- Lograr una relación entre Áreas Funcionales con las exigencias obtenidas de la aplicación del Modelo Territorial propuesto.
- Favorecer un desarrollo equilibrado del territorio tanto para la globalidad de Puerto Rico como en lo relativo a la estructuración interna de sus espacios referenciales.
- Constituir un marco territorial intermedio entre el Estado y el municipio que permita concretar las determinaciones globales del PUT y superar las limitaciones de los planes estrictamente municipales.

<sup>11</sup> Junta de Planificación de Puerto Rico, (2014) Documento para Vista Pública “Plan de Usos de Terrenos: Directrices de desarrollo para Puerto Rico”, Borrador 2-II-2014 r.1.

<sup>12</sup> , (2014) Documento para Vista Pública “Programa de Inversiones de Cuatro Años: 2014-2015 al 2017-2018”, p. 37.

Las áreas funcionales del territorio delimitadas en el PUT son las siguientes:<sup>13</sup>

**TABLA 6 ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO DELIMITADAS EN EL PUT**

ÁREA FUNCIONAL DEL TERRITORIO	MUNICIPIOS
San Juan: (18)	Bayamón, Caguas*, Canóvanas, Carolina, Cataño, Comerío, Corozal, Dorado, Guaynabo, Loiza, Naranjito, Río Grande*, San Juan, Toa Alta, Toa Baja, Trujillo Alto, Vega Alta y Vega Baja*
Caguas: (6)	Aguas Buenas, Caguas*, Cidra*, Gurabo, Juncos* y San Lorenzo
Humacao: (7)	Humacao, Juncos*, Las Piedras, Maunabo, Naguabo* y Yabucoa
Fajardo: (7)	Ceiba, Culebra, Fajardo, Luquillo, Naguabo*, Río Grande* y Vieques
Guayama: (4)	Arroyo, Guayama, Patillas y Salinas
Ponce: (10)	Adjuntas, Coamo, Guayanilla*, Jayuya, Juana Díaz, Peñuelas, Ponce, Santa Isabel, Villalba y Yauco*
Yauco: (4)	Guánica*, Guayanilla* y Yauco*
Mayagüez: (11)	Añasco, Cabo Rojo, Guánica*, Hormigueros, Lajas, Las Marías, Maricao, Mayagüez, Rincón*, Sabana Grande y San Germán
Aguadilla: (7)	Aguada, Aguadilla, Isabela, Lares*, Moca, Quebradillas*, Rincón* y San Sebastián
Arecibo: (8)	Arecibo, Barceloneta*, Camuy, Florida*, Hatillo, Lares*, Quebradillas* y Utuado
Manatí: (7)	Barceloneta*, Ciales, Florida*, Manatí, Morovis, Orocovis y Vega Baja*
Cayey: (4)	Aibonito, Barranquitas y Cayey
<i>*Municipios ubican en más de un área funcional.</i>	

<sup>13</sup> Junta de Planificación (2014). “Resolución para adoptar nueva estructura territorial a base de Áreas Funcionales”, Resolución Núm.: JP-2014-309, 18 de julio de 2014.

Clasificación del Suelo

GRÁFICA 24 MAPA DE ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO (2013)



FUENTE: JUNTA DE PLANIFICACIÓN

El PUT-PR clasifica todos los terrenos de Puerto Rico utilizando la estructura de clasificación establecida por la Ley de Municipios Autónomos, Ley 81-1991. La utilización de esta estructura tiene como propósito armonizar y atemperar los esfuerzos de planificación estatal con los trabajos realizados y en progreso por los municipios en sus planes de ordenación territorial. Conforme a la Ley 81-1991 esta estructura se define como sigue:

GRÁFICA 25 ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO



Suelo Urbano (SU): está constituido por los terrenos que cuenten con acceso vial, abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica y con otra infraestructura necesaria para el desenvolvimiento de las actividades administrativas, económicas y sociales que en estos suelos se realizan, y que estén comprendidos en áreas consolidadas por la edificación. En este tipo de suelo se llevan a cabo las actividades sociales, económicas y culturales y recreativas y cuentan con la infraestructura necesaria para dichas actividades, mientras que futuros desarrollos urbanos están destinados a realizarse en los Suelos Urbanizables.

El criterio más razonable para considerar un suelo como urbano es evaluar el grado de consolidación de la relación entre la existente red de espacios públicos (en especial atención a las vías) y los espacios parcelados y edificados que permiten una convivencia que promueva un desarrollo social y económico sustentable. Así pueden ser considerados como Suelos Urbanos aquellos espacios parcelados, aun los que no

estén edificados en su totalidad u organizados en torno a calles consolidadas.

#### Suelo Urbanizable (SU)

---

Está constituido por los terrenos declarados aptos para ser urbanizados a base de la necesidad de terrenos para acomodar el crecimiento del municipio en un período de ocho años y cumplir con las metas y objetivos de la ordenación territorial. Esta clasificación del suelo incluye las categorías de suelo urbanizable programado y no programado.

#### Suelo Urbanizable Programado (SUP)

---

Queda constituido por aquel que pueda ser urbanizado en un período previsible de cuatro (4) años, luego de la vigencia del Plan. La designación de terrenos bajo esta clasificación tiene como prioridad considerar ciertas características, tales como:

- susceptibilidad a inundaciones;
- infraestructura existente o mejorada;
- niveles de pendiente y susceptibilidad a erosión o deslizamientos; y
- riesgos naturales, entre otras.

#### Suelo Urbanizable No Programado (SUNP)

---

Queda constituido por aquel que pueda ser urbanizado en un período previsible de entre cuatro y ocho años, luego de la vigencia del Plan. 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 de Suelo del Plan Territorial. La designación de

suelos bajo esta clasificación toma en consideración las siguientes características:

- dirección del crecimiento urbano;
- tipo y calidad de los terrenos a desarrollarse;
- riesgos a la vida humana; y
- disponibilidad y/o viabilidad de crear la infraestructura necesaria para el desarrollo de los mismos, entre otras.

#### Suelo Rústico

---

Está constituido por los terrenos que deben ser expresamente protegidos del proceso urbanizador por razón, entre otros, de su valor agrícola y pecuario, actual o potencial; de su valor natural; de su valor recreativo, actual o potencial; de los riesgos a la seguridad o salud pública. Dentro del suelo rústico el Plan de Usos de Terrenos establecerá dos categorías:

#### Suelo Rústico Común (SRC)

---

Es aquel no contemplado para uso urbano o urbanizable en el Plan de Usos de Terrenos debido, entre otros, a que el suelo urbano o urbanizable clasificado por el Plan es suficiente para acomodar el desarrollo urbano esperado. En el SRC se desarrollan actividades agrícolas y de carácter urbano sin la infraestructura correspondiente en un contexto de muy baja densidad o que representan el banco de terrenos para futuros SU. Las características que se toman en consideración para estos suelos son:

- suelos aptos o con valor para la agricultura y la ganadería;

- suelos innecesarios para atender las expectativas del crecimiento urbano en un futuro previsible de ocho (8) años; y
- suelos con valor recreativo y natural.

#### Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP)

Es aquel no contemplado para uso urbano o urbanizable en el Plan de Usos de Terrenos, y que por su especial ubicación, topografía, valor estético, agrícola, arqueológico o ecológico, recursos naturales únicos u otros atributos, se identifica como un terreno que nunca deberá utilizarse como suelo urbano. Entre las características consideradas para identificar suelos que deben ser especialmente protegidos podemos mencionar:

- valor natural, ecológico, paisajista, arqueológico, recreativo (actual o potencial), forestal;
- los riesgos que puedan representar a la salud y seguridad de los ciudadanos (incluyendo suelos propensos a deslizamientos);
- el reconocimiento de recursos de flora y fauna en peligro de extinción;
- la ubicación de estructuras y/o restos de valor histórico y/o cultural;
- la protección de los recursos hidrológicos en cuencas de ríos, quebradas y sumideros; y
- mangles, humedales y recursos costeros (incluyendo playas), entre otros.

Como regla general, el PUT-PR establecía zonas de amortiguamiento a lo largo de los cauces de los ríos principales de Puerto Rico. Con un ancho mínimo de 7.5 metros, estos terrenos se identificaron como Suelo Rústico Especialmente Protegido dada la importancia del río o el cuerpo de agua para la conservación y el abastecimiento de agua en la cuenca hidrográfica y el recurso ecológico que representa para la región.

De igual manera, los suelos de alto valor agrícola, particularmente aquellos identificados como parte de un corredor agrícola, han sido identificados como suelos rústicos. Como regla general, los suelos calificados como AR-1 y AR-2 han sido clasificados como Suelo Rústico Especialmente Protegido para mantenerles libre del proceso urbanizador. Sin embargo, en el caso que se identificó asentamiento de impacto significativo existente en suelos calificados AR-1 y AR-2, los mismos se clasifican como Suelo Rústico Común para asegurar la continuidad de corredores y recursos.

#### Suelos Regulados (SR)

Los suelos regulados son aquellos que han sido clasificados, calificados y tienen algún tipo de regulación especial. Se consideran suelos con regulación especial aquellos que han sido delimitados y tienen un instrumento de planificación que contenga políticas, estrategias y reglamentación por disposición de leyes especiales, tanto locales como federales.

Las políticas aplicables al desarrollo urbano conforme a los OPP-PUTPR de 1995 son las siguientes:

---

**TABLA 7 METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO URBANO**


---

**META** - *Propiciar comunidades, pueblos y ciudades densas, compactas y atractivas que permitan el uso intensivo de los terrenos dentro de los perímetros urbanos, logrando una mayor eficiencia en la instalación y operación de los servicios y facilidades públicas y facilitando el movimiento rápido y seguro de la población al hacer viable los medios de transportación colectiva y mejorando la calidad de vida urbana.*

---

**POLÍTICAS PÚBLICAS:**

---

- |      |   |
|------|---|
| 1.00 | Ordenar y guiar el crecimiento físico-espacial de las áreas urbanas.  |
| 2.00 | Intensificar el uso de los terrenos en las áreas urbanas.   |
| 3.00 | Mejorar el diseño de las comunidades, pueblos y ciudades y de sus distintos componentes, centros urbanos tradicionales, comercios, instituciones y residencias, de manera que sean instrumento para mejorar la calidad de vida de los habitantes y sean lugares atractivos para residir, trabajar y para la convivencia social.   |
| 4.00 | Fomentar un proceso de planificación integral que propicie una mejor utilización del recurso tierra, conservando los recursos naturales, revitalizando los centros urbano, protegiendo la calidad del ambiente y proveyendo vivienda y servicios asociados a un costo razonable para la población, en continua coordinación entre la planificación central, regional y municipal. |
- 

**META** - *Ubicar nuestros desarrollos industriales en lugares que permitan el desarrollo de aquellos terrenos que por su localización, sus características o por los servicios e infraestructura que cuentan, mejor se adapten a este uso, en armonía con los objetivos generales de lograr la utilización plena y juiciosa de todo el potencial de la tierra y de los recursos naturales, de lograr una distribución de los beneficios del desarrollo entre los distintos municipios y sectores geográficos del país y crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan coexistir en armonía productiva.*

---

**POLÍTICAS PÚBLICAS:**

---

- |      |   |
|------|---|
| 5.00 | Concentrar los desarrollos industriales en los terrenos más apropiados para este uso y promover, a su vez, el uso más intensivo posible de esos terrenos.   |
| 6.00 | Descentralizar el desarrollo industrial proveyendo en lo posible un parque industrial liviano en cada municipio, parques regionales en los distintos sectores del país y permitiendo en la zona rural aquellas industrias de pequeña escala que estén relacionadas con el desarrollo socio-económico de la ruralía. |
-

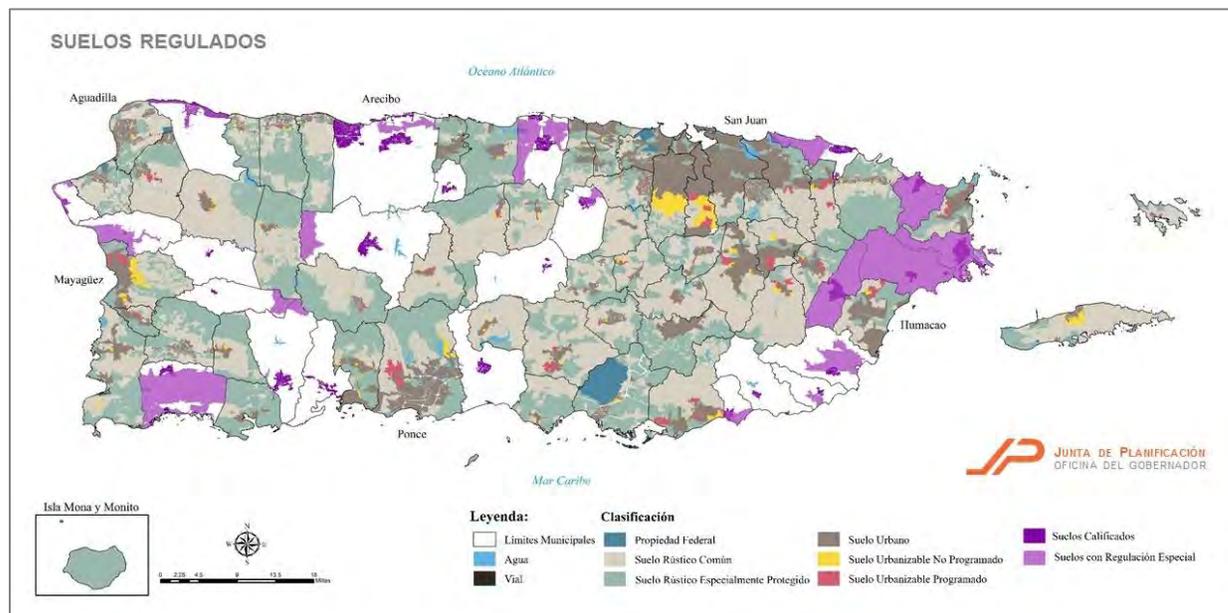
**TABLA 8 METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA INFRAESTRUCTURA**

**META** - *Desarrollar la infraestructura para lograr una expansión y solidez socioeconómica que estimule la relación armoniosa y la complementariedad [sic] entre las regiones del país y la proyección de este en el exterior, utilizando la programación y la construcción de la infraestructura como uno de los instrumentos que, ligados a la planificación de usos de terrenos, sirva para ordenar y promover el desarrollo integral del país.*

**POLÍTICAS PÚBLICAS**

- |       |  |
|-------|--|
| 20.00 | Promover infraestructura para atender el problema de escasez relativa al agua potable y estimular el manejo eficiente de este recurso de agua para mejorar la calidad de vida.   |
| 21.00 | Satisfacer las necesidades de la población proveyendo una infraestructura de plantas de tratamiento de aguas residuales con la capacidad de brindar un servicio eficiente.   |
| 22.00 | Dirigir la infraestructura sobre energía eléctrica de modo que estimule y propicie una política energética hacia la cogeneración y diversificación de la producción de energía.  |
| 23.00 | Promover un sistema de transportación que propicie la implantación de un sistema multimodal integrado, balanceado y competitivo con capacidad de crecer y desarrollarse.   |
| 24.00 | Promover la implantación de sistemas de manejo y disposición de desperdicios o residuos sólidos que incluya un inventario preciso y abarcador de la cantidad de estos desperdicios que se generan en la Isla.  |
| 25.00 | Desarrollar un plan para el manejo y disposición de desperdicios tóxicos y peligrosos que incluya un inventario preciso y abarcador de la cantidad de desperdicios tóxicos y peligrosos que se generan en la Isla, ubicación de centros para la recuperación, reciclaje y disposición de estos desperdicios. |
| 26.00 | Promover una infraestructura de telecomunicaciones moderna, confiable, amplia y segura para los enlaces de telecomunicaciones y una moderna red digital por toda la Isla, que contribuya a propulsar el desarrollo económico y social de Puerto Rico.  |
| 27.00 | Identificar el servicio telefónico y sus vertientes como uno de los elementos esenciales de la infraestructura de Puerto Rico, con el fin de desarrollar una economía e industria a tono con el presente y el futuro.  |
| 28.00 | Utilizar la programación y construcción de la infraestructura de las telecomunicaciones como componente esencial en la planificación del uso del terreno que sirva para guiar el desarrollo integral.  |

GRÁFICA 26 MAPA SUELOS REGULADOS (2013)



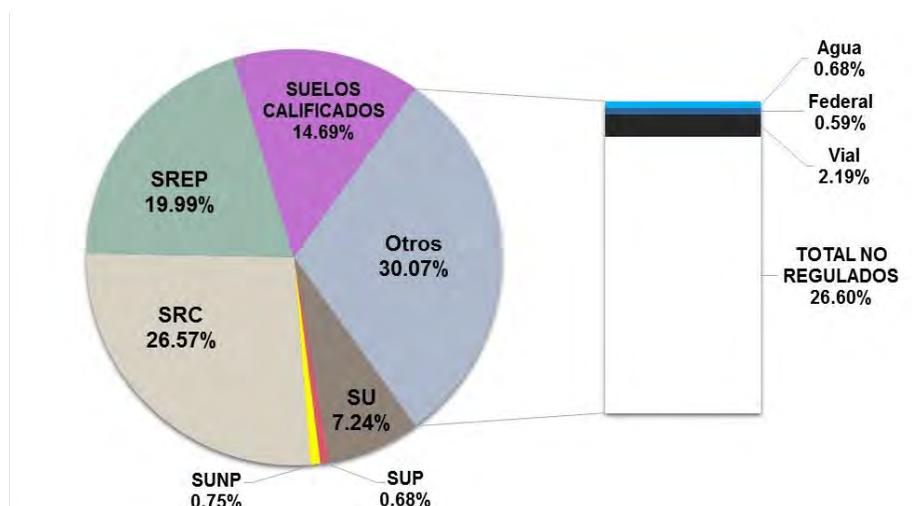
FUENTE: JUNTA DE PLANIFICACIÓN, SUBPROGRAMA SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 2013

TABLA 9 SUELOS REGULADOS (2013)

	VIGENTE 2013 (CUERDAS)	POR CIENTO REGULADOS	POR CIENTO PUERTO RICO
Suelos Clasificados	<b>1,302,838.44</b>	<b>100%</b>	<b>57.22%</b>
SU	170,891.94	10.36%	7.51%
SUP	16,089.11	0.98%	0.71%
SUNP	17,666.43	1.07%	0.78%
SRC	626,689.04	37.99%	27.52%
SREP	471,501.93	28.59%	20.71%
Suelos Calificados	<b>346,590.12</b>	<b>21.01%</b>	<b>15.22%</b>
Agua	16,099.26	n/a	0.71%
Propiedad Federal	14,033.36	n/a	0.62%
Servidumbre Vial	51,767.24	n/a	2.27%
Total Regulados	<b>1,649,428.56</b>		<b>72.44%</b>
Total no Regulados	<b>627,474.13</b>		<b>27.56%</b>
Total PR	<b>2,276,902.69</b>		<b>100%</b>

Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Sistemas de Información Geográfica, 2013.

GRÁFICA 27 SUELOS REGULADOS (2013)



Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Sistemas de Información Geográfica, 2013

### Análisis

Los datos actualizados al 2013 muestran que se encuentran regulados aproximadamente 1,649,428.56 cuerdas, representando 72.44% del suelo total del territorio. El restante 27.56% del suelo se encuentra en proceso de regular como parte de la elaboración de los PT y la eventual culminación del PUT-PR.

El suelo regulado está basado en el análisis de la data disponible de los municipios con PT, en las zonas urbanas de los municipios sin PT, en las áreas de planificación especial, zonas de interés turístico y otros planes especiales. Los suelos se identifican como clasificados y calificados, siendo el primero los municipios que han elaborado sus planes de ordenación territorial. En aquellos municipio con PT el SU incluye los terrenos que están completamente desarrollados en las áreas urbanas o aquellas porciones fuera de los mismos considerados como espacios parcelados, aun los que no estén edificados en su totalidad u organizados en torno a calles consolidadas, pero que tienen las características

y estén fuera del área urbana principal. El SU comprende 170,891.94 cuerdas, representando 10.36% del suelo clasificado y 7.51% del territorio. El suelo urbanizable consta del Suelo Urbanizable Programado (SUP) y del Suelo Urbanizable No Programado (SUNP), clasificados como SUP 16,089.11 cuerdas y como SUNP 17,666.43 cuerdas, representando respectivamente 0.98% y 1.07% del suelo clasificado, siendo a su vez 0.71% y 0.78% del territorio.

Los terrenos que deben ser expresamente protegidos del proceso urbanizador por razón, entre otros, de su valor agrícola y pecuario, actual o potencial; de su valor natural; de su valor recreativo, actual o potencial; de los riesgos a la seguridad o salud pública, son aquellos clasificados como Suelo Rústico, subdividido en Suelo Rústico Común (SRC) y Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP). Como SRC se han clasificado 626,689.04 cuerdas, representado 37.99% del suelo clasificado y 27.52% de todo el territorio. Se han clasificado como SREP 471,501.93 cuerdas, para 28.59% del suelo clasificado y 20.71% del territorio.

Los suelos calificados incluyen las zonas urbanas y suburbanas, áreas de planificación especial y zonas de interés turístico, entre otras, reguladas mediante planes, normas y mapas especiales. Esto suelos comprenden aproximadamente 346,590.12 cuerdas, siendo el 21.01% del suelo regulado y el 15.22% del territorio. Se complementa los usos de suelos con aquellos clasificados como agua con aproximadamente 16,099.26 cuerdas, representando el 0.71% de territorio; de propiedad federal son aproximadamente 14,033.36 cuerdas, para un 0.62%; y servidumbre vial con aproximadamente 51,767.24 cuerdas, para un 2.27% del territorio.

---

#### Conclusiones y Recomendaciones

---

Si se hubiesen incluido todas las áreas desarrolladas ubicadas en sectores rurales y todas las construcciones realizadas, el porcentaje del SU sería mayor. Sin embargo, por mucho tiempo ha sido una tendencia continua el que las áreas de alto valor agrícola y las de valor natural no protegidas se vieran reducidas ante el avance de los proyectos de desarrollo de forma desparramada. Sobre todo, los proyectos residenciales y comerciales están ocupando terrenos valiosos en distintos lugares de la Isla

que, en el pasado, se utilizaban para la producción agrícola.

En aras de garantizar la permanencia de suficientes terrenos para todos los usos, sigue siendo una necesidad urgente el que se tomen medidas más asertivas para detener y revertir esa tendencia. Al menos, debe considerarse el redesarrollo de suelos ya impactados por otras actividades de índole urbana o industrial.

---

#### Suelos con Valor Agrícola

---

El Censo de Agricultura es la principal fuente estadística sobre la producción agrícola de Puerto Rico y la única fuente de información cotejable y consistente a nivel de municipio. En Puerto Rico, entidades como el Departamento de Agricultura, usan los datos del censo para estimar las pérdidas ocasionadas a la agricultura por desastres naturales tales como huracanes, inundaciones, sequías, plagas y epidemias.

Las políticas aplicables a la actividad agrícola conforme a los Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico (OPP-PUTPR) de 1995 son las siguientes:

TABLA 10 METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO AGRÍCOLA

**META** - *Desarrollar actividad agrícola en todos aquellos terrenos con potencial para ese uso, con el fin de desarrollar la mayor autosuficiencia posible en la producción de nuestros alimentos, aplicando técnicas modernas comprobadas en la práctica que permitan precios razonables para el consumidor, ganancias atractivas para los agricultores y jornales justos para los trabajadores a la vez que se utilizan al máximo los recursos naturales de clima, suelo y agua sin deterioro a los mismos.*

#### POLÍTICAS PÚBLICAS

7.00	Fomentar y mantener la agricultura como actividad principal en el uso de los terrenos disponibles con el potencial para ese uso, promoviendo aquellos programas y medidas necesarias para hacer viable esa actividad.
8.00	Ubicar el desarrollo de la infraestructura requerida para estimular y fomentar el cultivo de aquellos terrenos con potencial agro-industrial que no se estén aprovechando plenamente por falta de servicios tales como: riego, accesos, sistemas de mercadeo y otros.
9.00	Retener hasta donde sea posible en uso agrícola los terrenos aptos para la producción de cosechas y productos animales, protegiéndolos de las prácticas y actividades que merman innecesariamente el potencial de desarrollo de la agricultura.
10.00	Fomentar la práctica de medidas y programas orientados a la preservación de los suelos a los fines de evitar la erosión, proteger la productividad de los terrenos y provocar el menor impacto adverso en la calidad de nuestros abastos de agua y deterioro de otros recursos naturales como consecuencia de la actividad agrícola.

La Zonificación Especial para las Reservas Agrícolas de Puerto Rico está incluida en el “*Reglamento Conjunto de Permisos Para Obras de Construcción y Usos de Terrenos*” - Reglamento de Planificación Número 31 con vigencia del 29 de noviembre de 2010, Tomo V, Capítulo 31 Zonificación Especial para las Reservas Agrícolas de Puerto Rico. Los distritos agrícolas especiales establecidos son:

- AR-1, Agrícola en Reserva Uno - Clasificar Sectores de gran productividad o potencial agrícola (capacidad I al IV)
- AR-2, Agrícola en Reserva Dos - Clasificar áreas de productividad o de gran potencial agrícola cuya continuidad en uso agrícola se promueve. (Capacidad I al VII)
- PR, Preservación de Recursos - Clasificar y designar áreas específicas que constituyen recursos naturales cuya condición es única, frágil, en peligro de extinción y que es necesario proteger para la contemplación y el estudio científico.
- CR, Conservación de Recursos - Identificar porciones de fincas cuyas características existentes deben mantenerse y mejorarse.
- CR-H, Conservación y Restauración de Recursos Históricos - Identificar terrenos o propiedades que constituyen valores naturales, ecológicos, históricos, arquitectónicos o culturales.
- AD, Áreas Desarrolladas - Identificar las áreas no urbanas que han sido pobladas o desarrolladas.

- DS, Desarrollo Selectivo -Identificar áreas donde existe un potencial de desarrollo futuro pero con limitaciones severas, naturales o de disponibilidad de infraestructura.

Los terrenos con valor agrícola, de acuerdo al Subprograma de Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) de la

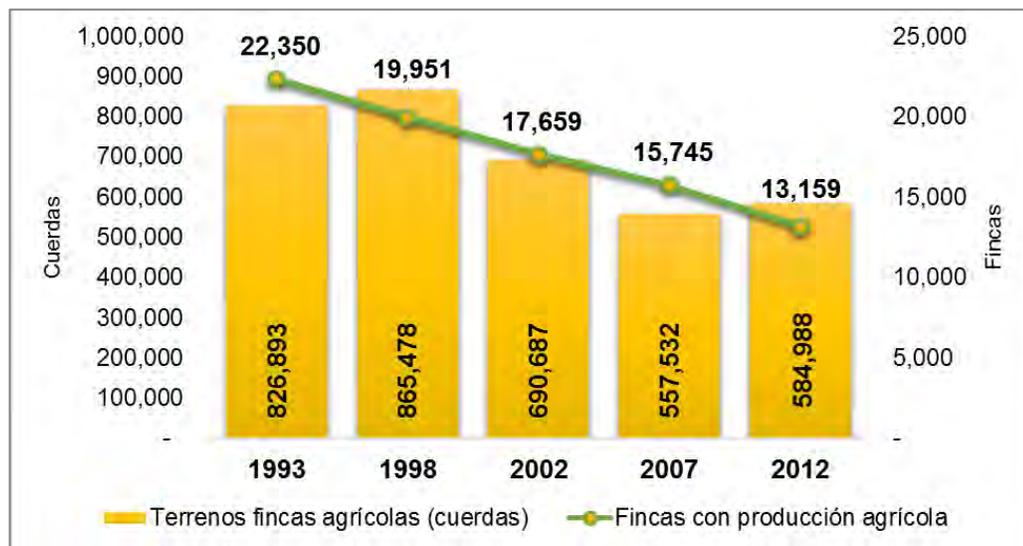
JP, son 612,965 cuerdas. Los terrenos con valor agrícola incluyen los de capacidad agrícola de uno -cuatro. Esta definición la establece el Departamento de Agricultura Federal para aquellos terrenos con alto valor agrícola y que tienen pendientes que facilitan la utilización de maquinaria agrícola. El total de cuerdas agrícolas en producción alcanzó la cifra de 557,532 en de acuerdo al Censo Federal de 2007.

**TABLA 11 FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012**

CENSO AGRÍCOLA	1993	1998	2002	2007	2012
Fincas con producción agrícola	22,350	19,951	17,659	15,745	13,159
Terrenos de fincas agrícolas (cuerdas)	826,893	865,478	690,687	557,532	584,988
Aumento o pérdida de terrenos (cuerdas)		38,585	(174,791)	(133,155)	27,456
Cambio porcentual		4.46%	-25.31%	-23.88%	4.69%

Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012

**GRÁFICA 28 SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (2012)**



Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012

TABLA 12 RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO (2013)

RESERVA AGRÍCOLA	LEY	MUNICIPIOS	ADOPCIÓN	ÁREA EN CUERDAS
Valle de Lajas (en Revisión)	Ley 277-1999 20/8/99	Cabo Rojo Guánica Lajas Sabana Grande Yauco	JP-RP-28-2003 5/12/2003	48,060.05 Cantidad de cuerdas propuestas en la Revisión. Vista Pública el 12 de septiembre de 2013
Valle del Coloso	Ley 142-2000 4/8/00	Aguada Aguadilla Moca	JP-RP-28-2003 5/12/2003	3,182.48
Valle de Guanajibo (en Revisión)	Ley 184-2002 17/8/02	Cabo Rojo Hormigueros San Germán	JP-RP-28-2003 5/12/2003	9,818.53 Cantidad de cuerdas propuestas en la Revisión. Vista Pública el 10 de septiembre de 2013
Reserva Agrícola de Vega Baja	Ley 398-2004 22/9/04	Vega Baja (y Vega Alta)	JP-RA-09-2012	3,390.85
Reserva Agrícola Don Amparo Güisao Figueroa	Ley 18-2006 23/1/06	Maunabo	JP-RA-74-2012	1,116.29
Reserva Agrícola de Yabucoa	Ley 49-2009 3/8/09	Yabucoa	JP-RA-75-2012 13/06/2012	7,177.76
Reserva Agrícola Corredor Agrícola de la Costa Sur	Ley 242-2008 9/08/2008	Arroyo Guayama Guayanilla Peñuelas Juana Díaz Patillas Ponce Sabana Grande Salinas Santa Isabel Yauco	En proceso de Vista Pública JP	59,830.18
Reserva Agrícola del Valle de Añasco	Por iniciativa de la Junta de Planificación	Añasco Mayagüez	Vista Pública 11 de septiembre de 2013	7,020.08* Propuesta de Vista Pública
Total de suelos con reservas agrícolas (Aprobadas y propuestas)				<b>139,596.22</b>
Total de suelos identificados con valor agrícola				<b>612,965.00</b>
Total de suelos con producción agrícola (Censo Agrícola 2007)				<b>544,675.00</b>

---

## Análisis

---

Los datos del Censo Agrícola indican que Puerto Rico de 1998 a 2012 tuvo una merma neta de 280,490 cuerdas de tierras con productividad agrícola, representando una reducción neta aproximada de -32.41%. El Censo Agrícola de 1998 informó que 865,478 cuerdas tenían producción agrícola, representando un aumento de 38,585 cuerdas en relación a las informadas en el Censo Agrícola de 1993 con 826,893 cuerdas, un incremento de un 4.46%. El Censo Agrícola de 2002 informó una merma considerable de terrenos con producción agrícola de 174,791 cuerdas, para 690,687 cuerdas, representado una reducción de 25.31%. El Censo Agrícola de 2007 informó otra baja en terrenos con producción agrícola de 133,155 cuerdas, para 557,532 cuerdas, representando otra marcada reducción de 23.88%. El Censo Agrícola de 2012 refleja un alza en terrenos con producción agrícola de 27,456 cuerdas, para un total 584,988 cuerdas, representando un aumento de 4.69%, al registrado en el 2007.

Considerando la extensión territorial de la Isla, la reducción neta aproximada de 280,490 cuerdas de terrenos aptos para la producción de alimentos es motivo de preocupación. Es por eso que es imprescindible que se tomen medidas adecuadas para proteger las tierras agrícolas del País. La seguridad alimentaria del país debe ser considerada como prioridad para elaborar los planes de uso y los de ámbito territorial en proceso de implantación. El total de cuerdas situadas en las reservas agrícolas designadas y propuestas hasta enero de 2013 era de 139,596.22 cuerdas, representando el

25.04% de las tierras con producción agrícola y 22.77% del total de suelos identificados con valor agrícola, que son aproximadamente unas 612,965 cuerdas, que a su vez representan el 26.94% del total de cuerdas de Puerto Rico. Los Planes Territoriales Municipales protegen también las áreas agrícolas mediante clasificaciones de SRC y SREP, en conjunto con calificaciones de distritos agrícolas (A-P y A-G)<sup>14</sup> y otras calificaciones especiales.

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

Debemos enfocar nuestro mayor esfuerzo a prevenir que siga la tendencia observada durante años donde extensiones considerables de tierras de valor agrícola, tanto de llanos como mecanizables, sigan desapareciendo o mermando su productividad. La recesión que ha experimentado el país en los últimos tiempos ha desacelerado posiblemente el ritmo con que ha venido reduciéndose la cantidad de terrenos agrícolas ante el auge en la construcción de viviendas y complejos comerciales. Sin embargo, no se puede bajar la guardia, pues es muy probable que una vez termine la recesión se reanude la tendencia.

Cada vez son más las voces de alerta que se levantan contra la excesiva dependencia del País de la importación de alimentos. Una dependencia que no es en nada saludable, tomando en consideración que una crisis mundial que afecte el suministro desde los países exportadores, pondrá en riesgo la disponibilidad de alimentos para la población, con todas las implicaciones que eso conlleva. Otra razón de mucho peso, por la que se debe atender esta situación con premura, es la crisis alimentaria que, según la Organización de las

---

<sup>14</sup> Distrito Agrícola Productivo (A-P) y Distrito Agrícola General (A-G), conforme al *Reglamento Conjunto de Permisos*

*para Obras de Construcción y Usos de Terrenos*, Junta de Planificación, 2010.

Naciones Unidas, amenaza a gran parte de la población mundial.

Amerita, por lo tanto, que en la elaboración de los planes de usos de terrenos, tanto en el ámbito regional como municipal, se dé prioridad al rescate y la conservación de más terrenos agrícolas y se promueva su utilización para la producción de los víveres que pueden sustituir las importaciones. De no tomarse las acciones necesarias, se pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo del país y se pone en precaria los recursos que necesitan las próximas generaciones de puertorriqueños para su sostenimiento.<sup>15</sup>

## Riesgos Naturales

Los riesgos naturales se definen como las probabilidades de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario. En el caso de un archipiélago tropical, como el de Puerto Rico, estos incluyen los riesgos asociados a fenómenos climatológicos como lo son los huracanes, las inundaciones, los deslizamientos y aquellos asociados a la actividad sísmica, incluyendo tsunamis.

Las políticas aplicables a riesgos naturales conforme a los *Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico* (OPP-PUTPR) de 1995 son las siguientes:

**TABLA 13 METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA SOBRE RIESGOS NATURALES**

**META** - *Reducir a un mínimo el peligro de pérdida de vida y los daños materiales en el país como consecuencia de las inundaciones, terrenos susceptibles a deslizamientos, fallas geológicas, las marejadas y otros riesgos naturales y, a la vez, reconocer y desalentar aquellos usos del terreno y aquellas actividades que no son compatibles con estas condiciones.*

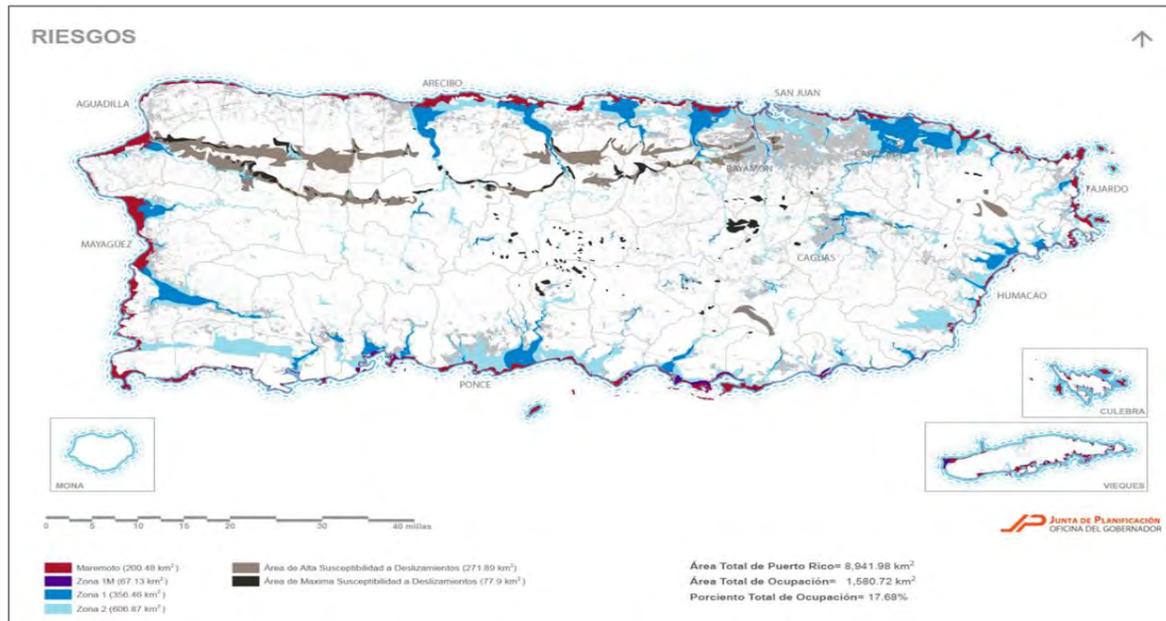
### POLÍTICAS PÚBLICAS

- |       |   |
|-------|---|
| 15.00 | Identificar los riesgos de inundaciones, deslizamientos, fallas geológicas y marejadas en los planes regionales, planes de ordenación y demás documentos de planificación física.   |
| 16.00 | Proteger la población que actualmente reside en zonas susceptibles a inundaciones o en las áreas afectadas por la acción de la marejada.  |
| 17.00 | Desalentar el desarrollo de terrenos y la construcción de estructuras para la expansión urbana en zonas inundables a menos que se provean obras de control de inundaciones que garanticen la protección de la vida y la propiedad y los recursos naturales y ambientales. |
| 18.00 | Promover el desarrollo agrícola en las áreas inundables con potencial para ese uso.   |
| 19.00 | Apoyar la construcción de obras de control de inundaciones donde se estime necesario dirigidas a obtener mayor producción agrícola en beneficio del país.   |

<sup>15</sup> Atendiendo esta situación se aprobó la Ley 6-2014 que enmienda la Ley 550-2004, conocida como la “Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico”, a los fines de garantizar que se reserve no menos de seiscientos

mil (600,000) cuerdas de terreno agrícola, para crear una Reserva Especial Agrícola y para otros asuntos afines con esta reserva de terrenos.

