



Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Oficina del Gobernador
Junta de Calidad Ambiental

INFORME AMBIENTAL

2008



*ASEGURANDO EL
FUTURO*

El Informe Ambiental tiene su base legal en la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, mejor conocida como la Ley de Política Pública Ambiental, y en la Ley Núm. 267 del 10 de septiembre de 2004, Ley sobre Política Pública de Desarrollo Sostenible. Ambas leyes van dirigidas a atender la necesidad de alcanzar un desarrollo ambientalmente sostenible. Para responder a esta necesidad, la Junta de Calidad Ambiental inició en el 2007 el desarrollo de indicadores ambientales con el fin de evaluar la condición del medio ambiente y el impacto de las actividades humanas sobre el mismo. Este conjunto de indicadores ambientales representa un esfuerzo novel de la JCA por evaluar el estado y la condición del medio ambiente de la isla usando este nuevo mecanismo de evaluación.

Le place a la Junta de Calidad Ambiental presentar al país el Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente correspondiente al año 2008. El mismo es el producto de este esfuerzo que se origina en la Junta de Calidad Ambiental, coordinado por el Área de Evaluación y Planificación Estratégica y que cuenta con el insumo de información provista, tanto por las distintas áreas programáticas de la agencia, como también por otras agencias gubernamentales que tienen injerencia y jurisdicción sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

Es nuestro propósito continuar ampliando este conjunto de indicadores, añadiendo con los años aquellos nuevos indicadores que permitan obtener una imagen cada vez más abarcadora y confiable de la condición del medioambiente que nos rodea y el estado en que se encuentran los recursos naturales. Ambos son elementos de los que dependemos para el sostenimiento de nuestra sociedad actual y que tenemos la responsabilidad de usar sabiamente para que las generaciones futuras puedan también contar con ellos para su propio sostenimiento. De esta forma, estaremos *Asegurando el Futuro*.

Agradecemos a las siguientes personas y entidades su valiosa contribución en la preparación de este documento:

Junta de Gobierno, Junta de Calidad Ambiental

Lcdo. Pedro J. Nieves Miranda, Presidente
Ángel O. Berrios Silvestre, Miembro Asociado

Área de Evaluación y Planificación Estratégica, Junta de Calidad Ambiental

Roberto Ayala Prado, Gerente Interino
Plan. Aissa M. Colón Cruz, Gerente de Proyecto
Plan. Pedro Guevara López
Plan. Royston de Lannooy
Plan. Evelisse Colón Carrero

Agencias Participantes

Junta de Calidad Ambiental
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
Autoridad de Desperdicios Sólidos
Junta de Planificación
Autoridad de Energía Eléctrica

TABLA DE CONTENIDO

MENSAJE	iii
CRÉDITOS	iv
INTRODUCCIÓN	1
AGUA	5
Asunto: Demanda de Agua y Uso	
Indicador: Cantidad de Agua Extraída – Tipo I	7
Asunto: Aguas Costeras	
Indicador: Millas de Playas Aptas para Actividades Recreativas de Contacto Directo (Natación) – Tipo I	12
Asunto: Disponibilidad de Agua	
Indicador: Pérdida en el Sistema de Distribución de Agua Potable: Cantidad de Agua no Contabilizada	19
Indicador: Caudal Ecológico – Tipo II	21
Indicador: Flujo de Agua en Ríos – Tipo I	22
Indicador: Nivel de los Acuíferos – Tipo I	26
Indicador: Sedimentación en los Embalses – Tipo I	29
AIRE	33
Asunto: Calidad de Aire	
Indicador: Índice de Calidad de Aire – Tipo I	35
Indicador: Concentración de Contaminantes Criterio – Tipo I	39
ENERGÍA	53
Asunto: Fuentes Energéticas	
Indicador: Uso de Fuentes Energéticas – Tipo I	54
Asunto: Consumo Energético	
Indicador: Consumo Energético por Sector – Tipo I	57

TABLA DE CONTENIDO

Asunto: Productividad Energética	
Indicador: Consumo Energético y Producto Bruto – Tipo I	63
SUELO	68
Asunto: Desperdicios Sólidos No Peligrosos	
Indicador: Generación de Desperdicios Sólidos No Peligrosos - Tipo III	69
Indicador: Desvío de Desperdicios Sólidos No Peligrosos – Tipo I	72
Indicador: Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos – Tipo I	76
Asunto: Desperdicios Sólidos Peligrosos	
Indicador: Generación de Desperdicios Peligrosos – Tipo II	79
Indicador: Disposición de Desperdicios Peligrosos – Tipo II	83
Indicador: Reclamación de Desperdicios Peligrosos – Tipo II	86
Asunto: Emergencias Ambientales	
Indicador: Cantidad de Emergencias Ambientales – Tipo I	90
Asunto: Uso del Suelo	
Indicador: Distribución de los Usos del Suelo – Tipo I	93
RUIDO	101
Asunto: Contaminación por Ruido Ambiental	
Indicador: Niveles de Ruido Ambiental en Zonas Receptoras Residenciales – Tipo I	103
Indicador: Estimados de la Población Expuesta a Ruido Urbano – Tipo II	108
Indicador: Intrusión del Ruido Urbano en el Ambiente Natural – Tipo II	112
SISTEMAS NATURALES	121
Asunto: Áreas Naturales Protegidas	
Indicador: Por ciento del Territorio bajo Áreas de Valor Natural Protegidas Legalmente – Tipo I	122

TABLA DE CONTENIDO

Asunto: Ecosistemas Terrestres Indicador: Cantidad de Cuerdas de Ecosistemas Terrestres Adquiridas por el Estado y ONG's para su Manejo y Protección – Tipo 1	128
Asunto: Vida Silvestre Indicador: Número de Especies en Peligro de Extinción o Vulnerables – Tipo 1	134
Indicador: Estimados Poblacionales de Especies Cinegéticas (palomas y tórtolas, aves acuáticas) – Tipo 1	138
Asunto: Pesca Comercial Indicador: Disponibilidad de Algunos Recursos Pesqueros Comerciales de Alta Demanda – Tipo II	146
Asunto: Pesca Marina Comercial Indicador: Intensidad de Explotación de la Pesca Comercial – Tipo I	150
Asunto: Pesca Marina Comercial y Recreativa Indicador: Intensidad de Pesca Comercial y Recreativa en Recursos Pesqueros aún en Etapas Juveniles – Tipo II	156
Asunto: Pesca Deportiva / Recreativa Indicador: Intensidad de Explotación de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa – Tipo I	160
Asunto: Vida Silvestre Indicador: Caza Mayor en Puerto Rico (cabras y cerdos asilvestrados de la Isla de Mona) – Tipo 1	165

El presente informe es el tercer Informe Ambiental que prepara la Junta de Calidad Ambiental (JCA) utilizando indicadores para informar sobre el estado y la condición de los diversos componentes que conforman el medio ambiente y los recursos naturales de Puerto Rico. Los primeros pasos en esa dirección se dieron con el Informe del año 2006. Para desarrollar los indicadores que se empezaron a utilizar en ese primer Informe se siguió un proceso donde, en primer lugar, se identificaron los posibles indicadores que pudieran ayudar a formar un cuadro lo más comprensivo posible de la situación del medio ambiente y los recursos naturales. Luego se fue depurando la lista de indicadores hasta terminar finalmente con aquellos para los cuales era factible conseguir los datos necesarios para construirlos y sostenerlos a lo largo del tiempo. Con el fin de recopilar toda la información necesaria de una manera metódica, y que garantizara cierta rigurosidad científica, se preparó lo que se conoce la Hoja Metodológica. En esta hoja se describen todos los elementos que debe contener cada indicador y provee para que se pueda recolectar la información en una forma lo más estandarizada posible. Además, de acuerdo a su naturaleza, disponibilidad de datos y la periodicidad en la recolección de datos, cada indicador se categorizó en una de las siguientes tres tipologías:

- Tipo I : Data adecuada disponible, generada por monitoría constante.
- Tipo II: Data completa o parcial generada por monitoría constante. Se necesita data adicional o más amplia, mayor análisis y manejo de la misma antes de poder presentar una tendencia o status.
- Tipo III: Indicador conceptual donde no hay suficientes datos disponibles.

Esta nueva forma de visualizar y evaluar la condición del medio ambiente y los recursos naturales se empezó a utilizar en la década de los años 80. Sin embargo, el impulso decisivo lo recibió un evento que marcó un hito en la lucha por la preservación de nuestro planeta: la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, conocida también como la Cumbre de la Tierra. Fue un momento en que las naciones del mundo tomaron la firme determinación de dar los pasos afirmativos necesarios para asegurar la permanencia de esta nuestra única casa: la Tierra. Allí se reafirmó la convicción de que la única ruta segura es la que conduce a un desarrollo que sea sostenible. Este es el único mecanismo que puede garantizar que la raza humana pueda continuar su existencia, utilizando los recursos que provee el ambiente sin agotarlos o dañarlos a tal grado que las generaciones venideras no los puedan usar para su propia subsistencia. Allí quedó establecido, fuera de toda duda, que el desarrollo al que todos los países aspiran no debe ser a expensas del ambiente ni de la destrucción de los recursos naturales. El desarrollo debe darse respetando y conservando estos elementos siendo, a su vez, equitativo y beneficioso para todos los sectores de la sociedad.

En esa Cumbre de la Tierra, las naciones del mundo allí representadas se comprometieron a poner en marcha un programa de acciones que se llevarían a cabo a nivel local, regional e internacional dirigidas a asegurar que el desarrollo que se pretende alcanzar sea uno que se pueda sostener a lo largo del tiempo, garantizando así el bienestar permanente de la población de los países y la integridad del planeta. Para evaluar el progreso de esas acciones se determinó que la forma más efectiva es la utilización de indicadores como instrumento de medición. De ahí en adelante una gran cantidad de países han adoptado

este método para evaluar periódicamente su situación, así como para medir su avance hacia el logro de sus metas económicas, sociales y ambientales. El uso de indicadores, por ser un método estandarizado, brinda además la ventaja de que permite comparar los resultados entre los diferentes países.

En Puerto Rico se ha usado por años los indicadores para informar el estado de la economía del país. Sin embargo, el uso de esta herramienta en otros campos ha sido limitado. Con el presente Informe sobre el Estado y la Condición del Ambiente 2008 se está afianzando su uso y es nuestro propósito seguir mejorándolo hasta convertirlo en el método científico por excelencia para medir y evaluar la situación de nuestro medio ambiente y los recursos naturales. Persiguiendo ese objetivo, se ha logrado este año ampliar el conjunto de indicadores añadiendo algunos otros que permiten evaluar el estado de los sistemas naturales. De esta manera, el Informe de 2008 permite obtener un cuadro de la situación de los siguientes componentes: Agua, Aire, Energía, Suelo, Ruido y Sistemas Naturales.

Para el componente Aire, se utilizaron indicadores que brindan información actualizada sobre algunas de las fuentes de contaminación que afectan el recurso. Otros indicadores nos muestran la situación de la contaminación atmosférica en diferentes lugares de la isla resultante de determinadas sustancias que se emiten al aire. Para ello se utilizaron datos recogidos en las estaciones de monitoría de la JCA establecidas en puntos estratégicos distribuidos alrededor de la isla. Uno de estos indicadores, el Índice de Calidad del Aire, revela específicamente la situación de la calidad del aire por causa de materia particulada que suele afectar a Puerto Rico principalmente por el polvo del Sahara y las cenizas del volcán La Soufrière de la isla de Monserrate.

Con respecto al recurso agua, se utilizan indicadores que persiguen arrojar luz sobre varios aspectos como, por ejemplo, la condición de los principales cuerpos de agua, tanto como fuentes de agua potable como para usos recreativos, los niveles de contaminación en los mismos, la demanda del agua y su utilización. Los datos necesarios para alimentar estos indicadores provienen de una amplia gama de fuentes. Además de las redes de monitoría de la JCA, se utiliza información que aportan agencias como la Autoridad de Energía Eléctrica y el Departamento de Recursos naturales y Ambientales.

Uno de los temas que más atención está recibiendo en la actualidad es la energía. En el ámbito mundial hay un movimiento que cada día cobra mas fuerzas y que se traduce en una urgencia por encontrar fuentes alternas de energía. Fuentes que permitan generar la energía que los países necesitan para su desarrollo, pero con menos utilización del petróleo. Con esto se persiguen dos objetivos fundamentales. Por una parte, se busca reducir la dependencia del petróleo cuyo costo ha tenido aumentos marcados en los últimos años, lo cual a colocado una pesada carga sobre la ya frágil economía de muchas naciones. Por otra parte, se busca disminuir la aportación que la quema del petróleo implica para el problema del calentamiento global, en términos de emisiones de bióxido de carbono. Con el fin de auscultar lo relacionado con el uso de energía en Puerto Rico, se desarrollaron tres indicadores: por ciento de uso por fuentes de energía, consumo energético por sector, y consumo energético total y producto bruto. Las agencias que

aportan información para estos indicadores son la Autoridad de Energía Eléctrica y la Administración de Asuntos Energéticos.

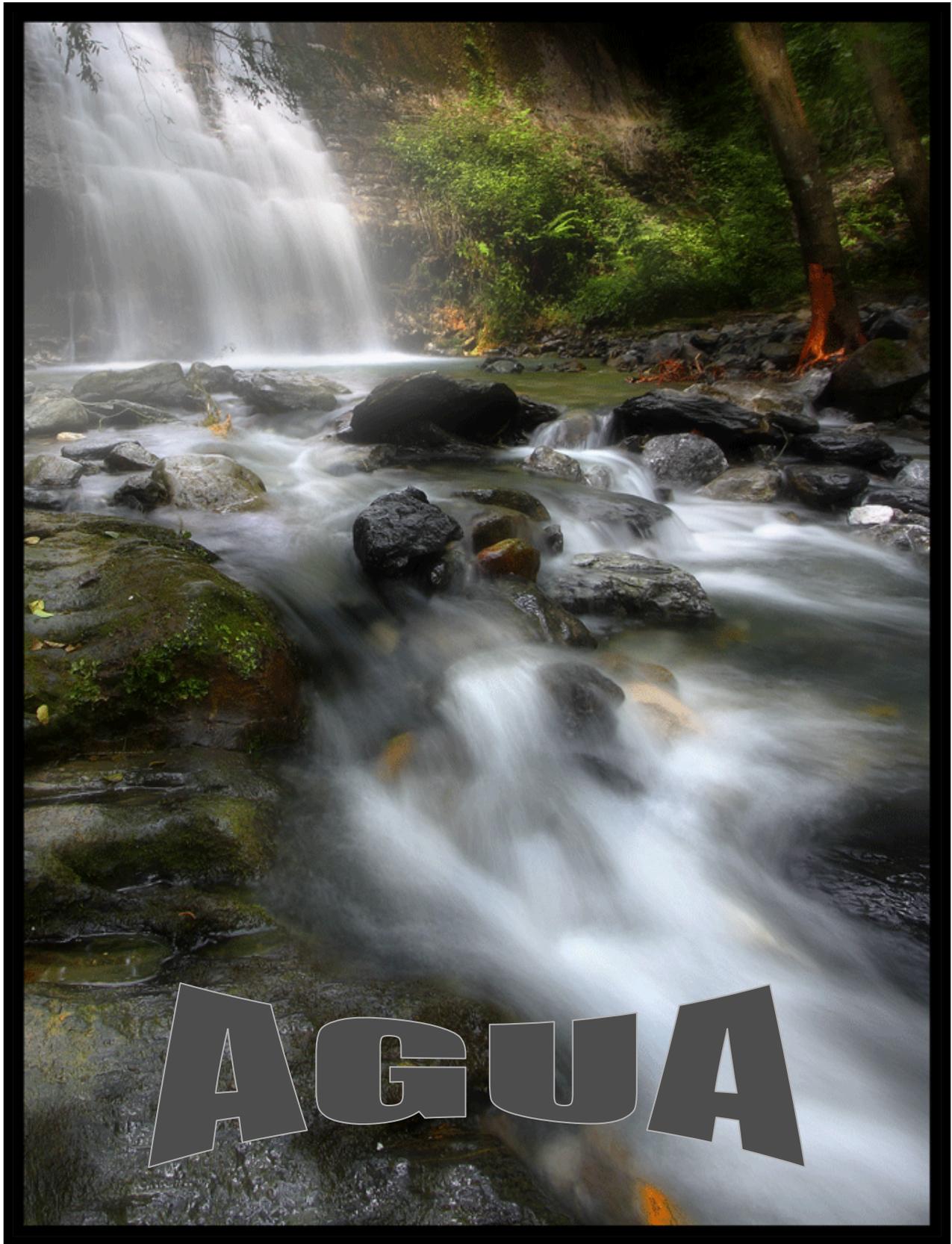
El suelo es otro componente fundamental que hay que considerar cuando se evalúa la condición y el estado del ambiente y los recursos naturales. Este componente cobra mayor importancia aún cuando se toma en cuenta nuestra condición como isla, toda vez que ello implica unas limitaciones en cuanto a la cantidad de territorio con que cuenta el país para cubrir las necesidades de una población que continúa creciendo. El suelo es esencial, tanto para sostener las actividades de producción, como las de otra índole que llevan a cabo los seres humanos y otros organismos vivos. A la misma vez este recurso es necesario para disponer de los residuos que se generan como resultado de esas actividades. Todas estas actividades ejercen mucha presión sobre la disponibilidad y la calidad del suelo, por lo que es imperativo contar con un mecanismo que permita monitorear el estado de ese recurso. A esos fines se desarrollaron varios indicadores que nos permite obtener un cuadro de la distribución de los usos del suelo. Con este instrumento se pretende determinar la cantidad de terrenos que se dedican a diversos usos, así como aquellos cuyo uso es restringido por ser inundables o con riesgo a deslizamientos. Asimismo, se cuenta con indicadores que permiten medir lo relacionado con la generación, desvío y disposición de desperdicios sólidos no peligrosos y peligrosos, y la atención y respuesta a situaciones de emergencias ambientales que representan peligro para la integridad de los suelos. Los indicadores del suelo se alimentan con datos de la Junta de Calidad Ambiental, Junta de Planificación y la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

Otro componente que puede incidir significativamente en la calidad del ambiente que nos rodea es lo que se conoce como el contaminante invisible, el ruido. Con el propósito de monitorear el ruido que se genera como resultado de las múltiples actividades que se realizan, especialmente en nuestras áreas urbanas densamente pobladas, se utiliza un indicador que mide los niveles de ruido ambiental en zonas receptoras residenciales. También se construyó un indicador que ofrece estimados de la población expuesta a ruido urbano y otro que mide la intensidad de ruido urbano en el ambiente natural. Los datos para estos indicadores son recopilados por el Área de Control de Ruidos de la JCA.