GRÁFICA 29 MAPA RIESGOS NATURALES



FUENTE: JUNTA DE PLANIFICACIÓN

### Suelos Bajo Riesgo de Inundaciones

Las inundaciones por causa del desborde de ríos, quebradas u otros cuerpos de agua, así como por causa de marejadas en los terrenos costeros, es el evento de riesgo natural más común en Puerto Rico. Riesgos naturales tales como los huracanes, tormentas, así como otras condiciones climatológicas, como las vaguadas, ondas, frentes fríos provocan problemas de inundaciones, los cuales básicamente ya no se limitan únicamente a la temporada de huracanes entre los meses de junio y noviembre, sino además, durante el año podemos sentir el efecto de algunos de estos eventos en cualquier momento. Cada vez más frecuentes eventos de fuertes lluvias que se han experimentado durante los últimos años han puesto en evidencia que existen muchas áreas que son afectadas por inundaciones a lo largo de toda la Isla. Afortunadamente son muy poco frecuentes las pérdidas de vida,

siendo su contraparte los daños a propiedades, infraestructura y cultivos que ascienden cada año a millones de dólares.

La JP es la agencia con la responsabilidad de preparar reglamentación y mapas para el control de edificaciones en zonas susceptibles a inundaciones en el País. A tenor con esa facultad, la JP adoptó los Mapas sobre Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés), preparados por la Agencia Federal sobre Manejo de Emergencias (FEMA), con fecha de efectividad del 19 de abril de 2005, adoptados mediante resolución el 8 de abril de 2005, en conjunto con las enmiendas de la 6ta Revisión al Reglamento de Planificación Núm. 13, conocido ahora como el “Reglamento de Planificación sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación”. Dichos mapas sustituyen los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundación de Puerto Rico cuya base de información y los instrumentos y

metodología para su preparación eran obsoletos. Los mapas y reglamento fueron revisados nuevamente en el 2009 y adoptados por la Junta de Planificación el 30 de septiembre de 2009, con fecha de efectividad de los mapas el 18 de noviembre de 2009 y del Reglamento de Planificación Núm. 13 al 7 de enero de 2010.

El Plan de Modernización de Mapas de la FEMA proveyó recursos para convertir los FIRM en mapas digitales conocidos también como DFIRM, con una base de fotos digitales aéreas. Como parte importante de dicho plan,

los estudios sobre el seguro de inundación que identifican por zonas las áreas de riesgo a inundación en dichos mapas han comenzado a ser revisados con la mejor tecnología disponible, lo cual permitirá tener instrumentos con información confiable para tomar decisiones no solo en términos de la administración de los valles inundables, sino en la prevención y manejo de emergencias. Además, se proveerá un mejor servicio a la ciudadanía en general ya que los mismos pueden ser accedidos por la red cibernética <http://msc.fema.gov>. Estas zonas son las siguientes:

**TABLA 14 DESCRIPCIÓN DE ZONAS IDENTIFICADAS EN LOS MAPAS DE INUNDACIÓN**

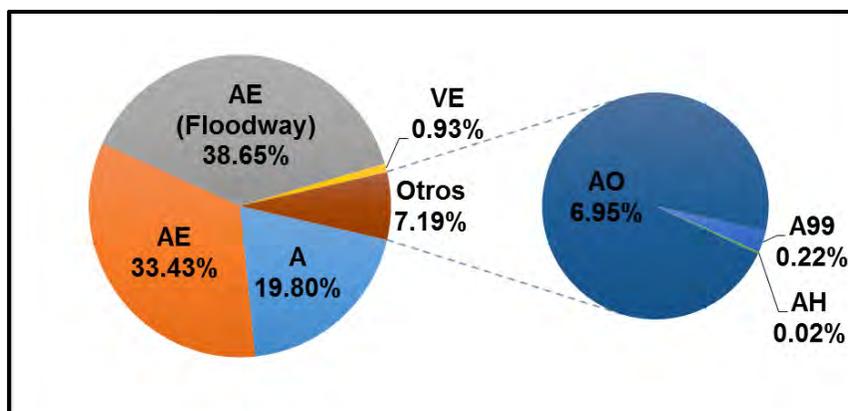
ZONA	DESCRIPCIÓN
A	Área de riesgo de inundación con periodo de recurrencia de 100 años, determinado por métodos aproximados y para la cual no se ha determinado la elevación de la inundación base.
AE	Áreas Especiales de Riesgo a inundación con el 1% de probabilidad determinado por determinados métodos específicos.
AE (Floodway)	Incluye los terrenos que ubiquen dentro de los límites del cauce mayor
VE	Áreas costeras de alto peligro por inundación de marejada con un 1% de probabilidad cada año con velocidad y energía alto o marejada ciclónica para la cual se ha determinado la elevación de la inundación.
A99	Áreas Especiales de Riesgo del 1% de probabilidad que sería protegido por algún proyecto para el control de inundaciones el cual espera por algunos requisitos legales.
AH	Áreas Especiales de Riesgo a inundación con el 1% de probabilidad determinado por métodos específicos y que su profundidad base puede variar entre 1 a 3 pies relacionada con aguas estancadas
AO	Áreas Especiales de Riesgo a inundación con el 1% de probabilidad determinado por métodos específicos donde su elevación se determina por un análisis hidráulico destallado.

Fuente: FEMA *Map Service Center*, 2012

**TABLA 15 ESTIMADO DE SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES (2009)**

CLASIFICACIÓN DE ZONAS FIRM	FIRM 2009 (CUERDAS)	POR CIENTO FIRM 2009	POR CIENTO BAJO RIESGO PR
A	47,326.45	19.80%	2.080%
AE	92,406.68	33.43%	3.512%
AE (Floodway)	79,908.75	38.65%	4.062%
VE	16,626.46	0.93%	0.098%
A99	524.84	0.22%	0.023%
AH	38.72	0.02%	0.002%
AO	2,230.55	6.95%	0.731%
<b>TOTAL</b>	<b>239,062.45</b>	<b>100%</b>	<b>10.508%</b>
TOTAL PR	2,275,083.83		

**GRÁFICA 30 SUELOS CON RIESGO DE INUNDACIONES (2009)**



Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Planes de Usos de Terrenos, Unidad de Valles Inundables

**Análisis**

La cantidad del suelo como áreas especiales de riesgo a inundación en Puerto Rico se estima, según FIRM, en unas 239,062.45 cuerdas, las que están clasificadas como zonas de alto riesgo: A, AE, CAUCE MAYOR (Floodway) y VE; y zonas de bajo riesgo: A99, AH y AO. Esto equivale aproximadamente a un 10.51% del total del territorio de la Isla. Conforme a los datos disponibles del 2009, se estima que

en 236,268.34 cuerdas relacionadas al cauce de los ríos y cuerpos de agua con alto riesgo de inundaciones, la zona de cauce mayor representa unas 79,908.75 cuerdas y en suelos clasificados como Zona A unas 47,326.45 cuerdas. Están en riesgo de inundaciones costeras por marejadas los suelos clasificados como Zona VE estimados en unas 16,626.46 cuerdas impactando terrenos costeros. Es importante destacar que en el Informe de 2010 se indicó una cantidad menor de terrenos propensos a alto riesgo de inundaciones, dado

que se utilizó la data del FIRM de 2005, luego de la revisión el 2009 estos datos variaron.

Los terrenos de alto riesgo plantean un problema de seguridad, tanto para las estructuras como para las personas que residen en estas zonas. Esta situación se pone de manifiesto especialmente cuando ocurren eventos de grandes lluvias y fenómenos atmosféricos como tormentas y huracanes. Las actividades y edificaciones ubicadas en los terrenos que se encuentran dentro del cauce mayor de los ríos, están propensas a sufrir, tanto daños a la propiedad como pérdidas de vidas en eventos de grandes lluvias o huracanes, especialmente en las zonas cercanas a ríos y zonas costaneras. A esos efectos, son de especial importancia los programas gubernamentales de construcción de viviendas, relocalización de comunidades y construcción de canales como una forma de prevenir y minimizar estas pérdidas.

#### Suelos con Riesgo de Deslizamiento

Las áreas de deslizamiento son aquellos terrenos donde existe un alto nivel de susceptibilidad o probabilidad de que ocurra este fenómeno dado las condiciones y naturaleza del suelo y las ocurrencias de fenómenos naturales, especialmente inundaciones. Las áreas reconocidas de alta peligrosidad a deslizamientos las constituyen las de mayor susceptibilidad y la de alta susceptibilidad para un total de 88,998.67 cuerdas. Esto representa el 4% del total del territorio de Puerto Rico. Estas áreas críticas deben de ser atendidas adecuadamente mediante programas de intervención y de orientación a la ciudadanía. Es necesaria la

elaboración de proyectos que atiendan adecuadamente estas áreas de gran peligrosidad en Puerto Rico.

En Puerto Rico la combinación de terreno montañoso y las frecuentes e intensas lluvias traen como consecuencia deslizamientos. El riesgo de deslizamientos es más alto durante la temporada de lluvias. La frecuencia de deslizamientos es mayor en las regiones húmedas de Puerto Rico o en elevaciones mayores de 300 metros.

Hay cuatro características geográficas las cuales son utilizadas para clasificar los diferentes tipos de pendientes de las montañas. Estas son elevación, inclinación u orientación (hacia donde está ubicada), apariencias y uso. Las probabilidades de que ocurran deslizamientos rotacionales, las traslaciones y los flujos de diversos tipos, en aquellas pendientes con un ángulo de inclinación que exceda el 21% (12 grados) son mucho más altas que en pendientes con un ángulo de inclinación de un 12% (7 grados) o menos. Además, los deslizamientos y otros movimientos de masas extienden la red de drenaje pluvial natural aumentando la densidad de drenaje de la misma. La mayor variación de la frecuencia de deslizamientos existe en la clasificación del uso de la tierra. El riesgo de que ocurran deslizamientos en áreas impactadas por la construcción de carreteras o estructuras es de dos a ocho veces mayor que en las montañas dedicadas para bosques.

En los estudios del Servicio de Geología Federal (USGS por sus siglas en inglés) se clasifican los terrenos deslizables como:

TABLA 16 CLASIFICACIÓN DE TERRENOS DESLIZABLES

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Muy Alta Susceptibilidad	Estas áreas consisten de depósitos de deslizamientos, algunas se han cementado y no están activas. Sin embargo, son áreas de riesgo por lo que debería evitarse cualquier acción que pueda ser un disturbio para la estabilidad actual o deberían tomarse medidas de precaución ya que las excavaciones en estas áreas tienen el potencial de producir deslizamientos nuevos.
Alta Susceptibilidad	Incluye casi todas las áreas que tienen pendientes mayores de 50%; áreas de rocas o tipos de suelos que son susceptibles a deslizamientos como la Formación Cibao y San Sebastián.
Moderada Susceptibilidad	Áreas estables, excepto cuando son perturbadas por cortes indiscriminados en el terreno.
Baja Susceptibilidad	Áreas niveladas o que se encuentran sobre rocas estables. Usualmente, se componen de materiales que han sido depositados de las partes altas, como el aluvión, los depósitos costeros (depósitos de playas y depósitos de pantano). En la costa del Océano Atlántico se incluyen los depósitos de dunas de arena y de eolianitas. Las excavaciones y cortes profundos en estas áreas pueden ocasionar deslizamientos.

La documentación existente sobre terrenos en peligro de deslizamientos en Puerto Rico es muy limitada. El USGS, preparó un mapa general de terrenos ubicados en áreas susceptibles a deslizamientos en Puerto Rico. Todos los municipios en mayor o menor escala han experimentado eventos de deslizamientos, especialmente durante la época lluviosa y también en áreas cársticas.

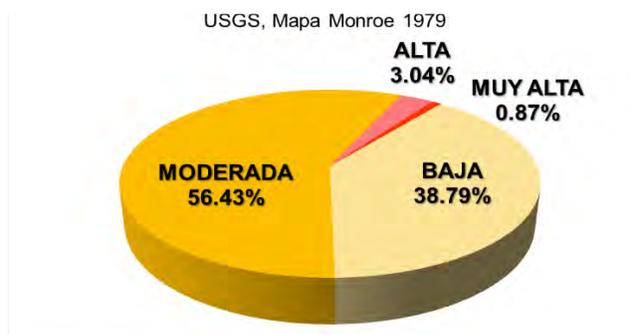
Los terrenos de topografía cársica presentan un potencial de deslizamientos o colapso de suelos, debido a las características geológicas de los mismos. Por tal motivo, es recomendable llevar a cabo estudios de suelo para determinar los tipos de usos compatibles con las características de estos terrenos.

TABLA 17 SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO

Nivel de Susceptibilidad a Deslizamientos	Cantidad (Cuerdas)	Por ciento del Suelo
Muy Alta	19,819.89	0.87%
Alta	69,178.78	3.04%
Moderada	1,283,766.37	56.43%
Baja	882,422.57	38.79%
Total con Riesgo	<b>2,255,187.61</b>	99.13%
Total Puerto Rico	<b>2,275,083.83</b>	100.00%

Fuente: USGS Landsliding Publication, Dr. Watson Monroe, 1979

GRÁFICA 31 NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO



Fuente: USGS, Mapa Monroe, 1979

### Análisis

El total de cuerdas localizadas en zonas de alta peligrosidad a deslizamientos se estima en 88,998.67 cuerdas, de las cuales se identifican como muy alta susceptibilidad 19,819.89 cuerdas y como alta susceptibilidad 69,178.78 cuerdas, representando 0.88% y 3.07% respectivamente del suelo alto riesgo, por lo que es necesario atender a la población que reside en estas áreas mediante programas de mitigación, orientación y relocalización, entre otros.

Los suelos reconocidos como susceptibles a deslizamientos moderado a bajos se estima en 2,166,188.94 cuerdas, de las cuales se identifican como moderada susceptibilidad 1,283,766.37 cuerdas y como baja susceptibilidad unas 882,422.57 cuerdas, representando el 56.93% y el 39.13% respectivamente del suelo con poco riesgo.

### Suelos con Vulnerabilidad a Tsunamis

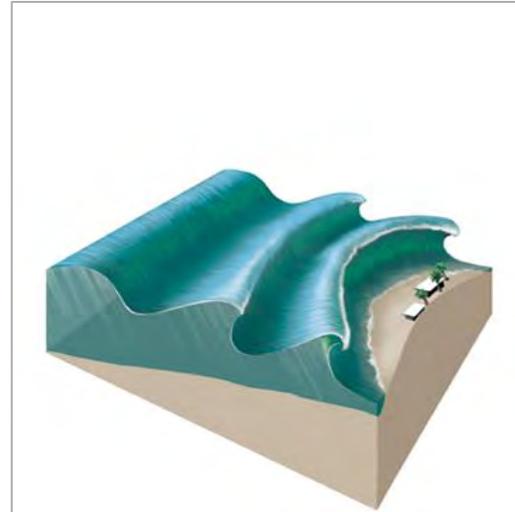
Un tsunami (palabra japonesa que significa ola en puerto u ola escondida) consiste de una serie de olas que se generan por perturbaciones en el fondo oceánico, ya sea por un terremoto, erupción volcánica, deslizamiento o impactos de meteoritos. En aguas profundas pueden desplazarse unas 500 millas por hora, aunque aquí solo alcanzan alturas de pulgadas. La distancia entre las olas puede ser de hasta 466 millas. Cuando arriban a la costa disminuye su velocidad y la distancia entre las olas y aumenta la altura de las mismas, alcanzando hasta decenas de pies en altura. Los tsunamis evolucionan en tres fases<sup>16</sup>:

- **Generación:** Proceso en el cual una perturbación del fondo marino, por ejemplo, movimiento a lo largo de una falla, convierte la superficie del mar en un tsunami. La altura que alcancen las olas dependerá principalmente de la magnitud, velocidad y duración del desplazamiento y la profundidad del mar.
- **Propagación:** En esta etapa la energía es transportada desde la zona de generación hasta la costa. La altura de la ola es muy pequeña con respecto a su largo. Variaciones de la profundidad del fondo del mar pueden modificar la dirección de la ola. A medida que se acerca a la costa y se va haciendo menos profundo el mar, la energía tiene que acomodarse en un volumen más pequeño de agua provocando olas más altas y corrientes más rápidas.

<sup>16</sup> Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez. (2005). Atlas de Tsunamis en Puerto Rico [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de

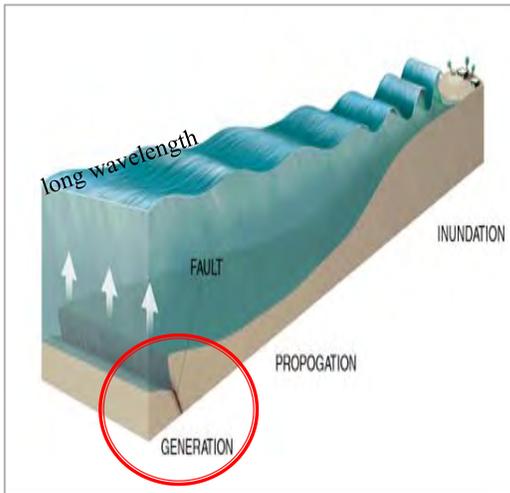
[http://redsismica.uprm.edu/Spanish/tsunami/media/Atlas\\_Presentation.ppsx](http://redsismica.uprm.edu/Spanish/tsunami/media/Atlas_Presentation.ppsx)

- **Inundación:** Los tsunamis se pueden presentar como olas encrespadas o una inundación. Las olas pueden alcanzar decenas de pies de altura, aunque cinco pies son suficientes para provocar desastres. Si no hay acantilados o la topografía no es muy escarpada las aguas pueden penetrar centenares de pies adentro. En muchas ocasiones antes que ocurra la inundación ocurre un retroceso del mar.



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez

GRÁFICA 32 EVOLUCIÓN DE TSUNAMIS EN TRES FASES<sup>17</sup>



El peligro de un tsunami para Puerto Rico es real. Desde 1867, dos tsunamis han afectado sus costas, produciendo muerte y destrucción en 1867 y 1918. Aunque la fuente de los tsunamis históricos lo ha sido los terremotos locales, también se podría generar el fenómeno por terremotos regionales y distantes, un deslizamiento submarino y con mucho menos probabilidad (en el caso de Puerto Rico) por una erupción volcánica o impacto de un cuerpo celeste. En otras partes del Caribe existe también la amenaza por tsunamis según el catálogo de la “National Geophysical Data Center” (NGDC).

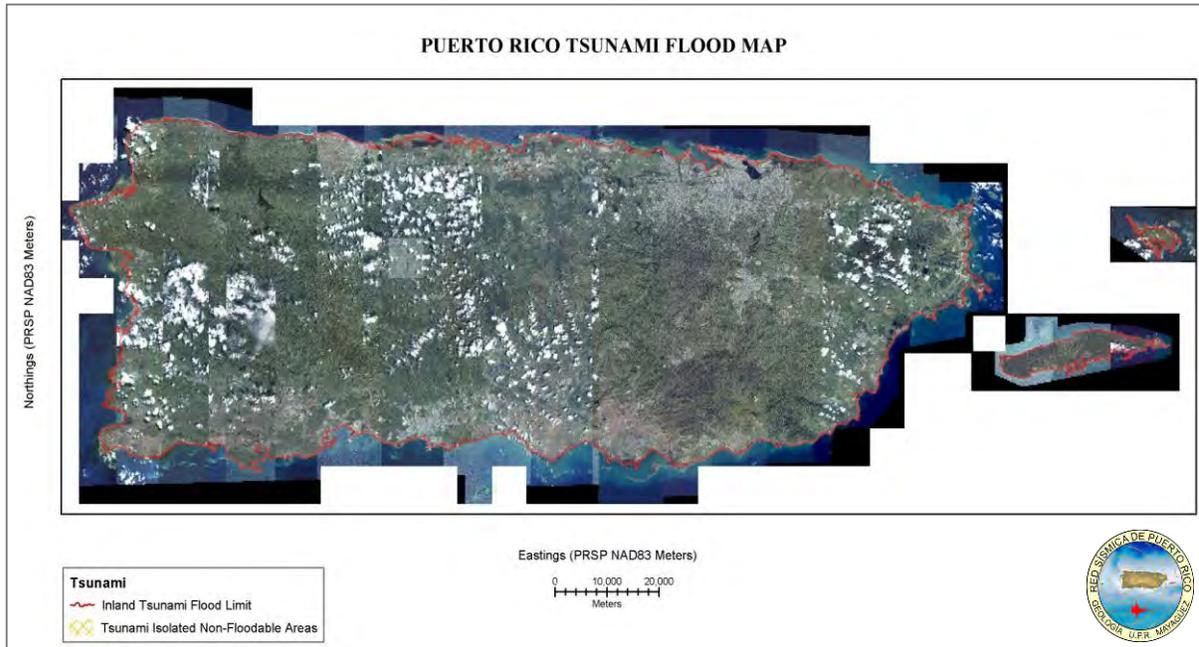
Desde 1996 se ha venido tratando de establecer un Sistema de Alerta de Tsunamis para Puerto Rico y las Islas Vírgenes. En Puerto Rico los esfuerzos se han enmarcado bajo el Programa de Alerta y Mitigación de Tsunamis de la Universidad de Puerto Rico de Mayagüez (UPRM), mientras que los esfuerzos regionales se han coordinado bajo IOCARIBE (cuerpo regional de la Comisión

<sup>17</sup> von Hillebrandt-Andrade, C.G. (2008). Amenaza de Terremotos y Tsunamis en Puerto Rico, [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de

<http://redsismica.uprm.edu/Spanish/tsunami/media/AmenazaTerremotosyTsunamisEnPuertoRico.ppsx>

Oceanográfica Intergubernamental, IOC por sus siglas en inglés, de la UNESCO).

GRÁFICA 33 MAPA LÍMITE VULNERABILIDAD A TSUNAMIS



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez. (2005). Atlas de Tsunamis en Puerto Rico [diapositivas de PowerPoint].

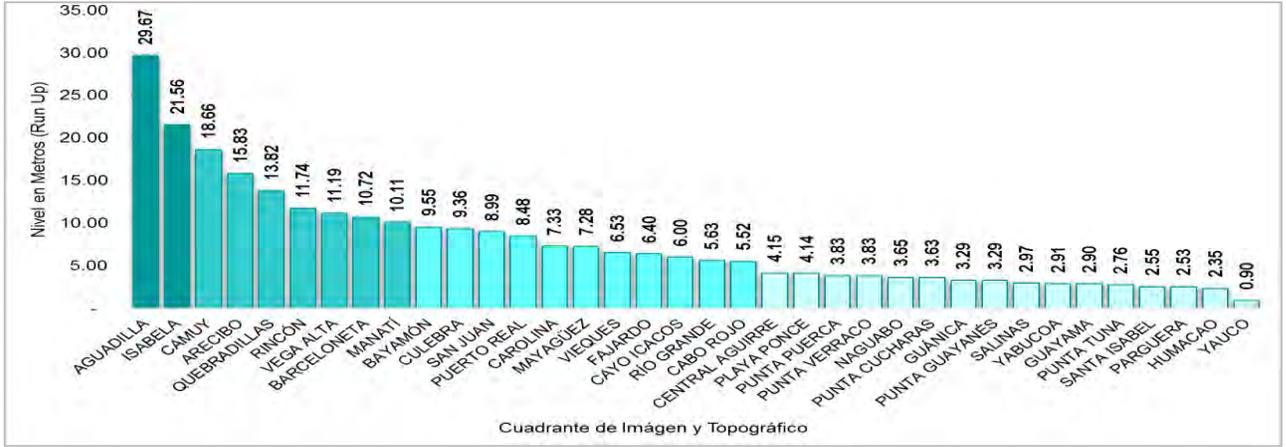
El Programa de Alerta y Mitigación de Tsunamis consiste de seis tareas:

- preparación de mapas de inundación y desalojo para el archipiélago de Puerto Rico;
- la educación acerca este "peligro olvidado" en el Caribe (incluyendo videos, simulacros de tsunami, talleres y la instalación de letreros de alerta de tsunami en las playas);
- monitoreo de datos sísmicos y mareográficos en tiempo real (24 horas al día 7 días de la semana) para la determinación rápida de los parámetros

de terremotos y cambios significativos en el nivel del mar

- desarrollo de protocolos para la emisión y diseminación de alertas de tsunami para Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses y Británicas;
- preparación de un sistema de bases de datos basado en el historial de tsunamis ocurridos en el Atlántico y el Caribe;
- participación en las reuniones del “USA National Tsunami Hazard Mitigation Program”.

GRÁFICA 34 NIVELES DE INUNDABILIDAD POR TSUNAMIS



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez

Análisis

El total de suelos con vulnerabilidad a Tsunamis coinciden con los que están en riesgo de inundaciones por marejadas alrededor de toda la costa de las islas y los identificados como barreras costeras (costal barriers). Conforme los datos del *Atlas de Tsunamis en Puerto Rico*, se realizaron simulaciones para establecer el máximo nivel de inundación (run up) alrededor de todo el territorio insular. Un problema adicional, es el hecho de que al estar las fallas a pocos kilómetros de la línea costera, de generarse un maremoto o tsunami los efectos podrán ser registrados a los pocos minutos de ocurrir el evento.

Se identificaron las áreas oeste-noroeste y norte-central como las más vulnerables, con niveles altos de inundación de entre un mínimo de 10.11 metros y máximo de 29.67

metros según los estimados. Porciones de las costas suroeste y norte-noreste se estimaron con niveles medios entre un mínimo de 5.52 metros y máximo de 9.55 metros. La costa sur y este-sureste se estimaron con niveles bajos entre un mínimo de 0.9 metros y máximo de 4.15 metros.

Vulnerabilidad de Riesgo por Incendio Forestal

Durante los últimos años en Puerto Rico han aumentado los incendios forestales. Estos incendios se inician o se propagan debido a diversos factores, tales como: altas temperaturas, bajo por ciento de humedad relativa, viento, disponibilidad de combustibles (hojas, ramas, árboles, pastos) y el calentamiento global<sup>18</sup>

Para que un fuego ocurra tiene que haber tres elementos: combustible, temperaturas altas y oxígeno. Se ha evidenciado aproximadamente

<sup>18</sup> Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, (2006) *“Incendios Forestales en Puerto Rico”*, Boletín Hojas de Nuestro Ambiente, P-001, mayo 2006.

el 90% de los incendios forestales combatidos han sido provocados por mano humana. (Ver tabla 18).

**TABLA 18 CAUSAS DE INCENDIOS FORESTALES**

NATURALES	INTENCIONALES	NEGLIGENCIA	ACCIDENTALES
Combustión espontánea <sup>19</sup> (la que comienza sin aporte externo de calor).	Piromaniacos (tendencia enfermiza a causar incendios)	Fogatas	Barbacoas
Rayos	Quema a campo abierto <sup>20</sup>	Quema de basura	Velas encendidas
	Venganzas	Colillas de cigarrillos	
	Vandalismo	Botellas y vidrios	
		Prácticas agrícolas	
		Quemas controladas que se salen de control	
		Ritos religiosos	

Fuente: “Incendios Forestales en Puerto Rico”, Boletín Hojas de Nuestro Ambiente, DRNA, P-001, mayo 2006.

**Daños Ocasionados por los Incendios Forestales**

Los incendios, dependiendo de su intensidad y frecuencia:

- Arrasan la madera.
- Destruyen el hábitat de la fauna silvestre y directamente a esta.
- Destruyen la flora que carece de adaptaciones al surgir un incendio.
- Contaminan el aire y ocasionan accidentes por pérdida de visibilidad debido al humo.
- Contribuyen al cambio climático global.
- Propician la erosión del suelo.
- Afectan la belleza del paisaje.
- Alteran el régimen hidrológico.
- Causan pérdida de vida humana (por quema, asfixia o sofocación).

<sup>19</sup> No hay evidencia científica de que ocurra en Puerto Rico porque la madera enciende entre 375 y 510 grados Fahrenheit.

<sup>20</sup> Está prohibida por el Reglamento- 402 de la Junta de Calidad Ambiental y puede conllevar multas administrativas de hasta un máximo de \$25,000 y en caso de reincidencia de hasta \$50,000.

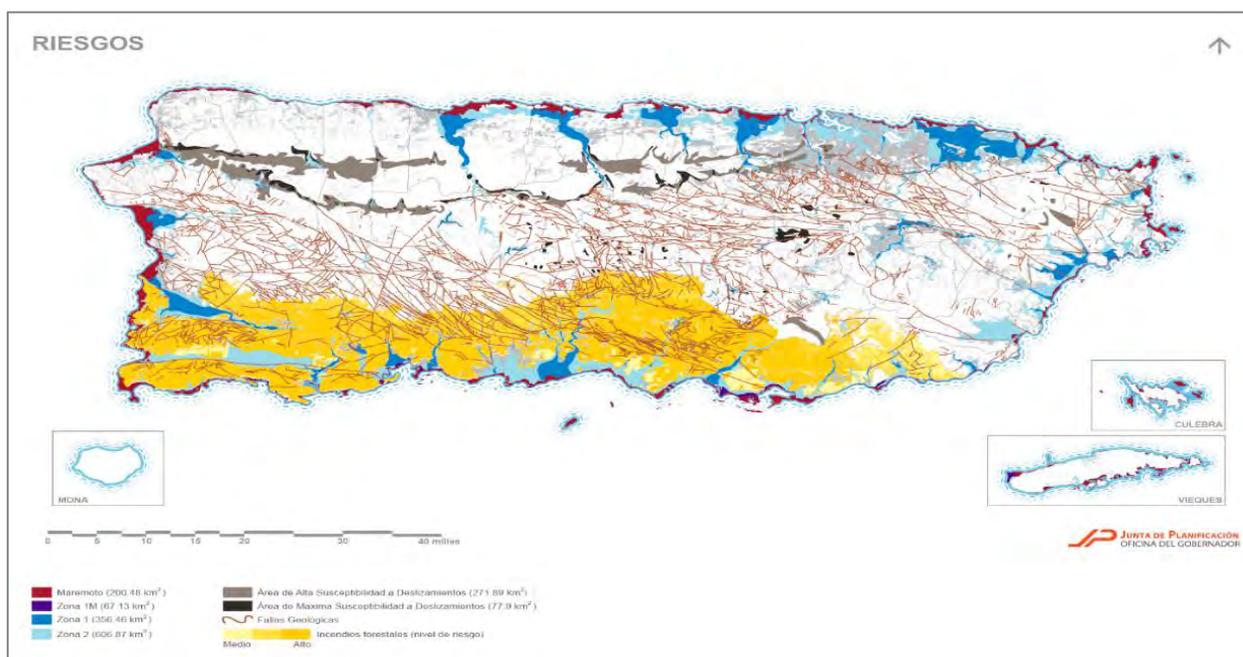
- Destruyen alimento (cosecha, forraje).
- Aumentan los gastos operacionales (suministro y equipo, operación aérea, mano de obra).

incendio forestal, podría tardar de 20 a 25 años.

Estos daños tienen serios impactos ambientales, económicos, sociales, políticos y operativos, tanto inmediatos como a corto, mediano y largo plazo. Se estima que la recuperación del ecosistema, a causa de un

Los suelos con mayor vulnerabilidad de riesgo a incendios forestales son los de la zona sur con 350,230.82 cuerdas aproximadas. Estos suelos son mayormente utilizados para la producción agrícola y para pasto. Pero resulta ser la zona más seca, dada la condición geográfica y la poca precipitación que se registra en los primeros meses del año.

**GRÁFICA 35 MAPA VULNERABILIDAD RIESGO POR INCENDIO FORESTAL**



Fuente: Junta de Planificación

---

## Vulnerabilidad de Riesgos por Calentamiento Global<sup>21</sup>

---

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar. Observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima regional, particularmente por un aumento de la temperatura. Con un grado de confianza medio, están empezando a manifestarse otros efectos del cambio climático regional sobre el medio ambiente natural y humano, aunque muchos de ellos son difíciles de identificar a causa de la adaptación y de otros originantes no climáticos.

La variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar, alteran el equilibrio energético del sistema climático. Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI

antropógeno<sup>22</sup> más importante. Sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004. La disminución a largo plazo de las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de energía suministrada invirtió su tendencia a partir del año 2000. Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan muchos milenios.

La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de GEI antropógenos. Es probable que se haya experimentado un calentamiento antropógeno apreciable en los últimos cincuenta años, en promedio para cada continente (exceptuada la región antártica). Los progresos realizados desde el Tercer Informe de Evaluación (TIE) indican que las influencias humanas discernibles no se circunscriben al promedio de las temperaturas, sino que abarcan también otros aspectos del clima. El calentamiento antropógeno de los tres últimos decenios ha ejercido probablemente una influencia discernible a escala mundial sobre los

---

<sup>21</sup> Extracto del resumen para responsables de políticas, aprobado en detalle en la 25ª reunión plenaria del IPCC (Valencia, España, 12 a 17 de noviembre de 2007), recoge las afirmaciones formalmente acordadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) con respecto a las conclusiones e incertidumbres clave contenidas en las contribuciones de los Grupos de trabajo al Cuarto Informe de Evaluación, “*Cambio climático 2007: Informe de síntesis*”, Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs., 2008.

<sup>22</sup> El término *antropogénico* se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles. Se llama influencia antropogénica a aquellos efectos producidos por las actividades humanas en el clima de la Tierra. No solo se estudian los efectos en épocas presentes como resultado de la industrialización, sino las influencias que pudieron causar cambios climáticos en el pasado, incluyendo épocas preindustriales a través, sobre todo, de la deforestación y la reconversión de tierras para sus actividades agrarias y ganaderas.

cambios observados en numerosos sistemas físicos y biológicos.

Hay un alto nivel de coincidencia y abundante evidencia respecto a que con las políticas actuales de mitigación de los efectos del cambio climático y con las prácticas de desarrollo sostenible que aquellas conllevan, las emisiones mundiales de GEI seguirán aumentando en los próximos decenios. De proseguir las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX. El grado de confianza actual es superior al del TIE respecto a las pautas proyectadas del calentamiento y de otros aspectos de escala regional, como la alteración de las pautas de viento o de la precipitación, y ciertos aspectos de los valores extremos y de los hielos marinos. Los estudios realizados desde el TIE han permitido comprender de manera más sistemática la cronología y magnitud de los impactos vinculados a diferentes magnitudes y tasas de cambio climático.

Probablemente algunos sistemas, sectores y regiones resultarán especialmente afectados por el cambio climático.

Por ejemplo tenemos los siguientes ecosistemas y sectores:

---

## Ecosistemas

---

- **terrestres:** tundra, bosques boreales y regiones montañosas, debido a su sensibilidad al calentamiento; ecosistemas de tipo Mediterráneo, debido a la disminución de las lluvias; y bosques pluviales tropicales en que la precipitación disminuye;
- **costeros:** manglares y ciénagas, debido a múltiples factores de estrés;
- **marinos:** arrecifes de coral, debido a múltiples factores de estrés; el bioma de los hielos marinos, debido a su sensibilidad al calentamiento;
- los recursos hídricos de ciertas regiones secas de latitudes medias y en los trópicos secos, debido a la alteración de las precipitaciones de lluvia y de la evapotranspiración, y en áreas dependientes de la nieve y del deshielo;
- la agricultura en latitudes medias, debido a una menor disponibilidad de agua;
- los sistemas costeros bajos, debido al peligro de aumento del nivel del mar y al mayor riesgo de fenómenos meteorológicos extremos;
- la salud humana, en poblaciones con escasa capacidad adaptativa.

Regiones

- la Región Ártica, debido a los impactos de la gran rapidez del proyectado calentamiento sobre los sistemas naturales y las comunidades humanas; África, debido a su escasa capacidad adaptativa y a los impactos del cambio climático proyectados.
- las islas pequeñas en que las poblaciones y las infraestructuras estarían muy expuestas a los impactos del cambio climático.

- los grandes deltas de Asia y África, por ser regiones muy pobladas y muy expuestas al aumento del nivel del mar, a las mareas de tempestad y a las crecidas fluviales.

En otras áreas, incluso en áreas con alto nivel de ingresos, ciertos sectores de la población (por ejemplo, los pobres, los niños pequeños o los ancianos) podrían estar particularmente expuestos, así como ciertas áreas y actividades.

**TABLA 19 IMPACTO REGIONAL PROYECTADO (2007)**

REGIÓN	IMPACTO PROYECTADO
América Latina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta mediados del siglo, los aumentos de temperatura y las correspondientes disminuciones de la humedad del suelo originarían una sustitución gradual de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia. La vegetación semiárida iría siendo sustituida por vegetación de tierras áridas.</li> <li>• Podrían experimentarse pérdidas de diversidad biológica importantes con la extinción de especies en muchas áreas de la América Latina tropical.</li> <li>• La productividad de algunos cultivos importantes disminuiría, y con ella la productividad pecuaria, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria. En las zonas templadas mejoraría el rendimiento de los cultivos de haba de soja. En conjunto, aumentaría el número de personas amenazadas por el hambre (RT; grado de confianza medio).</li> <li>• Los cambios en las pautas de precipitación y la desaparición de los glaciares afectarían notablemente a la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico.</li> </ul>
América del Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las montañas occidentales, el calentamiento reduciría los bancos de nieve, acrecentaría las crecidas de invierno y reduciría la escorrentía estival, intensificando así la competición por unos recursos hídricos excesivamente solicitados.</li> <li>• En los primeros decenios del siglo, un cambio climático moderado mejoraría en conjunto el rendimiento de los cultivos pluviales entre un 5% y un 20%, aunque estaría sujeto a una acentuada variabilidad según las regiones. La situación sería difícil para los cultivos situados cerca de las fronteras cálidas de su ámbito natural, o dependientes de unos recursos hídricos muy demandados.</li> <li>• En el transcurso del siglo, las ciudades que actualmente padecen olas de calor estarían expuestas a un aumento de estas y de su intensidad y duración, que podría tener efectos adversos sobre la salud.</li> <li>• Las comunidades y hábitats costeros tendrían mayores dificultades, debido a la interacción de los efectos del cambio climático con el desarrollo y la contaminación.</li> </ul>
Islas pequeñas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aumento del nivel del mar intensificaría las inundaciones, las mareas de tempestad, la erosión y otros fenómenos costeros peligrosos, amenazando con ello la infraestructura vital, los asentamientos y las instalaciones de cuya subsistencia dependen las comunidades insulares.</li> <li>• El deterioro de las condiciones costeras, por ejemplo por erosión de las playas o decoloración de los corales, afectaría los recursos locales.</li> <li>• Hasta mediados del siglo, el cambio climático reduciría los recursos hídricos en gran número de islas pequeñas, por ejemplo en el Caribe y en el Pacífico, hasta el punto de que aquellos serían insuficientes para cubrir la demanda en los periodos de escasa precipitación.</li> <li>• Con el aumento de las temperaturas aumentarían las invasiones de especies nativas, particularmente en las islas de latitudes medias y altas.</li> </ul>

Nota: A menos que se indique explícitamente, todas estas proyecciones proceden de textos del Resumen para responsables de políticas del GTII, y poseen un grado de confianza alto o muy alto respecto de diferentes sectores (agricultura, ecosistemas, agua, costas, salud, industria y asentamientos). En el Resumen para responsables de políticas del GTII se indican la fuente de cada proyección, los plazos y las temperaturas. La magnitud y cronología de los impactos reales variará en función de la magnitud y rapidez del cambio climático, de los escenarios de emisiones, de los tipos de desarrollo y de la adaptación.

Fuente: "Cambio climático 2007: Informe de síntesis", Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, Ginebra, Suiza, 2008.

La incorporación de carbono antropógeno desde 1750 ha acidificado el océano, cuyo pH ha disminuido en 0.1 unidades, en promedio. Una mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera aceleraría ese proceso. Aunque los efectos de la observada acidificación del océano sobre la biósfera marina no están todavía documentados, la acidificación progresiva de los océanos tendrá previsiblemente efectos negativos sobre los organismos marinos que producen caparazón (por ejemplo, los corales) y sobre las especies que dependen de ellos.

La alteración de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, sumada al aumento del nivel del mar, tendrán previsiblemente efectos extremadamente adversos sobre los sistemas naturales y humanos. El calentamiento antropógeno y el aumento del nivel del mar proseguirán durante siglos debido a la magnitud de las escalas de tiempo asociadas a los procesos y retroefectos climáticos, incluso aunque se estabilizasen las concentraciones de GEI. El calentamiento antropógeno podría producir impactos abruptos o irreversibles, en función de la rapidez y magnitud del cambio climático.

TABLA 20 POSIBLES IMPACTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO (2007)

FENÓMENOS Y DIRECCIÓN DE LA TENDENCIA	PROBABILIDAD DE LAS TENDENCIAS FUTURAS DE LAS PROYECCIONES PARA EL SIGLO XXI BASADAS EN ESCENARIOS IIEE	EJEMPLOS DE IMPACTOS DE GRAN MAGNITUD PROYECTADOS POR SECTORES			
		AGRICULTURA, SILVICULTURA Y ECOSISTEMAS	RECURSOS HÍDRICOS	SALUD HUMANA	INDUSTRIA, ASENTAMIENTOS Y SOCIEDAD
En la mayoría de las áreas terrestres, días y noches más cálidos y menos frecuentemente fríos, días y noches más cálidos y más frecuentemente muy cálidos	<i>Prácticamente seguro</i>	Cosechas mejores en entornos más fríos; peores, en entornos más cálidos; plagas de insectos más frecuentes	Efectos sobre los recursos hídricos que dependen del deshielo; efectos sobre algunos suministros hídricos	Disminución de la mortalidad humana por una menor exposición al frío	Disminución de la demanda de energía para calefacción; aumento de la demanda de refrigeración; disminución de la calidad del aire en las ciudades; menores dificultades para el transporte a

FENÓMENOS Y DIRECCIÓN DE LA TENDENCIA	PROBABILIDAD DE LAS TENDENCIAS FUTURAS DE LAS PROYECCIONES PARA EL SIGLO XXI BASADAS EN ESCENARIOS IIEEE	EJEMPLOS DE IMPACTOS DE GRAN MAGNITUD PROYECTADOS POR SECTORES			
		AGRICULTURA, SILVICULTURA Y ECOSISTEMAS	RECURSOS HÍDRICOS	SALUD HUMANA	INDUSTRIA, ASENTAMIENTOS Y SOCIEDAD
					causa de la nieve o del hielo; efectos sobre el turismo de invierno
Períodos cálidos/olas de calor. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las extensiones terrestres	<i>Muy probable</i>	Empobrecimiento de las cosechas en regiones más cálidas, por estrés térmico; mayor peligro de incendios incontrolados	Aumento de la demanda de agua; problemas de calidad del agua (por ejemplo, proliferación de algas)	Mayor riesgo de mortalidad por causas térmicas, especialmente entre los ancianos, los enfermos crónicos, los niños pequeños y las personas socialmente aisladas	Empeoramiento de la calidad de vida de las poblaciones de áreas cálidas que carecen de viviendas apropiadas; impactos sobre los ancianos, los niños pequeños y los pobres
Episodios de precipitación intensa. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las regiones	<i>Muy probable</i>	Daños a los cultivos; erosión de los suelos, incapacidad para cultivar las tierras por anegamiento de los suelos	Efectos adversos sobre la calidad del agua superficial y subterránea; contaminación de los suministros hídricos; posiblemente, menor escasez de agua	Mayor riesgo de defunciones, lesiones e infecciones, y de enfermedades respiratorias y de la piel	Alteración de los asentamientos, del comercio, del transporte y de las sociedades por efecto de las crecidas: presiones sobre las infraestructuras urbanas y rurales; pérdida de bienes
Área afectada por el aumento de las sequías	<i>Probable</i>	Degradación de la tierra; menor rendimiento, deterioro e incluso malogramiento de los cultivos; mayores pérdidas de cabezas de ganado; aumento del riesgo de incendios incontrolados	Mayores extensiones afectadas por estrés hídrico	Mayor riesgo de escasez de alimentos y de agua; mayor riesgo de malnutrición; mayor riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos	Escasez de agua para los asentamientos, las industrias y las sociedades; menor potencial de generación hidroeléctrica; posibles migraciones de la población
Aumento de la intensidad de los ciclones tropicales	<i>Probable</i>	Daños a los cultivos; remoción de árboles;	Cortes de corriente eléctrica	Mayor riesgo de defunciones, lesiones, y	Alteraciones por efecto de las crecidas y vientos

FENÓMENOS Y DIRECCIÓN DE LA TENDENCIA	PROBABILIDAD DE LAS TENDENCIAS FUTURAS DE LAS PROYECCIONES PARA EL SIGLO XXI BASADAS EN ESCENARIOS IEEE	EJEMPLOS DE IMPACTOS DE GRAN MAGNITUD PROYECTADOS POR SECTORES			
		AGRICULTURA, SILVICULTURA Y ECOSISTEMAS	RECURSOS HÍDRICOS	SALUD HUMANA	INDUSTRIA, ASENTAMIENTOS Y SOCIEDAD
		daños a los arrecifes de coral	causantes de alteraciones del suministro hídrico público	enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos; trastornos de estrés postraumático	fuertes; denegación de cobertura de riesgos por las aseguradoras privadas en áreas vulnerables, posibles migraciones de la población, pérdida de bienes
Mayor incidencia de subidas extremas del nivel del mar (con excepción de los tsunamis)	<i>Probable</i>	Salinización del agua de irrigación, de los estuarios y de los sistemas de agua dulce	Menor disponibilidad de agua dulce por efecto de la intrusión de agua salada	Mayor riesgo de defunciones y de lesiones por ahogamiento debido a las crecidas; efectos sobre la salud relacionados con las migraciones	Costo de la protección costera comparado con el del desplazamiento geográfico de los usos de la tierra; posible desplazamiento de poblaciones e infraestructuras; véanse también los efectos sobre los ciclones tropicales supra

Ejemplos de posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos, basados en proyecciones hasta mediados o finales del siglo XXI. Estas proyecciones no contemplan variaciones de la capacidad adaptativa. Las estimaciones de verosimilitud de la columna 2 corresponden a los fenómenos indicados en la columna 1.

Fuente: “Cambio climático 2007: Informe de síntesis”, Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, Ginebra, Suiza, 2008.

Se dispone de una gran diversidad de opciones de adaptación, pero será necesaria una adaptación aun mayor que la actual para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Hay obstáculos, límites y costos que no han sido suficientemente analizados. La capacidad adaptativa está íntimamente relacionada con el desarrollo social y económico, aunque se halla desigualmente distribuida tanto entre las

sociedades como en el seno de estas. Los estudios realizados, tanto desde una perspectiva ascendente como descendente, indican que hay un alto nivel de coincidencia y abundante evidencia de que existe un potencial económico sustancial de mitigación de las emisiones mundiales de GEI en los próximos decenios, que podría contrarrestar el crecimiento proyectado de las emisiones mundiales o reducir estas por

debajo de los niveles actuales.<sup>23</sup> Los gobiernos disponen de una gran diversidad de políticas e instrumentos para crear incentivos que ponderen las medidas de mitigación. Su

aplicabilidad dependerá de las circunstancias nacionales y del contexto sectorial.

**TABLA 21 EJEMPLOS DE ADAPTACIÓN PLANIFICADA, POR SECTORES**

Sector	Opción/estrategia de adaptación	Marco de políticas básico	Limitaciones principales y oportunidades de implementación (en fuente normal: limitaciones; en cursiva: oportunidades)
Agua	Potenciación de la recogida de agua de lluvia; técnicas de almacenamiento y conservación de agua; reutilización del agua; desalación; eficiencia de uso del agua y de la irrigación.	Políticas nacionales sobre el agua y gestión integrada de los recursos hídricos; gestión de fenómenos peligrosos relacionados con el agua.	Recursos financieros y humanos, y obstáculos físicos; <i>gestión integrada de los recursos hídricos; sinergias con otros sectores.</i>
Agricultura	Modificación de las fechas de siembra y plantación y de las variedades de cultivo; reubicación de cultivos; mejora de la gestión de las tierras (por ejemplo, control de la erosión y protección del suelo mediante la plantación de árboles).	Políticas de I+D; reforma institucional; tenencia y reforma de la tierra; formación; creación de capacidad; aseguramiento de cultivos; incentivos financieros (por ejemplo, subvenciones y créditos fiscales).	Limitaciones tecnológicas y financieras; acceso a nuevas variedades; mercados; <i>mayor duración de la temporada de cultivo en latitudes superiores; ingresos procedentes de productos “nuevos”.</i>
Infraestructura/ asentamientos (incluidas las zonas costeras)	Reubicación; muros de contención marina y barreras contra mareas de tempestad; reforzamiento de dunas; adquisición de tierras y creación de ciénagas/humedales como retardadores del aumento del nivel del mar y de las	Normas y reglamentaciones que integren en el diseño las consideraciones sobre el cambio climático; políticas de uso de la tierra; ordenanzas de edificación; seguros.	Obstáculos financieros y tecnológicos; disponibilidad de espacio para reubicación; <i>políticas y gestiones integradas; sinergias con metas de desarrollo sostenible.</i>

<sup>23</sup> El concepto de “*potencial de mitigación*” responde al propósito de evaluar la escala de las reducciones de GEI que se podrían conseguir, respecto de los valores de emisión de referencia, para un valor dado del precio del carbono (expresado en costo por unidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente evitadas o reducidas). El potencial de mitigación puede clasificarse en “*potencial de mitigación de mercado*” y “*potencial de mitigación económico*”.

El *potencial de mitigación de mercado* es el basado en los costos y tasas de descuento privados (y que refleja, por consiguiente, la perspectiva de los consumidores privados y de las empresas) que cabría esperar en unas condiciones de mercado previstas, incluyendo las políticas y medidas actualmente adoptadas, y teniendo presente que los obstáculos limitan la incorporación real. El *potencial de mitigación económico* refleja los costos y beneficios y las tasas de descuento sociales (como reflejo de la

perspectiva de la sociedad; las tasas de descuento sociales son inferiores a las aplicadas por los inversores privados), suponiendo que la eficacia del mercado mejore gracias a las políticas y medidas adoptadas y que se eliminen los obstáculos.

El potencial de mitigación se estima sobre la base de diferentes tipos de metodologías. Los estudios de perspectiva ascendente están basados en la evaluación de las opciones de mitigación, y otorgan especial protagonismo a las tecnologías y reglamentaciones. Suelen ser estudios sectoriales basados en una macroeconomía invariable. Los estudios de perspectiva descendente evalúan el potencial de opciones de mitigación desde la perspectiva de la economía en su conjunto. Se asientan en marcos coherentes de alcance mundial y en la recopilación de información sobre las opciones de mitigación, y recogen los retroefectos macroeconómicos y de mercado.

Sector	Opción/estrategia de adaptación	Marco de políticas básico	Limitaciones principales y oportunidades de implementación (en fuente normal: limitaciones; en cursiva: oportunidades)
	inundaciones; protección de las barreras naturales existentes.		
Salud humana	Planes de actuación para hacer frente a los efectos del calor sobre la salud; servicios médicos de emergencia; mejora de las medidas de monitoreo y control de enfermedades sensibles al clima; agua salubre, y mejora de los saneamientos.	Políticas de salud pública que reconozcan los riesgos climáticos; consolidación de los servicios sanitarios; cooperación regional e internacional.	Límites de la tolerancia humana (grupos vulnerables); limitación de los conocimientos; capacidad financiera; <i>mejora de los servicios de salud; mejora de la calidad de vida.</i>
Turismo	Diversificación de las atracciones e ingresos turísticos.	Planificación integrada (por ejemplo, capacidad de transporte; vínculos con otros sectores); incentivos financieros (por ejemplo, subvenciones y créditos fiscales).	Atractivo/comercialización de nuevas atracciones; desafíos financieros y logísticos; efectos potencialmente adversos sobre otros sectores (por ejemplo, la fabricación de nieve artificial podría incrementar la utilización de energía); <i>ingresos procedentes de “nuevas” atracciones; participación de un mayor número de partes interesadas.</i>
Transporte	Reordenación/reubicación; normas de diseño y planificación de carreteras, ferrocarriles y otras infraestructuras para hacer frente al calentamiento y a los fenómenos de drenado.	Consideración del cambio climático en las políticas de transporte nacionales; inversión en I+D en situaciones especiales (por ejemplo, áreas de permafrost).	Obstáculos financieros y tecnológicos; disponibilidad de rutas menos vulnerables; <i>mejora de las tecnologías e integración con sectores clave (por ejemplo, energía).</i>
Energía	Consolidación de la infraestructura secundaria de transmisión y distribución; cableado subterráneo para servicios públicos básicos; eficiencia energética; utilización de fuentes renovables; menor dependencia de fuentes de energía únicas.	Políticas energéticas nacionales, reglamentaciones, e incentivos fiscales y financieros para alentar la utilización de fuentes alternativas; incorporación del cambio climático en las normas de diseño.	Acceso a alternativas viables; impedimentos financieros y tecnológicos; aceptación de nuevas tecnologías; <i>estimulación de nuevas tecnologías; utilización de recursos locales.</i>

*Nota: En muchos sectores, otros ejemplos incluirían los sistemas de aviso temprano.*

Existen múltiples opciones para reducir las emisiones mundiales de GEI mediante la cooperación internacional. Hay un nivel de coincidencia alto y abundante evidencia de que

el establecimiento de una respuesta mundial al cambio climático, el estímulo de toda una serie de políticas nacionales y la creación de un mercado internacional del carbono y de nuevos

mecanismos institucionales al respecto son logros notables de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) y de su Protocolo de Kyoto que podrían sentar las bases de los futuros esfuerzos de mitigación. Se ha avanzado también en el tratamiento de la adaptación en el marco de la CMCC y se han sugerido iniciativas internacionales ulteriores. En varios sectores es posible implementar opciones de respuesta para obtener sinergias y para evitar conflictos con otras dimensiones del desarrollo sostenible. Las decisiones sobre políticas macroeconómicas y otras políticas no climáticas pueden afectar notablemente las emisiones, la capacidad adaptativa y la vulnerabilidad.

Las vulnerabilidades clave<sup>24</sup> pueden estar asociadas a gran número de sistemas climáticos sensibles, como el abastecimiento de alimentos, la infraestructura, la salud, los recursos hídricos, los sistemas costeros, los ecosistemas, los ciclos biogeoquímicos mundiales, los mantos de hielo, o los modos de circulación oceánica y atmosférica. Los ‘cinco aspectos preocupantes’ señalados en el TIE siguen constituyendo un marco viable para el estudio de las vulnerabilidades clave. Muchos de los riesgos se identifican con un grado de confianza más alto. Algunos serán mayores, según las proyecciones, o se harán presentes con aumentos menores de la temperatura. La relación entre los impactos (el fundamento de los “aspectos preocupantes” del TIE) y la vulnerabilidad (incluida la capacidad de adaptarse a los impactos) se conoce ahora con mayor detalle. Ello se debe a una identificación más precisa de las circunstancias que hacen especialmente vulnerables a los sistemas,

sectores y regiones, y a una evidencia creciente del riesgo de impactos de gran magnitud en escalas de tiempo. Los mismos son:

- **Riesgos que amenazan a sistemas únicos y amenazados** – Hay una mayor y más clara evidencia de que han podido observarse impactos del cambio climático sobre sistemas únicos y vulnerables (como las comunidades y ecosistemas polares y de alta montaña), cuyo carácter negativo aumenta con la temperatura. Las proyecciones indican, con un grado de confianza mayor que en el TIE, un mayor riesgo de extinción de especies y de daños a los arrecifes de coral a medida que aumente la temperatura. Con un grado de confianza medio, en torno al 20-30% de las especies vegetales y animales evaluadas, hasta la fecha estarían sujetas probablemente a un mayor riesgo de extinción si el aumento del promedio mundial de temperatura, entrañaría importantes riesgos para numerosos sistemas únicos y amenazados y, en particular, para numerosas regiones de rica biodiversidad. Los corales son vulnerables al estrés térmico y su capacidad adaptativa es baja. Según las proyecciones, un aumento de la temperatura del mar en superficie acrecentaría la frecuencia de casos de decoloración de corales y la mortalidad de estos en gran escala, a menos que intervenga una adaptación térmica o aclimatación de esas especies. Las proyecciones indican también una mayor vulnerabilidad de las comunidades indígenas de la región ártica y de las comunidades que habitan en islas pequeñas.

<sup>24</sup> Las vulnerabilidades clave pueden identificarse con base en ciertos criterios propuestos en diversos artículos de investigación, como la magnitud, la cronología, la persistencia/reversibilidad, el

potencial de adaptación, ciertos aspectos relacionados con la distribución, la verosimilitud y la “importancia” de los impactos.

- **Riesgos de fenómenos meteorológicos extremos** – Las respuestas a ciertos fenómenos extremos recientes revelan un nivel de vulnerabilidad mayor que el señalado en el TIE. Ha aumentado el grado de confianza en que aumentarán las sequías, las olas de calor y las crecidas, así como sus impactos adversos.
- **Distribución de impactos y de vulnerabilidades** – Existen marcadas diferencias entre regiones, y las de economía más débil suelen ser las más vulnerables al cambio climático. Aumenta la evidencia de que se agravará la vulnerabilidad de determinados grupos, como los indigentes y los ancianos, no solo en los países en desarrollo sino también en los desarrollados. Además, hay cada vez más evidencia de que en las áreas de baja latitud y menos desarrolladas el riesgo suele ser menor, como sucede en las áreas secas y en los grandes deltas.
- **Impactos totalizados** – Los beneficios netos iniciales del cambio climático en términos de mercado serían máximos para un nivel de calentamiento menor que en los resultados del TIE, mientras que los daños serían mayores para magnitudes de calentamiento superiores. Según las proyecciones, el costo neto de los impactos de un mayor calentamiento aumentaría con el tiempo.
- **Riesgos de singularidades de gran escala** – Con un grado de confianza alto, un calentamiento mundial a lo largo de varios siglos implicaría una contribución de la dilatación térmica al aumento del nivel del mar que sería de una magnitud mucho mayor que la observada durante el siglo XX, y conllevaría la pérdida de extensiones

costeras y otros impactos relacionados. En comparación con el TIE, se aprecia más claramente que el riesgo de que los mantos de hielo de Groenlandia y, posiblemente, de la región antártica contribuyan adicionalmente al aumento del nivel del mar podría ser mayor de lo indicado por los modelos de mantos de hielo y podría producirse a escalas centenarias. Ello se debe a que los procesos dinámicos de hielo constatados en observaciones recientes, aunque no incluidos en los modelos de mantos de hielo contemplados en CIE, podrían acelerar la pérdida de hielo.

Hay un grado de confianza alto en que ni la adaptación ni la mitigación conseguirán evitar, por sí solas, todos los impactos del cambio climático; pueden, sin embargo, complementarse entre sí y, conjuntamente, reducir de manera notable los riesgos de cambio climático. Muchos de los impactos pueden ser reducidos, retardados o evitados mediante medidas de mitigación. Los esfuerzos e inversiones en mitigación de los próximos dos o tres decenios determinarán en gran medida las oportunidades de alcanzar unos niveles de estabilización inferiores. El retardo en la reducción de emisiones reducirá notablemente esas oportunidades, e incrementará el riesgo de agravamiento de las repercusiones del cambio climático. Hay un nivel de coincidencia alto y abundante evidencia de que pueden alcanzarse todos los niveles de estabilización estudiados si se implementa una serie de tecnologías actualmente disponibles o que previsiblemente se comercializarán en los próximos decenios, suponiendo que haya incentivos apropiados y eficaces para su desarrollo, adquisición, implantación y difusión, y para hacer frente a los obstáculos correspondientes.

Los costos macroeconómicos de la mitigación suelen aumentar a la par que el carácter restrictivo del objetivo de estabilización. Para determinados países y sectores, los costos variarán considerablemente respecto del promedio mundial. La respuesta al cambio climático conlleva a un proceso de gestión de riesgos iterativo que abarca tanto medidas de adaptación como de mitigación y que tiene presentes los daños, los cobeneficios, la sostenibilidad, la equidad y las actitudes ante el riesgo en relación con el cambio climático.

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

Puerto Rico, por su condición de isla tropical, está expuesta a múltiples riesgos asociados a los cambios climáticos. Como condición particular, se pueden señalar los riesgos al aumento de la frecuencia e intensidad de tormentas tropicales, huracanes, el aumento de los niveles del mar, la exposición a sequías, la disminución en los abastos de agua -particularmente en las reservas subterráneas de agua, la desertificación y posible pérdida de terrenos agrícolas, así como el aumento en vectores de enfermedades y problemas de salud. Además, las consecuencias pueden ser devastadoras para los sistemas naturales, tales como el blanqueamiento de los arrecifes de coral, al igual que para las comunidades e infraestructura costera, debido al incremento en los riesgos para la vida y propiedad causados por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climatológicos.

En cuanto a áreas con riesgo de deslizamientos, los terrenos que son susceptibles a algún nivel de peligro son considerables. Los datos provistos indican que poco más de la mitad del territorio de la Isla cae en alguna categoría de riesgo. Ello se debe, por un lado, a la topografía y los tipos de suelo y por otro lado a las

modificaciones que se hacen en el terreno para facilitar distintos proyectos de construcción.

Los terrenos susceptibles a inundaciones también constituyen otra área de preocupación que se debe atender. Los cambios en los patrones del clima, que están afectando a la Isla con lluvias más frecuentes y más intensas, causan que cada vez más familias resulten perjudicadas por este fenómeno, sufriendo daños en sus propiedades y hasta la pérdida de sus hogares. Igualmente ocurren cuantiosas pérdidas en la infraestructura de carreteras y puentes que resultan dañados y o destruidos por estos fenómenos. Situación que coloca al País ante el reto de asignarle mayor prioridad a la búsqueda de soluciones para el manejo de este problema. Por esta razón, la identificación de aquellos terrenos que están sujetos a inundaciones o que son susceptibles a deslizamientos es un paso importante hacia la minimización de los riesgos a que puede estar expuesta la ciudadanía. De ahí la necesidad de que se continúen los esfuerzos para mantener actualizada esta información para así garantizar la seguridad de la población. Es preciso establecer programas de relocalización de familias y construcción de diques y otras obras de infraestructura dirigidas al control de inundaciones.

Paralelamente se deben fortalecer los esfuerzos encaminados a evitar la ocupación de aquellos terrenos que se convierten en lugares de alta peligrosidad cuando ocurren situaciones de emergencias naturales. Programas orientados a la educación y la mitigación pueden ser de mucha utilidad para lograr esos propósitos y garantizar la seguridad de la población.

## Sistemas Naturales<sup>25</sup>

Los recursos naturales son los componentes de la naturaleza que representan fuentes de aprovechamiento para beneficio del ser humano. Los recursos naturales básicos son las rocas, los minerales, el suelo, el agua, el aire, la biodiversidad y sus hábitats, y la energía solar, entre otros.

El manejo eficaz de nuestros recursos naturales requiere la gestión gubernamental y la participación activa de los ciudadanos. Cada vez más, resalta la necesidad de reducir los daños al ambiente (contaminación del suelo, aire y agua, la deforestación y la intervención inadecuada con hábitats) para conservar la naturaleza, de la que depende toda forma de vida, incluida la del ser humano. El deterioro del ambiente ha sido el resultado del desarrollo industrial, la explotación desmedida de los recursos naturales para elaborar productos para satisfacer las

demandas del consumismo, el desparramamiento urbano, el movimiento ilegal de corteza terrestre, la introducción de especies exóticas y la utilización de terrenos para agricultura.

Algunos de los recursos naturales son renovables, es decir, pueden reutilizarse muchas veces, reponerse o volverse a cultivar, siempre y cuando el ser humano cuide su regeneración (agua, suelo, animales, plantas). Pero, hay otros que se identifican como recursos naturales no renovables (como los combustibles fósiles) porque su formación natural es muy lenta y compleja y están los que son irremplazables (como los mogotes y montañas).

Las políticas aplicables a los recursos naturales conforme a los *Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico* (OPP-PUTPR) de 1995 son las siguientes:

**TABLA 22 METAS Y OBJETIVOS DE POLÍTICA PÚBLICA DE ÁREAS DE RECURSOS NATURALES, AMBIENTALES Y CULTURALES**

**META** - *Mantener y proteger nuestro medio ambiente promoviendo la conservación, preservación y el uso juicioso de nuestros recursos naturales, ambientales, históricos y culturales, reconociendo que estos representan una variedad y riqueza de opciones para nuestro desarrollo y una oportunidad para promover el desarrollo integral y sostenible de todos los sectores geográficos por estar estos recursos distribuidos en toda la Isla.*

### POLÍTICAS PÚBLICAS

29.00	Proteger, conservar y restaurar los recursos naturales, ambientales y culturales.
30.00	Proteger los recursos naturales, ambientales y culturales de la destrucción o de daños irreparables provocados por su mal uso o por falta de previsión para atender el impacto adverso de otras actividades.
31.00	Propiciar la protección de áreas con suelos cársticos que por las formaciones calcáreas y por sus características hidrogeológicas proveen beneficios para los acuíferos, protegen las aguas superficiales y mantienen la integridad ecológica de los sistemas naturales.

<sup>25</sup> “Los Recursos Naturales de Puerto Rico”, *Hojas de Nuestro Ambiente*, Hoja educativa publicada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), P-006, Julio 2006.

32.00	Desarrollar planes de control y manejo de la contaminación acuática y marina por fuentes dispersas de contaminación asociadas a las categorías de desarrollo urbano, agricultura, construcción y operación de marinas, hidromodificaciones y la destrucción o alteración de humedales.
33.00	Estimular la conservación de usos de los terrenos en su estado natural fuera de los ámbitos de expansión urbana o en suelo rústico, reconociendo más los beneficios sociales y económicos de los mismos y promoviendo mecanismos que valoren apropiadamente dichos recursos.
34.00	Desarrollar planes de manejo y conservación de los recursos no renovables (minerales) que garanticen la calidad ambiental.

Suelos con Valor Natural

Los suelos con valor natural incluyen las reservas naturales y otras áreas no protegidas con valor natural clasificados como Suelo Rústico Común (SRC) y Suelo Rústico Especialmente Protegidos (SREP), dependiendo del uso actual o intensidad de protección de los mismos. Estos suelos albergan aquellas áreas designadas como Área Natural Protegida (ANP), Área de Planificación Especial (APE) y Reserva Natural (RN), las que han sido designadas mediante resolución de la Junta de Planificación, por recomendación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, legislación o de cualquier agencia federal.

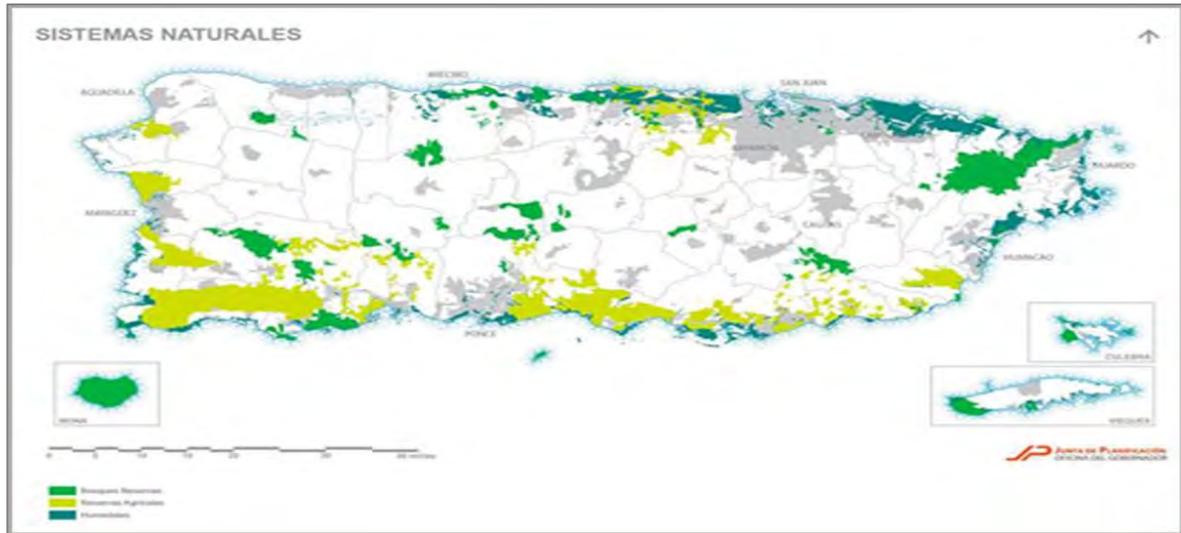
Como principio fundamental del *Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico*<sup>26</sup>, aquellas áreas con recursos costeros de importancia y que están sujetas a serios conflictos de uso, son designadas como reservas naturales para procurar conservarlas, preservarlas o restaurarlas a su condición natural. Sin embargo, el término reserva natural también se utiliza, primordialmente por la Legislatura, para designar aquellas áreas que por sus características físicas, ecológicas, geográficas o por el valor de los recursos naturales existentes en ellas ameriten ser conservadas, preservadas o restauradas a su condición natural; independientemente de si están o no presentes recursos costeros.

TABLA 23 SUELOS CON VALOR NATURAL

COMPONENTES	TERRENOS (CUERDAS)	POR CIENTO
Áreas con Valor Natural Protegidas	238,149	11.00%
Áreas con Valor Natural sin Protección	463,843	23.00%
Total Suelos con Valor Natural	701,992	30.88%
Total Suelos Puerto Rico	2,274,528	100.00%

<sup>26</sup> Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2009.

GRÁFICA 36 MAPA SISTEMA NATURALES



Fuente: Junta de Planificación

### Análisis

El total de suelos con valor natural es aproximadamente unas 701,992 cuerdas, lo que equivale a un 30.88%. Las áreas protegidas que se incluyen en las reservas naturales constituyen aproximadamente unas 238,149 cuerdas. Estas representan aproximadamente el 11.00% del total de cuerdas de Puerto Rico.

Los números provistos indican que las áreas de valor natural han permanecido igual y que no ha habido disminución entre el 2009 y el 2010. Sin embargo, existe una tendencia de expansión de las zonas urbanas y de áreas construidas en zonas no urbanas. Con lo atractivo que resultan estas áreas para el establecimiento de usos de tipo turístico, es necesario asegurar que, solamente no disminuyan, sino que aumente la cantidad de cuerdas de áreas protegidas en el País. Hay países hermanos en nuestra región

que tienen la distinción de estar entre las naciones del planeta que tienen los porcentajes más altos de áreas naturales protegidas.

### Área de Planificación Especial del Carso

El DRNA produjo el Estudio del Carso del 2008 en el cual se identificó y delimitó el Área Restringida del Carso, también conocida como Área de Planificación Especial Restringida del Carso<sup>27</sup>. En estas áreas no se podrá efectuar actividades de extracción de materiales de la corteza terrestre para fines comerciales ni explotación comercial. El Estudio del Carso recomienda a la JP designar un Área de Planificación Especial (Distritos de calificación especial) en las áreas restringidas.

La Fisiografía Cársica de Puerto Rico, muestra características muy particulares, tanto en la superficie del terreno como en su extensión subterránea. Entre los rasgos superficiales más

<sup>27</sup> Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico, Ley Núm. 292 de 21 de agosto de 1999.

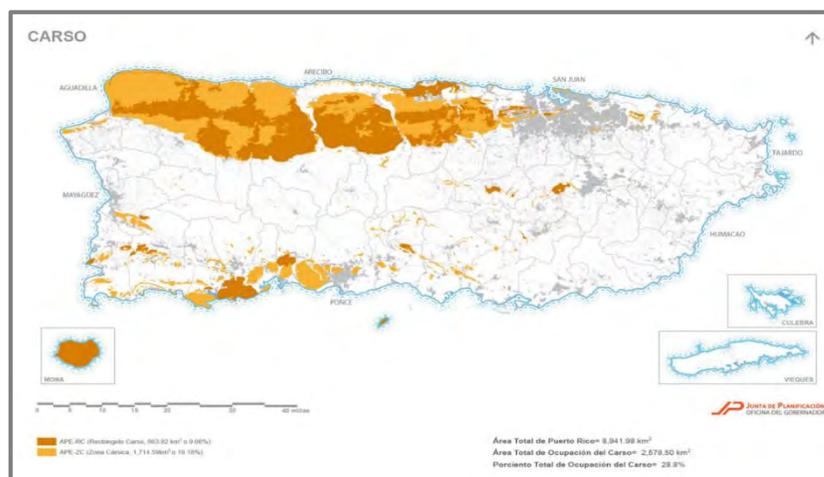
sobresalientes de esta zona se destaca la presencia de formas fisiográficas de dolinas, sumideros, uvales, zanjones, cañones y valles. Estos forman una topografía ondulada, con pendientes precipitadas hacia valles aluviales o sumideros y un extenso sistema de colinas compuesto de torres, mesetas y mogotes, entre otras. En el ámbito subterráneo se destaca la presencia de cuevas, sistemas cavernarios y ríos subterráneos. Es importante observar que el Área Restringida del Carso y la Zona Cársica, forman la Fisiografía Cársica de Puerto Rico. El Área Restringida del Carso, ubica dentro del Carso del Norte, el Carso del Sur, los lentes cársicos aislados, y las islas adyacentes de Mona, Monito y Caja de Muerto.<sup>28</sup>

El Área Restringida del Carso, se proyecta sobre 45 municipios de Puerto Rico y su superficie cubre aproximadamente unas 222,144.68 cuerdas de terreno. A estas se le suman

aproximadamente unas 21,079.27 cuerdas adicionales que conforman la zona de amortiguamiento, para un área total aproximada de 243,223.95 cuerdas, lo que constituye el Área de Planificación Especial más extensa que se ha delimitado en Puerto Rico. Cabe destacar que no toda la extensión territorial de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico está incluida en el Área Restringida del Carso.

Se establece el Distrito Sobrepuesto del Área de Planificación Especial de la Zona Cársica (APE-ZC) la cual comprende los terrenos de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico que no están incluidos dentro del Área Restringida del Carso. Este distrito no debe interpretarse que solapa con el Distrito Sobrepuesto APE-RC. Este distrito abarca aproximadamente 436,238.53 cuerdas, acaparando suelos de aproximadamente 49 municipios.