Queremos agradecer a todos los funcionarios, tanto de la JCA, como de las demás agencias del Gobierno de Puerto Rico que han aportado información, tiempo, comentarios y recomendaciones. Sin este esfuerzo conjunto el presente documento no hubiese podido convertirse en realidad. Esperamos seguir contando con la colaboración de todos en los años por venir y es nuestro deseo de que más agencias se sigan uniendo cada año a nuestro equipo de trabajo.

De esta forma continuaremos.....

ASEGURANDO EL FUTURO



Asegurando el Futuro

Entre las múltiples necesidades, funciones y usos básicos para los cuales este recurso es indispensable se incluyen:

- el consumo directo o indirecto como sustancia básica y necesaria para la continuidad de la supervivencia de todo tipo de organismo terrestre y acuático,
- como componente básico de múltiples ecosistemas acuáticos especializados y complejos que mantienen y propagan especies ecológica y comercialmente importantes,
- El uso como recurso básico e indispensable para propósitos comerciales, industriales, agrícolas, pecuarios y recreativos.

Agua Superficial (Aguas interiores):

Los múltiples cuerpos de aguas interiores en Puerto Rico se interconectan para formar cuencas hidrológicas. La Junta de Calidad Ambiental (JCA) agrupa estas cuencas hidrológicas en cuatro Regiones Hidrográficas, en las cuales se incluyen las diferentes cuencas correspondientes: al norte (9 cuencas), este (28 cuencas), sur (33) y oeste (26 cuencas) (Ver mapa Cuencas).

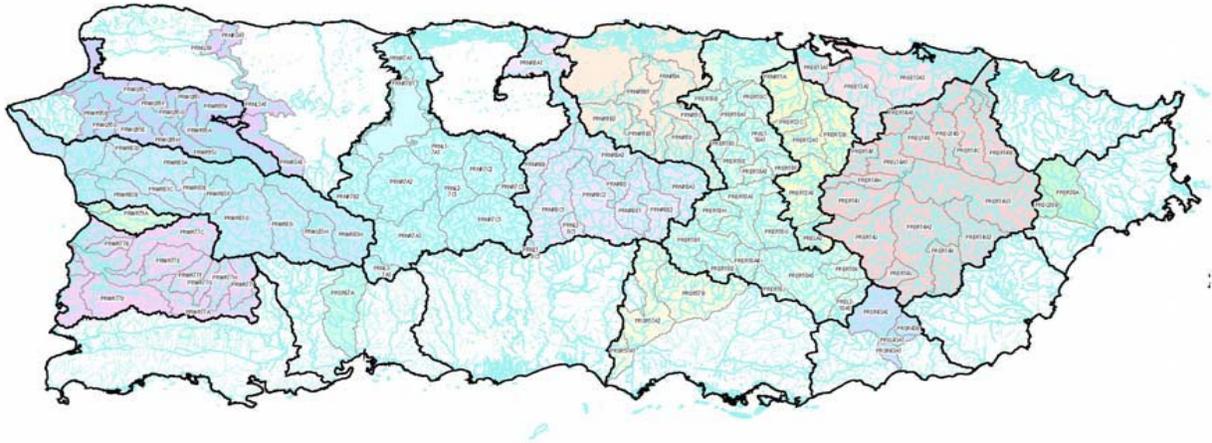


Figure 1. EQB Segmentation 305B

Mapa Cuencas

Los embalses en Puerto Rico, construidos en las cuencas principales de aguas interiores con el propósito de almacenar agua para consumo doméstico e industrial, riego, producción de energía eléctrica y control de inundaciones, también proveen un beneficio adicional, la recreación. La actividad recreativa que se realiza en estos incluye contacto directo (natación) como contacto indirecto (pesca recreativa y paseos en bote).

Aguas Costeras

En cuanto al litoral costero, éste presenta una gran variedad de aspectos geológicos tales como: acantilados, dunas, playas, mogotes, sumideros, bosques, lagunas de agua salobre y de agua dulce, pantanos de mangle, salinas, tierras inundables, bahías, islotes y cayos, los cuales en conjunto le dan las características y forma específica al archipiélago. La zona costanera es una de las áreas de mayor valor turístico-recreativo y las áreas aledañas a las costas constituyen zonas muy activas de desarrollo económico y social, donde se experimenta un crecimiento rápido de población y un activo crecimiento comercial e industrial.

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 Autoridad de Energía Eléctrica (AEE): Extracción y consumo de agua por las centrales generatrices.

Método de Análisis y cobertura

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

- 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, los datos que se recopilan son parciales y se miden mediante metros de flujo que pueden estar instalados en tomas de agua, plantas de filtración y en la salida de los pozos. Para aquellas facilidades que no cuentan con metros de flujos, éste valor es estimado, ya sea por la capacidad de la bomba de extracción (si aplica) o la capacidad de producción de la planta. Estos datos no fueron sometidos por la AAA, agencia que maneja los mismos, por lo que no se pudo establecer la cantidad de agua que se extrae para consumo.

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:

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 potenciométricos. 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 y se descarga al ambiente a una temperatura más alta (aguas termales). Esta agua para enfriamiento no entra en contacto con aguas de proceso.

La tabla a continuación indica la cantidad de galones de agua que se utilizaron en las centrales generatrices desde el 2005 al 2008, por fuente.

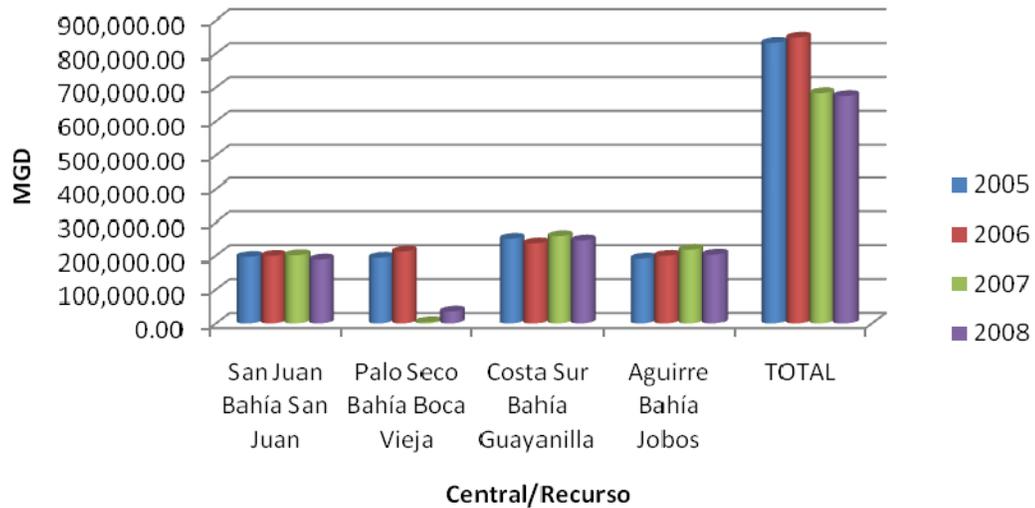
Central	Fuente	Millones de Galones-2005	Millones de Galones-2006	Millones de Galones-2007	Millones de Galones-2008
San Juan	AAA	448.951 ¹	448.95 ¹	222.01 ²	2
	Bahía de San Juan	196,224.42	199,202.43	201,164.34	187,902.04
Palo Seco ³	AAA	401.5 ¹	401.5 ¹	32.08	93.02
	Bahía Boca Vieja	193,573.01	212,729.76	3,716.78	36,396.43
Costa Sur	Pozo	201.97	175.96	166.06	147.58
	Bahía Guayanilla	251,541.50	237,436.46	259,535.30	246,291.21
Aguirre	Pozo	234.55	255.83	321.94	329.94
	Bahía de Jobos	191,078.70	199,389.60	217,955.20	202,810.5
Cambalache	Pozo	179.36	122.95	233.64	103.86
Mayagüez	Acueductos	N/A	N/A	N/A	No disponible

¹ Estimada.

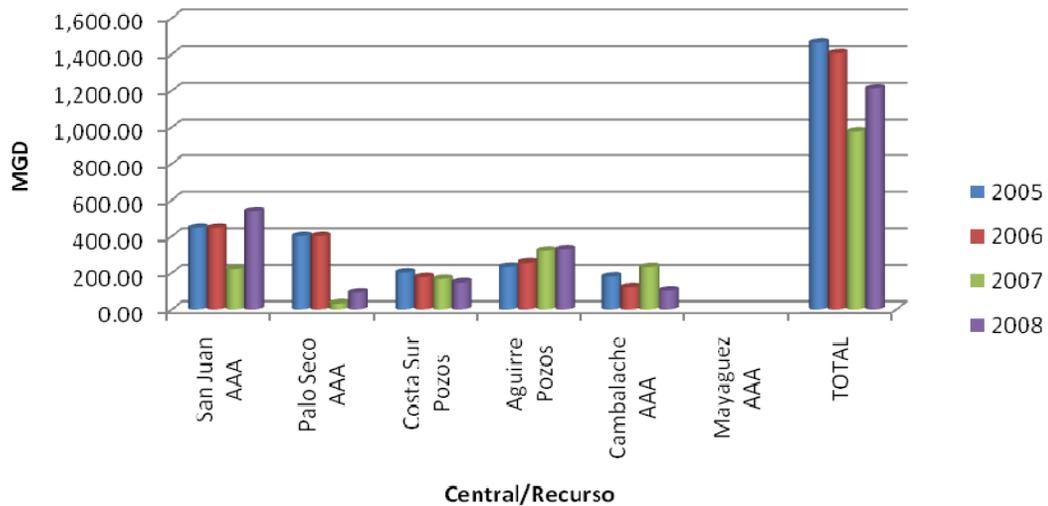
² Cantidad que consta de la producción de la planta desmineralizadora, regeneraciones y consumo de agua en las torres de enfriamiento.

³ La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008.

Extracción Agua de Mar



Consumo de Agua



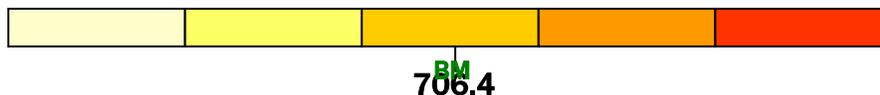
Análisis

Durante el periodo presentado en este informe (2005–2008) se destaca el hecho de que la extracción y consumo de agua fresca se redujo en todas las instalaciones excepto la Central Cambalache.

Aunque la extracción de agua de mar aumentó para el 2007 en todas las instalaciones excepto la Central Palo Seco, para el 2008 disminuye nuevamente aunque no por debajo de los niveles del 2006. La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008, por lo que la misma refleja un aumento en comparación con el año anterior. Para el resto de las unidades, esta disminución puede estar relacionada a la reducción en el crecimiento por la demanda de energía.

La tendencia que muestra el indicador para el 2008 en la extracción de agua fresca, cuya fuente es la AAA o pozo, es variable y requiere ver cada caso en sus méritos. En la Central San Juan ocurre un incremento notable el cual está asociado a la entrada en servicio de dos nuevas unidades, SJ-5 y SJ-6. La Central Palo Seco refleja un aumento el cual está asociado a lo indicado en el párrafo anterior. En el caso de la Central Costa Sur, continúa la tendencia de reducción, la cual podemos asociar a la utilización de agua de la planta destiladora de Ecoeléctrica en Guayanilla. La Central Aguirre refleja un leve aumento 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 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 ó contaminación al acuífero.

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 para evitar el entrapamiento 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.

Nota: Al tener sólo los datos sometidos por la AEE, el escenario actual no puede ser reflejado en la gráfica correspondiente al benchmark.

Limitaciones del Indicador

La limitación que tiene este indicador es que no se cuenta con un dato que se pueda medir científicamente para el agua de mar ya que las cantidades son estimadas.

Conclusión y Recomendaciones:

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

Actualmente la AEE está en la etapa final del diseño de una planta de ultrafiltración y osmosis a la inversa para extraer agua del canal de riego del Lago Patillas, para satisfacer las necesidades de agua fresca de la Central Aguirre. Esto evitará la extracción de agua fresca del acuífero del sur, manteniendo dicha extracción sólo como resguardo. De esta manera, se está contribuyendo a que se restaure el acuífero. Este proyecto compite por fondos federales asignados al Programa “State Revolving Fund”, 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.

Asunto: Aguas Costeras
Indicador: Millas de Playas Aptas para Actividades Recreativas de Contacto Directo (Natación)
Tipo I

Descripción del Indicador:

Este indicador aplica de forma directa a las playas cuya calidad de agua permite actividades de contacto directo (natación) y así proteger la salud pública. La importancia estriba en que el resultado mostrado por este indicador sea la herramienta para poder establecer estrategias y controles más estrictos en cuanto a playas se refiera. Así se puede ejercer mejor la función de proteger la salud pública.

Consideraciones Técnicas:

Nuestro litoral costero, incluyendo las islas de Vieques, Culebra y Mona, comprende un total de 549.9 millas. De este total, se evaluaron 321.7 millas a base de la información disponible sobre fuentes de contaminación y 228.2 millas fueron monitoreadas.

La evaluación de la calidad de las aguas costeras en Puerto Rico fue determinada tomando en consideración cinco (5) categorías de logros establecidas en las guías de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) para el Informe Integrado 305(b)/303(d).

Categoría 1: Aguas que logran el estándar de calidad de agua. Estos segmentos incluyen aquellos cuerpos de agua donde el monitoreo y otros datos técnicos indican que no hay usos impactados.