GRÁFICA 37 MAPA ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2013)



Fuente: Junta de Planificación, *Plan y Reglamento Especial Área de Planificación*

<sup>28</sup> *Plan y Reglamento Especial Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC)*, Borrador Vista Pública, DRNA y Junta de Planificación, 2013

De acuerdo a la Ley 292-1999 en esta Zona Cársica (terrenos no incluidos en los terrenos del Área Restringida del Carso) el Secretario del DRNA, deberá ofrecer alternativas para que las actividades que conlleven la extracción de materiales de la corteza terrestre con propósitos

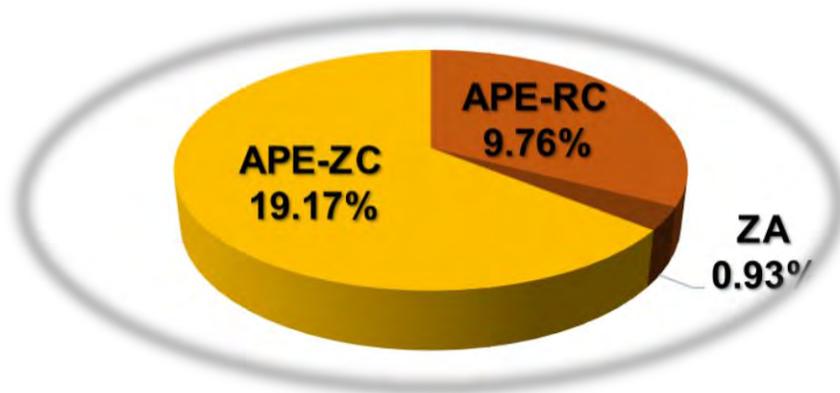
comerciales y explotación comercial puedan llevarse a cabo bajo condiciones apropiadas en las áreas de esta Zona Cársica. De las aproximadamente 222,144.68 cuerdas que componen el APE-RC el 15.4% (34,236.31cuerdas) son propiedad pública.

**TABLA 24** DISTRITOS SOBREPUESTOS DEL ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO

DISTRITO SOBREPUESTO	DISTRITO SOBREPUESTO	% DE SUELO DEL TOTAL PR	CUERDAS APROXIMADAS	MUNICIPIOS
Restringida del Carso	APE-RC	9.76%	222,144.68	44
Zona amortiguamiento	(ZA)	0.93%	21,079.27	45
Zona Cársica	APE-ZC	19.17%	436,238.53	49
<b>Total Fisiografía Cársica</b>		<b>29.87%</b>	<b>679,462.48</b>	

Fuente: DRNA y Junta de Planificación, *Plan y Reglamento Especial Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC)*, Documento Vista Pública, 2013

**GRÁFICA 38** ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO



**Análisis**

La Área de Planificación Especial del Carso incluye aproximadamente unas 679,462.48 cuerdas, abarcando suelos de unos 49 municipios, representando aproximadamente el 29.87% del suelo total en Puerto Rico. Se propone como zona restringida del carso el distrito sobrepuesto APE-RC con

aproximadamente unas 222,144.68 cuerdas, además de, aproximadamente unas 21,079.27 cuerdas como zona de amortiguamiento, para un total aproximado de 243,223.95 cuerdas, representando aproximadamente un 10.69% del suelo total de la Isla, equivalente a 35.80% del total de la Fisiografía Cársica. Cumpliendo con lo estipulado en la Ley 292-1999, se establece el distrito sobrepuesto de APE-ZC con aquellas

actividades fuera de la zona restringida del carso, esto abarca aproximadamente unas 436,238.53 cuerdas, representando aproximadamente un 19.17% del suelo total de la Isla, equivalente al 64.20% del total de la Fisiografía Cársica.

Dentro del Área Restringida del Carso, se han desarrollado rasgos topográficos de expresión superficial y subterránea particular. Estos terrenos se distinguen por una geología compuesta por rocas sedimentarias, principalmente calizas, donde predomina la infiltración de la escorrentía y el drenaje subterráneo. Por ello constituye el sistema de recarga de agua subterránea de mayor magnitud para el abastecimiento, tanto de los cuerpos subterráneos o acuíferos, así como su afloramiento en la superficie en forma de manantiales, humedales, lagunas, quebradas y ríos. De igual manera, dentro de los terrenos que comprenden el APE-RC se localizan ecosistemas únicos con una gran diversidad de especies de flora y fauna.

---

#### Benchmark

---

La Junta de Planificación al presente no cuenta con criterios e indicadores específicos que sirvan como mecanismos que puedan medir referencias comparables (“benchmark”) de los usos del suelo. En la medida que se cuente con un Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico y se implante un sistema de indicadores, podrá elaborar un sistema adecuado para la medición cualitativa y cuantitativa de los indicadores incluyendo referencias comparables, al igual que las estimaciones mínimas y máximas aceptadas.

---

#### Limitaciones del Indicador

---

La frecuencia y prontitud con la que se puede reconocer y calcular los cambios en el uso del suelo sigue siendo la principal limitación del

indicador. La intensa labor que conlleva el reconocimiento y digitalización de los usos del suelo dificulta llevar un rastreo temprano de los cambios que ocurren sobre el terreno. Al no tener todos los municipios Planes Territoriales (PT) finalizados provoca que parte de los suelos carezcan de una clasificación adecuada. Con la eventual aprobación del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico se contempla tener todo el territorio insular con sus debidas clasificaciones de los suelos. Entendemos, sin embargo, que los datos presentados ofrecen un cuadro lo más actualizado posible sobre la utilización del suelo en Puerto Rico para el año que cubre este informe.

---

#### Conclusiones y Recomendaciones

---

Las características observadas en los diferentes elementos que componen este indicador de usos del suelo reafirman que sigue siendo una necesidad imperiosa el que se tome acción inmediata y se establezca política pública, estrategias y programas dirigidos a lograr una utilización racional y sustentable del suelo en el País. Mientras más se demore en tomar las acciones necesarias, mayor el peligro que corren los suelos no protegidos de impactarse adversamente ante el empuje del desarrollo. Es natural que el crecimiento de la población y de las actividades económicas y productivas conlleve en ocasiones una expansión de la demanda por los usos del suelo. Para evitar que esa expansión sea en forma descontrolada es necesario emplear criterios y mecanismos efectivos que aseguren un balance en el uso, de manera que no resulte en perjuicio ni de la generación actual ni de las generaciones futuras.

Debemos tener presente que la disponibilidad de terrenos en una isla como la nuestra es limitada, pues nuestra realidad geográfica y geomorfológica así lo impone. De acuerdo con

los datos recopilados por la Junta de Planificación de los Planes Territoriales aprobados, las áreas desarrolladas representan alrededor de un 15.79% del total del territorio de la Isla. Sin embargo, este por ciento no ofrece un cuadro preciso de esas áreas, toda vez que no incluye las áreas desarrolladas en sectores rurales clasificados como SRC o SREP. Esto nos indica que no se debe perder de vista este tipo de desarrollo, porque a pasos pequeños pueden ir reduciendo gradualmente y de manera poco conspicua las áreas no desarrolladas tales como fincas, bosques y otras áreas naturales.

Finalmente, la adopción de un Plan de Uso de Terrenos resultará en un instrumento de planificación efectivo para el manejo eficiente de los suelos en Puerto Rico.



## AIRE

ASUNTO: CALIDAD DE AIRE

### INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE (TIPO I)

#### Descripción del Indicador

El Índice de Calidad de Aire (AQI, por sus siglas en inglés) diario consiste en un valor adimensional calculado a base de la legislación vigente y los efectos nocivos a la salud por distintos contaminantes atmosféricos. Su objetivo es facilitar la comprensión de la

información relacionada con la contaminación del aire de una forma clara y precisa.

El AQI, identifica la calidad del aire mediante el uso de colores, números y palabras. El AQI utiliza los números del cero al quinientos, el cual se normaliza a través de todos los contaminantes, de manera que un valor del índice de cien represente el nivel de protección de salud asociado con la norma para cada contaminante y un valor del índice de nivel quinientos que representa un daño

significativo. Estos números se usan para determinar cuál es el color del AQI.

El conjunto de posibles valores del AQI se divide en seis categorías que definen los estados de calidad de aire. Estos son: bueno, moderado, insalubre para grupo sensitivo, insalubre, muy insalubre y peligroso. Cada categoría tiene un rango y color designado.

Los colores señalan cuán saludable está el aire que se respira ese día. Los colores son verde, amarillo, anaranjado, rojo, morado y marrón. Cada color indica que el aire está menos limpio que el color anterior. El verde es el color que indica la mejor calidad de aire.

<b>VERDE</b> 0-50	<b>AMARILLO</b> 51-100	<b>ANARANJADO</b> 101-150	<b>ROJO</b> 151-200	<b>MORADO</b> 201-300	<b>MARRÓN</b> 300 O más
----------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------------

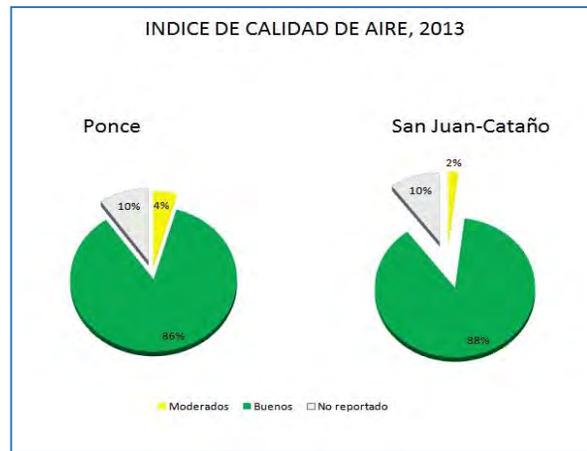
Consideraciones Técnicas

El cálculo del AQI utiliza los resultados de las concentraciones continuas de PM<sub>10</sub>. La JCA tiene dos estaciones que miden PM<sub>10</sub>. Los resultados de estas dos estaciones indican la calidad de aire que es representativa del área donde están localizadas las mismas, a saber, Ponce y San Juan-Cataño. Esta información y el estado de la calidad de aire es publicada para la ciudadanía en la página electrónica de la JCA y de *AirNow* de la EPA, con el objetivo principal de proteger la salud de los habitantes de Puerto Rico.

Método de Análisis y Cobertura

El AQI debe incluir la zona, periodo, contaminante y el valor índice. Cuando el valor índice es mayor de cien, es preciso e importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento.

GRÁFICA 39 ÍNDICE CALIDAD DE AIRE, 2013

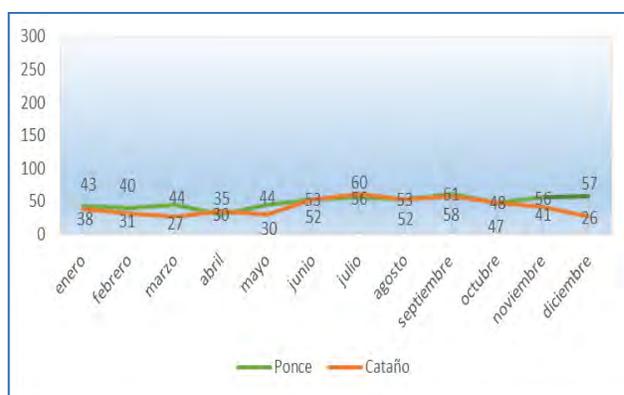


Se puede apreciar en la Gráfica 40 que para el área de Cataño un 88% del índice de calidad de aire fueron de categoría buena y un 2% de categoría moderada. Mientras que en el área de Ponce, un 86% fueron de categoría buena y un 4% de categoría moderada. Es importante señalar que durante el año 2013, la JCA enfrentó

problemas técnicos con el equipo que reporta el índice de calidad de aire.

Similar a años anteriores en el 2013, los valores índices más altos se reportaron en los meses de calor en Puerto Rico (abril a septiembre). Sin embargo, la estación de Ponce reportó valores altos durante el mes de diciembre. La Gráfica 41 muestra la tendencia en Puerto Rico la cual indica que durante el verano la calidad de aire no es la mejor. A menudo vemos que el AQI es amarillo, aunque esto no ocurre en días consecutivos sino esporádicos.

**GRÁFICA 40 DISTRIBUCIÓN VALORES ÍNDICES CALIDAD DE AIRE POR ESTACIÓN Y POR MES, 2013**



Esta tendencia prevalece. Esto es porque durante esos meses Puerto Rico es afectado por los fenómenos naturales de las cenizas del volcán de Monserrate y por el polvo del Desierto del Sahara. Estudios demuestran que ambos fenómenos impactan la calidad de aire. Por tanto, todas las estaciones son impactadas por igual.

## INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS (TIPO I)

### Descripción del Indicador

Para minimizar los riesgos asociados a contaminación ambiental, el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, a través de la JCA, estableció la red de monitoreo de aire para mejorar las acciones de vigilancia, control y prevención. La red tiene como objetivo primordial determinar la concentración representativa de los contaminantes del aire principales, fundamentalmente en las zonas donde la densidad de población es mayor y donde existe mayor concentración de emisiones de contaminantes, de acuerdo al desarrollo industrial y económico de Puerto Rico.

Lo que caracteriza a una red de monitoreo es que:

- Incluye un número de estaciones suficientes para determinar la calidad de aire de la zona en estudio.
- Los datos obtenidos son analizados con criterios similares de control de calidad.
- Los resultados son comparables a través de tiempo y área.
- El monitoreo de los contaminantes a estudiar utiliza técnicas analíticas acorde con los niveles de concentración presentes, y de tiempo.
- Los resultados son reportados, analizados e informados periódicamente.

El proceso de evaluación de la calidad de aire deberá entenderse como el diagnóstico y reporte

de las condiciones físicas, químicas y biológicas. Dicha evaluación se sirve del monitoreo, que es la recolección de muestras en diferentes estaciones o sitios, y a intervalos regulares de tiempo, con el objeto de proporcionar los datos que analizados permitirán determinar los patrones y tendencias de la contaminación ambiental utilizando técnicas o criterios específicos. Los procesos de monitoreo, investigación y vigilancia se basan en la recolección de datos de campo, de laboratorio, análisis y evaluación. Los datos se obtienen en sitios geográficos, caracterizados por la fecha de muestreo.

La evaluación de la calidad de aire en Puerto Rico por la JCA data del 1974, a través de la red de estaciones para muestreo de aire. Al principio se establecieron estaciones para muestrear Materia Total Suspendida (“TSP”, por sus siglas en inglés). Posteriormente, se establecieron estaciones para tomar muestras de otros contaminantes como: Monóxido de Carbono (CO), Bióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Ozono y Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Siempre con el objetivo principal de vigilar que se cumpla con la política pública ambiental y con las normas nacionales de calidad de aire contemplada en la Ley de Aire Limpio del 1970.

Con el pasar del tiempo la reglamentación ha cambiado, estableciendo nuevos parámetros, como el PM<sub>2.5</sub>, por lo que la red ha evolucionado según la reglamentación ambiental y los cambios en la ley. Estos cambios ocasionan establecer nuevas estaciones o eliminar otras. Además, se han incorporado nuevos equipos atemperados con el tiempo y la tecnología disponible.

Actualmente, la JCA posee equipos continuos e intermitentes, algunos con conexión remota, y

otros con intervalos de frecuencia variada de acuerdo al parámetro. Para analizar SO<sub>2</sub>, CO, Ozono y NO<sub>2</sub> se utiliza muestreo continuo. Para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, la JCA posee equipos continuos e intermitentes.

El muestreo continuo permite muestras las 24 horas del día, los 365 días del año, con valores cada 5 minutos. Mientras estaciones con muestreo intermitente son muestreos diarios con intervalos de 24 horas, cada dos, tres o seis días. La frecuencia depende del objetivo de la estación.

En el 2013, la red de muestreo de aire se compone de 40 monitores. De los cuales, 7 analizan PM<sub>10</sub>, 13 PM<sub>2.5</sub>, 3 CO, 2 NO<sub>x</sub>, 5 SO<sub>2</sub>, 4 TSP Plomo, 4 SO<sub>4</sub> y 2 de O<sub>3</sub>. El mapa a continuación detalla la ubicación de los mismos.

**GRÁFICA 41 RED DE MUESTREO DE AIRE DE PUERTO RICO, 2013**



#### Consideraciones Técnicas

La Red de Muestreo de Aire de la JCA cuenta con equipos sofisticados y utiliza el método de referencia federal para la colección de concentraciones de contaminantes criterio como el monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno, ozono, bióxido de azufre y particulado.

Las estaciones de muestreo de aire continuas capturan las concentraciones mediante equipos especializados para este fin y tienen la particularidad de analizar y recopilar datos cada cinco minutos de forma automática. La información es almacenada en los *microloggers* con una programación particular para cada uno de los parámetros. Para acceder a la información almacenada se puede hacer de dos maneras, a saber, por comunicación, por remoto o ser transferida a un módulo. La ventaja de este tipo de equipo es que permite acceder a la información en cualquier momento por remoto y presentar los datos en tiempo real, según el método de comunicación disponible.

---

#### Método de Análisis y Cobertura

---

Para el 1979, se desarrolló el programa de muestreo de aire nacional con el propósito de regular los contaminantes criterios, para los cuales la EPA estableció Normas Nacionales de Calidad de Aire bajo el Acta de Aire Limpio. Estas normas expresan a largo plazo, valores de promedios anuales y, a corto plazo, valores de promedios de 24, 8, y una hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo.

---

#### Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

---

El Bióxido de Nitrógeno es un gas de color rojo que irrita los pulmones y trae como consecuencia diferentes infecciones respiratorias como la gripe o influenza. Los óxidos de nitrógenos son los responsables de la lluvia ácida y el incremento de nutrientes reduciendo la cantidad de oxígeno en los cuerpos de agua transformando el ambiente en uno no viable para seres vivos.

Este contaminante proviene de la quema de combustible a temperaturas extremadamente

altas por industrias o termoeléctricas. Por otro lado, las fuentes móviles contribuyen a estas concentraciones.

La Agencia cuenta con una estación para el muestreo de este contaminante ubicado en Cataño. El equipo utilizado para medir bióxido de nitrógeno se conoce como TECO 42i. Por razones técnicas solo se observan los datos del 2012.

La norma establecida para este contaminante es 100ppb en Promedio de 1 hora y 53ppb para el Promedio Anual. Para establecer cumplimiento con estas normas se debe observar el promedio de tres años consecutivos del Percentil 98 del promedio de una hora y el promedio anual. Para el 2013, los monitores de NO<sub>2</sub> estuvieron en cierre temporero por problemas de los equipos.

---

#### Ozono (O<sub>3</sub>)

---

El Ozono se encuentra en la atmósfera y estratósfera como capa protectora contra los rayos ultravioleta. A nivel de superficie es un contaminante secundario ya que se forma a través de una serie de reacciones químicas catalizadas por la radiación solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos como hidrocarburos e hidrocarburos oxigenados contribuyen a la formación de ozono.

Es un gas irritante que afecta las vías respiratorias y mucosas, puede producir sensación de falta de aire y afecta más a personas con problemas cardiovasculares que a quienes sufren de problemas respiratorios. Según la concentración y la duración del episodio, el ozono puede causar efectos como tos, irritaciones en la faringe, cuello, ojos, garganta seca, disminución de rendimiento, dolor de cabeza y afecta la función pulmonar.

La JCA mantiene dos estaciones de muestreo continuo para ozono. Una está ubicada en Cataño y otra en Juncos. La recopilación de ozono se realiza mediante un analizador fotométrico. Este equipo determina la concentración de ozono midiendo la atenuación de luz debido al ozono en la célula de absorción, a un largo de onda de 254nm. La concentración de ozono está relacionada a la magnitud de atenuación. Los gases de referencia pasando en la celda de absorción establecen una intensidad de luz cero. El solenoide la desvía, y la muestra de gas pasa a través de la celda de absorción para establecer una muestra de la intensidad de la luz. El radio de estas dos lecturas es una medida de luz absorbida por el ozono en la muestra a 254nm. Está directamente relacionado a la concentración del ozono en la muestra a través de la Ley BEER-Lambert.

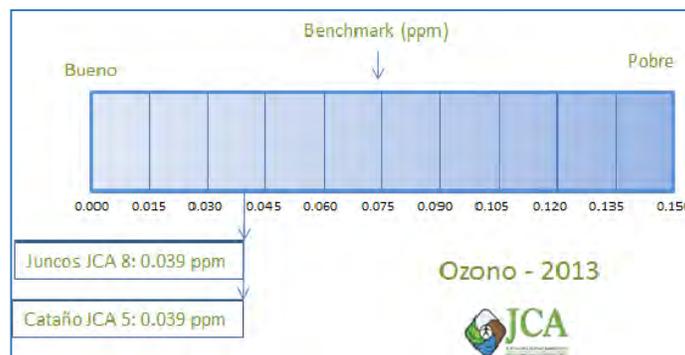
La norma establecida en el 2008 es de 0.075ppm para el promedio de ocho horas. No obstante, los científicos continúan los estudios sobre los efectos a la salud y al medio ambiente por este contaminante, y crear un límite más fuerte entre 0.060 y 0.070ppm. Para establecer cumplimiento el valor designado se determina al observar la cuarta máxima del promedio de ocho horas y calcular el promedio de tres años consecutivos. A continuación los valores observados:

**TABLA 25 MONITOREO DE OZONO POR ESTACIÓN POR AÑO**

PERIODO	CATAÑO 4TA. MAX. 8 HORAS (PPM)	JUNCOS 4TA. MAX. 8 HORAS(PPM)
2011	0.043	0.037
2012	0.046	0.045
2013	0.027	0.034
<b>Promedio 3 años</b>	<b>0.039</b>	<b>0.039</b>

Según los valores obtenidos se cumple con la a norma nacional establecida de 0.075ppm.

**Benchmark Ozono (0.075 ppm)**



**Materia Particulada**

El material particulado es aquella materia en forma líquida o sólida que se subdivide en partículas pequeñas, las cuales se pueden dispersar, quedarse suspendidas en la atmósfera o ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición.

Gran parte de los problemas ambientales son causados por la contaminación atmosférica. Esta contaminación afecta tanto a los seres humanos como a la naturaleza. Debido a estos factores, la EPA revisó y estableció el 14 de

diciembre de 2012, normas primarias y secundarias nacionales de calidad de aire más estrictas. Materia particulada  $PM_{2.5}$  para la norma primaria anual es de  $12\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la secundaria es  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la norma primaria y secundaria para el promedio de 24 horas es de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  al calcular el promedio de tres años del Percentil 98. Para el particulado  $PM_{10}$ , la norma establecida para el promedio de 24 horas es de  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los estudios científicos han provisto evidencia de que el material particulado en el aire está asociado con el incremento de mortalidad diaria.

#### Materia Particulada ( $PM_{10}$ )

La Agencia mantiene dos estaciones de muestreo continuo para este contaminante. Una está ubicada en Las Vegas, Cataño, la cual sirve como AQI para el área norte de Puerto Rico. Otra en Ponce para medir  $PM_{10}$  y reportar a la ciudadanía sobre la calidad de aire en la zona sur de la Isla.

Según los valores obtenidos no se exceden las normas nacionales de calidad de aire establecidas. Los valores adquiridos de primera máxima en las estaciones durante el periodo 2011-2013 aparecen a continuación:

**TABLA 26 MONITOREO DE  $PM_{10}$  POR ESTACIÓN POR AÑO**

1ra Max. 24 horas $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Año	Cataño	Ponce
2011	63	69
2012	98	85
2013	74	75
<b>Promedio <math>\Rightarrow</math></b>	<b>78.33</b>	<b>76.33</b>

La JCA actualmente cuenta con cinco estaciones fijas de muestreo atmosférico intermitente de  $PM_{10}$ : una en la Región de Ponce, una en la Región de Guayama, una en la Región de Humacao y dos en la Región de San Juan (Guaynabo). Las estaciones ubicadas en el área de San Juan, tienen como objetivo identificar si el área cumple con las normas establecidas, ya que por un tiempo se consideraba área de no logro moderado, lo cual significa que en algún periodo no cumplió con la norma. La misma fue sometida a limitaciones, mitigación y estrategias para lograr ser un área con una calidad de aire aceptada. Los datos de Fajardo se utilizan como trasfondo y para determinar el impacto al recibir el polvo del Desierto del Sahara cada año. Y finalmente Ponce por su acelerado desarrollo urbano.

El  $PM_{10}$  son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire con un tamaño hasta 10 micrones, tal como, pero sin limitarse, al polvo y hollín. Los mismos son producto de fuentes como vehículos de motor, incineración, fertilizantes y pesticidas, construcción, quema agrícola y procesos industriales. La exposición a este contaminante puede causar irritación en los ojos, nariz y garganta, y síntomas de asma.

El instrumento utilizado para medir  $PM_{10}$  es el *Hi-Volume Size Selective Inlet (SSI)*, que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de diez micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo.

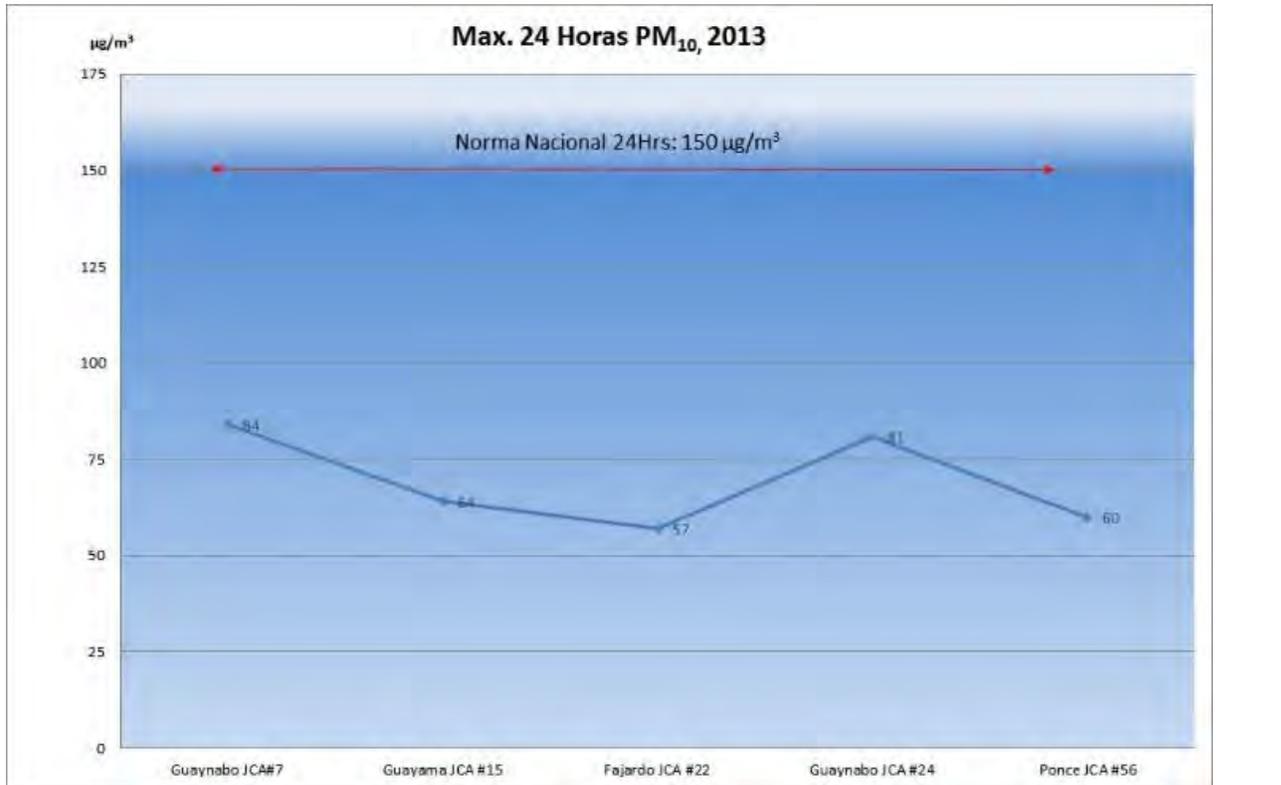
A continuación se presenta el análisis de los últimos tres años (2011-2013) de los datos obtenidos de  $PM_{10}$ , con el propósito del cumplimiento con la norma nacional.

El promedio máximo anual de 24-hr para las diferentes regiones durante los últimos tres años

es: Región de Ponce 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Región de San Juan 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Región de Humacao 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y Región de Guayama 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De acuerdo con los valores, se deduce que la calidad de aire de

Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

GRÁFICA 42 MAX. 24 HORAS PM<sub>10</sub>, 2013



Como se puede observar en la Gráfica 43, la región que registró las concentraciones más altas fue la de Guaynabo, con una máxima de 24-hrs de 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , seguida de la región de Ponce con 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #7 está localizada en las instalaciones del USGS, en el pueblo de Guaynabo. Esta estación toma muestras cada tres días. La concentración más alta de los últimos diez años que se registró para 24 horas fue de 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (año 2010). De acuerdo con los datos recopilados, el 100% cumple con la norma establecida. El valor designado de 24

horas de esta estación para el 2013 fue de 84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

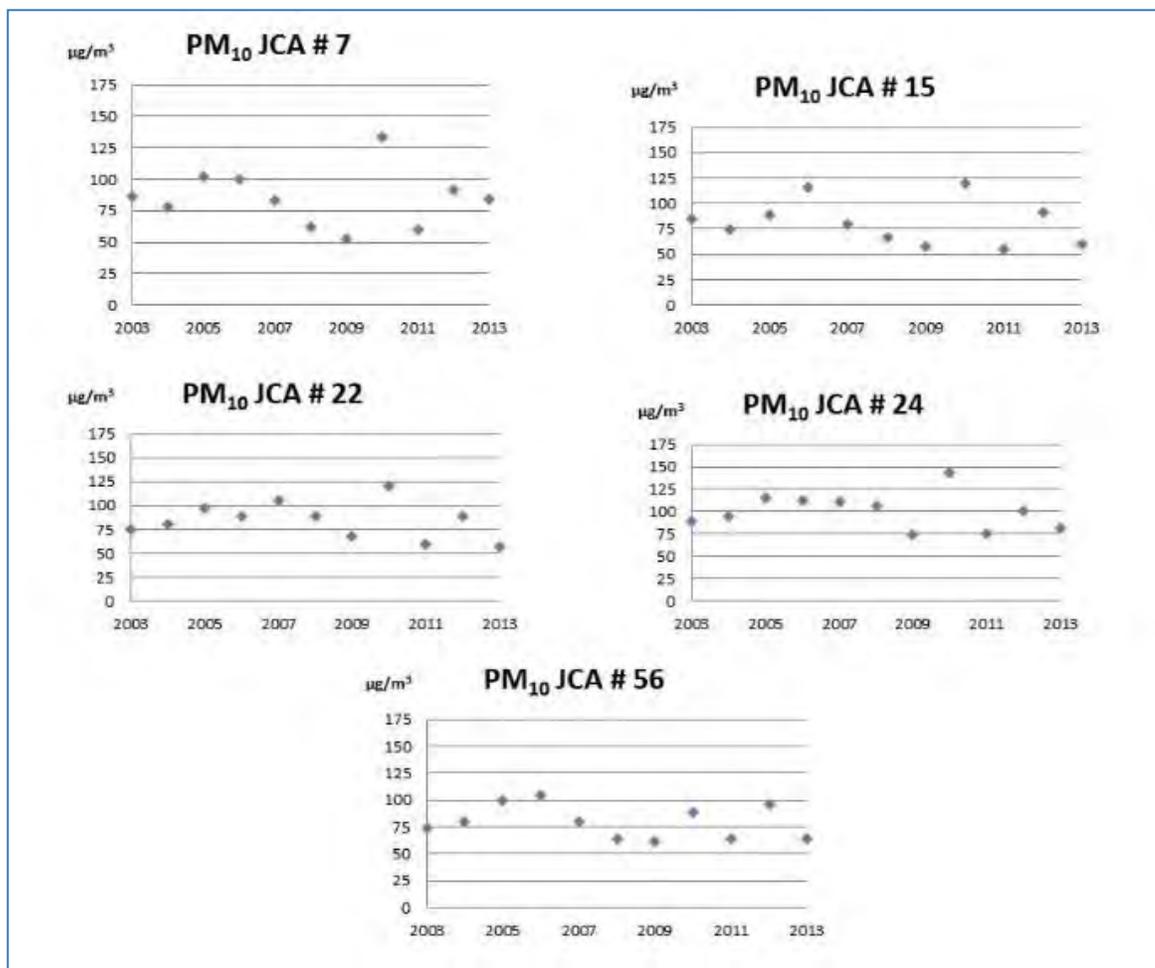
La estación JCA #24 está ubicada en la subestación de la AEE en Guaynabo y monitorea diariamente. La concentración máxima de los últimos diez años se registró en el 2010 con 143  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el 100% de datos cumple con la norma establecida para 24 horas. El valor designado de 24 horas de esta estación para el 2013 fue de 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La región de Ponce está compuesta por varios municipios y la JCA ubica una estación para

PM<sub>10</sub>. La estación #56 se encuentra en la Urb. San Antonio en la Defensa Civil de Ponce. Se instaló con el propósito de proteger la población, ya que en esta área existe una gran cantidad de actividad industrial resultando en un impacto en la calidad ambiental.

La concentración más alta para los últimos diez años para 24 horas se registró en el 2010 y fue de 120 µg/m<sup>3</sup>. El 100% de datos cumple con la norma establecida para 24 horas. El valor designado de 24 horas para 2013 es de 60 µg/m<sup>3</sup>.

GRÁFICA 43 MONITOREO DE PM<sub>10</sub> POR ESTACIÓN, POR AÑOS



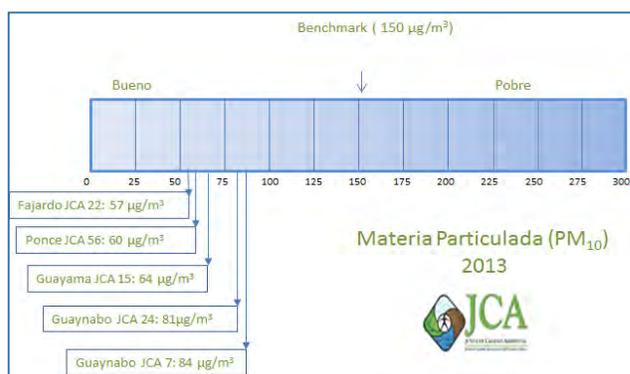
La región de Humacao está compuesta por varios municipios donde se encuentra ubicada la estación JCA #22 en Fajardo. La estación #22, ubicada en el Faro de Fajardo, toma muestras diariamente y su propósito es de trasfondo. Su concentración máxima para 24 horas en los últimos diez años fue de 121 µg/m<sup>3</sup> en el 2005.

El 100% de los datos cumplen con la norma establecida. El valor designado del 2012 es de 87 µg/m<sup>3</sup>.

La región de Guayama está compuesta por varios municipios donde se encuentra ubicada la estación JCA #15 en Guayama. La estación #15

se encuentra ubicada en el Barrio Jobos en Guayama y se instaló con el propósito de proteger la población. La misma toma muestras cada tres días. Su concentración máxima para 24 horas en los últimos diez años fue de 104  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el 2006. El 100% de los datos cumplen con la norma establecida. El valor designado del 2013 es de 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Benchmark  $\text{PM}_{10}$  (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Materia Particulada ( $\text{PM}_{2.5}$ )

Este particulado tiene un tamaño igual o menor a 2.5 micrones, mayormente asociado al incremento de hospitalizaciones debido a los efectos al corazón y los pulmones, los cuales disminuyen el funcionamiento de estos así como la muerte prematura.

El método utilizado para este contaminante es igual que el utilizado en el muestreo intermitente de  $\text{PM}_{10}$ , con la diferencia de que el tamaño a muestrearse es de 2.5 micrones o menos, y que luego de que las partículas caen en el filtro, este se recoge y se conserva en una temperatura de menos de 4°C para realizarle un análisis más profundo.

Al presente, la Agencia opera diez estaciones de muestreo  $\text{PM}_{2.5}$ . Estas estaciones están ubicadas

en Fajardo, Guayama, Guaynabo, Mayagüez, San Juan, Guayanilla, Humacao, Bayamón, Adjuntas y Ponce. Todas las estaciones de  $\text{PM}_{2.5}$  muestrean cada tres días. Para el contaminante  $\text{PM}_{2.5}$  hay establecidas dos normas nacionales, una que es el promedio aritmético anual (12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el promedio máximo de 24 horas (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ambas son normas primarias.

De acuerdo con los resultados, el promedio aritmético anual más alto por estación durante los últimos tres años se registró en San Juan (7.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Guaynabo (7.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Mayagüez (6.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y Ponce (6.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); todas por debajo de la norma nacional que es 12.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se puede concluir que la calidad de aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional de primaria para  $\text{PM}_{2.5}$ .