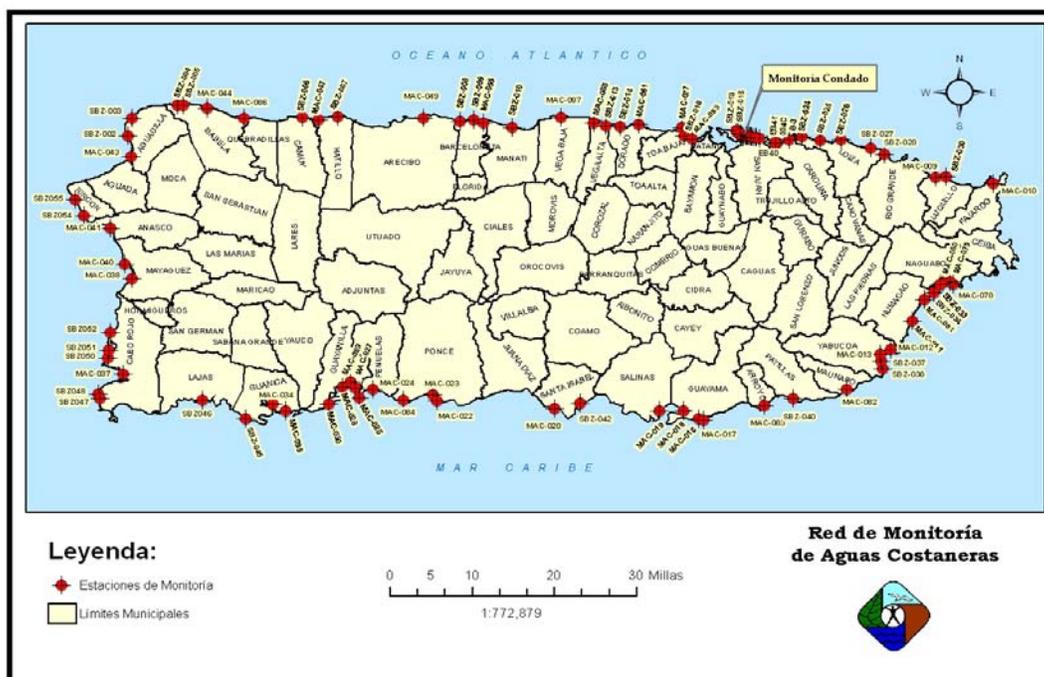
Categoría 2: Aguas que logran algún uso designado pero no hay datos disponibles para hacer una determinación de logro para el resto de los usos. Monitoreo adicional será implementado para documentar la evaluación del resto de los usos.

Categoría 3: Aguas con información insuficiente para determinar si algunos de los usos designados son logrados. Estos segmentos son registrados como no evaluados. Para los cuerpos de aguas superficiales (ríos) serán monitoreados durante el itinerario de la Estrategia de Evaluación de Cuencas Rotativas.

Categoría 4: Aguas en las cuales los usos designados están impactados o amenazados, pero se espera que estos logren los estándares de calidad de agua para los próximos dos (2) años si se implementan las correspondientes medidas de control.

Categoría 5: Aguas en las cuales los estándares de calidad de aguas no son logrados. Estos segmentos de aguas han sido listados como aguas impactadas en la Lista 303(d), y el mecanismo de Carga Total Máxima Permitida (TMDL, por sus siglas en inglés) debe ser desarrollado.

En segmentos con estaciones de muestreo, las aguas costeras fueron evaluadas para los siguientes usos: natación (recreación de contacto directo), recreación secundaria, y vida acuática. La evaluación para aquellos segmentos de costas sin estaciones de monitoria fue basada en la identificación de posibles fuentes de contaminación (precisadas y dispersas), observaciones de campo, informes sobre mortandad de peces y el mejor juicio profesional de personal experimentado. El impacto por posibles fuentes de contaminación en la calidad del agua de segmentos sin estaciones de muestreo y el grado de cumplimiento de usos designados fue determinado, considerando la naturaleza de cada fuente de contaminación, como si estas estuvieran presentes. El sistema de cumplimiento de permisos (PCS, por sus siglas en inglés) fue utilizado para obtener información sobre el nivel de cumplimiento de los Permisos del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminación (NPDES, por sus siglas en inglés).



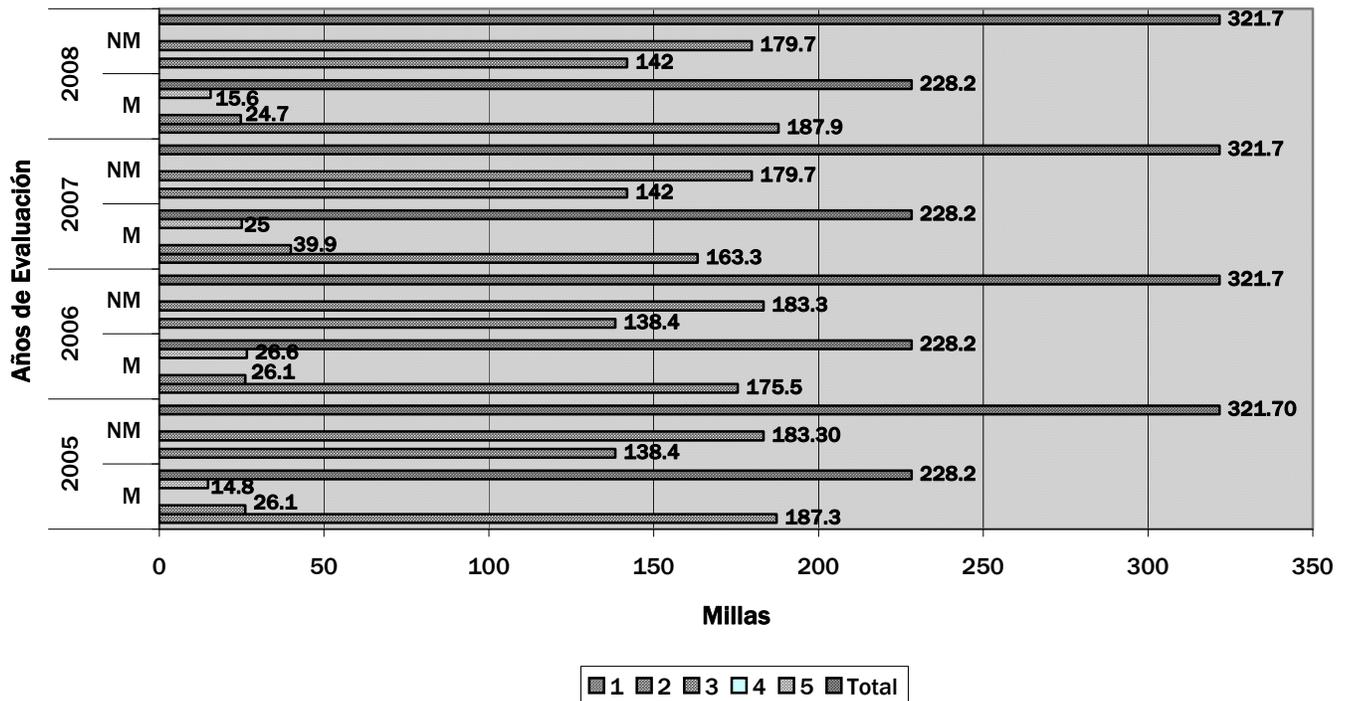
El Programa de Monitoria de Playas y Notificación Pública tiene datos disponibles desde 2003 hasta el presente. (Ver mapa de Estaciones de Monitoria). Los datos están disponibles a través de la página cibernética de la JCA (<http://www.gobierno.pr/JCA/Biblioteca/Publicaciones/ProgramaMonitoriaPlayas/Default.html>) y en el Área de Evaluación y Planificación Estratégica de la JCA. Además, pueden ser accedidos en la base de datos electrónica nacional de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) conocida como STORET en la siguiente dirección: www.epa.gov/STORET. Actualmente la JCA cuenta con aproximadamente 29 estaciones de muestreo en 23 playas o balnearios más frecuentadas por los bañistas en Puerto Rico, donde la frecuencia de muestreo es bi-semanal.

Método de Análisis y cobertura

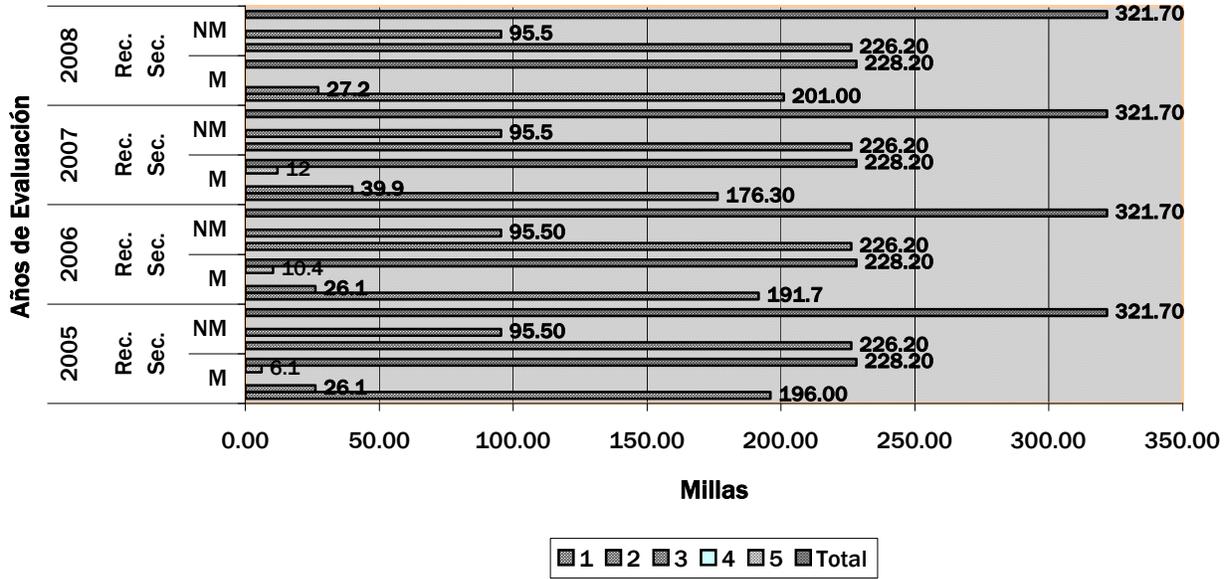
Para este indicador, los parámetros considerados son Coliformes Fecales y Enterococos. Los resultados obtenidos para cada una de las estaciones de monitoría serán comparados con el estándar de calidad de agua correspondiente, según establecido en el Reglamento de Calidad de Agua promulgado por la JCA. La ubicación general de cada estación se estableció para que coincidiera con el área de mayor concentración de bañistas.

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

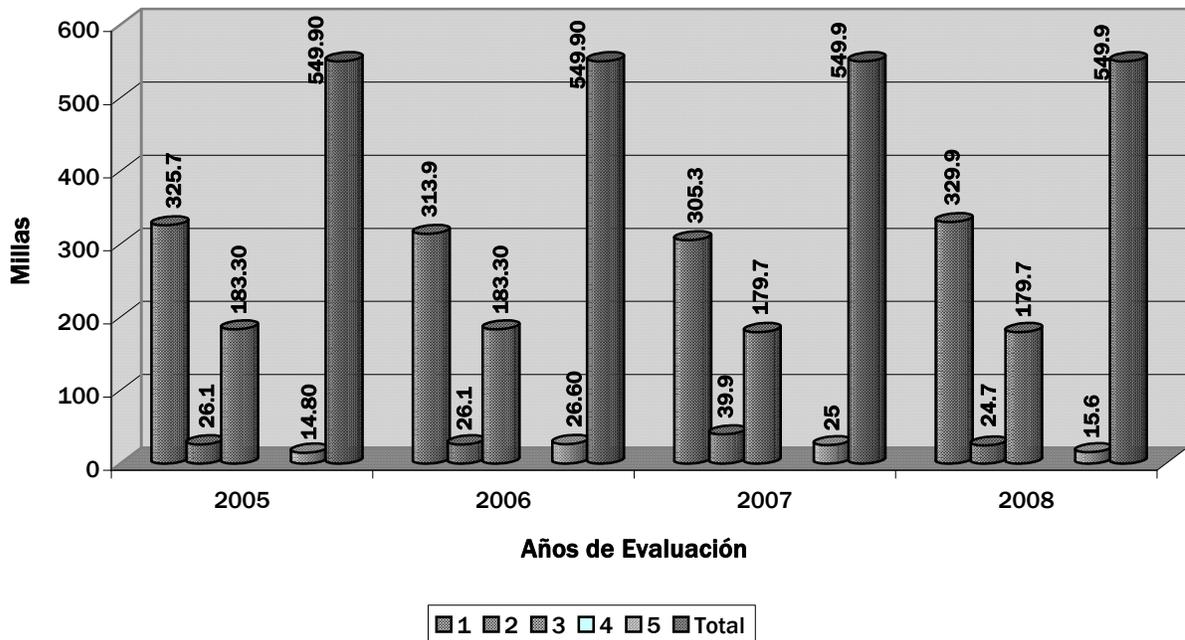
Monitoría Playas para Recreación Primaria



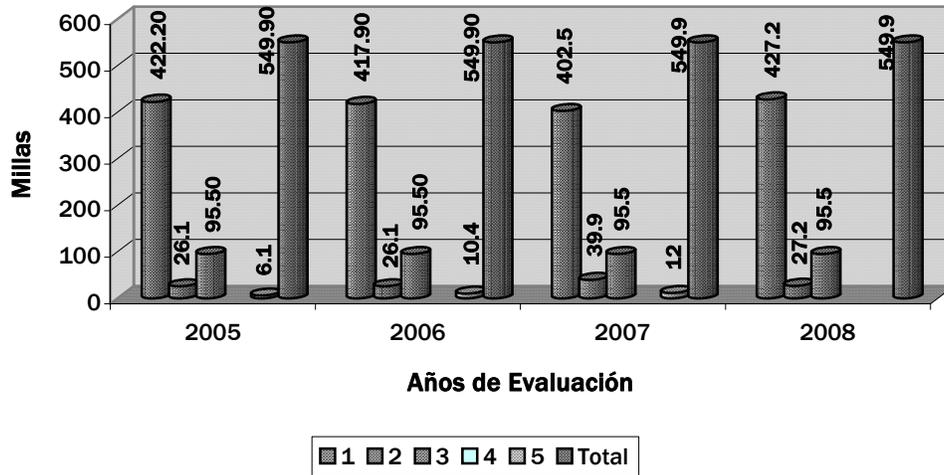
Monitoría de Playas para Recreación Secundaria



Resumen Monitoría de Playas para Recreación Primaria



Resumen Monitoría de Playas para Recreación Secundaria



Análisis

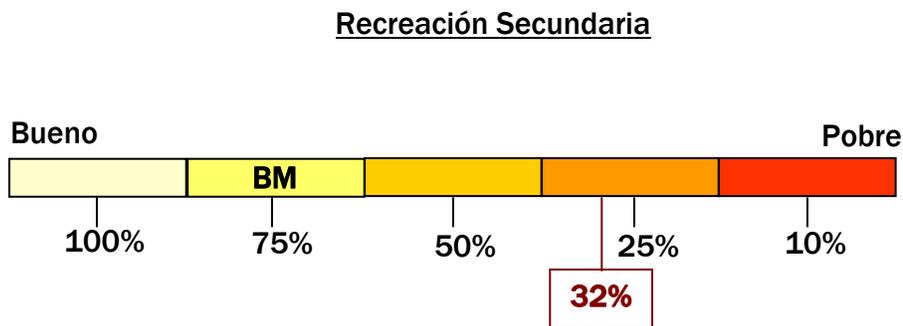
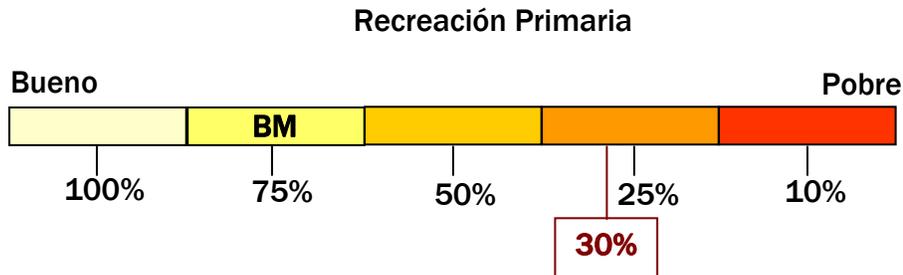
En las gráficas se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en el litoral para los años 2005, 2006, 2007 y 2008. Dichas evaluaciones están distribuidas por categorías de cumplimiento de acuerdo al Reglamento de Estándares de Calidad de Agua.

Para realizar la evaluación correspondiente, hay diferentes unidades de evaluación (segmentos) en cada tramo del litoral costero, donde hay segmentos monitoreados y segmentos no monitoreados (evaluados). Del total de millas monitoreadas, un 32% cumple con los estándares establecidos para Recreación Primaria y un 34% cumple con los estándares establecidos para Recreación Secundaria. En un 5% de segmentos monitoreados, no hay suficiente información para determinar cumplimiento con Recreación Primaria, y en un 5% para Recreación Secundaria. Sin embargo, no hubo cumplimiento para Recreación Primaria en un 4% y en un 2% para Recreación Secundaria.

Las millas de costas no monitoreadas son evaluadas separadamente de los segmentos monitoreados. Para la evaluación de estos segmentos se tomaron varios factores que fueron explicados al comienzo de este subtema. De las millas de costas, el 26% cumplió con el uso designado de Recreación Primaria y un 41% para Recreación Secundaria. No obstante, en un 33% de millas evaluadas no hay suficiente información para determinar cumplimiento en Recreación Primaria y en un 17% para Recreación Secundaria.