**TABLA 27 PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICO MATERIA PARTICULADA  $\text{PM}_{2.5}$**

ESTACIÓN	2011	2012	2013	PROMEDIO ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )
Adjuntas #13	3.3	5.3	4.7	4.4
Bayamón #63	4.5	6.5	5.2	5.4
Fajardo #22	4.6	4.6	*	4.6
Guayama #15	5.3	5.5	4.8	5.2
Guayanilla #57	4.5	6.5	4.9	5.3
Guaynabo #24	6.3	7.7	6.9	7.0
Humacao #53	3.4	5.3	4.3	4.3
Mayagüez #59	6.2	6.3	5.4	6.0
Ponce #56	5.5	6.8	5.8	6.0
San Juan #30	7.7	8.1	*	7.9

La estación JCA #13 está localizada en el municipio de Adjuntas. El promedio aritmético

anual más alto entre los últimos diez años fue de  $6.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2007. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $4.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #63 está localizada en el municipio de Bayamón. El promedio aritmético anual más alto entre los últimos diez años fue de  $6.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el año 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #22 está localizada en el municipio de Fajardo. El promedio aritmético anual más alto entre los últimos diez años fue de  $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2011. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #15 está localizada en el municipio de Guayama. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $6.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2007. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #57 está localizada en el municipio de Guayanilla. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #24 está localizada en el municipio de Guaynabo. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #53 está localizada en el municipio de Humacao. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #59 está localizada en el municipio de Mayagüez. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2009. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La estación JCA #56 está localizada en el municipio de Ponce. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de  $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

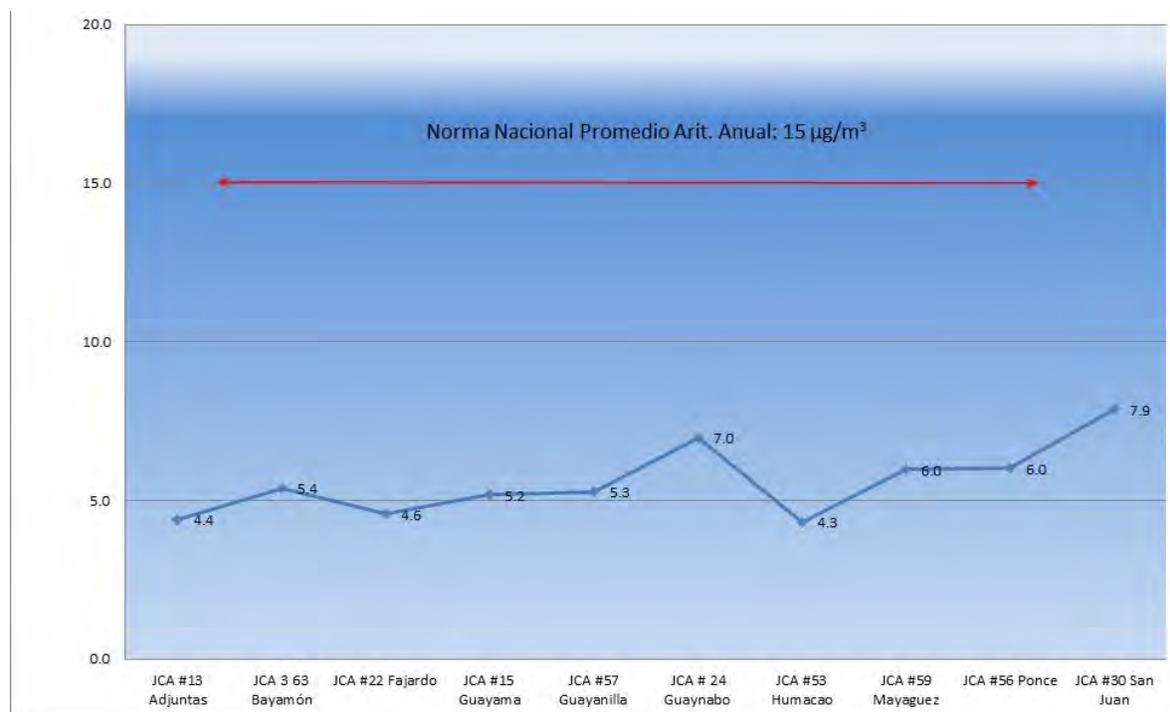
La estación JCA #30 está localizada en el municipio de San Juan. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de  $9.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y fue en el 2003. De acuerdo con los datos recopilados, el 100% de datos cumple con

la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2013 fue de 7.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En general, de acuerdo con los datos recolectados se observa que los niveles de particulado  $\text{PM}_{2.5}$

muestran una tendencia en los últimos diez años de disminución. La gran mayoría de las estaciones registraron sus valores máximos en el 2003. La gráfica 41 muestra la tendencia por estación de los últimos diez años de datos para  $\text{PM}_{2.5}$ .

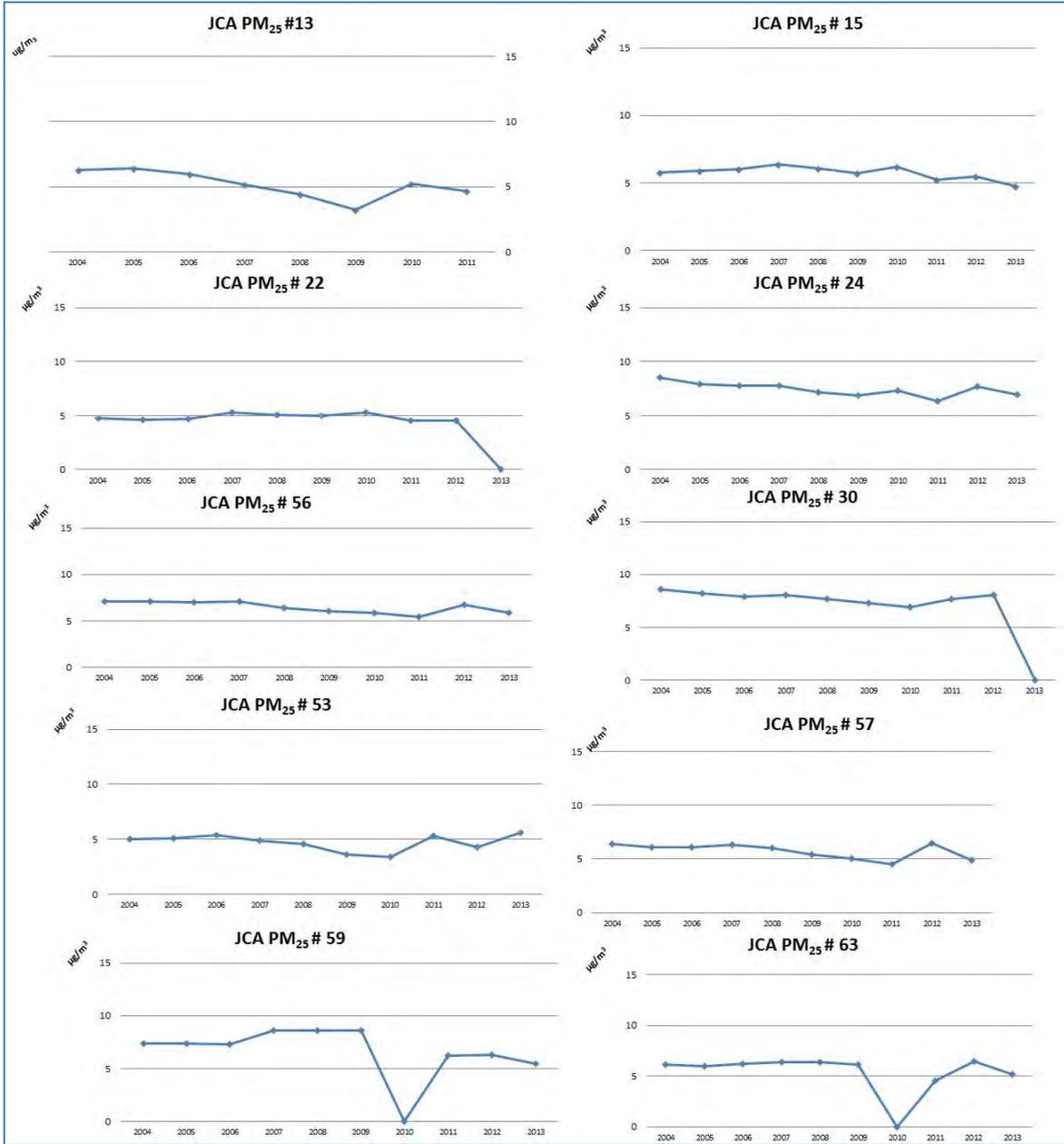
**GRÁFICA 44 PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL DE TRES AÑOS  $\text{PM}_{2.5}$ , 2011-2013**



De acuerdo con los resultados, el promedio máximo del percentil 98 de promedios de 24 horas por estación durante los últimos tres años se registró en San Juan (17.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Bayamón (15.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y Ponce (17.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), todas por

debajo de la norma nacional que es 35.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se puede concluir que la calidad de aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional de primaria para  $\text{PM}_{2.5}$ .

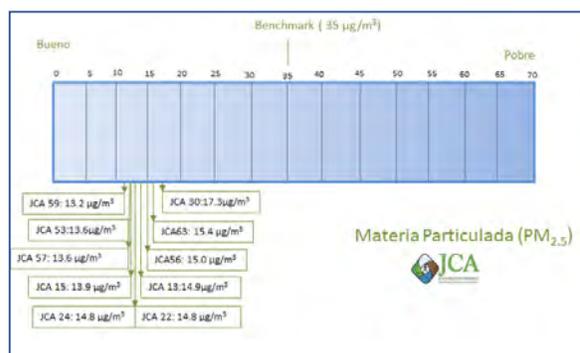
GRÁFICA 45 MONITOREO DE PM<sub>2.5</sub> POR ESTACIÓN POR AÑOS



**TABLA 28 PERCENTIL 98, MATERIA PARTICULADA PM<sub>2.5</sub>**

ESTACIÓN	2011	2012	2013	PROMEDIO (µG/M3)
Adjuntas	13.0	18.9	12.9	<b>14.9</b>
Bayamón	17.2	17.6	11.5	<b>15.4</b>
Fajardo	13.5	16.0	*	<b>14.8</b>
Guayama	13.7	16.6	11.5	<b>13.9</b>
Guayanilla	11.8	18.6	10.3	<b>13.6</b>
Guaynabo	13.7	18.2	12.5	<b>14.8</b>
Humacao	14.3	16.4	10.1	<b>13.6</b>
Mayagüez	12.5	15.8	11.4	<b>13.2</b>
Ponce	14.5	19.0	11.6	<b>15.0</b>
San Juan	16.8	17.8	*	<b>17.3</b>

Benchmark PM<sub>2.5</sub> ( 35 µg/m3)



Monóxido de Carbono (CO)

El Monóxido de Carbono es un gas inodoro e incoloro que al inhalarse sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. En bajas concentraciones puede producir mareos, dolor de cabeza y fatiga. En concentraciones mayores puede ser mortal.

Este gas se produce como resultado de la combustión incompleta de combustibles en base a carbono, tales como la gasolina, el petróleo y el carbón. Además, de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillo. Es bien común encontrarlo en concentraciones elevadas en lugares

cerrados, como estacionamientos cerrados y túneles mal ventilados. Incluso en lugares de congestión vehicular.

La JCA mantiene estaciones de muestreo en áreas como Bayamón, Ponce y San Juan. Para el muestreo de monóxido de carbono se utiliza el *Termo-Electron (TECO 48) Non Dispersive Infrared*, que utiliza la técnica de *Gas Filter Correlation Spectroscopy (GFC)*. La misma compara el espectro de absorción infrarroja del gas que se mide contra otros gases presentes en la muestra. Se filtra la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una concentración alta del gas que se mide.

**TABLA 29 CONCENTRACIONES MÁXIMAS 2011-2013**

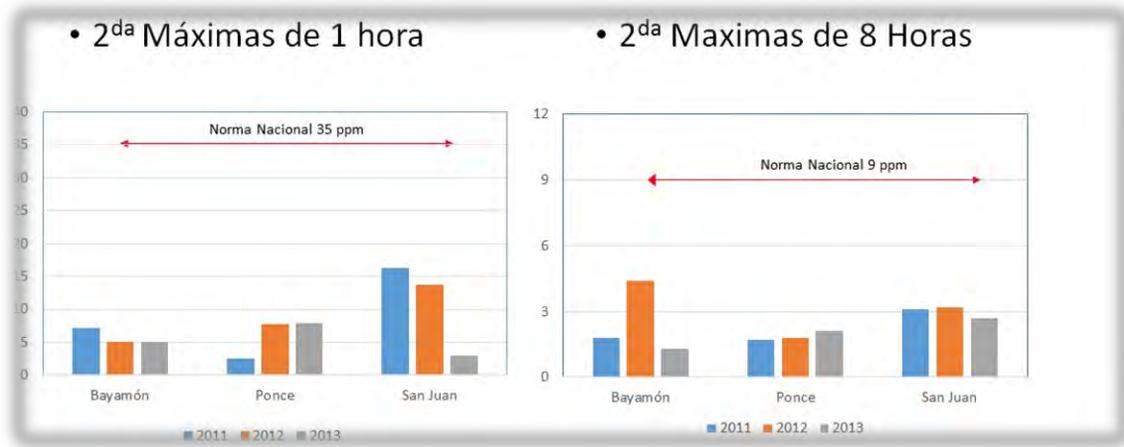
MUNICIPIO		OBSERVACIONES	2DA MÁX. 1 HORA PPM	2DA MÁX. 8 HORAS PPM
Bayamón	2011	3749	7.1	1.8
	2012	6889	5.0	4.4
	2013	8406	5.0	1.3
Ponce	2011	1971	2.5	1.7
	2012	7910	7.8	1.8
	2013	8202	7.9	2.1
San Juan	2011	6815	16.3	3.1
	2012	6922	13.7	3.2
	2013	8210	9.5	2.7

Para este análisis se consideraron los resultados obtenidos durante los años de 2011 al 2013, de acuerdo con los datos en Bayamón se determina que 5.0 ppm es el valor designado para 1 hora y 1.3ppm es el valor designado para 8 horas. Ponce obtuvo 7.9ppm como valor designado de 1 hora y 2.1ppm como valor designado para 8 horas y finalmente San Juan obtuvo 9.5ppm

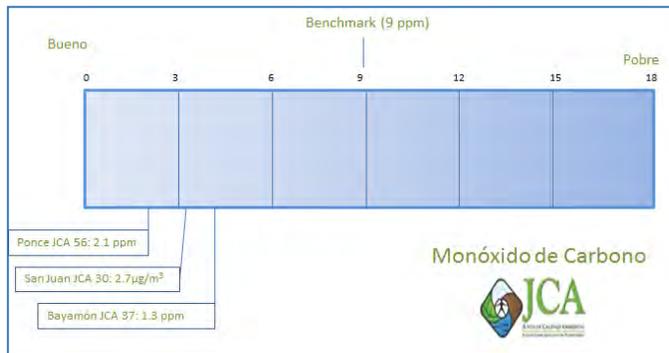
como valor designado de 1 hora y 2.7ppm como valor designado de 8 horas. La Norma Nacional para Monóxido de Carbono es 9ppm para promedio de 8 horas y 35ppm para promedio de 1 hora. Para determinar si se cumple con la norma establecida se debe observar la segunda

máxima de una hora y ocho horas de cada estación ubicada. Al comparar los resultados se cumple con las normas nacionales establecidas.

GRÁFICA 46 CONCENTRACIONES 2DAS MÁXIMAS MONÓXIDO DE CARBONO (2011-2013)



Benchmark CO (9 ppm)



transformada en bióxido de azufre, esto se traduce en un 66% proviene de plantas eléctricas y un 29% de otras industrias aproximadamente. El ser humano ha alterado el ciclo natural del bióxido de azufre, pues al agregar grandes cantidades a la atmósfera en corto tiempo aumenta su concentración.

Este gas es irritante y tóxico. Afecta las mucosidades y los pulmones, provocando ataques de tos. Principalmente se adquiere por el sistema nasal, la exposición a altas concentraciones por cortos periodos de tiempo puede irritar el tracto respiratorio, causar bronquitis y congestionar los conductos bronquiales de las personas, causar daño al follaje de los árboles y a la agricultura. Este y los óxidos de nitrógeno son los mayores precursores de la lluvia ácida, la cual está asociada con la acidificación de lagos y ríos,

Bióxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El bióxido de azufre es un gas incoloro con un característico olor asfixiante. Está presente en la atmósfera naturalmente, ya que se produce en los volcanes y durante la descomposición de materia orgánica. Los combustibles fósiles al ser quemados en plantas eléctricas, industrias, fábricas y refinerías lo liberan a la atmósfera

acelera la corrosión de los edificios y monumentos y deteriora la visibilidad.

Actualmente, la Agencia mantiene cinco estaciones de muestreo ubicadas en Juncos, Salinas, Bayamón, Cataño y Guayama. El método de colección para bióxido de azufre es el Analizador de Pulsaciones Fluorescente para SO<sub>2</sub>. El método de análisis utiliza la detección de la fluorescencia liberada por la molécula de SO<sub>2</sub> cuando son irradiadas por la luz ultravioleta. Esta luz fluorescente está en la región ultravioleta del espectro de luz, pero con un largo de onda diferente al que está presente donde incide la radiación.

**TABLA 30 VALOR DESIGNADO PROMEDIO DE UNA HORA 2013 (2011-2013)**

ESTACIÓN	2013	2012	2011	VALOR DESIGNADO (PPB)
Cataño	89	35	15	46
Guayama	*	7	6	7
Juncos	10	16	20	15
Salinas	13	15	13	19
Bayamón	428	12	20	153

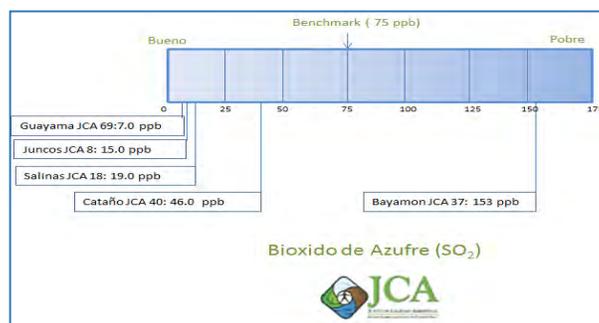
La longitud de las ondas muestreadas se encuentran normalmente entre 190 y 230 nanómetros. En esta región de espectro, se suprimen pequeñas cantidades de la fluorescencia producida por las moléculas en el aire. La luz emitida por los tipos de azufre es detectada por un tubo fotomultiplicador utilizando componentes electrónicos, que a su vez producen voltaje equivalente a la intensidad de la luz y a las concentraciones de SO<sub>2</sub>.

La norma nacional para bióxido de azufre fue revisada en junio 2010, para establecer la norma primaria de 75ppb, la cual no deberá exceder el promedio de tres años del percentil 99 del máximo de una hora. La norma secundaria

establece que no deberá exceder el 0.5ppm sobre el promedio anual de 3 horas.

A continuación los valores de percentil 99 obtenidos por las estaciones de muestreo de bióxido de azufre en unidades de ppb:

**Benchmark SO2 (75 ppb)**



**Plomo (Pb)**

Plomo es un contaminante que tiene efectos en la salud pública y al ambiente. La EPA revisó varios elementos relacionados a la norma primaria para aumentar la protección a niños y a la población en riesgo contra una serie de efectos adversos a la salud, sobre todo como efectos neurológicos en niños incluyendo efectos neurocognitivos y neuroconductuales.

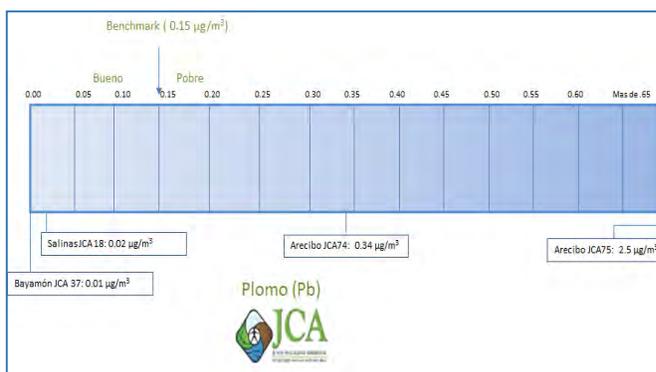
Con la nueva reglamentación para plomo se establecieron dos monitores en Arecibo. La reglamentación propone ubicar estos monitores cerca de instalaciones potenciales a emitir este contaminante tan peligroso a la salud. La Agencia mantiene dos monitores en el pueblo de Arecibo, uno en Salinas y otro en Bayamón. Para este contaminante la norma primaria y secundaria establecida es 0.15µg/m<sup>3</sup> en promedio *rolling 3 month average*. La Tabla 31 muestra los datos obtenidos.

**TABLA 31 DATOS OBTENIDOS POR MONITOREO DE PB EN ESTACIONES POR AÑO (2011-2013)**

ESTACIÓN	2011	2012	2013	VALOR DESIGNADO
Arecibo 1	0.34	0.20	0.13	0.34
Arecibo 2	*	0.70	2.50	2.50
Bayamón	0.01	0.00	0.01	0.01
Salinas	0.00	0.02	0.01	0.02

Al obtener estos resultados los valores designados para las estaciones son: Arecibo 1 es 0.34, para Arecibo 2 es 2.5, para Bayamón es 0.01, y para Salinas es 0.02. Los resultados obtenidos en Arecibo responden a que, según la nueva reglamentación para el muestreo de plomo, ciertas estaciones deben colocarse cerca de industrias que al menos emitan 0.5 toneladas al año. Ambos muestreos en el área de Arecibo exceden la norma de 0.15µg/m3.

**Benchmark Plomo (0.15 µg/m3)**



**INDICADOR: INVENTARIO DE EMISIONES (TIPO )**

**Descripción del Indicador**

Debido a la contaminación atmosférica y del ambiente como producto de los avances tecnológicos e industriales de la sociedad moderna, se ha tenido que prevenir y tratar de reducir las emisiones. En atención con lo anterior, una de las medidas desarrolladas por la JCA es la creación de un inventario de emisiones en el cual se identifica por tipo de fuentes emisoras, el tipo de contaminante generado y su concentración. El objetivo principal es asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de aire y satisfacer la demanda pública por servicios mediante las inspecciones de campo. Es una de las herramientas más importantes disponibles para el control de la contaminación.

Las emisiones son descargas directas o indirectas o escapes a la atmósfera de cualquier sustancia en cualquiera de sus estados físicos. Las emisiones provienen de diferentes maneras, a través de químicos y partículas emitidas por diversas fuentes ya sean fuentes de área, fijas o móviles. Estas se clasifican en emisiones actuales, emisiones base, emisiones fugitivas, emisiones permisibles, emisiones secundarias, emisiones visibles, emisiones significativas y emisiones potenciales. Las emisiones actuales son descargas a la atmósfera iguales a la tasa promedio en toneladas por año a la cual verdaderamente emitió durante un período de tiempo.

---

### Consideraciones Técnicas

---

Un inventario de emisiones es un informe cualitativo y cuantitativo de las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por una o varias fuentes en el cual se identifican los tipos de contaminantes que son emitidos y su concentración, como por ejemplo: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Bióxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>), Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), Materia Particulada (PM). Estos son conocidos como contaminantes criterio, por ser estos los más perjudiciales a la salud, y a su vez sirven de medición para la calidad de aire. También se identifican los procesos utilizados en cada tipo de fuente. La unidad de medida es en toneladas por año.

El inventario de emisiones tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de aire. Es de suma importancia para el control de la contaminación atmosférica. El objetivo principal de la realización de un inventario de emisiones atmosféricas permite organizar la información sobre las diferentes fuentes de emisión y sus contaminantes primarios y secundarios generados por estas. El mantenimiento de un inventario de emisiones nos permite planificar estrategias que sirvan para establecer controles sobre la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera. También sirve como indicador de la calidad de aire y nos permite mantener una mejor administración del mismo. Entre los usos que podemos mencionar de un inventario de emisiones están los siguientes:

- Identificar qué tipos de fuentes existen en un área determinada y cómo están distribuidas geográficamente.

- Identificar qué tipo de contaminantes emiten, en qué cantidad, qué tipo de proceso y tecnología existen en el área.
- Los equipos de control que se emplean.
- Identificar cuál es el grado de control que se tiene en las fuentes y qué impactos tienen en el área.
- Sirve para identificar las fuentes de riesgo como resultados de los altos niveles de contaminación.
- Puede ser usado para diseñar una red de muestreo de aire.
- Sirve para evaluar, diseñar o modificar un programa de control y en conjunto con un sistema de registros de permisos, sirve para proveer información actualizada de las fuentes mayores de contaminación.

Para realizar un inventario de emisiones, hay que determinar las fuentes, su localización y la cantidad de emisiones. Debe usarse un sistema de reporte uniforme para que sea más efectivo. Se utilizan los siguientes datos para los inventarios: equipos, combustibles, datos de chimeneas, contaminantes, emisiones, procesos, horarios de operación, entre otros.

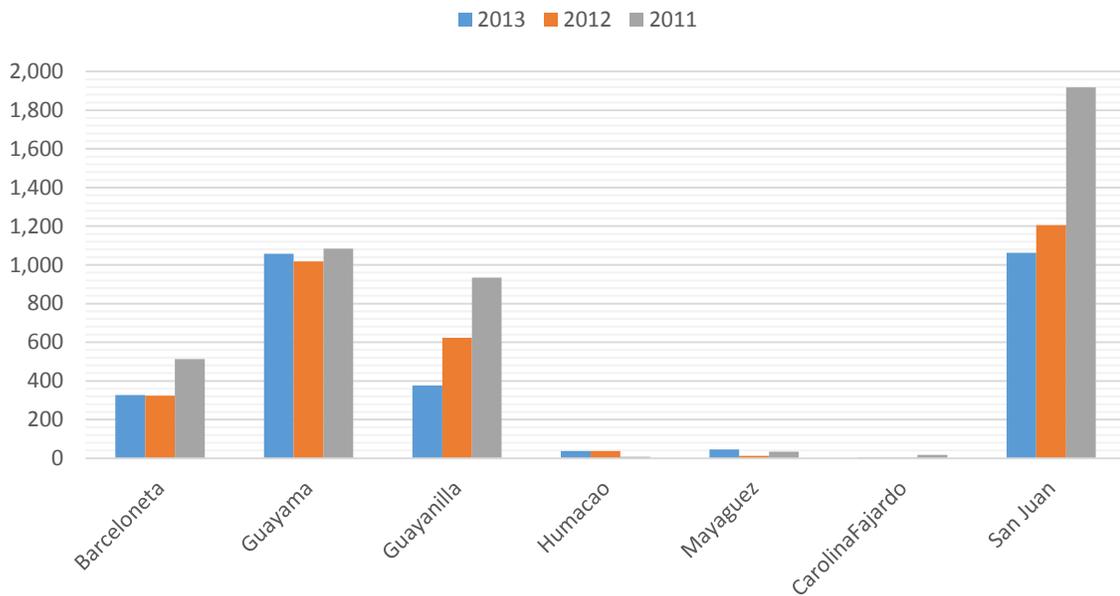
Para calcular y estimar las emisiones existen diferentes metodologías: modelos de emisiones (ejemplo: *Tanks*), Factores de emisión (*AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors*), Balance de Materiales (utilizado para estimar emisiones asociadas con la evaporación de solventes y emisiones de compuestos que contienen azufre).

Hay diferentes fuentes de contaminación atmosférica incluidas en un inventario de emisiones. Una de estas son las Fuentes Mayores que tienen la capacidad de emitir cien toneladas o más por año de uno o más contaminantes. Las Fuentes Intermedias son las que emiten entre 75 a 90 toneladas por año. Las fuentes menores emiten entre 60 a 70 toneladas por año.

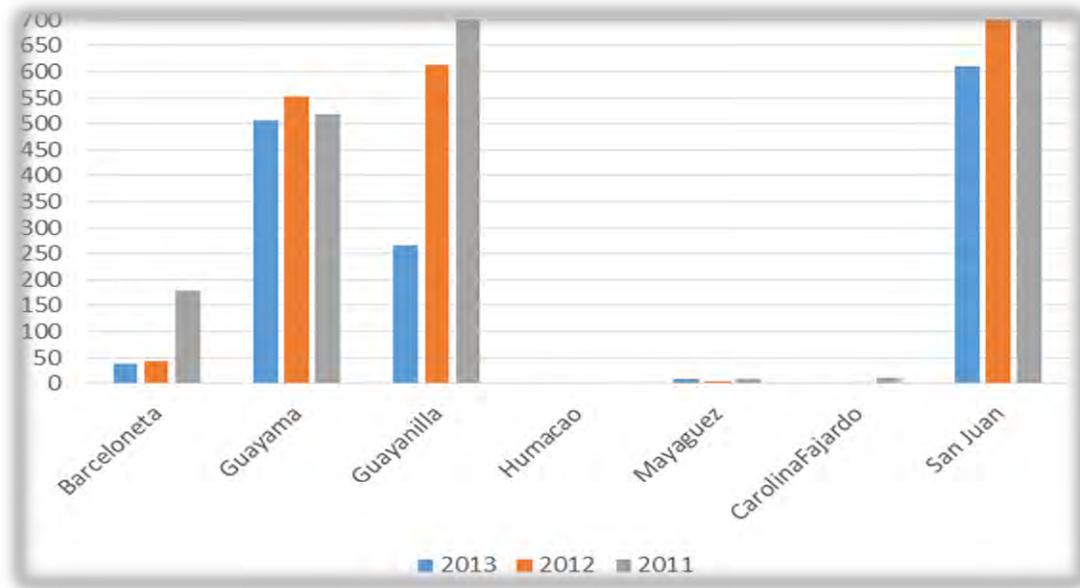
Entre las fuentes podemos mencionar las fuentes estacionarias (industrias), actividades de construcción, las fuentes móviles (vehículos de motor, barcos, aviones) y las fuentes naturales como cenizas de volcán, partículas del desierto del Sahara y otras.

Para propósito de este documento, se presentan las emisiones actuales para cada uno de los contaminantes por área de los últimos tres años 2011 al 2013.

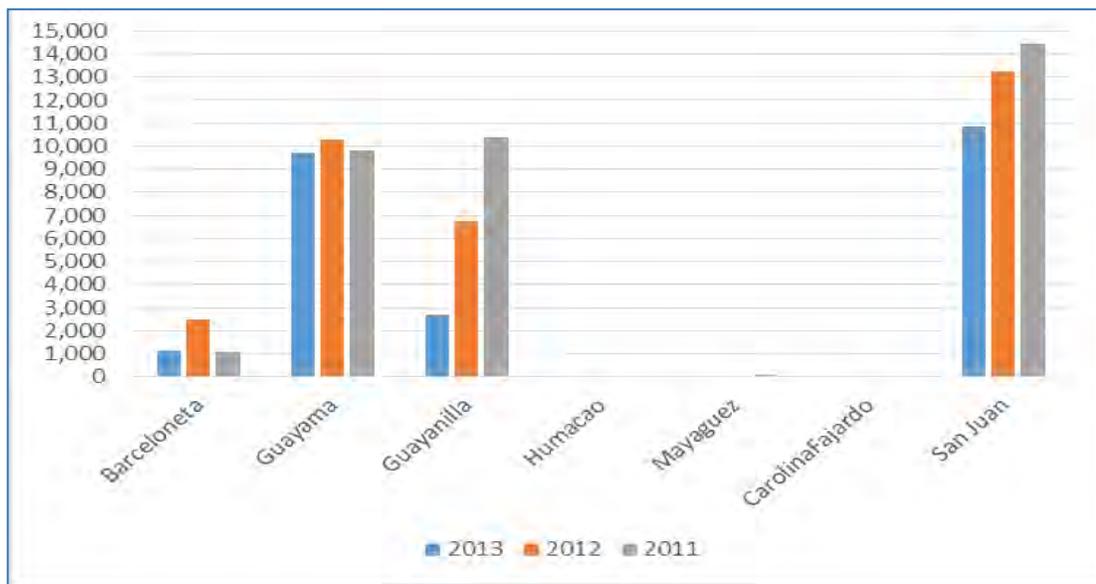
GRÁFICA 47 MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA



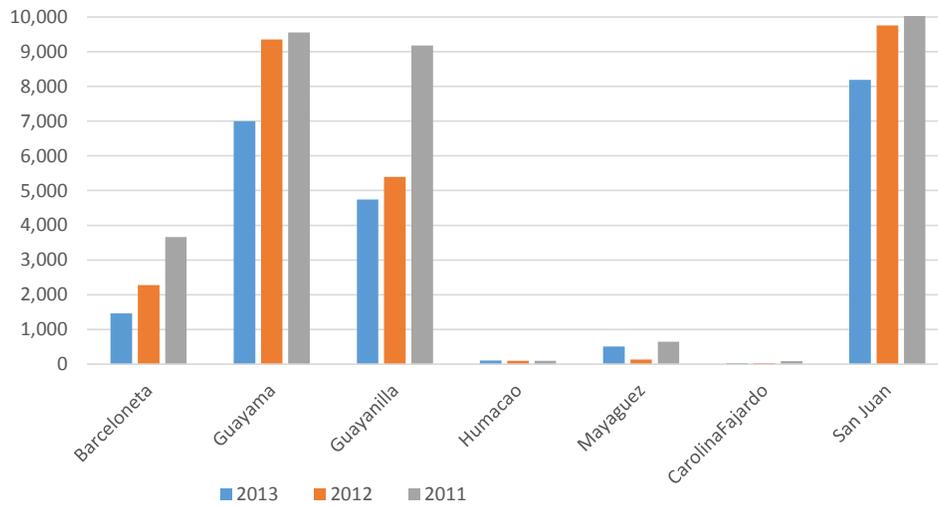
GRÁFICA 48 MATERIA PARTICULADA PM<sub>2.5</sub> (TONS/AÑO)



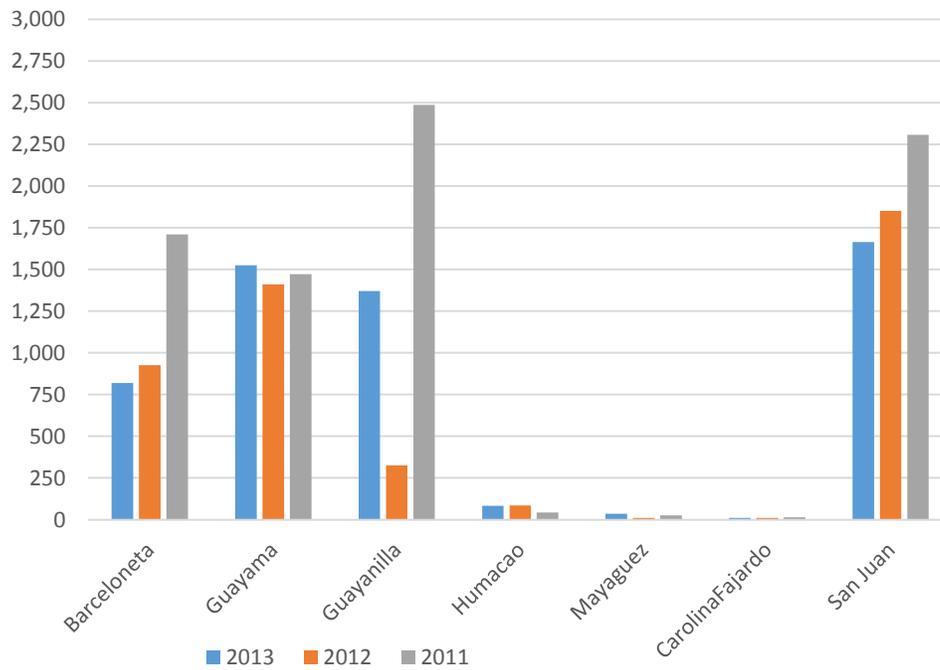
GRÁFICA 49 BIÓXIDO DE AZUFRE (TONS/AÑO)



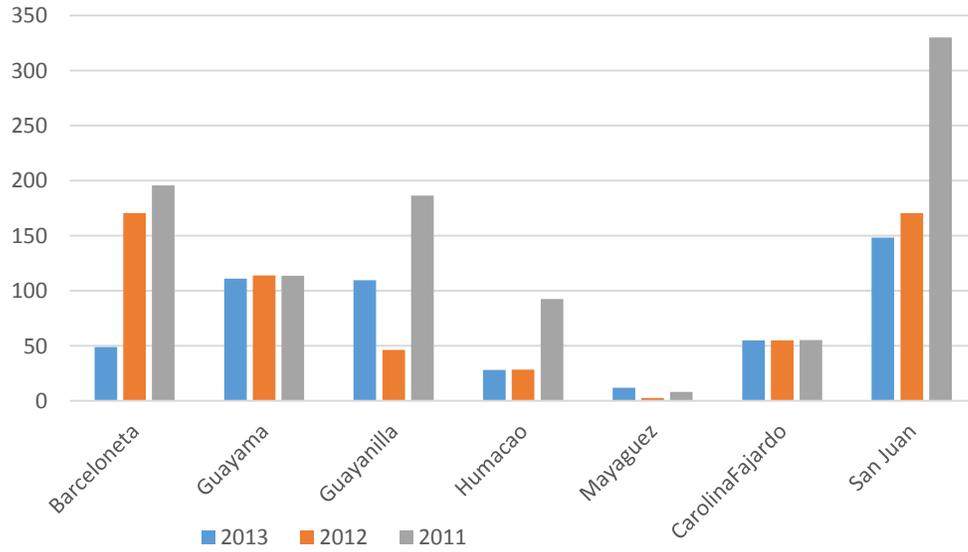
GRÁFICA 50 BIÓXIDO DE NITRÓGENO (TONS/AÑO)



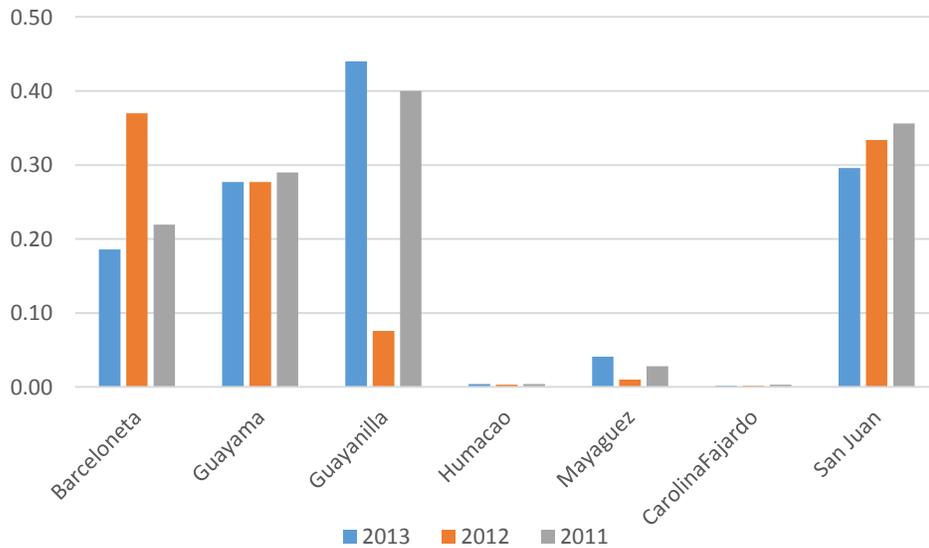
GRÁFICA 51 MONÓXIDO DE CARBONO (TONS/AÑO)



GRÁFICA 52 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (TONS/AÑO)



GRÁFICA 53 PLOMO (TONS/AÑO)



En términos generales se puede observar que en casi todos los contaminantes las emisiones han disminuido. Esta reducción de emisiones responde mayormente a cierre de industrias, a nuevas regulaciones ambientales que

requieren mayores controles y mejor tecnología, y al uso de combustibles más limpios en la producción de energía y en la combustión.