Como puede observarse, el número de millas monitoreadas para determinar cumplimiento con la calidad de las aguas y aptitud para los usos de Recreación Primaria y Recreación Secundaria es limitado. Debido a esto, ha sido necesario el desarrollo e implementación de iniciativas que nos permitan tener mayor cobertura de millas de costas monitoreadas para evaluar mecanismos de control y protección de nuestro litoral costero y así establecer mayor cumplimiento en el mismo.

Benchmark



El benchmark se estableció basado en el por ciento del total de millas monitoreadas, cuya evaluación determinó que la calidad de las aguas cumple con la categoría 1 según las guías de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés).

Limitaciones del Indicador

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

- Aunque la JCA tiene establecida una Red de Monitoria de la Zona Costanera no se puede medir la calidad de agua en todo el litoral costero debido a la falta de recursos económicos y personal.
- Se utiliza un método de análisis donde se realizan duplicados, a un 10% de las muestras, para atender el problema de falsos positivos y falsos negativos en los resultados.
- Actualmente el número de las Zonas Especiales de Bañistas es mayor de las que se pueden muestrear.
- Aunque existe el Programa de Monitoría de Playas y Notificación Pública, este programa solamente reporta resultados para veintitrés (23) playas de mayor uso.

Conclusión y Recomendaciones:

La Red de Monitoria de Aguas Costaneras existente ha sido el mecanismo utilizado para evaluar los usos designados y según establecidos en el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua. Dicha red de monitoria fue establecida tomando en consideración las zonas que mayor uso les daban los ciudadanos a nuestras playas en la década de los años setenta. Debido a ello, hoy día existen segmentos costeros utilizados por los ciudadanos para los cuáles no hay datos analíticos que puedan indicarnos la calidad de agua de dicho lugar y por lo que se evalúan según las posibles fuentes de contaminación existentes en el área. Como resultado de esto, hemos podido ver que con el tiempo las necesidades y usos dado a nuestras costas han cambiando, tanto en el aumento poblacional como en la demanda de sus recursos marinos para usos comerciales y/o turísticos.

Actualmente la JCA está trabajando en el nueva sistema de segmentación para la zona costanera, en la re-evaluación de la Red de Monitoria de la Zona Costanera para la relocalización de estaciones de muestreo y/o la creación de nuevas estaciones. Estas metas son con el propósito de actualizar las estrategias para la protección y conservación de nuestras costas y así mantener la protección y calidad necesaria para el disfrute de presentes y futuras generaciones.

Asunto: Disponibilidad de Agua
Indicador: Pérdida en el Sistema de Distribución de Agua Potable: Cantidad de Agua No Contabilizada
Tipo: 1

Descripción del Indicador:

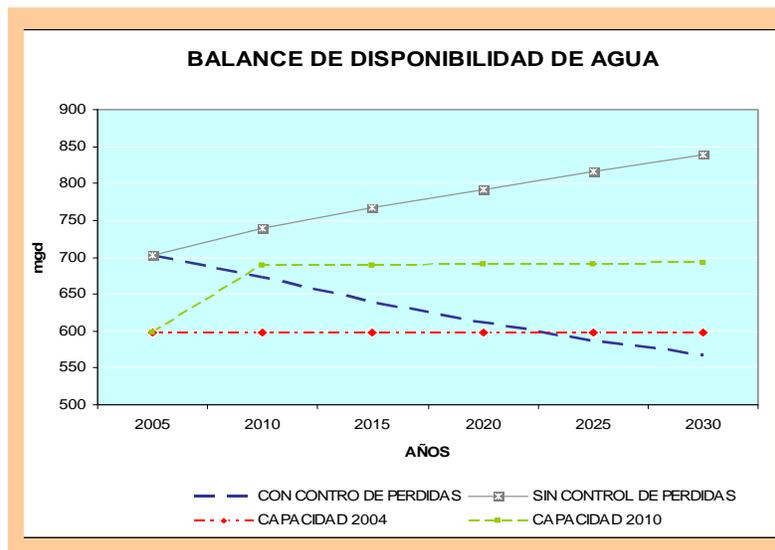
Este indicador mide el volumen de agua extraída por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) de los cauces de cuerpos de agua superficiales y subterráneos de Puerto Rico, que ha potabilizado para uso doméstico y cuanta se ha facturado.

Consideraciones Técnicas:

El Servicio Geológico Federal en Puerto Rico mantiene un inventario de uso de agua en el cual se contabiliza el volumen de agua que se utiliza por los diversos usuarios en la Isla (AAA y autoabastecidos [industrial, comercial, Non-PRASA, agrícola]). Los datos se obtienen del informe que esta agencia publica anualmente. La AAA mantiene récord de la cantidad de agua que potabiliza y de la cantidad de agua que factura. La diferencia entre ambos números es el agua que no se contabiliza (pérdidas físicas y pérdidas fiscales).

Método de Análisis y cobertura

La cantidad de agua no contabilizada representa el volumen de agua que se extrae de los cuerpos de agua de la Isla y que no se conoce si fue aprovechada de forma razonable, beneficiosa y óptima, según ordena la Ley de Aguas. Esto significa que para cada galón de agua que demanda la población, la AAA tiene que extraer un volumen superior (1.8 galón) para satisfacer la demanda. Debido a lo escaso del recurso, un nivel de agua no contabilizada tan alto (más de un 55% del agua que se produce) no es sostenible, pues se agotan las fuentes de agua. Este nivel de agua no contabilizada implica que en proyectos como el Súper Acueducto, que produce alrededor de 100mgd, se desconoce lo que pasa con más de 55mgd

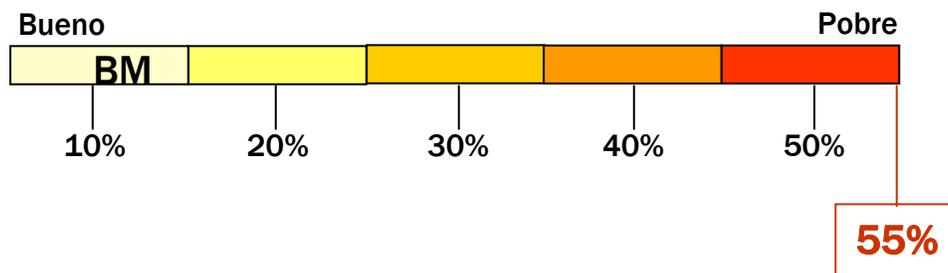


Análisis

Se muestra la tendencia histórica de las necesidades de producción de agua y las necesidades de producción estimadas hasta el 2030. Se muestra una gráfica con una necesidad de agua ascendente bajo la premisa de que no se controlan las pérdidas. Se muestra una grafica de necesidades de producción de agua decreciente bajo la premisa de que se controlan las pérdidas. El problema de las pérdidas (agua no contabilizada) es un asunto crítico que debe ser corregido con prontitud.

Benchmark

Un nivel de perdidas entre de un 10 por ciento se considera razonable para sistemas de distribución de agua potable. La situación actual del sistema de distribución de agua potable de la AAA está en una condición sumamente pobre, al analizarlo contra el Benchmark.



Limitaciones del Indicador

Mide el por ciento de agua no contabilizada en el sistema de distribución de agua potable pero no distingue la naturaleza, origen o causa de esas pérdidas. Estas pueden ser físicas, por pobre información de datos de producción de agua y de datos de consumo de agua, por metros defectuosos o por ausencia de esos metros. Cada tipo de pérdida requiere una acción diferente. La falta de un sistema de información que permita detectar cada tipo de pérdida es un factor limitante.

Conclusión y Recomendaciones:

La AAA debe continuar invirtiendo en medidas dirigidas a reducir significativamente el volumen de agua no contabilizada para llevarlo a un valor no mayor del 10% de la producción, y mantener un sistema de información que permita mantener ese nivel de perdidas bajo (no más de un 10%).

Descripción del Indicador:

Este indicador determina el caudal de agua necesario que debe permanecer en los cauces de ríos, quebradas y embalses de Puerto Rico para mantener la vida acuática en éstos de forma sostenible y en condiciones óptimas.

Consideraciones Técnicas:Método de Análisis y cobertura

No existe una metodología única para estimar este valor. Al presente se utiliza el valor de rendimiento seguro al 99% (Q_{99}) como base para establecer el caudal a permanecer en el cauce luego de la extracción de agua para uso doméstico, industrial, comercial o agrícola. Se está trabajando en la selección de la metodología para calcular el caudal ecológico que mejor se adapte a las condiciones de nuestra Isla.

El análisis estadístico toma en consideración los flujos mínimos en el cauce para determinar el caudal que puede ser extraído de éste, conforme a la necesidad de la biota que utiliza el cauce como hábitat o para alimentarse o cobijarse. Los datos se toman de la información que provee el Servicio Geológico Federal a través de la red de estaciones de aforo y de observaciones de campo. Cada caso se evalúa de forma independiente considerando la cuenca donde ubica la obra propuesta.

Limitaciones del Indicador

No hay un valor ni una metodología establecida, por lo que se trabaja caso a caso.

Conclusión y Recomendaciones:

Ampliar la red de estaciones de aforo para que cubra todos los cauces de la Isla. Establecer estaciones de aforo en cada lugar de río que se utiliza como fuente de agua potable, aguas abajo de la toma para tener certeza de que la extracción no afecta la biota acuática en ese cuerpo. Completar el análisis de las metodologías existentes para calcular el caudal ecológico para adoptar una para Puerto Rico.

Descripción del Indicador:

Este indicador mide el caudal de agua en los cauces de ríos de Puerto Rico. En algunos ríos hay instaladas más de una estación para medir el flujo instantáneo y el flujo acumulativo. Con estos flujos se puede estimar el rendimiento seguro⁴ de un río para el diseño de tomas de agua potable. También este valor se utiliza para determinar el caudal ecológico de un cuerpo de agua. Además, hay instaladas estaciones de nivel de agua para la mayoría de los embalses, lo que permite poder operar de forma efectiva estos cuerpos de agua.

Consideraciones Técnicas:

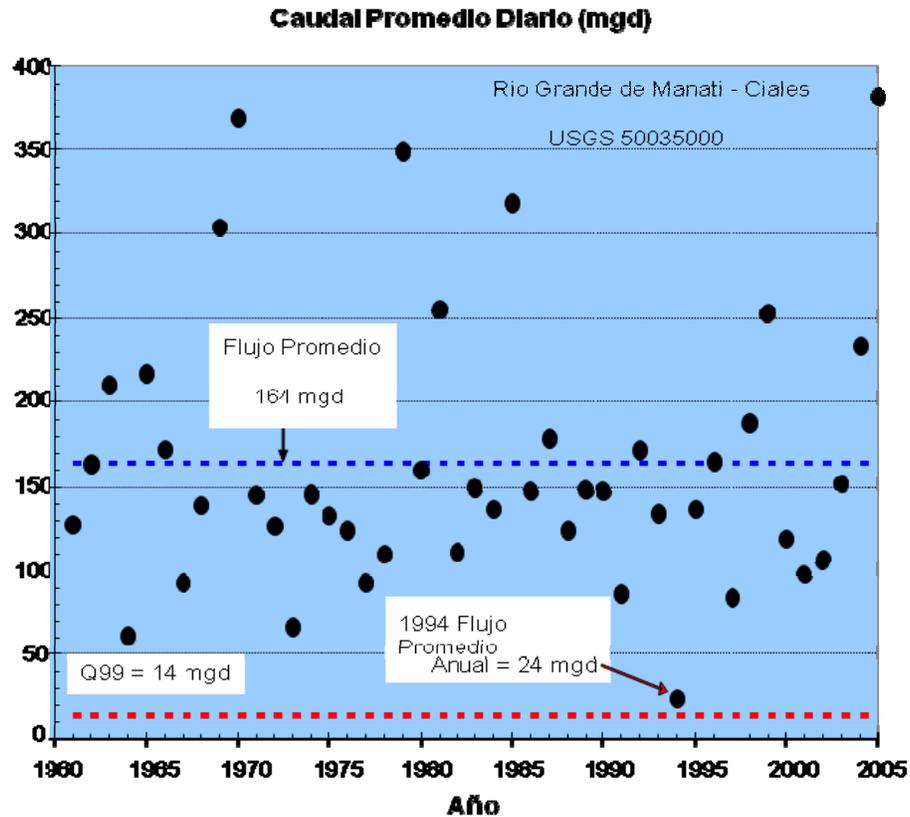
Existen estaciones de aforo en 124 lugares, en distintos cuerpos de agua alrededor de la Isla. La información está disponible a través de la página de Internet del Servicio Geológico Federal. Permite obtener los datos históricos de la estación y presenta los datos de flujo para los últimos siete días de forma instantánea. Además, existen 29 estaciones de medición de niveles en los embalses de Puerto Rico. El Servicio Geológico Federal, como parte del Programa Sombrilla con las agencias del Gobierno de Puerto Rico, visita 53 estaciones cuatro veces al año para evaluar la calidad de las aguas. Durante la visita se determina el caudal, los parámetros físicos (Temperatura, pH, Oxígeno disuelto, Conductividad), parámetros biológicos (bacterias Coliformes fecales y Coliformes totales) y parámetros químicos (nutrientes, metales, turbidez). Los datos se pueden acceder a través de la siguiente dirección electrónica: <http://nwis.waterdata.usgs.gov/pr/nwis/qwdata>.

Método de Análisis y cobertura

La fuente de datos proviene del Servicio Geológico Federal. Los datos en los ríos y quebradas se toman en pies cúbicos por segundo, son continuos y se almacenan para mantener valores históricos. Estos datos de flujo se pueden acceder en forma tabulada para hacer diversos análisis estadísticos con ellos. Los datos en las estaciones en los embalses se miden en pies sobre el nivel del mar.

⁴ Rendimiento seguro es el valor de caudal que se encuentra disponible en ese punto el 99% del tiempo.

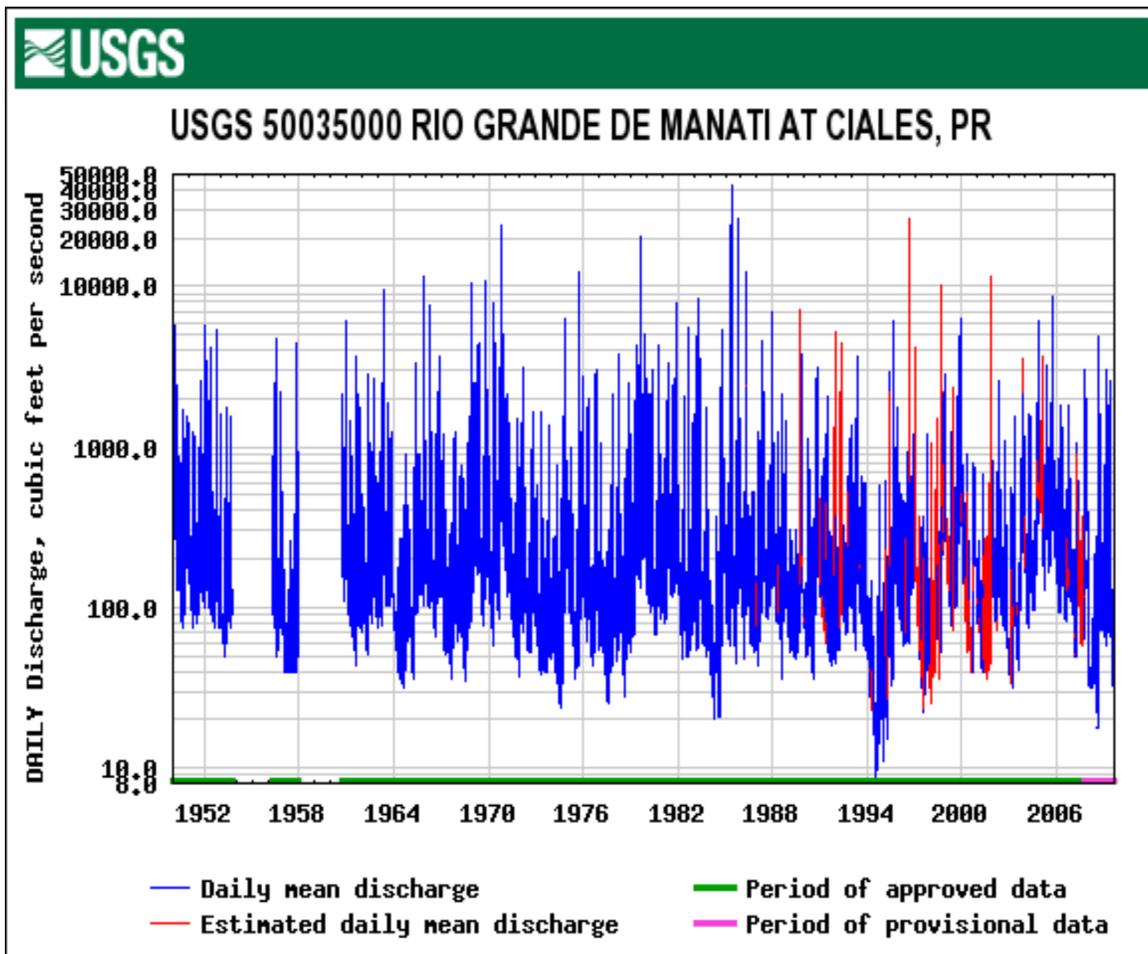
Análisis



La gráfica arriba ilustra la variabilidad en el caudal del Río Grande de Manatí durante varios años. La descarga del Río Grande de Manatí en el año 1994 (año seco) fue tan sólo el 15% del flujo promedio del récord de 45 años (Estación USGS 50035000, Río Grande de Manatí en Ciales). El 50% del flujo promedio anual es aportado por las crecidas que ocurren en tan sólo el 9% de los días. En contraste, el 50% de los días con menor flujo (182 días al año) aportan solamente 14% del flujo promedio.

Debido a los impactos económicos adversos y disloques sociales ocasionados por la falta del agua, los sistemas de abasto doméstico e industrial deben proveer un alto nivel de confianza para evitar tener que interrumpir el servicio, aún en períodos de sequía. El rendimiento seguro de una fuente de abasto se define como la cantidad de agua que puede ser extraída de forma confiable sin producir una escasez intolerable, aún durante la sequía más intensa. El estándar de diseño para abastos domésticos e industriales es de mantener el flujo normal el 99% del tiempo (Q_{99}), o sea, el rendimiento seguro del cuerpo de agua. En un 1% de los días, el racionamiento debe ser de un nivel tolerable. El cumplimiento con este criterio conlleva proveer un servicio donde no haya racionamiento en más de 37 días en cada década. En el diseño de sistemas de riego es común planificar a base de un nivel de confianza más cercano al 90%, pero este número varía de acuerdo al valor de la cosecha.

Niveles de confianza altos en el suministro de agua para uso doméstico sólo pueden ser alcanzados si la capacidad de la planta de filtración coincide con el rendimiento seguro de la fuente de abasto. En muchas áreas de Puerto Rico hay racionamiento de servicio en periodos de precipitación baja debido a que las plantas de filtración normalmente operan a una capacidad muy superior al rendimiento seguro de su fuente de abasto, produciendo una reducción dramática en la tasa de extracción acostumbrada durante periodos de sequía. Por ejemplo, durante la sequía de 1994 la extracción del Embalse Carraízo (supliendo a la planta de filtración Sergio Cuevas), fue reducida a solamente 30% de su producción normal, y La Plata fue reducida a 33%.



El caudal en los cuerpos de agua varía de acuerdo a la época del año (lluviosa o seca) y a través de los datos históricos que se almacenan se pueden establecer patrones de flujo (promedios, mínimos, máximos, flujo excedido a distintos por cientos y flujos mínimos históricos, entre otros). Además, con la información que se mantiene se pueden calcular valores de flujo para lugares aguas arriba y aguas abajo del punto de la estación. Para la estación 5003500, el flujo diario promedio es de 239 pies cúbicos por segundo (150 mgd) y el rendimiento seguro (flujo que es igualado o excedido el 99% del tiempo) es de 21 pie cúbico por segundo (14 mgd).

Limitaciones del Indicador

El factor limitante de este indicador es que no hay suficientes estaciones de flujo en muchos puntos de interés, lo que provoca que se tenga que estimar los patrones de flujo en vez de calcularlos.

El indicador es caudal de agua en los cauces de la Isla y para la mayoría de éstos tenemos forma de conocerlo, ya sea directo por los datos del USGS y aforos en el lugar del interés, o indirecto mediante cálculos de precipitación en la cuenca.

Conclusión y Recomendaciones:

Ampliar la red de estaciones de aforo para que cubra todos los ríos de la Isla. Establecer estaciones de aforo en cada lugar de río que se utiliza como fuente de agua potable, aguas abajo de la toma para tener certeza de que la extracción no afecta la biota acuática en ese cuerpo.

La AAA debe tomar las medidas operacionales y de diseño necesarias para que el nivel de confianza de su servicio sea alto, por lo que la capacidad de los sistemas de extracción de esa agencia no deben ser superior al rendimiento seguro de las fuentes de las que se abastecen.

Asunto: Disponibilidad de Agua
Indicador: Nivel de los Acuíferos
Tipo I

Descripción del Indicador:

Los acuíferos representan la fuente de agua más económica en Puerto Rico, ya que pueden producir agua de calidad potable en las mismas áreas de demanda con simplemente hincar un pozo, activar una bomba y clorinar. Sin embargo, los recursos subterráneos no se están explotando de una manera sostenible, lo que resulta en problemas de intrusión salina (movimiento de agua subterránea del mar hacia tierra adentro). Además, hay problemas de contaminación en sus zonas de recarga. Este indicador mide el nivel de agua en algunos puntos de los acuíferos de Puerto Rico. Este valor permite estimar la tendencia del acuífero en respuesta al ritmo de extracción a la cual está sujeto y a las recargas de agua (infiltraciones de agua hacia el acuífero).

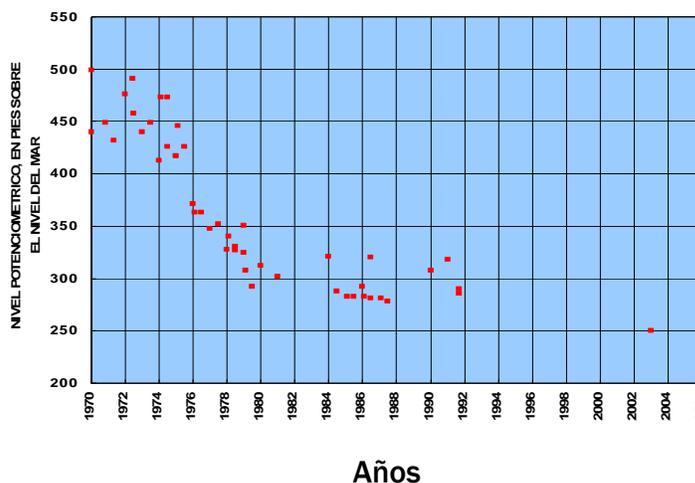
Consideraciones Técnicas:

Existen estaciones de niveles en 95 lugares alrededor de la Isla y siete estaciones en tiempo presente ("real time"). La información está disponible a través de la página de Internet del Servicio Geológico Federal. Esto permite obtener los datos históricos de la estación y presenta los datos para los últimos siete días de forma instantánea.

Método de Análisis y cobertura

Los datos miden, una vez al mes, la profundidad a la que se encuentra el agua medida desde el tope del agua en el acuífero hasta la superficie del terreno y se almacenan de forma histórica. Se pueden acceder en forma tabulada para hacer diversos análisis estadísticos con ellos.

Acuífero artesiano en el Cruce Dávila en Barceloneta



Análisis

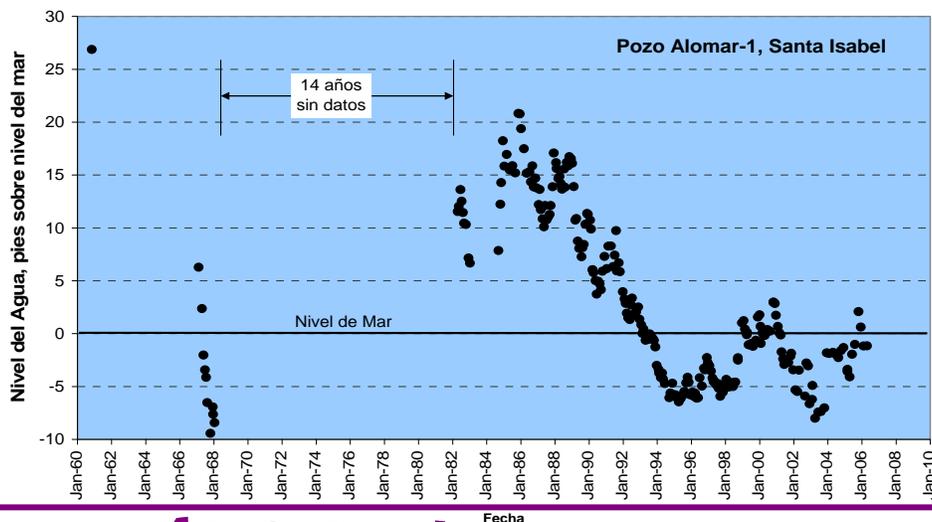
En la ilustración anterior se evidencia el patrón de reducción en los niveles potenciométricos que ha sufrido el acuífero artesiano de la costa norte debido a filtraciones del acuífero artesiano al acuíferos freático (conocidos también como acuífero inferior y acuífero superior respectivamente). El nivel de los acuíferos varía de acuerdo a la época del año (lluviosa o seca) y al ritmo de extracción, por lo que se puede establecer una tendencia.

La extracción de agua subterránea de los acuíferos de la Costa Norte ha provocado disminuciones significativas en los niveles del manto freático tanto en el acuífero superior como el acuífero inferior. Los barrios Coto Sur en Manatí y Cruce Dávila en Barceloneta son dos sectores donde el nivel potenciométrico (en un acuífero superior es el nivel a que se encuentra el agua, en el acuífero inferior es el nivel hasta donde subiría el agua de forma natural cuando se hinca un pozo. Ambos niveles se miden con relación al nivel del mar) en los acuíferos ha descendido considerablemente, como resultado de la extracción excesiva de aguas subterráneas

En la zona del Cruce Dávila en Barceloneta, que es un área concentrada de bombeo de aguas subterráneas para uso industrial, el acuífero artesiano (el acuífero inferior) ha experimentado reducciones significativas en los niveles potenciométricos (representada en la ilustración arriba). Pozos que antes fluían naturalmente hacia la superficie del terreno debido a una gran presión artesiana ahora requieren de bombeo. Esta condición se atribuye en parte a la respuesta natural de la extracción excesiva de agua de esa formación y a la pérdida de agua desde el acuífero inferior hacia el acuífero superior a través de filtraciones en pozos abandonados o en pozos con camisillas rotas.

Algún grado de reducción en los niveles de los acuíferos es una consecuencia inevitable del proceso de desarrollar pozos de extracción. Sin embargo, existen herramientas de manejo que pueden maximizar el rendimiento de los acuíferos y evitar la extensión y las consecuencias de la reducción en los niveles potenciométricos de éstos. La explotación de los acuíferos debe ser igual o menor a la recarga de éstos para que la misma sea una sostenible.

Niveles en el acuífero de Santa Isabel



Los niveles en los acuíferos superiores (freáticos) pueden subir significativamente (como efecto de la recarga de mucha lluvia) y bajar en años secos o por bombeo excesivo. Un ejemplo de las variaciones en los niveles del acuífero en el área de Santa Isabel se presenta en la ilustración anterior como resultado de la lluvia en el área y como resultado de la explotación de los mismos.

Históricamente los acuíferos en la Costa Sur recibían mucha recarga del agua entregada por los embalses Guayabal, Carite y Patillas, mediante la infiltración a través de los canales en tierra y la práctica de riego por surcos. El desvío del agua de los embalses de uso agrícola hacia uso doméstico y la creciente utilización de pozos para usos domésticos han reducido la recarga, sustancialmente. El resultado ha sido una reducción en el nivel freático y un problema creciente de intrusión salina, particularmente en la Costa Sur, entre Salinas y Juana Díaz. Para atender esta situación de sobre explotación, el DRNA ha establecido restricciones para extracciones adicionales de agua.

Benchmark

Un acuífero freático debe tener su nivel de agua por encima del nivel del mar. Para lograr esto es necesario que la tasa de extracción sea menor que la tasa de recarga del acuífero. No obstante, en la costa puede ocurrir intrusión de agua salobre a un pozo cuando este provoca (por su ritmo de extracción) un abatimiento del agua por debajo del nivel del mar y, en ocasiones, por la profundidad a la que se está extrayendo el agua. Esto puede ocurrir aún cuando la descarga sea inferior a la recarga. Los niveles de agua óptimos podrían ser los niveles antes de desarrollo. Los niveles pobres pueden definirse como aquellos que se aproximan al nivel del mar. Niveles por debajo del nivel del mar, por lo general, provocan daño al acuífero.

Limitaciones del Indicador

El área de los acuíferos es sumamente amplia y no hay suficientes estaciones (pozos de monitoreo) para cubrirlos. Mantener una red amplia es costoso.

Conclusión y Recomendaciones:

Ampliar la red de estaciones de niveles de agua para que cubra una mayor área de los acuíferos de la Isla y mantener las estaciones de niveles vigentes para lograr obtener datos históricos que permitan un mejor análisis de éstos. Además, es necesario añadir a estas estaciones los aparatos necesarios para que midan la conductividad del agua de forma que se pueda detectar de inmediato la intrusión de agua salina en éstos.

Asunto: Disponibilidad de Agua
Indicador: Sedimentación de los Embalses
Tipo I

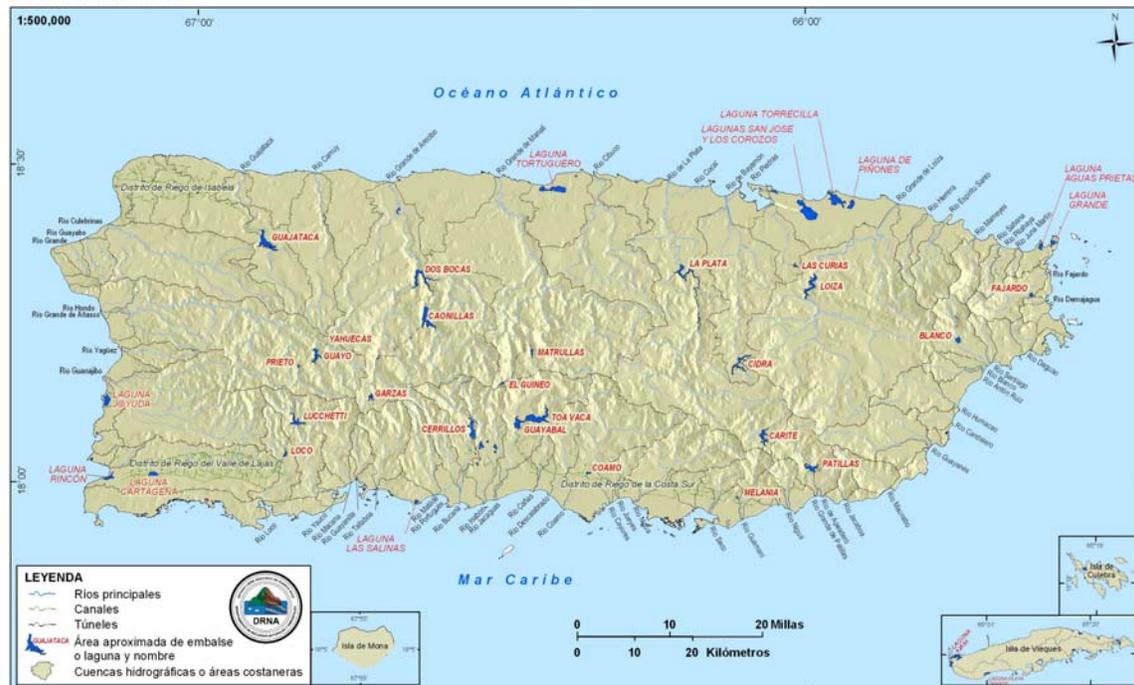
Descripción del Indicador:

Este indicador se utiliza para cuantificar problemas de sedimentación en los embalses y, por consiguiente, pérdida de capacidad de estos.

Consideraciones Técnicas:

El Servicio Geológico Federal en Puerto Rico mantiene unas tres estaciones índices de muestreo de sedimentos en los cuerpos de agua superficiales de la Isla. La combinación de suelos empinados, lluvias intensas, el tipo de suelo y el uso que se le da a los suelos hacen que las tasas de erosión y sedimentación sean muy altas en Puerto Rico en comparación con otras áreas del mundo. En cuencas con embalses los ríos y quebradas transportan los sedimentos erosionados hacia los embalses donde son atrapados. Todos los embalses de la Isla pierden capacidad de almacenaje debido al proceso de sedimentación, pero existe mucha variación en las tasas de sedimentación de un embalse a otro.