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

En términos generales la calidad de aire en Puerto Rico cumple con las normas establecidas. Hasta el 2013, el único parámetro que no cumple es plomo, específicamente en el área de Arecibo para la cual la JCA desarrolló un Plan Estatal (SIP) de medidas y criterios para restablecer la calidad de aire y cumplir con la norma nacional primaria de plomo. Además, la JCA realiza un continuo proceso de evaluación e implementación de medidas para que la calidad de aire no se afecte o deteriore. Mientras para bióxido de azufre, para el cual la nueva norma primaria (revisada en junio de 2010) de 75ppb en valores máximos de una hora, la estación ubicada en Bayamón obtuvo valores más altos que la norma. Por tanto, la JCA está llevando a cabo un proceso de evaluación sobre los métodos para la designación de cumplimiento, y de ser necesario, establecer medidas y criterios para cumplir con la norma.

Por lo cual, es recomendable continuar con la implementación de sistemas de monitoreo y fortalecer los existentes para generar información que permita evaluar la tendencia a corto y largo plazo de los contaminantes en tiempo real. Por su deber ministerial, la JCA utiliza los resultados de la estaciones de muestreo para determinar cumplimiento con las normas nacionales de calidad de aire, para desarrollar estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad de aire y políticas ambientales integrales, así como la evaluación de las mismas.

Se ha demostrado que el AQI es un instrumento práctico para determinar los niveles de contaminación y alertar a la

ciudadanía cuando los niveles sobrepasan los niveles aceptables de calidad de aire. Especialmente, resulta de gran utilidad para alertar a sectores de la población que sean susceptibles a padecimientos de enfermedades o condiciones respiratorias, cardiovasculares entre otros, por incrementos en los niveles de contaminación atmosférica. Por ello, se ha dado a la tarea de ampliar su cobertura a través de otras estaciones ubicadas alrededor de toda la Isla, como se realizó en Ponce y añadir otros contaminantes como el PM<sub>2,5</sub> y ozono.

Por último, otros mecanismos utilizados son los inventarios de emisiones y los modelos matemáticos. Ambos se realizan con el fin de asegurar el cumplimiento de las normas de calidad de aire. Esto permite organizar la información sobre las diferentes fuentes de emisión y sus contaminantes primarios y secundarios generados por estas.

Del inventario de emisiones podemos concluir que los contaminantes mayormente emitidos en Puerto Rico son bióxidos de azufre y nitrógeno, materia particulada PM<sub>10</sub> y monóxido de carbono. Estos contaminantes son emitidos mayormente por industrias generadoras de electricidad y por las industrias del sector de manufactura. Por las gráficas podemos observar que las áreas con mayor emisión de bióxido de azufre y nitrógeno y monóxido de carbono son Barceloneta, Salinas-Guayama y Guayanilla. Mientras para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> las áreas son Guayama-Salinas, Guayanilla y San Juan. En cuanto a los orgánicos volátiles las áreas son Arecibo-Barceloneta y San Juan.



---

## SISTEMAS NATURALES

ASUNTO: ECOSISTEMAS TERRESTRES

---

---

### INDICADOR: CANTIDAD DE CUERDAS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDAS (TIPO I)

---

#### Descripción del Indicador

---

Este indicador mide la adquisición de los terrenos de valor ecológico, integrantes del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico

(Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988)<sup>29</sup>, en un esfuerzo combinado entre agencias estatales y organizaciones no gubernamentales (ONG's, por sus siglas en inglés). Particularmente, estos terrenos pueden estar sujetos a la apropiación privada o apropiación pública patrimonial para otros fines, por lo que su adquisición representa la condición para poder administrar y manejar los ecosistemas terrestres presentes, bajo políticas de uso compatibles con su conservación,

---

<sup>29</sup> La creación y mantenimiento al día del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*, mencionado, responde a la atención brindada por el DRNA al mandato recogido por la Sección 5 de la ley

mencionada, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural.

preservación o restauración. La medida del indicador recoge tanto la intervención del DRNA<sup>30</sup>; como de la anteriormente llamada Compañía de Parques Nacionales (en adelante, la CPN)<sup>31</sup> hoy Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes (en adelante, el PPNDRD); y del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (en adelante, el FCPR)<sup>32</sup>. Las áreas con parte de sus terrenos integrantes adquiridos pudieran ya haber sido designadas como reservas naturales o parques nacionales, o proclamadas o designadas mediante proclama u orden ejecutiva como bosques estatales o refugios de vida silvestre. También puede no haberse aún designado bajo estas categorías de protección legal y administrativa. En este último caso, el indicador puede incluir, como parte del cómputo, las cuerdas de terrenos adquiridas fuera de los actuales límites legales de áreas previamente designadas o proclamadas bajo las categorías antes mencionadas, con la intención de ampliar los límites de las áreas designadas o proclamadas previamente. De esa manera, se ampliarían sus límites con el beneficio de poder ejecutar la administración y el manejo hasta el terreno adquirido que se integraría a la operación de protección del área protegida.

<sup>30</sup> El DRNA tiene la responsabilidad ministerial de asesorar al gobernante sobre asuntos referentes a la conservación, uso y desarrollo de los recursos naturales, ambientales y energéticos; a tono con esto, es responsable de implantar la política pública en torno a dichos recursos, conforme a la política pública ambiental que establece la Junta de Calidad Ambiental por virtud de la Ley 416 de 22 de septiembre de 2004.

<sup>31</sup> La CPN, creada en virtud de la Ley Núm. 10 de 8 de abril de 2001, tiene como misión operar, desarrollar y preservar todos los parques naturales, recreativos o históricos, declarados como parques nacionales, promoviendo la protección, conservación y usos recreativos de parques, playas, bosques, monumentos históricos y naturales para el disfrute de las presentes y futuras generaciones. A partir de la Ley Núm. 107 del 23 de julio de 2014 la CPN se convirtió

La importancia de este indicador estriba en que permite medir un aspecto fundamental del proceso inherente a la fase operacional de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico contenida en la Sec. 19 del Art. VI de nuestra Constitución, esto es la más eficaz conservación de los recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad.

Para el gobierno poder poner en vigor programas para la sabia utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico, se requiere la capacidad legal de poder ocupar en ley los terrenos en donde existen los recursos naturales disponibles, en este caso los ecosistemas terrestres.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

Los datos presentados abarcan el periodo entre los años 2005 a 2013. Las agencias estatales u organizaciones privadas implicadas en el cómputo de este indicador ambiental son aquellas a quienes compete, como parte de sus deberes ministeriales o de la misión de la organización, ejercer eficazmente la protección y conservación de los ecosistemas terrestres del país con méritos ecológicos para ello.

en el Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes (DRD) más mantiene la misma misión que le correspondía a la CPN.

<sup>32</sup> El FCPR es una institución privada sin fines de lucro, de carácter no gubernamental, creada en 1970 por iniciativa de los gobiernos de Puerto Rico y los Estados Unidos de América con la misión de proteger y enaltecer los recursos y las bellezas naturales de Puerto Rico, mediante la adquisición y donación de terrenos y la constitución de servidumbres de conservación, entre otros mecanismos. Actualmente el FCPR tiene cerca de 28 áreas protegidas, que abarcan sobre 2300 cuerdas de terreno de valor ecológico e histórico. Varias propiedades bajo la titularidad del FCPR cuentan con designación como Reservas Naturales por vía administrativa.

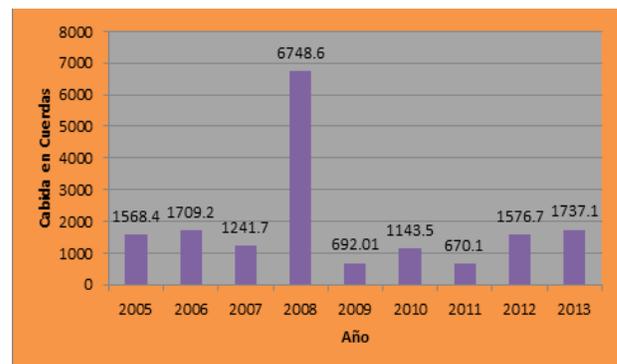
Los datos de adquisición de terrenos por parte de las tres entidades mencionadas, DRNA, la CPN y el FCPR, provienen de aquellas unidades técnicas que coordinan las tareas de adquisición de terrenos por parte de cada agencia u organización. Estas entidades programan tareas o proyectos encaminados a la adquisición de propiedades que poseen representaciones de valiosos ecosistemas terrestres en Puerto Rico, como el mecanismo que con mayor efectividad permite al Estado o a la organización no gubernamental ejecutar la conservación de los recursos naturales. Los datos se computan en la Secretaría Auxiliar de Planificación Integral del DRNA, en atención a las encomiendas hechas a dicha agencia por parte de la Orden Ejecutiva OE-2005-71, Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico que asigna al DRNA el rol de agencia líder, coordinando la adquisición, conservación y protección de no menos de cien mil cuerdas de terreno de valor ecológico durante el periodo de diez años, periodo que finalizará el día 31 de diciembre de 2015. La orden ejecutiva involucra otras agencias, municipios y organizaciones no gubernamentales, de manera que aquellas adquisiciones de terrenos realizadas por estos, y que estén enfocadas hacia el mismo objetivo, puedan contabilizarse como parte del proceso.

La adquisición se define como la obtención de control sobre terrenos identificados por su valor natural o utilidad, mediante cualquier modo legal en conformidad con nuestro ordenamiento jurídico. El propósito de la adquisición de terrenos en este caso responde a objetivos de protección de ecosistemas terrestres de manera que se logre ocupar y aplicar las estrategias de administración y manejo efectivo con las cuales lograr la conservación, preservación o restauración aplicable. Los terrenos a ser adquiridos se evalúan conforme a los criterios

técnicos provenientes de los análisis y recomendaciones provistos de procesos profesionales formales de planificación en el país, y que involucra las opiniones de científicos, manejadores y planificadores. Los mecanismos de adquisición pueden implicar: compraventa, expropiación, arrendamiento, donación, legado, transferencia de título, transferencia de la administración del terreno, permuta, establecimiento de servidumbres de conservación, acuerdos de manejo o dedicación (mitigaciones).

Para este indicador, los parámetros considerados incluyen la agrupación de cuerdas de terrenos de valor ecológico adquiridas, por cada año en toda la jurisdicción del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, por las agencias estatales y organizaciones no gubernamentales reportadas (DRNA, CPN, FCPR).

**GRÁFICA 54 CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG\***



\*ONG's

**TABLA 32 CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2013**

AÑO	DRNA (CUERDAJE ADQUIRIDO)	PPNDRD (CUERDAJE ADQUIRIDO)*	FCPR (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CUERDAJE TOTAL POR AÑO
2005	343.3	0	1225.1	1568.4
2006	393.5	0	1315.7	1709.2
2007	497.2	300	444.5	1241.7
2008	6245.3	0	503.3	6748.6
2009	616.3	24.1	51.61	692.0
2010	754.5	0	389	1143.5
2011	141.2	0	528.9	670.1
2012	328.2	0	1248.5	1576.7
2013	168.4	0	1586.6	1737.1
Cuerdas totales por agencia u ONG	9,487.9	324.1	7,293.2	17,087.3

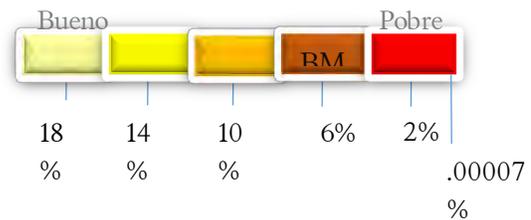
\* Los datos de cuerdaje adquirido por parte de la PPNDRD corresponde a las adquiridas por la otrora CPN

**Análisis**

La tendencia observada refleja la adquisición de un total de 17,087.3 cuerdas de terrenos que poseen valiosos ecosistemas terrestres para ser manejados y protegidos a partir del periodo comprendido por los pasados nueve años. Se destaca un aumento de cuerdaje adquirido en el año 2013 con relación al 2012 de sobre 100%. El 2011 continúa mostrando el menor cuerdaje total por año hasta el presente, con menos que en cualquier otro año del periodo reportado y el cuerdaje adquirido durante el 2013 es el segundo más alto desde el 2005. Es relevante, además, hacer constar que, tanto el DRNA como el FCPR y el PPNDRD, cuentan con otros proyectos de adquisición de terrenos en curso que poseen ecosistemas terrestres y que consisten en compraventas, acuerdos voluntarios de servidumbres de conservación, ofertas de donaciones de terrenos en pleno dominio a favor del DRNA o del FCPR y expropiaciones forzosas

por parte del DRNA. El PPNDRD continuará labores de adquisición de terrenos para ser destinados a Parques Nacionales desde su nueva realidad operacional bajo el Departamento de Recreación y Deportes. En lo que respecta al DRNA, trámites en curso bajo dichas circunstancias involucran cerca de 5794.5 cuerdas de terrenos adicionales. La combinación entre el cuerdaje adquirido y el iniciado y aún en curso, para el periodo comprendido entre los años 2005 y 2013, es de 21,144.2 cuerdas. No obstante, a base de la encomienda establecida por la Orden Ejecutiva OE-2005-71, se reconoce que el escenario ideal de cumplimiento con dicha orden ejecutiva hubiese sido la adquisición del 80% del total de 100,000 cuerdas supuestas a estar adquiridas entre los años 2005 y 2015. Los datos presentados reflejan que hasta el 2013 se culminó la adquisición de un 17% y no el 80% del cuerdaje total encomendado dentro del periodo de diez años que sirven de marco temporal para la encomienda.

**Benchmark**



Cantidad de cuerdas de Ecosistemas Terrestres Adquiridas durante el periodo comprendido entre el 2005 al 2013 por el Gobierno de Puerto Rico u ONG's para su manejo y protección, conforme a la Orden Ejecutiva OE-2005-71.

**Limitaciones del Indicador**

El indicador no mide las adquisiciones logradas previas al 2005, de manera que pueda trazarse una perspectiva a través de un periodo de tiempo

mayor. Esto solo podría realizarse con datos exclusivamente del DRNA, pero no pudo ser posible por la carencia de datos homólogos por la CPN y el FCPR. Tampoco mide logros homólogos por parte de agencias federales con jurisdicción en algunos de los terrenos incluidos en el *Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico como sería el Servicio Forestal Federal, con respecto a los terrenos adyacentes al Bosque Nacional El Yunque, o el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, con respecto a terrenos adyacentes a los Refugios de Vida Silvestre (federales).

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

El avance en la culminación de procesos de adquisición de terrenos que resultan en la capacidad de administrar y manejar los terrenos en donde ubican los valiosos ecosistemas terrestres de Puerto Rico, por parte del DRNA y demás entidades afines, requiere de estrategias que logren aumentar el cuerdaje bajo proyectos definidos de adquisición y acelerar el tiempo tomado para culminar dichos procesos. Lo que ha podido comprobarse con los presentes datos, refleja un progreso a lo largo de los recientes cinco años, empero, la meta establecida con la Orden Ejecutiva OE-2005-71 es una muy exigente, por lo tanto aún resulta necesario identificar estrategias complementarias a las aplicadas que permita tal objetivo. Al 2013 se debería haber completado el 80% de las 100,000 cuerdas encomendadas por dicha Orden Ejecutiva. Actualmente se han estructurado proyectos de adquisición aún en curso que involucran solo cerca de 20,000 cuerdas, con cerca de otras 15,199 cuerdas ya culminados. Aún queda lograr la adquisición de cerca de 84,801 cuerdas de terrenos de valor ecológico en un periodo de dos años, conforme lo estableció la Orden. Se proponen las siguientes alternativas, entre otras: ya bajo el

control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales, acercaría adecuadamente el indicador al *benchmark* establecido:

- Aprovechar posibles alianzas con otras organizaciones o entidades no gubernamentales destinadas a la adquisición de terrenos de valor ecológicos capaces de gestionar por sí solas distintas fuentes de financiamiento.
- Lograr aumentar la capacidad fiscal del DRNA para atender proyectos de adquisición de terrenos mediante propuestas o parte de las cantidades a ser generadas por el mecanismo de emisión de bonos por legislación estatal.
- Promover legislación encaminada a disponer de un mecanismo de transferencia de terrenos voluntaria a favor del Estado a cambio de la condonación de deudas por concepto de impuestos a la propiedad inmueble, siempre que el valor monetario de la propiedad sea igual o mayor que la deuda acumulada al momento de la transacción. Propiedades privadas que ubiquen dentro de las áreas con prioridad para la conservación y que tengan acumuladas deudas de este tipo podrían optar por un mecanismo como el que se describe para recibir a cambio la exención de su deuda correspondiente a cambio de que ceda voluntariamente la propiedad al Estado para su conservación a perpetuidad.
- Promover la transferencia al DRNA de terrenos públicos patrimoniales bajo la titularidad de la Autoridad de Tierras y la Administración de Terrenos, incluidos en el *Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico, mediante Orden Ejecutiva, conforme al mecanismo recogido

en la Sección 16 de la Ley de Patrimonio Natural, Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988, según enmendada. Al presente se han identificado 9,414.2 cuerdas de la Administración de Terrenos y 40.338.22 cuerdas de la Autoridad de Tierras, bajo estas condiciones. El transferir al DRNA una proporción adecuada de estas propiedades que no se encuentren ya bajo el control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales, acercaría adecuadamente el indicador al *benchmark* establecido.

### ÁREAS DE VALOR NATURAL PROTEGIDAS

#### INDICADOR: POR CIENTO DEL TERRITORIO BAJO ÁREAS DE VALOR NATURAL (TIPO I)

##### Descripción del Indicador

Este indicador se refiere a la extensión de terrenos legalmente protegidos en Puerto Rico con el fin de conservar sus recursos naturales. Esta protección se determina, en el ámbito estatal, por designación administrativa a través de la JP, mediante designación o proclama del Ejecutivo (Proclama u Orden Ejecutiva), o por designación estatutaria mediante legislación estatal convertida en ley. En el ámbito federal se establece mediante órdenes del Congreso de los EE.UU., a través de distintas leyes congresionales enfocadas en la transferencia a agencias del estado (estatal o federal) de terrenos de valor ecológico que solían estar bajo el control de agencias para la defensa y dejaron de ser útiles a dicho objetivo, o por acuerdos entre el gobierno estatal y la Administración Nacional Oceánica (en adelante, la NOAA). Los terrenos protegidos por acciones del gobierno estatal que forman parte del presente indicador pueden o no estar actualmente ocupados legalmente por agencias del Estado y, en los casos que no lo estén, su prospectiva adquisición constituye una responsabilidad a

cumplirse a corto o mediano plazo. Este indicador incluye también los terrenos privados adquiridos principalmente por el FCPR por compraventa o donación en pleno dominio, aunque incluye a otras entidades privadas con la misión de proteger sus recursos naturales. Incluye también terrenos privados de valor ecológico cuyos dueños hayan voluntariamente optado por la formalización de una servidumbre de conservación a perpetuidad a favor del DRNA o del FCPR. El indicador es de gran utilidad en determinar la proporción del territorio bajo políticas institucionales de protección de sus recursos naturales y de utilidad para la preparación de planes de adquisición en ciertas instancias, y planes de manejo y protección.

##### Consideraciones Técnicas

El Sistema de Áreas Naturales Protegidas se compone de terrenos designados, proclamados, o protegidos bajo categorías particulares. Las distintas categorías se distinguen a base del enfoque de manejo y uso de los terrenos, regidos por las políticas distintivas de cada agencia del Estado implicada o el programa particular dentro de estas, o por la filosofía de funcionamiento de la ONG encargada de su administración, en el caso de áreas protegidas privadas. Entre dichas categorías se encuentran: los bosques estatales del ELA, incluidos los bosques urbanos y los corredores ecológicos designados por ley y supuestos a adquirirse; incluye también el Bosque Nacional El Yunque (propiedad federal), las reservas naturales (propiedad estatal), las reservas marinas (propiedad estatal), la Reserva Nacional de Investigación Estuarina (designación federal con manejo y administración de la reserva por el DRNA), los refugios de vida silvestre estatales, los refugios de vida silvestre federales, las servidumbres de conservación (propiedad estatal), los parques nacionales (propiedad estatal) y otros terrenos de tenencia privada o administrados por

ONG's que pueden o no contar con designaciones formales de reserva natural por parte de la JP. Las agencias implicadas en las categorías de protección mencionadas, según los casos, incluyen al DRNA y la CPN en la jurisdicción del ELA; bajo la jurisdicción federal (EE.UU) incluye a el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (en adelante, el SFPVS), y el Servicio Forestal Federal adscrito al Departamento de Agricultura Federal (en adelante, la USDA-FS). Por su parte, algunas de las ONG implicadas, además del FCPR, incluye a: *Casa Pueblo* de Adjuntas y a *Ciudadanos del Karso Inc.*, a manera de ejemplos. Algunas de las áreas dentro del sistema de áreas protegidas son manejadas mediante estrategias de comanejo entre una ONG y una agencia del gobierno, o constituyen el resultado de acuerdos entre una ONG como administrador y el Estado (a través de una agencia) como entidad titular.

Por su parte, el DRNA mantiene una base de datos de las áreas de valor natural protegidas mediante un Sistema de Información Geográfica. La información en esta base de datos se nutre de diversas fuentes: documentos de designación aprobados por la JP, proclamas, planos, escrituras, leyes; datos provistos por: el FCPR, el SFPVS, el Servicio Forestal Federal (en adelante, el USFS), la NOAA, y la CPN; e información generada por la División de Reservas y Refugios, el Negociado Forestal y el Área de Planificación Integral del DRNA.

Se estima que aproximadamente el 8.75% de nuestros terrenos emergidos y el 27.04% de las

aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentran protegidos mediante acciones administrativas o por legislación<sup>33</sup>. Estos lugares forman parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (en adelante, las ANP) son lugares especialmente valiosos para la conservación y manejo de los recursos naturales, de importancia para el medioambiente, la investigación científica y la calidad de vida en general, siendo así una contribución positiva y significativa al desarrollo sustentable de la Isla. Las mismas pretenden conservar los principales ecosistemas: humedales, bosques (secos, húmedos, muy húmedos o lluviosos), cuevas y cavernas, aguas subterráneas, islotes y cayos de valor ecológico, y hábitat críticos de especies de fauna y flora.

---

#### Análisis

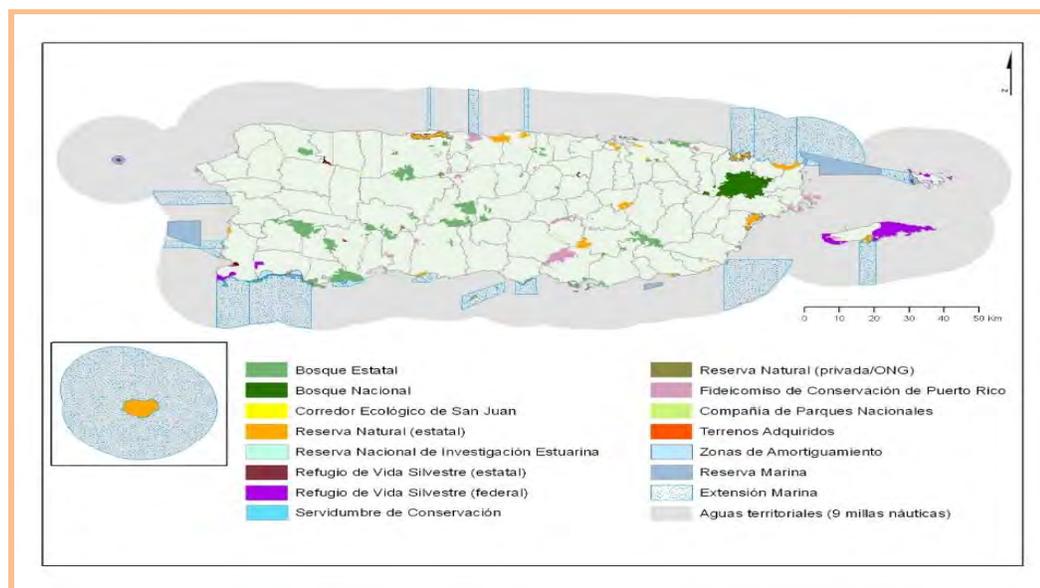
---

Tomando en cuenta las clasificaciones antes mencionadas, se calculó el cambio de cabida anual para cada una de ellas entre los años 2005 al 2013. La medida de área utilizada fue kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) y su conversión a cuerdas, esto permite estandarizar la información de las diversas fuentes. La cobertura de este indicador comprende el territorio de Puerto Rico (incluyendo islas, cayos e islotes adyacentes), así como las aguas territoriales hasta nueve millas náuticas de la costa.

---

<sup>33</sup> Datos de la Tarea de Áreas Naturales Protegidas del Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA, 2013.

GRÁFICA 55 SISTEMA INTEGRADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS



Se realizó un análisis comparativo entre las diferentes clasificaciones de ANP en el cual se establecieron criterios de manejo, uso y recursos disponibles en estas áreas. A partir de este ejercicio se estableció la cabida total para 15 tipos de ANP (13 terrestres y 2 marinas), independientemente de los mecanismos de manejo establecidos en las mismas.

TABLA 33 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2013

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS TERRESTRES	CABIDA (KM <sup>2</sup> )	CUERDAS
Bosques Estatales	259.12	65,928.43
Bosque Nacional El Yunque	114.29	29,078.31
Compañía de Parques Nacionales*	1.74	441.94
Corredor Ecológico de San Juan	2.44	619.88
Reservas Naturales (terrestres)	188.39	47,932.50
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	5.89	1,499.43
Refugios de Vida Silvestre Estatal	6.89	1,752.14
Refugios de Vida Silvestre Federal	91.01	23,155.12
Servidumbres de Conservación	1.73	441.33
Terrenos Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico	26.50	6,742.29
Terrenos Federales Transferidos a Agencias Estatales	11.95	3,040.52
Zonas de Amortiguamiento	34.69	8,825.03
Reservas Naturales Privadas / ONG	37.84	9,628.29
<b>TOTAL</b>	<b>782.48</b>	<b>199,085.22</b>

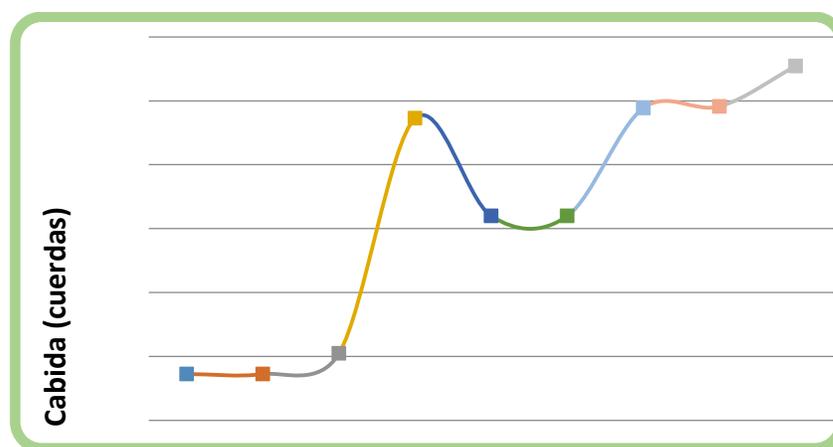
\*Áreas administradas por la Compañía de Parques Nacionales con componentes de alto valor ecológico (Sistema de Cavernas de Camuy, Finca Seven Seas, Parque del Río Tanamá, etc.).

TABLA 34 CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS	CABIDA (KM <sup>2</sup> )	CUERDAS
Reservas Naturales Marinas	199.44	50,742.60
Extensión Marina de Reserva Natural	3,354.88	853,573.33
TOTAL	<b>3,554.32</b>	<b>904,315.93</b>

\*Finalmente, para cada una de estas categorías se determinó el establecimiento de nuevas áreas de protección entre los años 2005 y 2013. A finales del 2005 existían 191,063.78 cuerdas de terrenos emergidos protegidos; en el 2013 la extensión de terrenos protegidos fue de 199,085.22 cuerdas. Durante ese año se incluye la nueva designación del Corredor Ecológico del Noreste y la designación de dos reservas marinas: la Reserva Natural Arrecifes de Isla Verde y la Reserva Natural Laguna del Condado.

GRÁFICA 56 CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP's 2005-2013



Benchmark

Cambio anual en el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas a partir del Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación durante los próximos veinte años.

El *benchmark* se determinó basado en la proyección del establecimiento prospectivo de áreas naturales protegidas en la totalidad del

*Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*<sup>34</sup> en un periodo de 20 años, de tal manera que anualmente se logre establecer dicho objetivo en el 5% del territorio incluido como parte del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*. Durante el 2013 se reporta un aumento de 0.180% en el establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas<sup>35</sup>. Para dicho año, solo el 28.43% de la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad*

<sup>34</sup> El *Inventario de Áreas de Prioridad con Prioridad para la Conservación* mencionado responde a la atención brindada por el DRNA al mandato recogido por la Sección 5 de la Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural. Estas áreas constituyen todo el territorio del

país con méritos ecológicos para el establecimiento de Área Naturales Protegidas.

*para la Conservación* está compuesto por Áreas Naturales Protegidas.

---

#### Limitaciones del Indicador

---

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

- Este indicador no mide la condición de las ANP.
- Parte de la información recopilada y digitalizada contiene errores.
- No se cuenta con datos precisos de los límites de todas las áreas.
- Alguna de la información puede no estar actualizada.

---

#### Conclusiones y Recomendaciones

---

Puerto Rico cuenta con áreas de gran valor ecológico que requieren de protección por parte del gobierno y la ciudadanía. En algunos casos la información disponible sobre estas áreas es insuficiente para establecer mecanismos de protección y planificación adecuados. Este tipo de indicador es necesario para la toma de decisiones que permita un desarrollo sustentable. El ritmo bajo el cual se ha ido incorporando las zonas del país ecológicamente valiosas al sistema de ANP's es uno lento. Se recomienda, como medida alterna, que el proceso de ordenamiento del territorio a través de la participación de los municipios compense la realidad expuesta.

---

#### INDICADOR: NÚMEROS DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O VULNERABLES (TIPO )

---



---

#### Descripción del Indicador

---

Mediante este indicador se puede estimar la cantidad de especies nativas o endémicas en la jurisdicción de Puerto Rico cuyas poblaciones están consideradas en condiciones de riesgo de extinción en un tiempo crítico, o vulnerables a prontamente llegar a dicho riesgo y que, por consiguiente, requieren de la implantación de medidas específicas dirigidas a su protección y recuperación.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

Las especies de plantas y animales designadas bajo las diferentes categorías de amenaza de extinción se encuentran detalladas en el Reglamento Núm. 6766 del 11 de febrero de 2004, promulgado por el DRNA, conocido como el *Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción*. Los diferentes aspectos técnicos y procesales de las designaciones se encuentran desglosados en dicho Reglamento. Las categorías de amenaza de extinción incluidas en este desglose y establecidas por el DRNA son: especies en Peligro Crítico (CR), en Peligro (EN) y Vulnerable (VU). La jerarquía de las categorías presentadas se define según el nivel de amenaza, tanto al individuo como a su hábitat natural, siendo la primera la de mayor peligro de extinción. Todas las categorías en orden descendente de riesgo de extinción es el siguiente:

- En Peligro Critico
- En Peligro
- Vulnerable

- Menor Riesgo
- Deficiente de Datos

Las dos categorías establecidas por el DRNA como: especie en Menor Riesgo (LR) y Deficiente de Datos, no fueron incluidas en el desglose reportado mediante este Indicador en el presente Informe Ambiental 2013.

#### Método de Análisis y Cobertura

Información detallada sobre diferentes aspectos biológicos de muchas de las especies bajo estas categorías, y otros elementos críticos de la biodiversidad característica de Puerto Rico, están disponibles en unidades técnicas del DRNA, particularmente el Programa de Patrimonio Natural, y los Negociados de Pesca y Vida Silvestre y Servicio Forestal. Paralelamente, el USFWS y el Servicio Forestal Federal USFS cuentan con información técnica al respecto.

Mediante los datos de campo compilados en bases de datos, disponibles en estas unidades institucionales, se determina la designación legal más pertinente a cada caso de cada especie en estado crítico. El número de ubicaciones geográficas discretas conocidas para las especies, complementado por datos disponibles a las frecuencias poblacionales y el grado de amenaza reconocido, tanto a la especie como a su hábitat, dan base a la incorporación oficial de estas a la categoría de protección aplicable conforme descritas en el Reglamento 6766 del DRNA. Presentamos el cuadro estadístico de especies designadas al momento de preparar este informe, distinguiendo las especies de hábitats terrestres de aquellas acuáticas. Puede observarse que durante el 2013 no se reflejan cambios con respecto al 2012.

**TABLA 35 ESPECIES TERRESTRES**

GRUPO	VU	EN	CR	TOTAL
Mamíferos	2	-	-	2
Aves	2	3	6	11
Reptiles	3	3	3	9
Anfibios	4	-	5	9
Invertebrados	-	-	2	2
<i>Plantas</i>	3	16	30	49
Total	14	22	45	<u>81</u>

**TABLA 36 ESPECIES ACUÁTICAS**

GRUPO	VU	EN	CR	TOTAL
Mamíferos	1	1	-	2
Aves	3	2	1	6
Reptiles	-	3	-	3
Peces	1	1	2	4
Invertebrados	1	2	1	2
Total	6	9	4	<u>19</u>

Durante el 2013 se reconoce en el DRNA la necesidad de incorporar la enmienda correspondiente dentro del Reglamento 6766 del DRNA, *Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción* ante la impugnación de la designación del Hábitat Natural Crítico Esencial para el coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*) tal como confirmó el Tribunal Supremo de Puerto Rico, 2012 TSPR 94. Dicha designación en la jurisdicción estatal, vigente a partir del 2007, fue realizada con el fin de brindar legalmente la protección a dicho hábitat, ubicado en el Municipio de Toa Baja y consistente de un humedal herbáceo de agua dulce en donde únicamente se ha detectado hasta el momento la especie de anfibio endémica implicada. El pleito que dio lugar a la decisión del más alto foro judicial de Puerto Rico fue articulado mediante recursos *certiorari* radicados en dicho Tribunal por la Administración del Municipio de Toa Baja y por la empresa Sabana Seca Land

Management<sup>36</sup> y están basados en alegatos de naturaleza procesal del método administrativo que caracterizó la designación efectuada; la designación de este hábitat crítico de 1,649.16 cuerdas requiere que se enmiende el Reglamento antes citado y se incluya dicha disposición en el mismo y este enmendado se envíe al Departamento de Estado. El DRNA inició la coordinación necesaria para esta tarea.

La designación como especies en peligro de extinción o vulnerables de un grupo de trece especies de plantas raras del karso puertorriqueño fue nuevamente solicitada durante el 2013 al DRNA por parte de la organización Ciudadanos del Karso (CDK)<sup>37</sup>. Los trabajos de recopilación de información y análisis se reconocieron como necesarios previo a la toma de una determinación por parte de la agencia.

Permanece la vigencia durante el 2013 del resultado de esfuerzos realizados en el DRNA desde el 2005 dirigidos a revisar la condición actual de las especies de vida silvestre en Puerto Rico, sin incluirse las plantas<sup>38</sup>. Esta acción fue parte de la promulgación de una estrategia amplia para la conservación de la vida silvestre en el país requerida por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (SFPVS) como condición para asignar fondos adicionales para la conservación de estas especies. En este esfuerzo se identificaron a las especies clasificadas como “deficiente de datos” (DD) como un grupo

prioritario debido a que, por falta de información, no eran atendidas y bien pudieran estar en alto riesgo de extinción. Presentamos en la Tabla 37 el resultado de la evaluación, la cual aumentó el número de especies a ser listadas bajo el Reglamento 6766. La acción de enmendar dicho reglamento para incluirlos no se ha realizado aún, pero representaría un aumento de dos (2) especies en la categoría de CR, seis (6) bajo VU y dos (2) en EN.

**TABLA 37 NÚMERO DE ESPECIES**

TAXÓN	CR	EN	VU	DD	LR	TOTAL
Anfibios	4	1	4	6	0	15
Aves	10	5	7	58	2	82
Reptiles	3	6	3	8	0	20
Mamíferos Marinos	0	4	1	12	0	17
Mamíferos Terrestres	0	0	2	10	1	13
Peces de Río	2	1	2	27	0	32
Peces Marinos						
Invertebrados Marinos	3	0	2	14	7	26
Total	22	17	21	135	10	205

Presentados en la Estrategia Abarcadora para la Vida Silvestre como Especies con la Necesidad más Grande de Conservación. Las plantas no fueron incluidas por tecnicismos del programa.

La protección legal lograda previamente mediante designaciones previas por agencias federales a especies terrestres o marinas coralinas presentes en la Isla o las aguas marinas jurisdiccionales de Puerto Rico permaneció vigente durante el 2013. Esto incluye las

y conservar los sistemas naturales de Puerto Rico, principalmente el karso puertorriqueño, y fomentar y desarrollar acciones que ilustren cómo la organización social y la naturaleza pueden y deben ser compatibles.

<sup>36</sup> Véase: Certiorari CC-2008-808 del Municipio de Toa Baja y Certiorari CC-2008-820 de Sabana Seca Land Management presentados de manera consolidada ante el Tribunal Supremo de Puerto Rico.