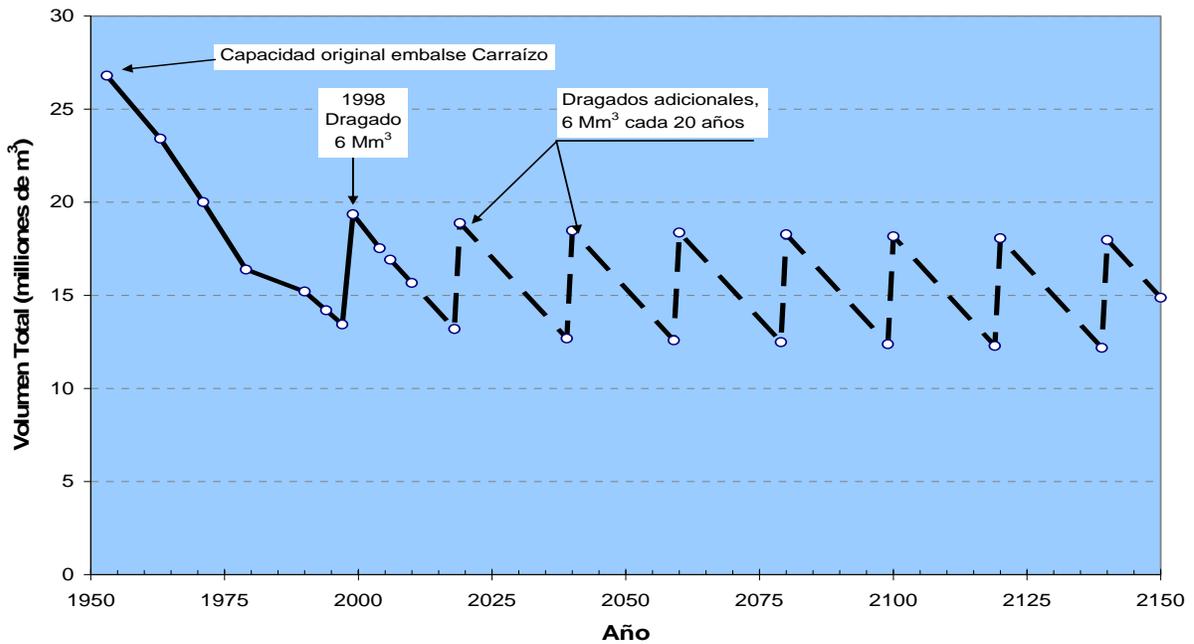
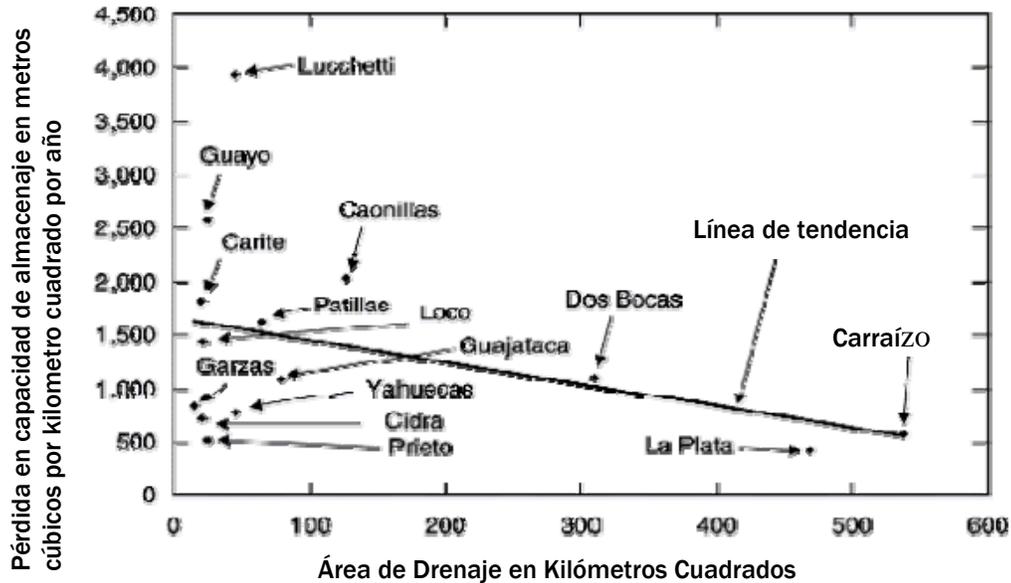
Ilustración 3.6 Mapa de Embalses



Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2003

Método de Análisis y cobertura

La forma más precisa para medir sedimentación en los embalses es mediante estudios de batimetría.

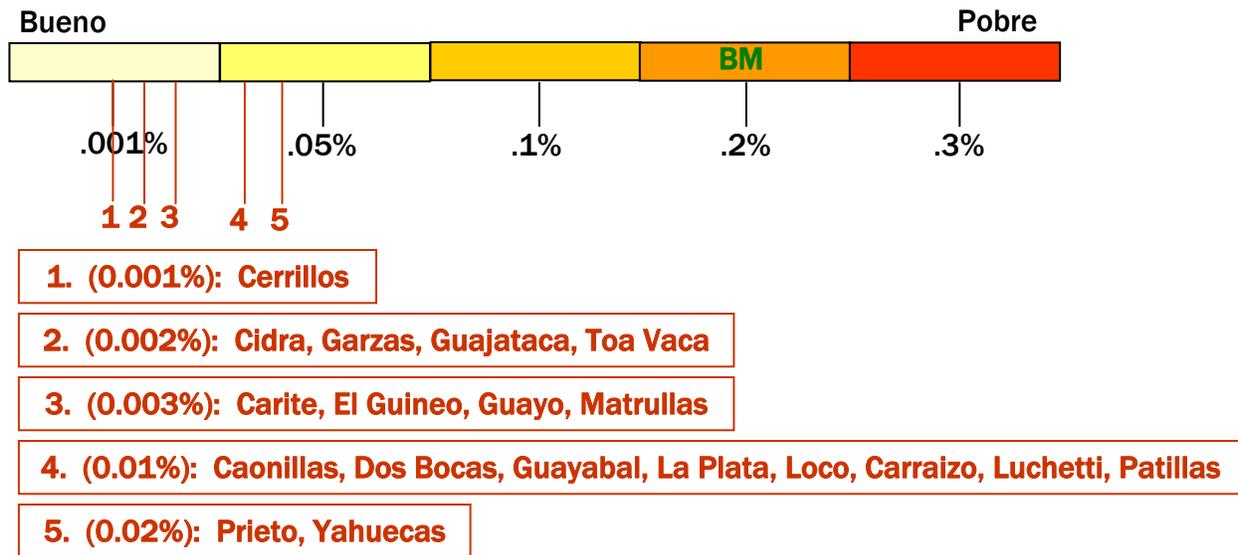


Análisis

En la ilustración anterior se muestra el comportamiento histórico del volumen (capacidad) del lago Carraízo y los volúmenes de agua proyectados, tomando en consideración la tasa de sedimentación de Carraízo y los futuros dragados que serían necesarios para recuperar parte del volumen de almacenaje de agua perdido por la sedimentación.

Benchmark

La pérdida anual de capacidad del embalse no debe superar el 0.2% de la capacidad original.

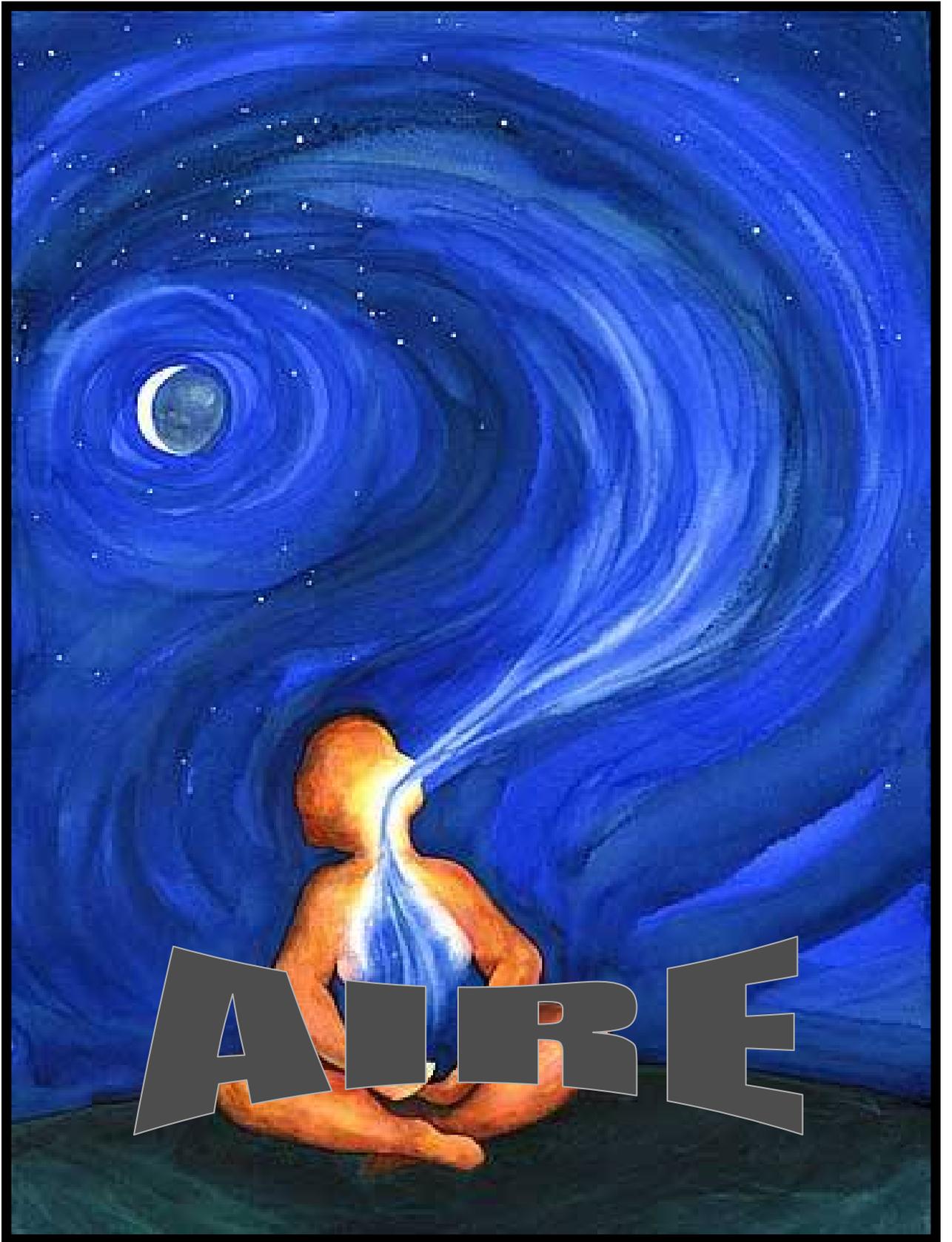


Limitaciones del Indicador

El volumen de sedimentos que se depositan en un embalse se puede calcular (de forma aproximada) a través de estaciones de muestreo de sedimentos. No hay estaciones de medición de sedimentos en las cuencas de los embalses que permitan conocer la cantidad de sedimentos que mueven los distintos tipos de eventos de lluvia en cada cuenca. Aunque se conoce que la condición natural de los cuerpos de agua superficial (suplen el 55% de los abastos de agua potable) arrastra muchos sedimentos, no se han implantado medidas eficientes para evitar que los sedimentos lleguen a los cuerpos de agua.

Conclusión y Recomendaciones:

La AAA y la AEE deben adoptar e implantar un plan para el control de los sedimentos que llegan a sus embalses. Diseñar embalses nuevos fuera del cauce o con estructuras que puedan proveer una media vida mayor de 250 años. Iniciar investigaciones sobre la manera de minimizar las tasas de sedimentación en los embalses principales, con énfasis particular en obras de manejo hidráulico, e implantar las medidas de control de erosión.



AIR E

Asegurando el Futuro

Las nubes de contaminación, la lluvia ácida, el monóxido de carbono, los escapes de gases producto de quema de combustibles fósiles y el ozono troposférico son ejemplos de contaminación del aire. Desde el siglo 13, cuando la población de Londres, Inglaterra comenzó a quejarse de la excesiva cantidad de polvo de carbón y de hollín en el aire, hasta los comienzos de la revolución industrial a finales de 1700, hemos ido alterando la atmósfera de la Tierra y su química. Según las industrias se fueron expandiendo a través de todo el mundo, de igual manera se expandió el aire contaminado. La contaminación del aire lamentablemente puede tener muchos efectos. Además de ser desagradable y causar enfermedades e incluso la muerte, también es capaz de dañar edificaciones, cosechas y la vida salvaje.

La contaminación del aire está compuesta de partículas sólidas y de químicos. Los procesos naturales que afectan la química atmosférica incluye a los volcanes, la descomposición biológica y el polvo que dejan las tormentas de polvo. Las plantas, los árboles y hasta los pastizales liberan hacia el aire compuestos orgánicos volátiles, (conocidos como VOC) tales como el metano. Lo más preocupante son los contaminantes del aire creados por el hombre. Los agentes contaminantes incluyen el monóxido de carbono, el bióxido de sulfuro, VOC y óxidos de nitrógeno. La fuente de contaminación mayor es la que genera el hombre por la quema de combustible fósil en nuestros hogares, fábricas, automóviles, incluyendo el carbón, aceite y gas.

En el caso de Puerto Rico, han pasado ya siete décadas de haber tenido una economía agraria, basada en la caña de azúcar, café y tabaco, a una economía dirigida al sector industrial y de servicios. No obstante, desde hace diez años este sector ha experimentado cambios a pasos acelerados, siendo la industria de la biotecnología la que mayor crecimiento ha experimentado en estos tiempos. A pesar de la expansión en la industria de capital y conocimiento de cara al Siglo 21 y a los retos de la globalización, se continúa dependiendo del petróleo y sus derivados.

La Junta de Calidad Ambiental (JCA) se mantiene vigilante en la misión de hacer cumplir las leyes ambientales. Nuestras leyes van dirigidas a proteger la salud de los seres humanos y la calidad de nuestros recursos agua, tierra y aire.

Para realizar esta misión, el Área de Calidad de Aire cuenta con el Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica y con la Ley sobre Política Pública Ambiental (Ley 416 del 22 de septiembre de 2004) en sustitución y derogación de la Ley 9 del 18 del junio de 1970, según enmendada. Esta nueva Ley compila una serie de leyes ambientales destinadas a proteger los recursos naturales y ambientales.

En este Capítulo se tratarán las diversas fuentes de contaminación del aire, muchas de las cuales son esenciales para mantener una sociedad industrializada. Se discutirá la calidad del aire en Puerto Rico y se considerará las posibles causas que alteran la composición básica del aire, entre éstos, la contaminación atmosférica y sus principales fuentes de contaminación y el clima de Puerto Rico. Además, se incluye las actividades que se realizan para proteger el recurso aire.

Con este propósito, se discute el recurso Aire mediante los siguientes indicadores:

- Índice de Calidad de Aire
- Concentración de Contaminantes Criterio

Descripción del Indicador:

De acuerdo con la Parte 58.50 del 40 CFR (Código de Reglamentación Federal) y el Apéndice G y en cumplimiento con la Regla 107 del Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica de la Junta de Calidad Ambiental, se reporta el Índice de Calidad de Aire. La División de Validación de Datos y Modelos Matemático se encarga de obtener la información, calcular el Índice y divulgarlo a los medios de comunicación.

Consideraciones Técnicas

El Índice de Calidad de Aire es un mecanismo sencillo y rápido que permite recopilar y divulgar información sobre la calidad del aire con relación a un contaminante en particular en cierta zona. Los datos utilizados en este indicador son generados por la Junta de Calidad Ambiental mediante muestreos continuos de aire. Actualmente se utiliza la estación de muestreo continuo para PM₁₀ (materia particulada de 10 micrones o menos) ubicada en el sector Las Vegas en Cataño. Los datos para este indicador se publican diariamente. El índice de calidad de aire se reporta desde el 1999 ininterrumpidamente hasta el presente sujeto a funcionamiento del equipo utilizado para el muestreo.