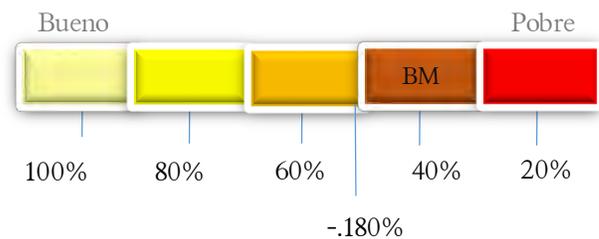
<sup>37</sup> CDK es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, incorporada en 1994 bajo las leyes del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, dedicada a la protección y conservación de los recursos naturales del karso puertorriqueño. Su misión es proteger

<sup>38</sup> Véase: *Department of Natural and Environmental Resources 2005. Puerto Rico Comprehensive Wildlife Conservation Strategy. Report p.164*

designaciones de especie en peligro de extinción y la designación de hábitat crítico, efectuadas desde el 2006 y el 2012, respectivamente, para dos especies de corales: cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y por el Servicio Nacional de Pesquería (NMFS) y para *Eleutherodactylus juaariveroi* por el SFPVS. Aunque presentes en mares tropicales, la distribución de las especies de invertebrados marinos mencionadas incluye las aguas territoriales de Puerto Rico y sus islas y cayos jurisdiccionales, hábitats que quedaron incluidos en esta designación; por su parte el coquí llanero (*E. juaariveroi*) es una especie terrestre endémica de Puerto Rico y conocida de un solo lugar en la Isla al presente. Se hace hincapié en que toda especie oficialmente incluida en la lista federal de especies en peligro de extinción pasa automáticamente a protegerse en virtud del Reglamento 6766<sup>39</sup> que provee, dentro de la jurisdicción del ELA de Puerto Rico, el mismo rigor de protección que la designación federal homóloga. En este contexto, la jurisdicción de Puerto Rico a través de la labor ministerial del DRNA puede hacer uso del rigor de la fuente reglamentaria mencionada para velar por la conservación de estas especies coralinas en nuestras aguas territoriales. La designación del Hábitat Natural Crítico Esencial del coquí llanero (*Eleutherodactylus juaariveroi*) que entró en vigor en la jurisdicción estatal durante el 2007 fue impugnada a base de alegatos procesales por parte de entidades públicas y privadas en un pleito que culminó el 30 de mayo de 2012, en el Tribunal Supremo de Puerto Rico (2012 TSPR 94) adjudicándose el mismo a que el DRNA

debe incorporar la enmienda correspondiente al Reglamento 6766 del DRNA y enviarla al Departamento de Estado de Puerto Rico, tarea que durante el 2013 se reconoció necesario realizar. Esto ha sido compensado por la designación federal (mediante la acción realizada por el SFPVS) para la misma especie, nuevamente como especie en peligro de extinción, y complementado con la designación de su hábitat crítico mediante las disposiciones de la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción.

#### Benchmark



Actualmente existen pocas especies críticas sometidas como candidatas a ser designadas en riesgo de extinción. Estas especies con esta designación debieron ser procesadas durante el primer periodo de cinco años de vigencia del Reglamento 6766 del DRNA, periodo que ya culminó. Se establece como Benchmark el 40% como el por ciento adecuado de especies a ser procesadas.

#### Limitaciones del Indicador

Este Indicador presenta solamente una apreciación basada en los resultados recogidos por los procesos de revisión institucional acontecidos hasta el presente en el DRNA para el Reglamento 6766. El indicador solo utiliza, como criterio, la designación o cambio a la

<sup>39</sup> Por virtud del Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984 entre el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal y el entonces

Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

misma de especies dentro del periodo de cinco años de vigencia del Reglamento 6766, sin tomar en consideración los trabajos y esfuerzos que se llevan a cabo con las especies ya designadas. Actualmente, el DRNA cuenta con varios proyectos de manejo y recuperación para algunas de las especies en peligro de extinción. Estos involucran la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittatta vittatta*), la iguana de Mona (*Cyclura cornuta stejnegeri*), el sapo concho puertorriqueño (*Peltophryne lemur*), el ave mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y tortugas marinas de varias especies, entre otras, el carey (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*).

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

Se reporta la permanencia de las inclusiones de especies nativas o endémicas a Puerto Rico, a las diferentes categorías de protección aplicable conforme describe el Reglamento 6766. Las inclusiones, aunque ocurridas previo al 2013, fueron reportadas anteriormente en el informe del 2012 del indicador que nos ocupa. Por lo tanto, de las especies recomendadas por la comunidad científica, desde que entró en vigencia el mencionado Reglamento, han sido designadas tres especies:

- El coquí llanero o *Eleutherodactylus juanariveroi*, y las especies de coral cuerno de alce o *Acropora palmata* y cuerno de ciervo o *Acropora cervicornis*. Además, fue designado el hábitaculo del coquí llanero como Hábitat Natural Crítico Esencial, pese a que se impugnó durante el 2012 dicha designación acontecida en la jurisdicción estatal. La designación homóloga ocurrida para este anfibio a través de los procedimientos administrativos asociados a la fuente de derecho federal (Ley de Especies en Peligro de Extinción, 16

U.S.C.A. §1541 et seq.) asegura la protección de la especie en la jurisdicción estatal vía el Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984, entre el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal y el entonces Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Por otra parte, se recomienda culminar la revisión de las especies, iniciada durante el 2009 para así completar el procedimiento de revisión de rigor que establece dicho Reglamento cada cinco años desde la fecha de vigencia en el 2004. Trece especies de plantas raras en Puerto Rico y varias de ellas presentes en la zona cársica de la Isla serán analizadas como parte del proceso de posible designación de estas como vulnerables o como en peligro de extinción. El DRNA contempla trabajar al menos un 40% (Benchmark) de las 17 especies sometidas o consideradas ante el DRNA como candidatas.

---

### INDICADOR: DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS COMERCIALES DE ALTA DEMANDA (TIPO )

---



---

#### Descripción del Indicador

---

Este indicador mide la distribución, abundancia y tendencias poblacionales de algunos recursos pesqueros de alta demanda en la Isla.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

El Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA hace estudios independientes de pesca sobre recursos pesqueros particulares tales como: el carrucho, la langosta, peces de arrecife de aguas someras y algunas especies específicas de interés comercial, tales como la colirrubia y el arrayao. Estos estudios van dirigidos a

determinar anualmente distribución, abundancia y tendencias poblacionales de dichos recursos específicos por su utilidad y demanda como recursos pesqueros.

---

#### Método de Análisis y Cobertura

---

Se realizan viajes de pesca a estaciones identificadas en la plataforma insular de la costa oeste de Puerto Rico. Se utilizan diferentes métodos de captura con hilo y anzuelo. Se eliminaron las nasas como método de captura debido al bajo rendimiento de las mismas. Toda la captura se identifica por especies, se pesan, miden y se determina el sexo de todos los individuos. Además, se toman muestras de las gónadas para determinar el sexo y la época reproductiva mediante análisis de histología. Los datos se analizan junto con la información del esfuerzo pesquero para comparar los resultados con los datos provenientes de la pesquería. Otros análisis incluyen la composición de especies por parte de pesca utilizada, distribución de tallas y por ciento de individuos capturados bajo el tamaño de reproducción mínima. A partir del año 2009 el programa extendió la cobertura de muestreo a la costa este.

Para la langosta y el carrucho se llevan a cabo censos visuales buceando para determinar la abundancia de estas especies. En el caso del carrucho, se llevan a cabo los censos en las costas este, oeste y sur, con énfasis en las costas este y oeste. Se cuentan la cantidad de individuos encontrados en los transeptos y se determina el largo y la edad relativa.

Con referencia a la langosta, se monitorea el reclutamiento de etapas consideradas postlarvas y juveniles, en habitáculos artificiales localizados en varias áreas de la costa oeste. Posteriormente, se cuentan la cantidad de

individuos en etapas postlarvas encontrados en los colectores y se determina la etapa específica de dicha postlarva. Por su parte, los juveniles son monitoreados en los dispositivos (comúnmente llamados “casitas”) dispuestos para su reclutamiento. Se cuentan la cantidad de estos encontrados y se determina su tamaño. El próximo censo de langosta continúa retrasado debido a problemas logísticos con las embarcaciones del Laboratorio.

Se ausculta la posibilidad de extender el muestreo a otras áreas además de la costa oeste. Por otra parte, los censos visuales de carrucho se utilizan para los sondeos de disponibilidad del recurso, junto con la información obtenida de la pesca comercial (desembarcos pesqueros). Los datos referentes a la langosta son trabajados de forma similar.

---

#### Recursos Pesqueros Constituidos por Peces

---

Para las especies de peces de arrecife de mayor importancia se analizan las capturas realizadas, para así determinar su abundancia, la captura por unidad de esfuerzo y la distribución de tallas. Los resultados obtenidos se comparan con los datos dependientes de la pesca comercial o recreativa y se determina el estado de la población de esas especies. Además, se utilizan los resultados junto con otra información proveniente de la pesca para hacer sondeos de disponibilidad o “stock assessment” de dichas especies.

La Tabla 38, del presente indicador muestra las especies capturadas en las costas este y oeste de Puerto Rico durante el 2013 en el proyecto de peces de arrecife. Se puede observar que, aunque la distribución de especies capturadas es similar en ambas costas, existen diferencias estadísticamente significativas. Un total de 64 especies fueron capturadas en la costa oeste y

19 en la costa este. Los resultados de las capturas en ambas costas, tanto en el este como en el oeste, reflejan las mismas once familias taxonómicas representadas. Los pargos (*pagruspagrus*), fue el grupo taxonómico claramente dominante de las capturas, en particular de la costa oeste. En cuanto a los meros (*epinephelusmarginatus*), las mismas tres especies de estos estuvieron representadas en ambas costas a saber: las cabrillas, las mantequillas y la cabra mora. Entre estas tres especies, la de mayor importancia comercial es el mero cabrilla, *Epinephelus guttatus*.

La pluma (*Calamus pennatula*) fue la especie que dominó la captura en la costa oeste, contrario a la costa este en donde apenas fue capturada. Esta especie se considera dentro de la categoría de segunda clase en el mercado local.

Por su parte, los pargos fueron representados en este proyecto por siete especies, de las cuales el arrayao (*Lutjanus synagris*) fue la más capturada en el oeste y el besugo (*Rhomboplites aurorubens*) lo fue en la costa este. Ambas especies son de importancia comercial y son representativas de las especies de aguas someras. En la costa oeste se obtuvieron el mayor número de especies de pargo.

Es importante destacar que la distribución de especies obtenida es considerada representativa de las capturas de pesca comercial, a pesar de que en los desembarcos comerciales no se reportan especies tales como los gallos (*Holocentrus* spp.) y el jolocho (*Malacanthus plumieri*). Estas especies son consideradas de bajo valor comercial, no obstante son parte integral de sus capturas y son impactadas de igual manera.

**TABLA 38 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO DEL 2013 HASTA SEPTIEMBRE DE 2013 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.**

ESPECIES	COSTA OESTE			COSTA ESTE			LH	LT
	# IND.	PESO	LH	LT	# IND.	PESO		
<i>Calamus pennatula</i>	648	121.615	188.50	217.84	5	2.085	252.00	292.20
<i>Lutjanus synagris</i>	492	48.200	174.70	187.46	4	0.985	243.00	262.50
<i>Caranx crysos</i>	456	169.943	267.35	322.11	44	28.324	319.88	385.84
<i>Cephalopholis fulva</i>	214	41.776		225.88	102	19.933		233.76
<i>Epinephelus guttatus</i>	198	74.178	707.33	736.33	40	22.867		327.63
<i>Haemulon aurolineatum</i>	184	10.426	142.43	162.92				
<i>Ocyurus chrysurus</i>	180	31.291	205.58	248.20	8	5.331	323.13	400.25
<i>Malacanthus plumieri</i>	157	40.028	326.08	370.38	15	4.383	331.53	364.60
<i>Holocentrus rufus</i>	121	14.483	183.25	233.75	1	0.131	201.00	244.00
<i>Holocentrus adscensionis</i>	67	10.637	201.27	253.88	5	1.090	215.40	271.80
<i>Haemulon plumieri</i>	63	15.498	220.70	249.33	3	0.982	246.67	282.00
<i>Cephalopholis cruentata</i>	53	7.507		203.92	1	0.094		187.00
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	39	4.323	184.62	206.08	29	3.958	206.62	231.17
<i>Melichthys niger</i>	23	12.269	270.30	289.35				
<i>Balistes vetula</i>	19	15.280	307.63	424.42	1	0.804	310.00	429.00
<i>Lutjanus analis</i>	19	17.194	305.42	335.84				

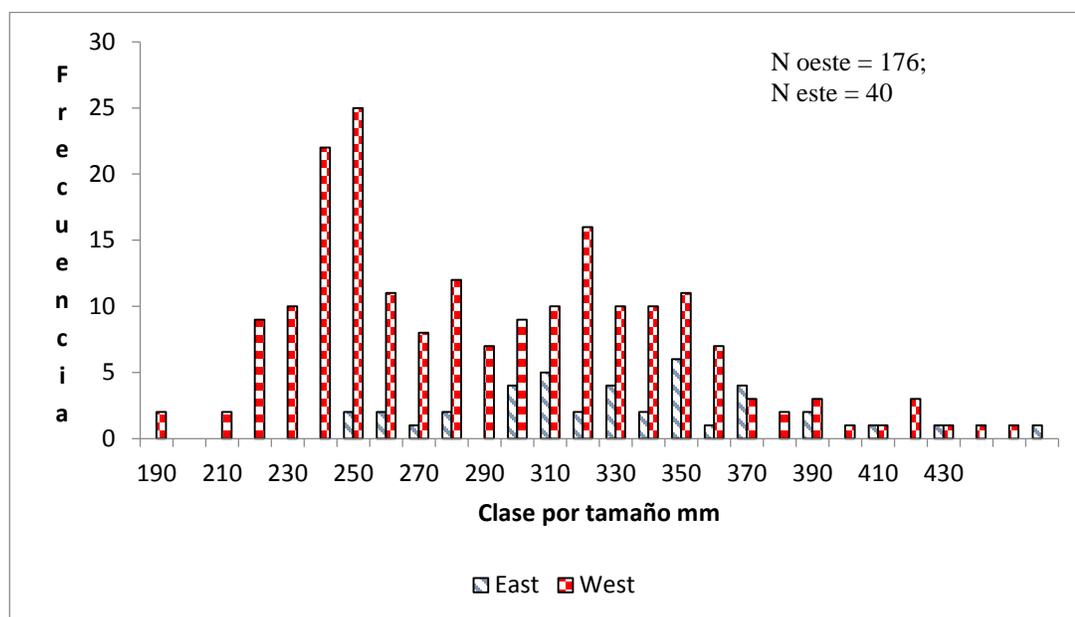
ESPECIES	COSTA OESTE			COSTA ESTE			LH	LT
	# IND.	PESO	LH	LT	# IND.	PESO		
<i>Lactophrys trigonus</i>	18	14.512	344.89	357.06	3	3.913	424.50	424.67
<i>Synodus intermedius</i>	10	1.944	260.70	283.20				
<i>Caranx lugubris</i>	8	13.260	432.13	488.88				
<i>Canthidermis sufflamen</i>	7	11.116	416.71	435.57				
<i>Bothus spp.</i>	6	0.414	265.00	181.00				
<i>Calamus penna</i>	5	0.459	147.00	171.60				
<i>Lutjanus apodus</i>	5	3.078	284.20	301.40				
<i>Diplectrum bivittatum</i>	4	0.085	113.25	126.00				
<i>Sphyraena barracuda</i>	4	19.000	900.75	987.75	1	2.835	769.00	846.00
<i>Echeneis naucrates</i>	3	2.608		286.66	1	0.696	545.00	582.00
<i>Syacium micrurum</i>	3	0.253		199.33				
<i>Synodus foetens</i>	3	0.929	196.67	212.67				
<i>Caranx bartholomaei</i>	2	0.641	269.50	309.50	1	0.805	370.00	428.00
<i>Caranx ruber</i>	2	0.708	288.00	335.50				
<i>Eucinostomus argentus</i>	2	0.067	115.00	135.00				
<i>Halichoeres garnoti</i>	2	0.246		190.00				
<i>Lutjanus jocu</i>	2	5.162	419.00	440.00				
<i>Lutjanus vivanus</i>	2	0.134	162.00	173.00				
<i>Sphoeroides spp.</i>	2	0.505		227.00				
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	2	0.474		218.00				
<i>Alectis ciliaris</i>	1	2.270	514.00	568.00				
<i>Balistes capriscus</i>	1	0.184	204.00	228.00				
<i>Bothus ocellatus</i>	1	0.027		135.00				
<i>Calamus calamus</i>	1	0.395	234.00	269.00				
<i>Carcharhinus acronotus</i>	1	3.500	704.00	871.00				
<i>Decapterus macarellus</i>	1	0.156	231.00	247.00				
<i>Eucinostomus gula</i>	1	0.043	126.00	146.00				
<i>Eucinostomus jonesi</i>	1	0.027	106.00	128.00				
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	1	0.035	116.00	140.00				
<i>Euthynnus alletteratus</i>	1	0.692	366.00	401.00				
<i>Gerres cinereus</i>	1	0.036	117.00	138.00				
<i>Halichoeres caudalis</i>	1	0.322	265.00	273.00				
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	0.148	188.00	211.00				
<i>Haemulon melanurum</i>	1	0.488	283.00	315.00	1	0.310	254.00	281.00
<i>Haemulon parra</i>	1	0.182	203.00	224.00				
<i>Haemulon sciurus</i>	1	0.384	265.00	300.00				
<i>Halichoeres cyanoc</i>	1	0.266		268.00				
<i>Hypoplectrus puella</i>	1	0.026	110.00	116.00				
<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	1	0.039	119.00	126.00				
<i>Lactophrys triqueter</i>	1	0.193		192.00				
<i>Lutjanus buccanella</i>	1	0.322	264.00	286.00				
<i>Remora remora</i>	1	0.559	556.00	576.00				
<i>Serranus tabacarius</i>	1	0.033	126.00	134.00				
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	1	0.102	185.00	190.00				
<i>Sphoeroides spengleri</i>	1	0.160	0.00	199.00				
<i>Sphoeroides testudineus</i>	1	0.110		176.00				

ESPECIES	COSTA OESTE			COSTA ESTE			LH	LT
	# IND.	PESO	LH	LT	# IND.	PESO		
<i>Synodus spp.</i>	1	0.062	202.00	219.00				
<i>Trachinocephalus myops</i>	1	0.024	128.00	143.00				
<i>Halichoeres radiatus</i>	0	0.000			1	0.612	336.00	346.00
Total de Individuos capturados / Promedio LT o LH	3053	721.027	214.57	248.27	266	100.138	289.16	295.62

Nota Se presentan datos de largo horquilla (LH) y de largo total (LT) en mm, datos de peso en kg.

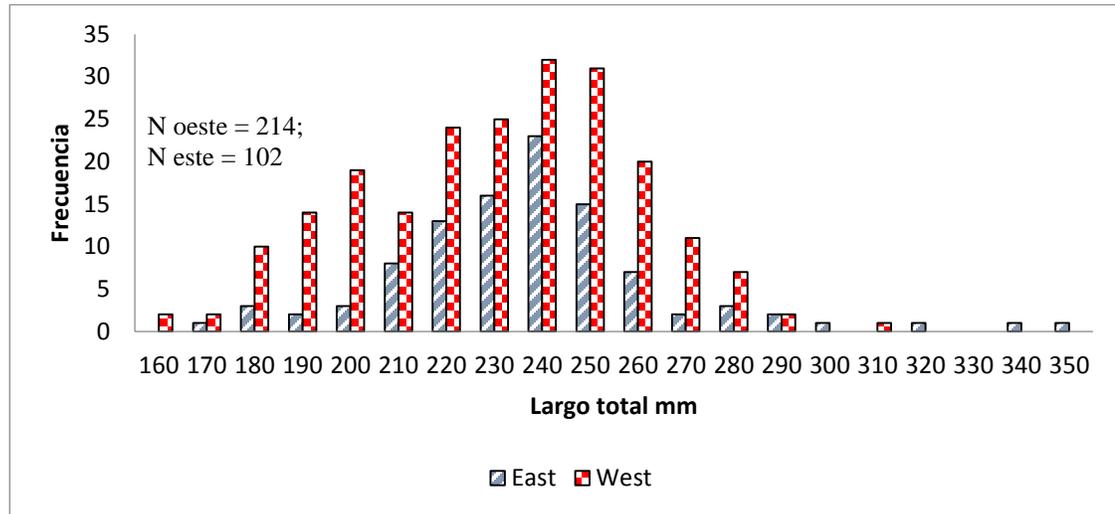
En la Gráfica 58 se ilustra la distribución de talla de las cabrillas obtenida en el Censo de Peces de Arrecife durante el 2013 en las costas este y oeste. Las diferencias que se observan entre ambas distribuciones son estadísticamente significativas. Los individuos de la costa este fueron significativamente más grandes que los capturados en la costa oeste.

GRÁFICA 57 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013.



Por otra parte, la distribución de tallas obtenidas para las mantequillas capturadas en la costa este y oeste no muestran diferencias estadísticamente significativas (Gráfica 2).

GRÁFICA 58 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013.



Al comparar los resultados obtenidos en el censo realizado de los peces de aguas someras en el 2013 con los del 2009 y el 2011 se observan cambios en las especies dominantes. En el presente censo los meros no dominan las capturas en términos de número o de peso. Las cabrillas y las mantequillas son las especies dominantes en las capturas desde el 1988 hasta el 2009, dependiendo de cuál es la dominante a base de la profundidad y áreas muestreadas, además de si se muestrea durante las agregaciones de reproducción de la cabrilla. No obstante, en el 2013 pasan a ser la cuarta y quinta especie más capturadas, respectivamente. Esto es un reflejo de las áreas monitoreadas conjuntamente con el hecho de no haber podido monitorear las agregaciones de reproducción durante dicho año.

Cabe resaltar la necesidad de continuar monitoreando estos recursos en ambas costas, además de lo importante de incluir la costa sur en dichos estudios. Además necesitamos que se lleve a cabo un “stock assessment” de estos recursos con los resultados obtenidos en este

estudio. Ya que estos son los más recientes y nos darían el estatus más actual de los recursos.

---

#### Recursos Pesqueros Constituidos por Crustáceos (Langosta) y Moluscos (Carrucho)

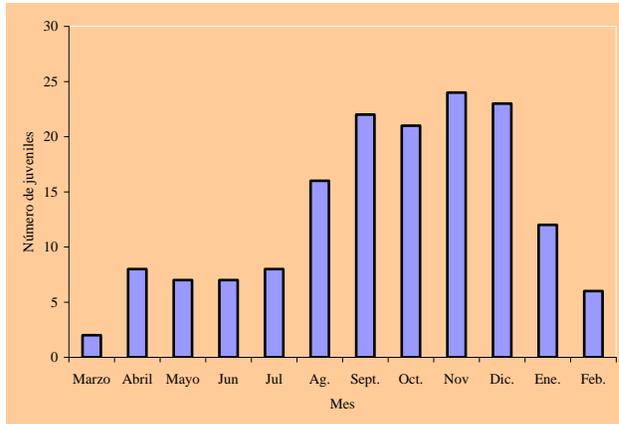
---

##### Langosta

---

Datos disponibles al presente para censos de la langosta (*Panulirus argus*) corresponden a los llevados a cabo entre el 2008 y el 2010. Para el próximo informe del indicador disponibilidad de algunos recursos pesqueros de alta demanda se presentará datos actualizados de este recurso.

**GRÁFICA 59 LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010**



## Carrucho

El carrucho *Strombus gigas* (*Lobatus gigas*), es un recurso valioso tanto comercial y recreativo en la mayoría de las islas del Caribe y Puerto Rico no es una excepción. Los buzos dedicados a la captura del carrucho son los pescadores comerciales más exitosos en la Isla (Matos-Caraballo et al 2012)<sup>40</sup>. Después de la langosta (aproximadamente 13%), el carrucho es la especie que más contribuye a los desembarcos totales de pescadores comerciales (cerca de 11%). En 2007, un total de 143.653 libras (peso de la carne) fue capturado por pescadores comerciales. A un precio promedio de \$3.78 por libra (Matos-Caraballo et al 2012)<sup>41</sup>, la pesca comercial es valorada en aproximadamente \$543,008.

El manejo de la especie en todo el Caribe es difícil debido a una variedad de factores, incluyendo pero no limitado a, las

incertidumbres sobre la fuente de las larvas y sumideros, las densidades mínimas necesarias para la reproducción, los cambios en el crecimiento (del alargamiento de la concha hasta engrosamiento del labio) y la facilidad de cosecha en aguas poco profundas donde los adultos se agregan para reproducirse. El haber incluido el carrucho en la Lista del Apéndice II del “Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna” (CITES) a partir de 1992 ha ayudado con respecto a acciones de evaluaciones de abastos y recopilación de datos como países exportadores necesitan certificarse a través de su autoridad científica local que la cosecha y exportación no afectan negativamente a la población. El recurso de carrucho en Puerto Rico está manejado conjuntamente por el gobierno federal y el estatal. De tierra a nueve millas náuticas (NM) fuera de la costa, los reglamentos de cosecha están impuestos por el gobierno del estatal. Fuera de las nueve NM corresponde a la zona económica exclusiva donde el gobierno federal de los Estados Unidos de América supervisa y establece normas sobre los recursos marinos a través del Consejo de Administración Pesquera del Caribe. En 1997 la zona económica exclusiva de Estados Unidos de Puerto Rico, y la de las Islas Vírgenes Estadounidenses, particularmente la de St. Thomas y St. John, fue cerrada a la pesca del carrucho, y también en ese momento se implementó una veda en aguas territoriales (desde 1 de julio al 31 de septiembre de cada año). En 2004 regulaciones adicionales incluyeron una longitud mínima de concha de nueve pulgadas (22,86 cm) o 3/8 pulgada (9,5 mm) mínimo de grosor del labio y un límite de captura de 150/día por persona o 450/día por embarcación,

<sup>40</sup> Véase: Matos-Caraballo D., H.Y. López, J. León, J. Rivera and L.T. Vargas. 2012. Puerto Rico’s Small-scale Commercial Fisheries Statistics during 2007-2010. *Proceeding of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64:533.

<sup>41</sup> *Idem*

respectivamente. En 2012 se modificó la veda en aguas puertorriqueñas al 1 de agosto al 31 de octubre.

La pesca de carrucho de Puerto Rico actualmente está sobreexplotada, pero recuperándose de sobrepesca severa y pérdida de hábitat en la década de 1980. A mediados de los 80 un viaje de pesca promediaba 160 libras de carne, mientras que el mismo viaje temprano en los 2000s promediaba solamente 72 libras (Valle-Esquivel 2002)<sup>42</sup>. Las capturas se basaba en los juveniles (Appeldoorn 1991)<sup>43</sup> y la mortalidad por pesca era mayor que la mortalidad natural (Appeldoorn 1987)<sup>44</sup>. Se ha observado una tendencia decreciente de las capturas desde la década de 1980 (Figura 1). Para tratar de combatir esta tendencia, el DRNA a través del Programa de Monitoreo y Evaluación del Área Sureste - Caribe (SEAMAP-C) ha financiado estudios de censos visuales periódicos para recopilar datos que le ayudarán con en el manejo. Pevio al monitoreo estandarizado de SEAMAP, se llevó a cabo un censo en 1987, restringido a 81 estaciones en la esquina suroeste de la Isla. La densidad promedio fue de 8.11/hectáreas (Torres Rosado 1987)<sup>45</sup>. En 1997, la encuesta fue ampliada para cubrir tanto las costas este (29 estaciones) y oeste (60 estaciones), y las

densidades promedio fueron 7.49/ha y 8.49/ha, respectivamente (Mateo 1997)<sup>46</sup>. Sesenta estaciones fueron encuestados en la costa oeste otra vez en el año 2001, y la densidad había aumentado a 14,42/ha (Appeldoorn 2002)<sup>47</sup>. La encuesta de 2006 agregó la costa sur (14 sitios) al régimen de muestreo y se monitoreo las áreas en las costas este (40 estaciones) y el oeste (46 estaciones) (Jiménez 2007)<sup>48</sup>. La tabla 1 muestra los tiempos de cada una de las encuestas, pero la comparación directa se complica por la variación temporal. No fueron detectados cambios temporales significativos mediante las estadísticas disponibles en el momento.

Las bajas densidades de carrucho observada repetidamente a lo largo de estas encuestas, combinados con estudios que sugieren que una densidad mínima de cincuenta hectárea es necesaria para la reproducción (Stoner y Ray-Culp 2000)<sup>49</sup>, puede sugerir que otras fuentes de larvas están manteniendo la población de carrucho. En 2012 se completó un estudio de las especies comercialmente importantes en tres arrecifes mesofóticos de la costa oeste de Puerto Rico (125-145 pies de profundidad) (García-Sais et al 2012)<sup>50</sup>. En uno de estos sitios en particular, Abrir La Sierra (Grafica 61), una gran cantidad de caracoles adultos (672 individuos)

<sup>42</sup> Véase: Valle-Esquivel, M. 2002. U.S. Caribbean Queen Conch (*Strombus gigas*) data update with emphasis on the commercial landing statistics. NOAA, Sustainable Fisheries Division Contribution SFD-01/02-169.

<sup>43</sup> Véase: Appeldoorn, R.S. 1991. History and Recent Status of the Puerto Rican conch fishery. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 40:267-282.

<sup>44</sup> Véase: Appeldoorn, R.S. 1987. Assessment of mortality in an offshore population of queen conch, *Strombus gigas* L. in southwest Puerto Rico. U.S. Fiss. Bull. 85:797-804

<sup>45</sup> Véase: Torres-Rosado, Z.A. 1987. Distribution of two mesogastropods, the queen conch, *Strombus gigas* Linnaeus, and the milk conch, *Strombus costatus* Gmelin, in La Parguera, Lajas Puerto Rico. M.S. Thesis, Univ. Puerto Rico, Mayaguez, 37 p.

<sup>46</sup> Mateo, I. 1997. Spatial Variations in Stock Abundance of Queen Conch, *Strombus gigas*, (Gastropoda: Strombidae) in the West and

East Coast of Puerto Rico. M.Sc.Thesis. Univ. of Puerto Rico, Mayaguez. 75 p.

<sup>47</sup> Véase: Appeldoorn R.S. 2002 Underwater survey of the Queen Conch resource in Puerto Rico. Final Report to NMFS/ SEAMAP Program. 30 pp.

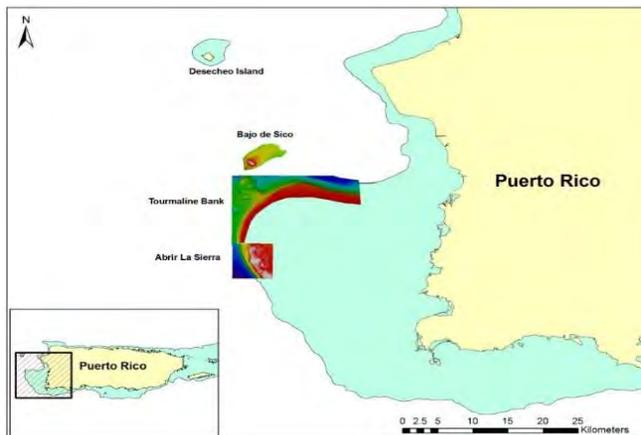
<sup>48</sup> Véase : Jimenez. N. 2007. Caribbean/NMFS Cooperative SEAMAP Program Queen conch *Strombus gigas*, assessment 2006. Department of Natural and Environmental Resources. 30 pp.

<sup>49</sup> Véase: Stoner W.A. and M. Ray-Culp. 2000. Evidence for Allee effects in an over harvested marine gastropod density dependent mating and egg production. Mar. Ecol. Prog. Ser. 202:297-302

<sup>50</sup> Véase: García-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.

fueron observados. Basado en densidades calculadas (desde 3.3 por hectárea a 194/ha basado en hábitat) y área del hábitat disponible estimado (321ha), Garcia-Sais, et al. calculó población estimada de 29,092 ejemplares. De estos, 95% tenían longitudes de concha de 20-28 cm. El grosor del labio promedio fue de 21 mm, con un 72% entre 20 y 30 mm. Se observaron carruchos repro-ductivamente activos, pero no se cuantificó el grado de esta actividad. Esta alta densidad de carruchos reproductivamente activos puede contribuir las larvas para el reclutamiento más cerca de la costa.

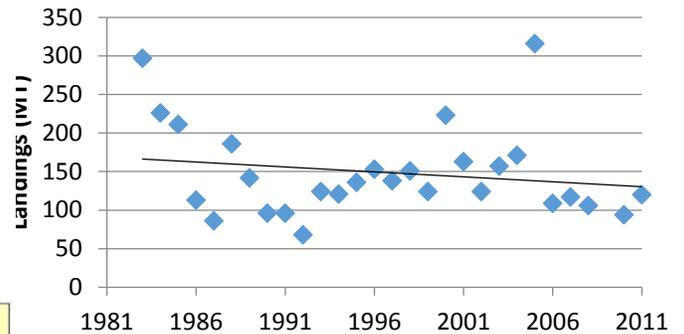
**GRÁFICA 60 POSICIÓN RELATIVA DE ABRIR LA SIERRA A LA PLATAFORMA INSULAR OCCIDENTAL DE PUERTO RICO. (CITADO DE GARCÍA - SAIS ET AL. 2012)**



El propósito de este estudio fue volver a examinar la población de carruchos de aguas poco profundas en la costa oeste de Puerto Rico, que soporta las áreas pesqueras primarias y la serie de tiempo más larga de las últimas encuestas. Los objetivos fueron generar estimados de densidad que podrían usarse para evaluar las tendencias y estado actual y atender preguntas específicas de manejo. Estas últimas incluyen comparar abastos de desove de aguas someras y aguas profundas y comparar la situación de las poblaciones dentro de la EEZ

(aguas federales), donde la pesca está prohibida, a las aguas locales, que están abiertos a la pesca. Además, a diferencia de las últimas encuestas, el análisis de datos empleará modelos lineales generalizados para generar comparaciones estadísticas más robustas.

**GRÁFICA 61 DATOS DE CAPTURA PARA LA PESCA COMERCIAL DE CARRUCHO EN PUERTO RICO.**



Los datos provienen del Laboratorio de Investigaciones pesqueras y son ajustados para reflejar capturas no reportadas. Los factores de corrección variaron entre 45-59% basado por año.

Métodos

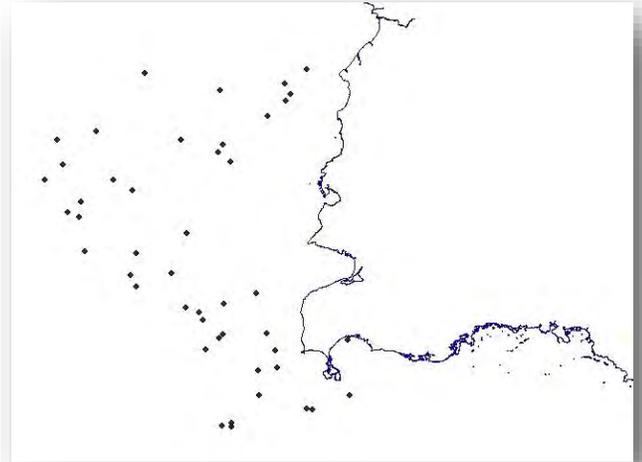
Censos Visuales

En el 2006, entrevistas con pescadores se identificaron antiguas áreas de pesca de carrucho, áreas presentes de pesca del carrucho y áreas conocidas de juveniles en las costas del sur, oeste y este de Puerto Rico. La costa oeste es el área primaria de pesca para carrucho en la Isla. Estos mapas fueron digitalizados en una base de datos GIS utilizando ArcMap y fueron utilizados como límites para crear 46 sitios encuesta aleatoria en la costa oeste, dentro del contorno de 90 pies, usando la herramienta "crear puntos aleatorios". El límite de 90 pies fue elegido para la seguridad del buzo. Todas las categorías (pasado, presente y juvenil)

recibieron el mismo peso durante la selección del sitio, aunque muchos de los polígonos se solapan. **LA TABLA 2** enumera la coordenada inicial y final (del GPS), así como de profundidad media, hábitat principal y área encuestadas en cada sitio.

Los métodos para esta encuesta se mantuvieron idénticos con encuestas de años anteriores para facilitar la comparación de los resultados entre las encuestas. En cada uno de los sitios, se realizaron estudios visuales en buceo pareados con la ayuda de scooter submarino para maximizar la distancia recorrida. Cada buzo encuestó transeptos de 4m de ancho y de longitud variable según la profundidad y tiempo de inmersión disponible, pero para un máximo de cuarenta y cinco minutos. Durante la encuesta, hábitat, profundidad, clase de edad y la duración estimada se registraron para cada carrucho, así como las observaciones de copulación o la puesta de huevos. Clasificaciones de hábitat incluyen arena, gorgonias, *Thalassia*, *Syringodium*, *Halimeda*, algas, arrecifes, fondo duro o cualquier combinación de estos. Clases de edad fueron juveniles (J), adulto recién maduro (NMA), adulto (A), adulto viejo (OA) y adulto muy viejo (VOA). La distancia del transepto se calculó en ArcMap mediante la medición de la distancia en línea recta conectando las posiciones iniciales y finales.

**GRÁFICA 62 LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO OBTENIDOS AL AZAR PARA EL CENSO VISUAL DE CARRUCHOS DEL 2013 RELATIVOS A LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO**



#### Análisis de los Datos

El área total encuestada se calculó multiplicando la longitud del transepto por 4m de ancho y luego se duplicó el área (dos transeptos por sitio) y finalmente la suma de todos los 46 sitios (92 transeptos). Las densidades se calculan dividiendo el número de carruchos observados en cada sitio por el área encuestada. Se hicieron comparaciones de densidades de adultos y juveniles entre años (1997, 2001, 2006 y 2013) modelando las densidades en función del régimen de manejo (territorial o federal), profundidad, hábitat y año mediante una transformación logarítmica de la distribución binomial negativa. Los análisis se realizaron utilizando la función del modelo lineal generalizado (GLIMMIX) de SAS. Se escogió esta distribución sobre la distribución *Poisson* porque está mejor equipado para manejar alta variabilidad. Ningún término de correlación

espacial fue incluido en el modelo porque la inclusión de los términos profundidad y hábitat explicó la mayor parte de la variabilidad. La inclusión del régimen de manejo en el modelo ayudó a aclarar la efectividad de un cierre de más de diez años de las áreas de pesca de la zona federal. Tendencias en cuanto a frecuencia de tamaño y la estructura de edad también fueron descritas. La población reproductora de la costa oeste se calculó usando las densidades solo de las clases mayores de edad (adulto, adulto viejo y adulto muy viejo) multiplicados por los estimados del área de hábitat apropiado en la plataforma occidental basada en los estratos previamente digitalizados. Esta población reproductora entonces fue comparado con los estimados de la población mesofótica<sup>51</sup> en Abrir La Sierra (Garcia-Sais et al. 2012)<sup>52</sup> para hacerse una idea de la contribución potencial de la población mesofótica en relativa a los abastos de aguas poco profundas.

---

## Resultados y Discusión

---

Cuarenta y seis sitios fueron muestreados en el transcurso de la encuesta de 2013. El área total encuestada fue 37.45 ha, con áreas de transepto que van desde 0.3 hectáreas en la estación 5 hasta 3.97 hectáreas en la estación 11. Las diferencias en la cantidad de área cubierta se basan en una variedad de factores incluyendo, pero no limitados, a profundidad y corriente. El área promedio por transepto fue 0.814 ha. El número de carruchos observados fue 194 juveniles y 186 adultos, para un total de 380 carruchos. Esto no incluye la estación seis, donde se observaron 1,399 juveniles con una de longitud de concha

menor de 10 cm. Este sitio no se incluyó en los análisis posteriores debido a los efectos de distorsión estadística.

Una representación general de la frecuencia de tamaño para todas las clases de edad está representada en la Gráfica 63. La longitud media de los adultos recién maduros fue 18.95 cm, y la longitud media de los adultos fue 21.58 cm.

La primera pregunta abordó las diferencias temporales en los totales, en los adultos solos o juveniles solos, como factores de la profundidad y hábitat. La Gráfica 64 resume los resultados del primer análisis, modelando la densidad como una función de los siguientes efectos: año, profundidad y hábitat. Todos los resultados significativos están representados al nivel de  $p = 0.05$ . Hubo una densidad menor de carrucho adulto (adultos + juveniles) en 1997 (-0.783) en comparación con 2006 o 2013. Hubo una menor densidad de carrucho total en el hábitat de fango (-1.4726). También hubo una densidad menor de carruchos adultos en 1997 (-1.0379) en comparación con 2006 y 2013 y otra vez una densidad menor de carruchos adultos en el hábitat de fango (-2.3756). Con los juveniles, no hubo cambios significativos en la densidad temporal, pero el hábitat fue un factor mayor en la determinación de la distribución de la densidad. Fondo duro (-1.7592), arrecife (-1.3177) y fango (-1.405) todas tenían densidades significativamente más bajas de carrucho juvenil, mientras que las gorgonias tenían densidades de juveniles significativamente más altas (1.0776).

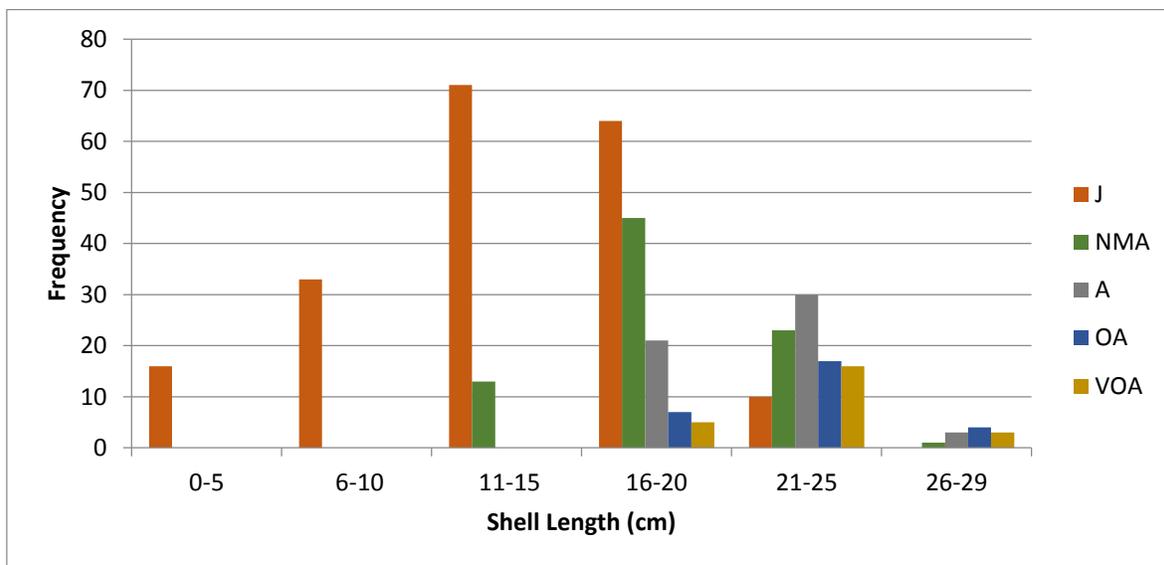
---

<sup>51</sup> Mesofótica: de la zona donde existen niveles intermedios de penetración lumínica.

<sup>52</sup> Véase: Garcia-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish

and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.

**GRÁFICA 63 DIAGRAMA DE LA FRECUENCIA DE TAMAÑOS PARA TODAS LAS CATEGORÍA DE CLASES DE EDAD EN EL CENSO VISUAL DEL CARRUCHO DE 2013.**



**Leyenda-** J-juveniles, NMA-adultos recién maduros, A-adulto, OA-adulto viejo, VOA- adulto muy viejo.

Conclusiones preliminares sobre la estructura de edad y frecuencia de tamaños entre la encuesta de 1997 y la última muestran lo siguiente:

- El aumento observado entre la densidad del 1997 y los años posteriores representa un aumento más del doble (8,49 por hectárea global en 1997 versus 14.42-22.4/ha total en 2013 y 2006, respectivamente). Esto sugiere que los esfuerzos de manejo (áreas cerradas, vedas, cuota diaria, límites de tamaño) han tenido un efecto positivo
- La aparición de la clase de tamaño de los adultos de 16-20 cm en las encuestas posteriores (Gráficas 63) sugiere que la regulación de tamaño mínimo de concha (9 in

= 22.86 cm) también está teniendo un efecto. Aquellos individuos que están por debajo del umbral no se pescan y son capaces de llegar a las etapas adultas.

- La diferencia principal observada entre el 1997 y las estructuras de edad de 2013 (Gráfica 64) es la presencia en el 2013 de la VOA en sitios de aguas llanas y el EEZ que no estaban presentes en 1997. (Ver Gráfica \_\_\_)

La última pregunta a ser abordada es la importancia potencial de la población mesofótica reproductora de carruchos encuestada por Garcia-Sais et al. (2012)<sup>53</sup> en relación a la de la plataforma de aguas llanas. Esto se evaluó comparando la

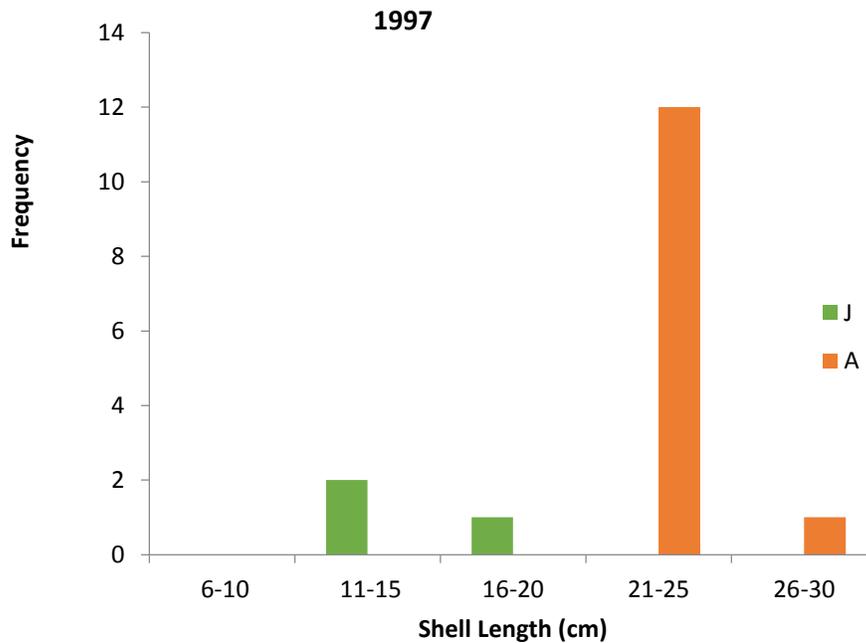
<sup>53</sup> Véase: Garcia-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish

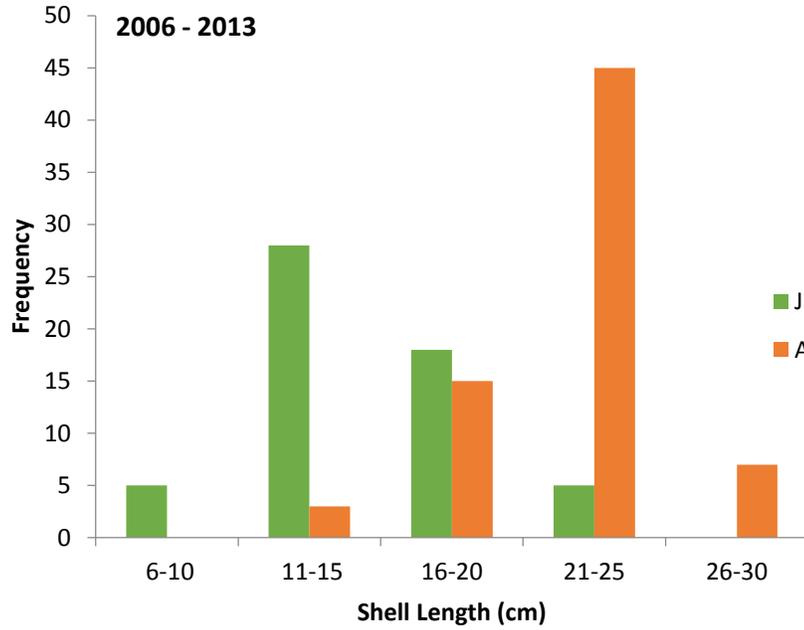
and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.

densidad total de adultos y la población en aguas llanas a las estimadas de Garcia-Sais et al., (2012). La densidad calculada de reproductores (incluyendo solo las clases mayores de edad de adultos, adulto viejo y adulto muy viejo) aguas de la plataforma para el 2013 del censo visual fue de 4.105/ha. Sobre las 42.074 ha del área que fueron identificados previamente como estratos de carrucho (es decir, pasado y presente zonas de

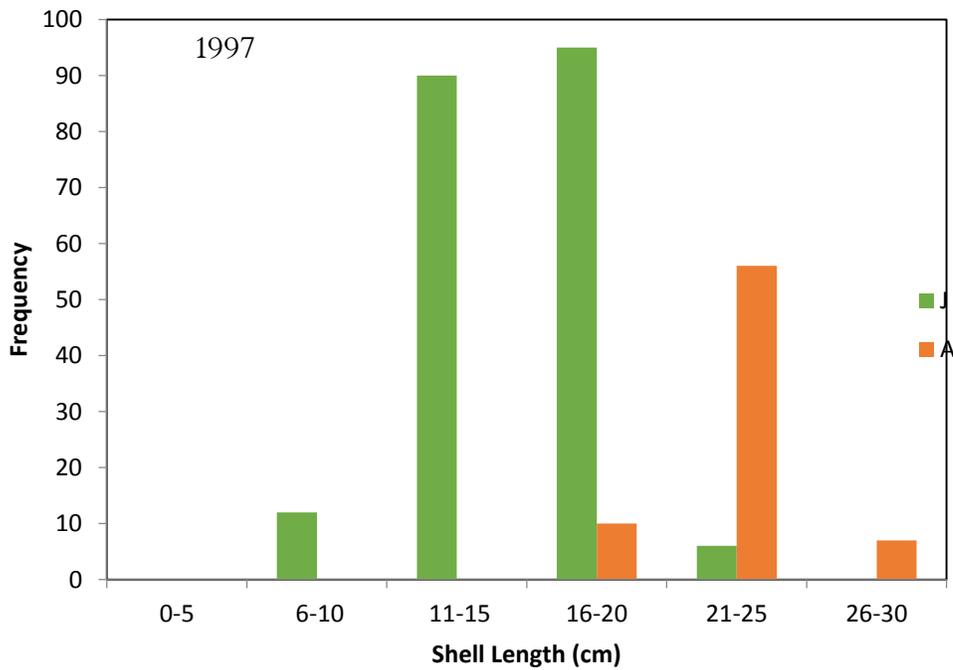
pesca así como áreas de juvenil identificadas durante las encuestas por los pescadores), hay 172,705 individuos capaces de reproducirse. Por lo tanto, mientras que la población mesofótica de carrucho en Abrir La Sierra es de alta densidad (194.93/ha en el arrecife de rodolitos) y un gran número de individuos (29.092) solo constituyen el 14% de la población reproductora potencial total en la costa oeste.

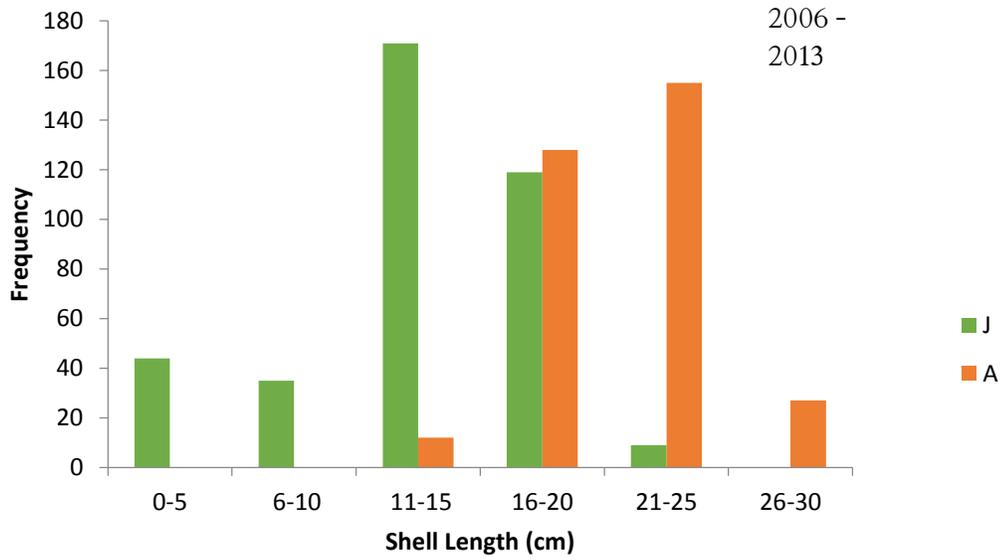
**GRÁFICA 64 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS DE ADULTOS Y JUVENILES DENTRO DE LA EEZ (>9NM) EN EL OCCIDENTE DE PUERTO RICO EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS PARA AUMENTAR EL NÚMERO DE (N=9 PARA 1997 Y N=11 PARA 2006/2013).**



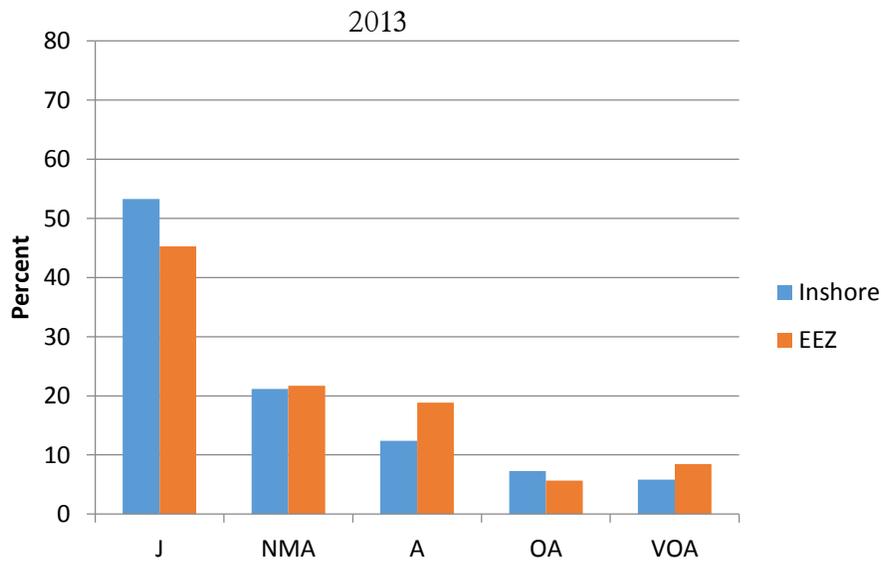


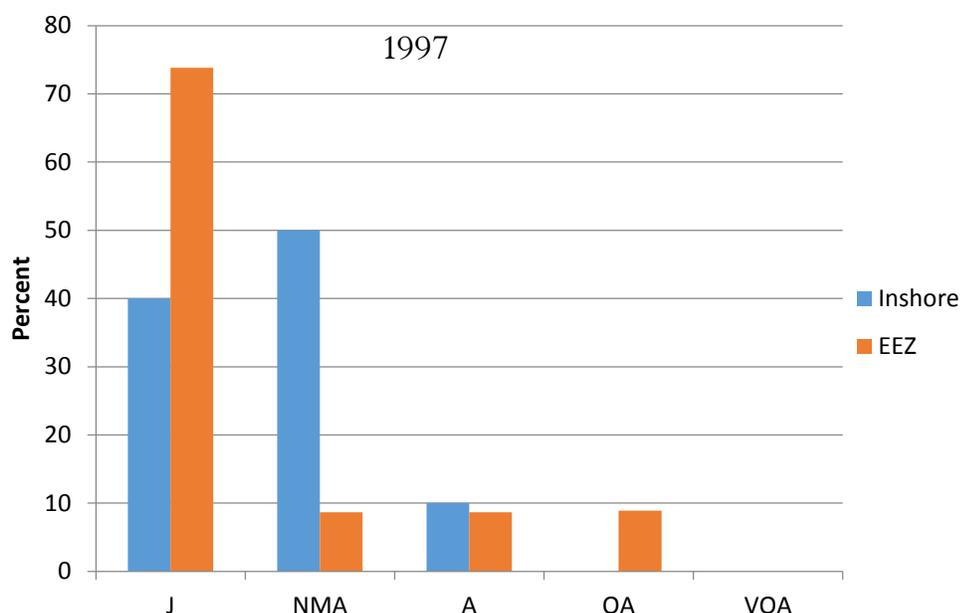
GRÁFICA 65 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS PARA ADULTOS Y JUVENILES EN AGUAS LLANAS (0-9NM) EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS CONSISTENTE CON LA FIGURA 5 (N=58 PARA 1997 AND N=81 PARA 2006/2013).





GRÁFICA 66 ESTRUCTURA CLASE-EDAD DE CARRUCHOS ADULTOS OBSERVADOS EN AGUAS LLANAS (0-9NM) Y EL EEZ (>9NM) EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO PARA 1997 Y 2013.






---

### Análisis

Los datos de peces de arrecife continúan arrojado resultados alentadores concernientes a la recuperación de varias especies bajo manejo: el mero cabrilla (*Epinephelus guttatus*), la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*) y el arrayao (*Lutjanus synagris*). Los tamaños de captura apuntan a una mejoría de las poblaciones observándose un aumento en la talla de las especies, y reduciéndose el número de individuos capturados bajo el tamaño mínimo de reproducción en un 70%. Otra especie de importancia, la cual ha mostrado signos de mejoría, es el mero mantequilla (*Cephalopholis fulva*). Para el último año de monitoria, hemos obtenido información para la costa este y oeste, permitiéndose la comparación del estatus de las poblaciones de ambas costas. Especies bajo manejo tales como la colirrubia y el arrayao muestran signos de mantenerse en buen estado, sugiriendo que las medidas de protección han sido efectivas.

Los datos de carrucho indican una mejoría en sus poblaciones monitoreadas, apuntando a individuos de mayor tamaño y edad en cerca del 60% censado.

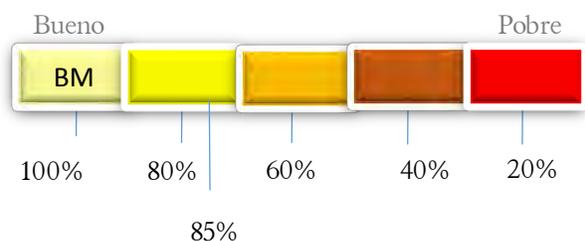
Los datos obtenidos de la langosta reflejan que las poblaciones se mantienen estables y en buen estado en cerca del 90% de las estudiadas.

---

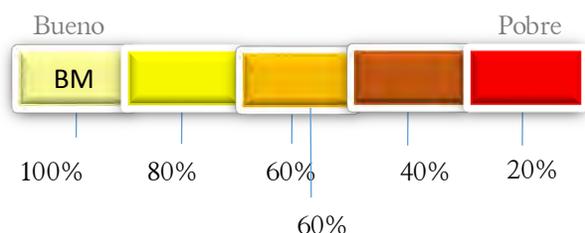
### Benchmark

Abundancia relativa de las poblaciones de peces de arrecife, carrucho y langostas, monitoreadas en censos independientes en las pesquerías alrededor de las costas de Puerto Rico.

Por ciento de capturas de mero cabrilla, colirrubia y de arrayao disponibles para la pesca comercial mostrando el tamaño mínimo de reproducción. Análisis posteriores sobre la reproducción (histología) de estas especies nos darán una mejor idea sobre el estatus individual de cada una de estas especies. Al presente este es nuestro benchmark



Por ciento de capturas de individuos de carrucho disponible para la pesca comercial mostrando el tamaño y edad adecuados para la pesca



Por ciento de poblaciones de langosta bajo estudio reflejando estabilidad poblacional y buen estado para la pesca comercial

#### Limitaciones del Indicador

Resulta necesario tener la mayor parte de los parámetros de la biología básica de estas especies. No obstante, la información que se recopila muestra tendencias de importancia en la toma de decisiones de manejo.

#### Conclusiones y Recomendaciones

Los datos disponibles reflejan, para años recientes, una aparente tendencia de recuperación y estabilidad en las especies particulares estudiadas, por costas, (langosta-costa oeste; carrucho-costas oeste, este y sur; peces de arrecife-costas oeste y este) para las especies comerciales monitoreadas en lo referente al presente Indicador. Resultaría satisfactorio continuar detectando el 100% del patrón de recuperación y estabilidad de las especies reportadas mediante el mismo. No obstante, es

necesario ampliar el ámbito geográfico costero y el tiempo de estudio para determinar la tendencia a través de la totalidad de nuestras costas con características de hábitats propicios para estas especies. Entretanto, debe mantenerse el monitoreo de estas poblaciones y las medidas de manejo impuestas por el Reglamento de Pesca Núm. 7949 del 24 de noviembre de 2010, conocido como el *Reglamento de Pesca de Puerto Rico* y promulgado por el DRNA para recuperar y mantener el nivel óptimo de las poblaciones implicadas en este Indicador.

#### INDICADOR: INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS EN LA PESCA DEPORTIVA Y RECREATIVA (TIPO I)

#### Descripción del Indicador

Este indicador mide la cantidad en libras totales pescadas por especie de interés deportivo durante el 2013 y las variaciones de estos datos a través de los años. Además, incluye cantidad de torneos celebrados por año, cantidad de pescadores que participan en torneos por año y cantidad de botes por torneo por año.

La información que aquí se provee está relacionada con la intensidad de participación de los pescadores recreativos en los torneos de pesca celebrados regularmente en Puerto Rico y la cantidad en libras de especies de peces de interés deportivo o recreativo abordados en estos torneos por dichos participantes. Esto se traduce en conclusiones que permiten determinar la intensidad de consumo de aquellas especies en mayor pesca conforme las tendencias reflejadas por los datos disponibles. Del indicador puede determinarse o inferirse las variaciones en las preferencias de los pescadores y la abundancia de las especies buscadas por el pescador recreativo. La información repercute en el tipo de manejo

que requieren los recursos pesqueros predilectos para la recreación en las aguas marinas de Puerto Rico.

---

#### Consideraciones Técnicas

---

La información es recopilada por el Programa de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina de la División de Recursos Marinos del DRNA desde el 1999 y está analizada en una base anual. La evaluación de la pesca recreativa cubre las tres modalidades de pesca en la Isla: orilla, bote privado y bote de alquiler. El Programa obtiene la información y estadísticas de pesca recreativa marina en Puerto Rico a través de dos componentes:

- Estadísticas de Pesca Recreativa Marina - Torneos de Pesca - Los objetivos de este componente son estimar el número de abordajes o soltadas por kilogramo por especie y el esfuerzo por unidad de captura en los torneos de pesca.
- Información Bioestadística y Socioeconómica - Se colecta, mantiene y analiza información de los pescadores recreativos que participan en estos torneos, esfuerzo para cada zona e información de las soltadas y capturas en estos eventos marinos. Los torneos monitoreados incluyen aquellos que navegan

millas mar afuera en busca de: dorado, sábalo y róbalo, peces de pico (e.g. agujas azules), atunes y peto; la mayor parte de la pesca en los torneos es en busca de especies altamente migratorias. Muchas de las especies predilectas para el pescador recreativo y para los pescadores deportivos son manejadas por el DRNA debido a la importancia de estas para la pesca, tanto comercial como recreativa. Otras especies de pez de arrecife como los pargos, meros, etc. son también atractivas en actividades de pesca recreativa. Se ha realizado un monitoreo completo de todas estas actividades de pesca recreativa en la Isla desde 1999 lo cual le imparte un contexto extendido de tiempo a los datos para medir tendencias. Lo anterior ofrece información útil también al momento de evaluar propuestas de desarrollo en las costas en donde ubican los hábitats importantes para estas especies, toda vez la pesca recreativa es reconocida como una que genera ingresos considerables a la economía.

---

#### Método de Análisis y Cobertura

---

Los datos recopilados son analizados midiendo captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y frecuencias de tamaños para las especies abordadas. Este proyecto cubre toda la Isla incluyendo Vieques y Culebra

---

**TABLA 39 INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO**

AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	DÍAS DE PESCA
2000	27	61
2001	44	78
2002	47	80
2003	37	61
2004	35	67
2005	27	48
2006	28	53

AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	DÍAS DE PESCA
2007	30	55
2008	25	42
2009	31	57
2010	27	44
2011	33	55
2012	39	62
2013	34	54
<b>Total</b>	<b>464</b>	<b>825</b>

\*\* Estos son los torneos visitados usualmente por el personal del Proyecto de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina del DRNA

Nota: Los datos que reflejan la tendencia de intensidad de pesca recreativa/deportiva a través de los últimos 14 años.

GRÁFICA 67 HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2013

Participación en torneos de pesca recreativa marina (2000-2013)

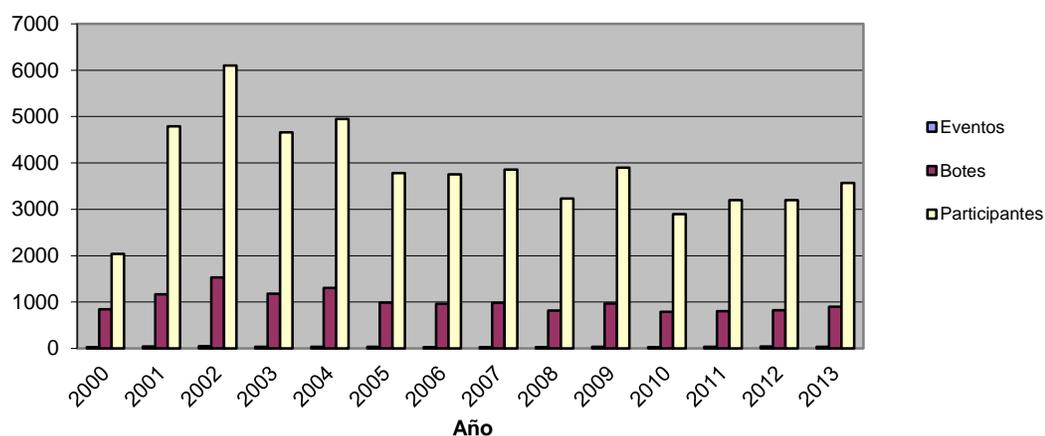


TABLA 40 PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO

AÑO	TOTAL DE PARTICIPANTES	NÚM. DE BOTES	NÚMERO DE TORNEOS (cMONOXIDO DE INFORMACIÓN DE COSTO DE INSCRIPCIÓN)	DINERO COLECTADO
2000	3041	845	2	\$10,200.00
2001	4,776	1170	19	\$376,605.00
2002	5,990	1504	23	\$480,910.00
2003	4,661	1178	32	\$728,920.00
2004	4,825	1283	33	\$1,142,470.00
2005	4,730	972	13	\$239,550.00
2006	3,751	937	23	\$493,270.00

AÑO	TOTAL DE PARTICIPANTES	NÚM. DE BOTES	NÚMERO DE TORNEOS (C/MONOXIDO DE INFORMACIÓN DE COSTO DE INSCRIPCIÓN)	DINERO COLECTADO
2007	3,860	983	25	\$ 399,804.00
2008	3,109	779	20	\$350,655.00
2009	3,901	968	31	\$216, 971.00
2010	2,947	907	23	\$189,163.00
2011	3,279	780	24	\$299,690.00
2012	3,124	823	29	\$323,920
2013	3571	898	26	\$358,087
Total	48,540	12,236	294	\$5,610,215

Nota: La Tabla 40 muestra los torneos por año que cuentan con datos de ingresos (dinero colectado) generados por concepto de inscripción.

TABLA 41 TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2013)

ESPECIE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Marlin Azul	10,123.24	9,987.17	9,517.85	6,273.99	4,052.79	4,250.79	3,628.84	4,234.74	832.9	1,452	2,271.61	1,057.84	532	1,778.86
Dorado	16,142.45	19,846.87	20,886.06	13,693.69	21,066.05	13,777.38	25,371.08	24,061.84	22,196.91	21,243.2	10,797.47	17,386.74	21,460.33	24,299.07
Peto	797.32	1,884.22	2,246.33	1,484.19	983.06	1,878.6	1,498.5	1,689.18	1,385.07	0	613.73	1,041.77	2,780.31	2,002.9
Sierras	205.84	0	44.31	336.27	278.28	12.01	4.02	n/a	177.6	n/a	n/a	65.9	22.8	276.02
Pesca de Orilla	11.02	1,272.06	n/a	132.27	10.49	n/a	n/a	2.22	n/a	1,592.8	n/a	24.93	171.96	84.59
Pez Vela	87.12	0	37.05	200.86	133.75	150.28	0	0	26.98	0	0	39.92	0	0
Total	17,305.9	13,498.7	33,303.1	23,928.7	27,138.3	20,075.6	30,542.4	29,987.9	24,619.5	24,125.	13,682.8	19,617.0	25,067.4	28,441.4

n/a = en este año no hubo torneo para la especie, o el torneo no fue cubierto por el Laboratorio Pesquero por realizarse ilegalmente. Se muestran solamente las especies de importancia a las cuales les aplica alguna reglamentación bajo el Reglamento de Pesca 7949.

---

## Análisis

---

Los torneos de pesca en Puerto Rico se enfocan mayormente en especies pelágicas. Con algunas excepciones, la mayor parte de la pesca es en busca de especies altamente migratorias. Para efectos de este análisis se enfatiza en la pesca de dorado y agujas azules, las especies más codiciadas. A través de los años se ha visto una disminución en el número de agujas abordadas. Esto es por la nueva tendencia de marcar y soltar las piezas, adoptada por la Asociación de Pesca Deportiva de Puerto Rico, quien es el organismo que agrupa la mayoría de los pescadores que pescan estas especies. Los dorados son la especie más abordada en los torneos de pesca. El primer año de la implantación del Reglamento 6768 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico*, vigente desde el 11 de febrero de 2004, se observó una disminución en las libras abordadas, pero en los años subsiguientes se ha mantenido sobre las 20,000 libras por año, salvo en pocos de estos, especialmente los años más recientes. Este Reglamento fue enmendado mediante la adopción del Reglamento 7949 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010*. A partir del 2010 un límite de cantidad de 30 piezas por bote (10 por pescador) es permitido. En el 2013 se observa un aumento en el peso total de la pesca desembarcada del dorado con cerca de 2,885 libras; esto es más que lo reportado para el 2012, manteniéndose el ritmo de aumento en pesca desembarcada para esta especie lo cual se adjudica probablemente a la implantación de la norma previamente indicada e implantada a

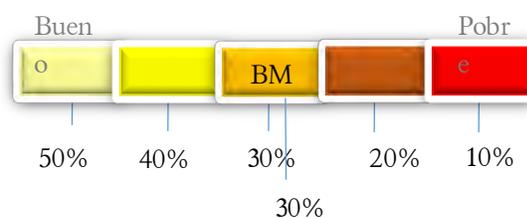
partir del 2010. Durante el 2013 se registró un mayor número de participantes en los torneos de pesca recreativa incluida la pesca de orilla y de otras modalidades que en los cuatro años anteriores.

---

## Benchmark

---

Intensidad de explotación adecuada de los recursos más abordados en la pesca recreativa



Con los datos obtenidos en este proyecto para los torneos de pesca se puede determinar que los dorados son la especie de mayor intensidad de pesca deportiva, tendencia que se ha sostenido a través de los años transcurridos desde que se realizan los estudios que dan base al presente reporte. Diez piezas por pescador o treinta por embarcación, según establecido por el *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010*, es un número óptimo para el pescador recreativo. Cabe señalar que estos datos no reflejan realmente las piezas que se abordan en los torneos de pesca ya que el pescador solo trae los 10 reglamentados para torneos pero puede haber abordado un número mayor. Entendemos que el recurso está siendo sobreexplotado por los pescadores recreativos. Un consumo de 30% anual de toda la disponibilidad de las especies más abordadas se estima sería adecuado.

---

### Limitaciones del Indicador

---

Este indicador no mide tendencias ni relaciones entre tamaños de las piezas abordadas y madurez sexual de las mismas, lo que impide conocer la salud del recurso pesquero utilizado por el pescador recreativo. Además, no existe un “stock assessment” para las especies pelágicas en la Isla.

---

### Conclusiones y Recomendaciones

---

Uno de los aspectos que se puede medir a través de los datos recopilados en este proyecto es el impacto de los pescadores recreativos sobre el recurso pesquero. La comunidad de pescadores recreativos es mucho mayor que la de pescadores comerciales, por lo que se deben considerar como aspecto importante en el manejo del recurso. Este proyecto solo muestra una parte del impacto de la pesca, ya que solo se monitorean algunos torneos de pesca. Estos datos se pueden complementar con los datos recopilados en el otro componente del proyecto el cual monitorea la pesca de orilla, bote privado y bote de alquiler.

## ACRÓNIMOS

ADMINISTRACIÓN DE ASUNTOS ENERGÉTICOS	(AAE)
ADMINISTRACIÓN NACIONAL OCEÁNICA Y ATMOSFÉRICA	(NOAA)
AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL FEDERAL	(EPA)
AGENCIAS ESTATALES Y ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES	(ONG'S, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL	(APE)
ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DE LA ZONA CÁRSICA	(APE-ZC)
ÁREA NATURAL PROTEGIDA	(ANP)
ÁREAS DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL	(APE)
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	(LAS ANP)
AUTORIDAD DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	(AAA)
AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	(AEE)
BIÓXIDOS DE AZUFRE	(SO <sub>2</sub> )
CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO	(CPUE)
CARBONO	(CO)
CIUDADANOS DEL KARSO	(CDK)
COMISIÓN OCEANOGRÁFICA INTERGUBERNAMENTAL,	(IOC POR SUS SIGLAS EN INGLÉS, DE LA UNESCO)
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	(VOC)
CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE RECURSOS	(RCRA, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO	(CMCC)
CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FLORA AND FAUNA	(CITES)
DEFICIENTE DE DATOS	(DD)
DEPARTAMENTO DE SALUD	(DS)
DESPERDICIOS PELIGROSOS	(DP)
	(EEZ)
EN PELIGRO	(EN)
GAS FILTER CORRELATION SPECTROSCOPY	(GFC)
GASES DE EFECTO INVERNADERO	(GEI)
ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE	(AQI, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
JUNTA DE PLANIFICACIÓN	(JP)
MAPAS SOBRE TASAS DEL SEGURO DE INUNDACIÓN	(FIRM)
MATERIA PARTICULADA	(PM)
MÁXIMOS DE CONTAMINANTES	(MCL)
MENOR RIESGO	(LR)
MONÓXIDO DE CARBONO	(CO)
	(NPDES)

OBJETIVOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS DEL PLAN DE USO DE TERRENOS	
PARA PUERTO RICO	(OPP-PUTPR)
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	(NOX)
OZONO Y BIÓXIDO DE NITRÓGENO	(NO <sub>2</sub> )
PELIGRO CRÍTICO	(CR)
PLAN ESTATAL	(SIP)
PLANES DE ÁREA	(PA)
PLANES DE ENSANCHE	(PE)
PLANES DE ORDENACIÓN TERRITORIAL	(POT)
PLANES TERRITORIALES	(PT)
PRODUCTO INTERNO BRUTO	(PIB)
REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESPERDICIOS SÓLIDOS	
NO PELIGROSOS	(RMDSNP)
RESERVA NATURAL	(RN)
SAFE DRINKING WATER ACT	(SDWA)
SERVICIO DE GEOLOGÍA FEDERAL	(USGS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
SERVICIO FEDERAL DE PESCA Y VIDA SILVESTRE	(SFPVS)
SERVICIO NACIONAL DE PESQUERÍA	(NMFS)
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	(GIS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
SISTEMAS DE RELLENO SANITARIO	(SRS)
SUBPROGRAMA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	(SIG)
SUBPROGRAMA PLANES DE USOS DE TERRENOS	(SPUT)
SUELO RÚSTICO COMÚN	(SRC)
SUELO RÚSTICO ESPECIALMENTE PROTEGIDO	(SREP)
SUELO URBANIZABLE	(SU)
SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO	(SUNP)
SUELO URBANIZABLE PROGRAMADO	(SUP)
SUELO URBANO	(SU)
SUELOS REGULADOS	(SR)
TERCER INFORME DE EVALUACIÓN	(TIE)
TRATAMIENTO, ALMACENAJE Y DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS PELIGROSOS	(TSD, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)
	(TSDF)
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO DE MAYAGÜEZ	(UPRM)
VULNERABLE	(VU)
ZONAS DE INTERÉS TURÍSTICOS	(ZIT)