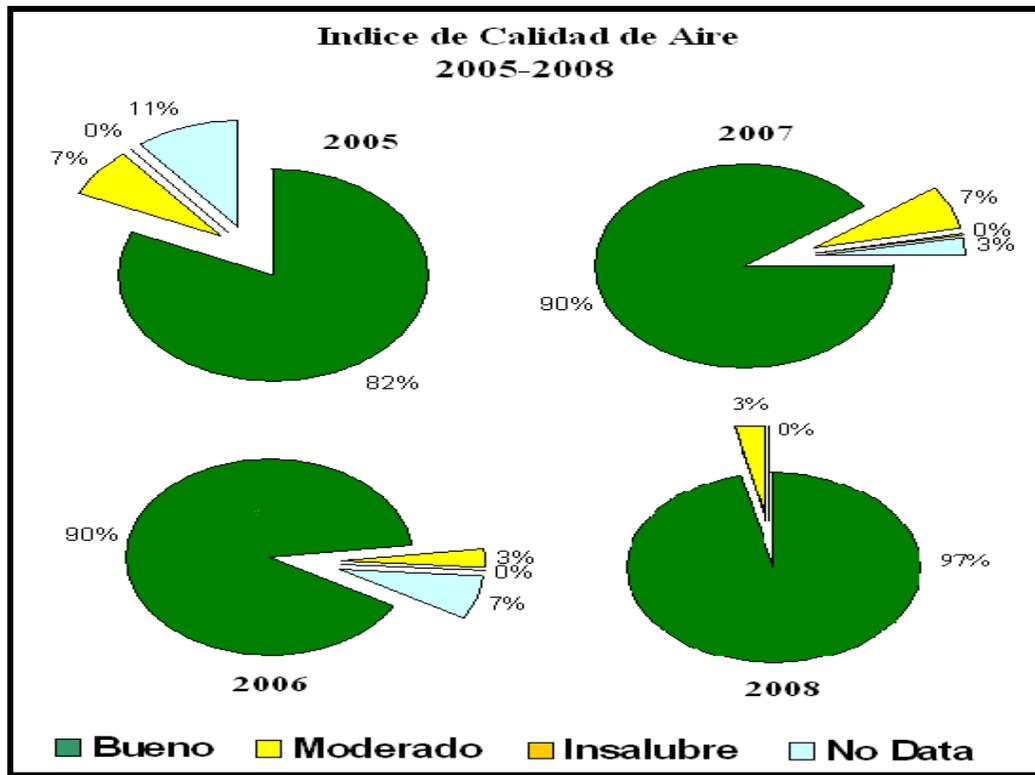
Según lo establecido, el Índice debe ser reportado en lugares donde la población en zonas urbanas sea mayor de 350,000 habitantes y en zonas rurales mayor de 200,000 habitantes. Esta información debe llevarse al público en general por lo menos cinco días a la semana. La información debe ser una de fácil acceso. Los medios de comunicación locales como la radio, televisión y periódicos se utilizan para divulgar la información. También pueden desarrollarse programas, tales como: grabación en mensajes de teléfonos y página de Internet.

Método de Análisis y Cobertura

El aviso del Índice de Calidad de Aire debe incluir la zona, periodo, contaminante e índice. Cuando el Índice está por encima de 100, es muy importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento. A continuación se presenta el nivel, descripción y color para el Índice de Calidad de Aire.

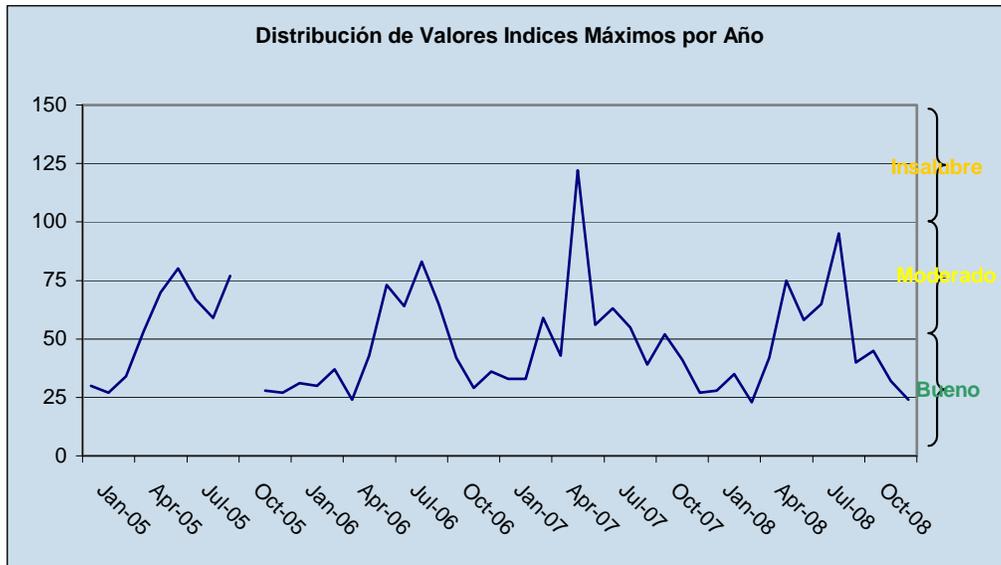
Nivel	Descripción	Color
0 a 50	Bueno	Verde
51 a 100	Moderado	Amarillo
101 a 150	Insalubre para Grupos Sensitivos	Anaranjado
151 a 200	Insalubre	Rojo
201 a 300	Muy Insalubre	Púrpura
301	Peligroso	Marrón

De acuerdo con los valores índices, se puede concluir que los niveles de la contaminación atmosférica en Puerto Rico con respecto a materia particulada, están dentro de los límites que se considera bueno. En los últimos cuatro años, aproximadamente el 90 por ciento de los días, la calidad del aire en Puerto Rico fue buena y de un 7 a 11 por ciento fue moderada. Con la gran excepción del 2007, que se registró un valor récord de 122, ese día la calidad del aire fue insalubre para los grupos sensitivos.



Este evento fue sin precedente. El mismo ocurrió el 15 de mayo de 2007, cuando la calidad del aire en Puerto Rico se tornó insalubre debido a un aumento récord de materia particulada producto de la llegada del polvo del desierto del Sahara en África.

Los cambios o disminución de los niveles de la calidad de aire son mayormente causados por la presencia de partículas que reducen la visibilidad y empobrecen la calidad del aire. Las nubes del polvo son más comunes durante los meses de verano, por lo que durante esos meses la calidad del aire empobrece y la misma se clasifica como moderada.



Tal como se puede observar en las gráficas, de los últimos 4 años, el 2008 fue el que menos problemas experimentó con contaminación por materia particulada. El 97% del tiempo la calidad del aire se pudo clasificar como bueno. En un 3% del tiempo, las condiciones se pudieron clasificar como moderada. Aún cuando se puede notar una mejoría significativa desde el 2005 en adelante, no se puede afirmar que se trate de un patrón que va a continuar. Los periodos afectados en gran medida coinciden con los eventos del polvo del Desierto del Sahara que recibió la Isla. Las causas de esta contaminación por materia particulada no siempre se originan localmente. Proviene de lugares que quedan a decenas de miles de kilómetros de distancia. No obstante, la JCA se mantendrá vigilante para que en caso de que se registren aumentos en los niveles de contaminación, notificar inmediatamente a la ciudadanía y recomendar las medidas de protección a seguir.

Limitaciones del indicador:

Una de las principales limitaciones del índice de calidad de aire es que por el momento sólo recoge y reporta información para materia particulada. Así mismo, debido a que se cuenta con la estación localizada de Cataño, y en el Área Metropolitana, el nivel de la contaminación que se percibe en otras áreas como, por ejemplo, el área sur oeste de la Isla, podría ser un tanto distinto del que se registra en municipios que quedan más cerca del Área Metropolitana.

Conclusiones y recomendaciones:

El Índice de Calidad de Aire ha demostrado ser un instrumento práctico para detectar la contaminación y avisar a la ciudadanía cuando hay presencia de materia particulada que sobrepasa los niveles aceptables. Especialmente, resulta de gran utilidad para alertar a sectores de la población con padecimientos respiratorios y que son los más susceptibles a incrementos en los niveles de contaminación atmosférica. Por ello, es altamente recomendable que eventualmente se amplíe la cobertura del Índice a través de otras estaciones ubicadas alrededor de toda la Isla. Utilizar este mecanismo o uno similar para divulgar el Índice de Calidad de Aire para otros contaminantes y que esté al alcance de todos los ciudadanos.

Asunto: Calidad de Aire
Indicador: Concentración de Contaminantes Criterio
Tipo I**Descripción del Indicador:**

La Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA) define a los seis contaminantes del aire como *contaminantes criterio*. La EPA establece los niveles permisibles basados en la salud humana y en el ambiente. El conjunto de límites basados en la salud humana se llama norma nacional primaria y el diseñado para prevenir daños ambientales o a la propiedad se llama normas secundarias. Un área geográfica que cumple con la norma se llama un *área de logro*, y la que no cumple con la norma se llama *área de no logro*.

Mediante este indicador se puede evaluar la condición del aire en términos de los contaminantes criterio, ya que éstos pueden perjudicar la salud, dañar el ambiente y causar daños a la propiedad.

Los contaminantes criterio son los siguientes: Bióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Materia Particulada (PM₁₀), Materia Particulada (PM_{2.5}), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo.

Consideraciones Técnicas

Los datos utilizados en este indicador son generados por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) mediante sus estaciones de muestreo de aire ubicadas en distintas áreas de Puerto Rico. Para algunos parámetros se recopilan datos en múltiples estaciones, cubriendo así prácticamente la totalidad de la isla. Para otros se recoge información en algunas estaciones seleccionadas, circunscribiendo así la cobertura a aquellos lugares o regiones donde sea más necesario. Las estaciones se ubican de acuerdo a distintos objetivos ya sea por población, puntos de emisión, meteorología o por referencia, así como por el tipo de contaminante que va a ser muestreado.

Método de Análisis y Cobertura

Para el 1979, se desarrolla el programa de muestreo de aire nacional con el propósito de regular los contaminantes criterio, 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, 3 y 1 hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo, si es manual o continuo. La validación de los datos se registra anualmente en periodos trimestrales.

Bióxido de Nitrógeno NO₂:

El Bióxido de Nitrógeno es un gas rojo que afecta las vías respiratorias, agrava las enfermedades cardiovasculares, perjudica el crecimiento de plantas, reduce la visibilidad, contribuye a la lluvia ácida y da lugar a la formación de ozono. Es un contaminante primario que proviene de la quema de combustible de industrias, termoeléctricas y las fuentes móviles.

**Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire NO₂
2005 - 2007**

Estación	2005	2006	2007
	Promedio Anual Aritmético	Promedio Anual Aritmético	Promedio Anual Aritmético
05 Cataño	0.0080	0.0100	0.0081
68 Salinas	---	0.0052	0.0055

La Norma Nacional primaria y secundaria de NO₂ establece que el promedio aritmético anual no debe exceder de 0.053 ppm. Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales para NO₂ se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año y sea menor o igual a 0.053 ppm, redondeado a tres lugares decimales. La tabla contiene los promedios aritméticos de NO₂ para el 2005, 2006 y 2007. En el 2008 no hubo datos disponibles por razones técnicas y problemas de fondos y compra de equipos de muestreo.

Tabla NO₂ Promedio Aritmético Anual:

Estación	Promedio Aritmético Máximo 3 años
Salinas 72-123-0001	0.005
Cataño 73-033-0008	0.010

La información contenida en la tabla demuestra que Puerto Rico cumple con las Normas Nacionales en cada una de las estaciones de NO₂.

Ozono (O₃):

El ozono es un gas que irrita las vías respiratorias y mucosas. Las personas con condiciones cardiovasculares se afectan más que las que tienen problemas respiratorios. Según la concentración y duración de la exposición, puede causar tos, irritación de la faringe, cuello, ojos, afectar la función pulmonar, dolor de cabeza y cansancio.

El ozono se encuentra en la atmósfera y la estratosfera como capa protectora de los rayos ultravioleta. Es un contaminante secundario que se forma por reacciones químicas catalizadas por radiación solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos contribuyen a su formación.

**Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire O₃
Concentraciones Máximas de Ozono en partes por millón
2006 - 2008**

Estación	2006		2007		2008	
	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.	Máx. 1 hr.	Máx. 8 hrs.
5 Cataño	0.077	0.031	0.084	0.036	0.098	0.042
8 Juncos			0.046	0.035	0.149	0.089

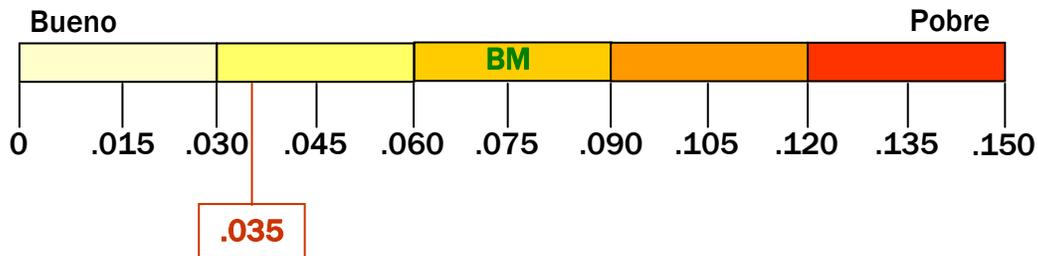
Para determinar cumplimiento con las Normas Nacionales de Calidad de Aire, el promedio de la cuarta concentración máxima de los promedios de ocho horas de los últimos tres años no debe exceder 0.075 ppm. La tabla provee el valor designado de ozono capturado en los últimos tres años de muestreo. La estación de Juncos comenzó en el 2007.

Tabla - Valor Designado de los Últimos Años de Ozono Promedio de 8 Horas

Año	% de Captura	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
2008	95	0.045	0.044	0.044
2007	96	0.035	0.035	0.034
2006	87	0.031	0.027	0.026
Promedio	92.67	0.037	0.035	0.035

El valor designado calculado de los últimos tres años de muestreo es 0.035 ppm. El valor designado corresponde al promedio calculado de la cuarta máxima de los tres años estudiados. La cuarta máxima es el cuarto valor más alto de los valores observados. Los datos obtenidos demuestran que Puerto Rico cumple con la norma nacional establecida para Ozono.

Benchmark (ppm):



Materia Particulada Tamaño de 10 micrones (PM₁₀):

El material particulado (PM, en inglés), es aquella materia en forma líquida o sólida que se subdivide en partículas pequeñas, las cuales se pueden dispersar, quedar suspendidas en la atmósfera o ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. El PM₁₀ son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire con un tamaño hasta 10 micrones.

La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición. Algunas partículas conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente de una fuente, como construcciones, carreteras o caminos sin pavimentar, fuegos (incluyendo incendios forestales), emisiones vehiculares, polvo del desierto de Sahara, cenizas de volcán y sequías. Algunos problemas de salud causados por la exposición a PM₁₀ son: irritación en los ojos, nariz y garganta, afecta el sistema respiratorio, daño al tejido pulmonar, cáncer y muerte prematura. Los ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas del pulmón, influenza o asma tienden a ser especialmente sensitivas a los efectos de la materia particulada.

Consideraciones Técnicas:

La concentración de PM₁₀ se obtiene mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utilizan equipos especializados tanto para muestreo continuo como intermitente.

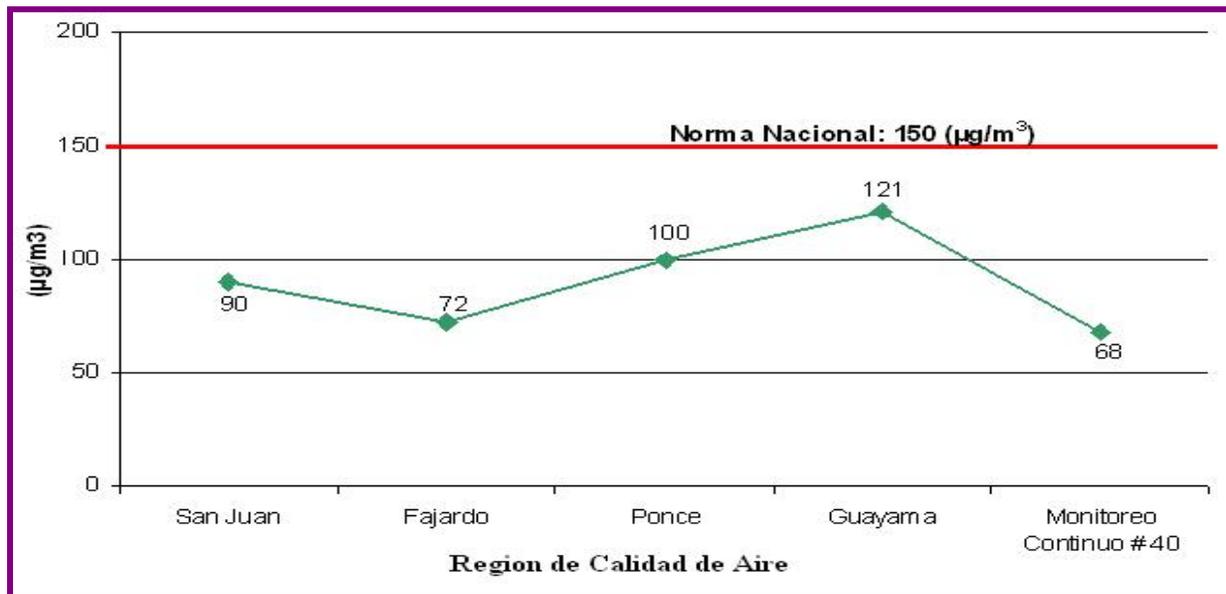
Para muestreo continuo se utiliza un equipo llamado *TEOM (Tampered Electronic Oscilating Monitor)* donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas de más de 10 micrones quedan atrapadas y las de 10 micrones o menos continúan hasta el *mass transducer*. En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C, el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total para calcular promedios de 30 minutos. La Norma Nacional establecida para el Promedio Máximo de 24 Horas es 150 µg/m³.

Para muestreo intermitente o manual se utiliza el *High Volume Size Selective Inlet* que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de 10 micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo.

**Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire PM₁₀
2006 - 2008**

Estación	2006		2007		2008	
	Concentración máxima en 24 horas	Hum. Datos Observados	Concentración máxima en 24 horas	Hum. Datos Observados	Concentración máxima en 24 horas	Hum. Datos Observados
7 Guaynabo	*104	106	*113	108	*95	90
15 Guayama	*121	113	*109	106	*96	70
22 Fajardo	*116	327	*196	343	*96	266
24 Guayanbo	*133	308	*192	323	*109	253
30 San Juan	*102	165	*208	171	*103	86
40 Cataño	*120	339	*197	355	*102	353
47 San Juan	*95	55	*117	60	86	45
56 Ponce	*108	105	*108	105	65	58

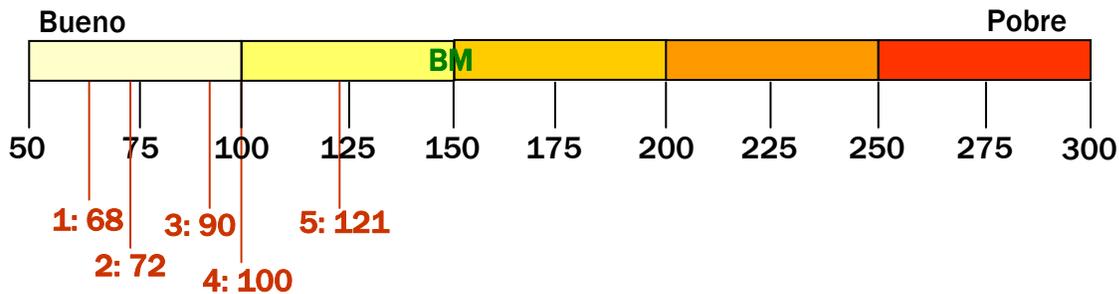
Tabla - Valores Designados por Área PM₁₀



La gráfica contiene los valores designados⁵ por área para muestreo de PM₁₀, los cuales demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, Guayama obtuvo el valor más alto seguido por Ponce. Podemos observar que las estaciones fueron impactadas por el evento de bruma en ciertos periodos, lo que resulta en el aumento de la contaminación en todos los municipios señalados en la tabla anterior.

Benchmark (µg/m³):



1. Monitoreo Continuo #40	2. Fajardo	3. San Juan	4. Ponce	5. Guayama
----------------------------------	-------------------	--------------------	-----------------	-------------------

Materia Particulada PM_{2.5}:

Se define como cualquier materia en forma sólida o líquida suficientemente subdividida en partículas pequeñas como para ser susceptible a dispersión y suspensión, o a ser arrastrada por corrientes de aire u otros gases, excepto agua en su estado no combinado. Están suspendidas en el aire con un tamaño hasta de 2.5 micrones.

Este contaminante se produce tanto por actividades industriales como por fuentes móviles. El incremento de partículas puede darse por otras actividades como la construcción, las canteras y los eventos naturales.

En el 2006, para este contaminante en aire la EPA revisó los estándares de 65 microgramos por metro cúbico (µg/m³) a 35 µg/m³ en promedio máximo de 24 hrs. y retuvo el estándar anual y actual en 15 µg/m³. Los estándares de calidad de aire están dirigidos a proteger el bienestar público.

⁵ El valor designado es una estadística que describe el estado de la calidad del aire con relación a la norma establecida. Para determinar dicho valor se utilizan manuales diseñados para cada parámetro estudiado.

Consideraciones Técnicas:

El Área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) recopila los datos mediante muestreos de aire, para los cuales se utilizan equipos especializados como el *Partisol-Plus Model 2025*, *Sequential Air Sampler* y el *TEOM*.

El *Partisol Model* es un equipo que mide partículas de 2.5 micrones o menos y es completamente automático. Las partículas entran al equipo y pasan por unos tubos de aceleración donde las partículas de 2.5 micrones o menos penetran hasta que se depositan sobre un filtro de teflón. Este filtro se recoge y se lleva al laboratorio en un envase que mantiene una temperatura menor de 4°C para realizarle un análisis químico.

El *TEOM* es un equipo donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas hasta 2.5 micrones continúan hasta el transductor de masa (*mass transducer*). En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total y calcular promedios de 60 minutos.

Análisis:

Según los valores obtenidos, indican un aumento para el 2007 y una reducción para el 2008. Al calcular el Percentil 98, valor por debajo de la curva del 98% de los valores, concluimos que la tendencia está por debajo de la norma establecida durante los tres años de estudio. Además, se puede observar que las estaciones impactadas por eventos naturales fueron las de los municipios de San Juan, Fajardo y Guaynabo durante el 2007.

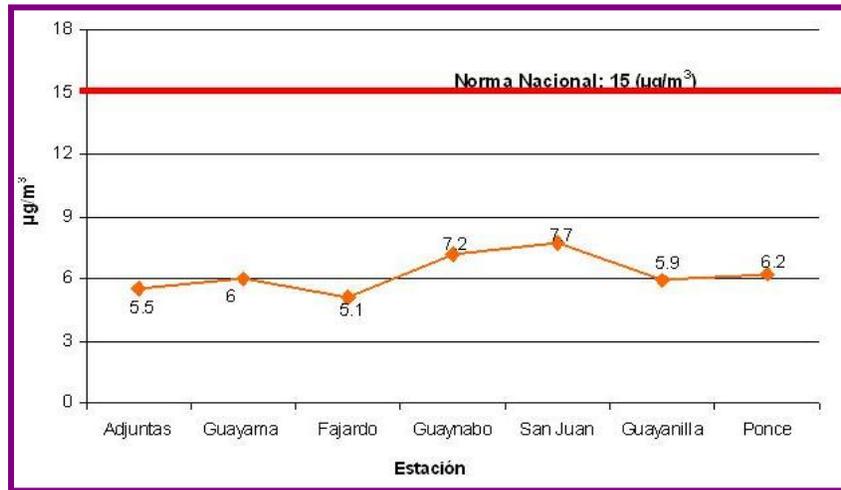
**Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire PM_{2.5}
2006 – 2008**

Estación	2006			2007			2008		
	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 horas	Hum. Datos Observados	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 horas	Hum.Datos Observados	promedio anual aritmético	Concentración máxima en 24 horas	Hum. Datos Observados
13 Adjuntas	6.85	23.7	103	6.68	20.1	92	4.66	22.9	112
15 Guayama	6.41	21.3	115	6.52	24.6	108	5.45	30.9	100
22 Fajardo	5.06	17.4	283	5.86	* 40.7	219	4.56	26.3	262
24 Guaynabo	8.02	21.8	310	7.39	* 39.6	337	6.53	25.3	297
30 San Juan	8.15	24.2	301	8.25	* 46.6	245	6.67	29.1	146
53 Humacao	5.46	20.3	108	5.5	27.0	102	3.6	3.6	1
56 Ponce	6.96	16.3	107	6.16	12.7	57	5.73	12.7	74
57 Guayanilla	6.27	19.4	113	6.27	23.8	109	5.51	29.6	109
(58 - 59) Mayagüez	7.37	20.2	100	** 8.63	** 15.5	** 12	n/d	n/d	n/d
63 Bayamón	6.87	23.0	105	6.1	17.3	98	n/d	n/d	n/d

*Evento Natural

**cambio de ubicación 58 a 59

**(A) Gráfica de Valores Designados por Área PM_{2.5}
Promedio Aritmético Anual**



(B) Percentil 98 Promedios 24 horas

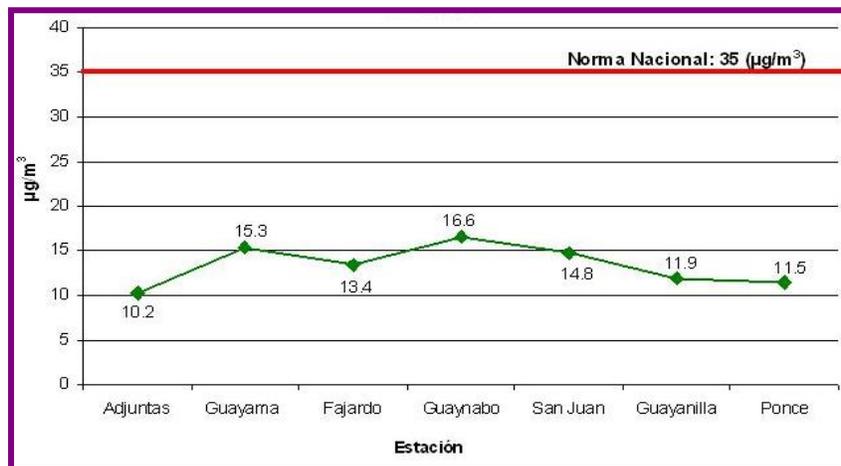


Figura: Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para PM_{2.5}

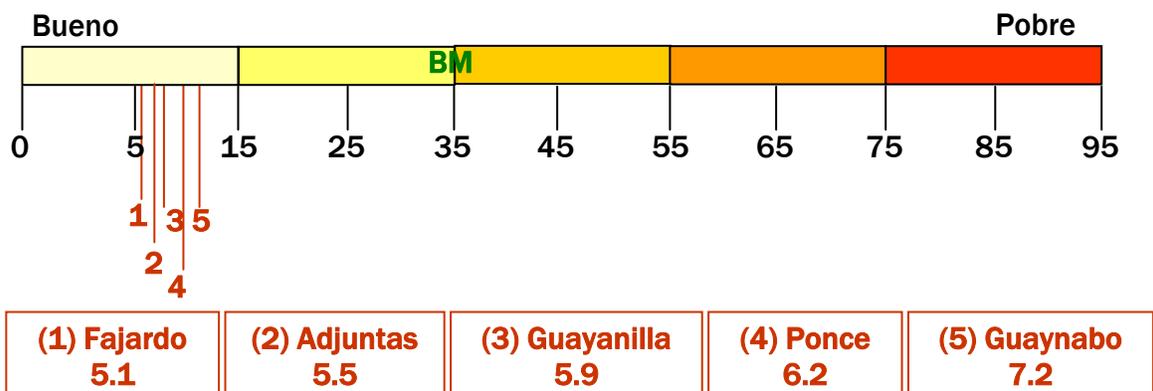
- (a) Demuestra los valores designados por estación que toman muestras de PM_{2.5}
- (b) Muestra el percentil 98 de la red de muestreo de PM_{2.5}

Análisis:

Las gráficas contienen los valores designados por área para muestreo de PM_{2.5}, los cuales demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, Guaynabo y San Juan reportaron los valores más alto. Podemos observar que las estaciones fueron impactadas por el evento de bruma en ciertos periodos lo que resulta en el aumento de la contaminación en todos los municipios señalados en la tabla anterior.

Benchmark (μgm^3):



Monóxido de Carbono (CO):

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro y sin olor. En grandes niveles es un gas venenoso y se forma por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El CO se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, carbón, petróleo, keroseno o madera. Otras fuentes de emisión de CO lo son las calderas, chimeneas y carros detenidos con el motor encendido. El principal efecto a la salud de este contaminante es la reducción del transporte de oxígeno a los órganos del cuerpo y los tejidos. Si se respira en niveles elevados, el CO puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos. Mediante este indicador, podemos establecer el grado de cumplimiento con los estándares de calidad de aire establecidos para la protección de la población.

Consideraciones Técnicas:

El Área de Calidad de Aire de la Junta de Calidad Ambiental (JCA) recopila los datos mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utiliza un equipo especializado. Los estándares nacionales establecidos para el control de las emisiones de CO en el ambiente son como sigue: la concentración máxima de CO que se permite para el promedio de 1 hora es de 35 partes por millón ppm (40 mg/m³). Para el promedio de 8 horas es de 9 ppm (10mg/m³).[

La JCA utiliza el analizador llamado *Termo-Electron (Teco 48) Non Dispersive Infrared* que utiliza la técnica de *Gas Filter Correlation Spectroscopy (GFC)*. Este compara el espectro de absorción infrarroja del gas, el cual se mide con otros gases presentes en la muestra. Se filtra la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una alta concentración del gas a medir.

Puerto Rico
 Datos de Calidad de Aire CO
 2006 - 2008

Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales de Calidad de Aire para CO se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año. La tabla contiene los valores designados por año.

Tabla Valores Designados por Estación CO

2^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación - 30 - Baldorioty, S.J.	2 ^{da} Máxima
2007	3.2 ppm
2008	2.7 ppm
Valor Designado	3.2 ppm

2^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación -10 - Fernández Juncos	2 ^{da} Máxima
2007	1.4 ppm
2008	1.5 ppm
Valor Designado	1.5 ppm

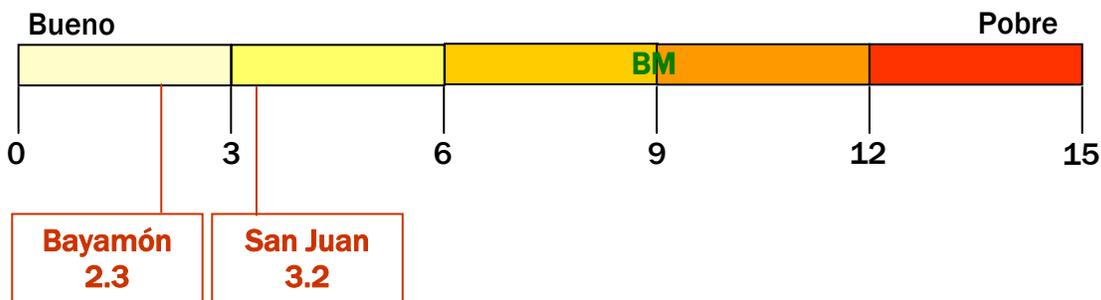
2^{da} Máxima Promedio de 8 Horas	
Ubicación - 37 - Cárcel Bayamón	2 ^{da} Máxima
2008	2.3 ppm
Valor Designado	2.3 ppm

De acuerdo con los valores designados presentados en las tablas anteriores, Puerto Rico cumple con las normas nacionales en cada una de las estaciones de CO.

Al observar los valores de las segundas máximas, el valor más alto de todos los valores observados se obtuvo en la estación ubicada en el Expreso Baldorioty de Castro seguido por la Cárcel de Bayamón. Uno de los objetivos de esta primera estación es el impacto por movimiento vehicular.

Estación	2006		2007		2008	
	Máx. 1 Hora	Máx. 8 Horas	Máx. 1 Hora	Máx. 8 Horas	Máx. 1 Hora	Máx. 8 Horas
10 San Juan	3.4	2.0	3.3	1.5	3.9	1.7
30 San Juan	3.8	3.4	4.1	3.4	3.8	2.8
37 Bayamón					4.2	2.3

Benchmark (ppm):



Bióxidos de Azufre (SO₂):

Los bióxidos de azufre son gases incoloros que se forman al quemar azufre. El dióxido de azufre (SO₂) es el contaminante criterio que indica la concentración de óxidos de azufre en el aire. La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles, en particular el carbón. Se ha denominado al dióxido de azufre como un contaminante que *pasa a través de*, porque la cantidad de dióxido de azufre emitido al aire es casi la misma cantidad presente en el combustible. Se ha encontrado que los bióxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica.

La Junta de Calidad Ambiental mantiene siete estaciones de monitoreo de SO₂. De este parámetro hay establecidas tres Normas Nacionales: 0.03 ppm promedio anual aritmético, 0.14 ppm en concentración máxima de bloques de 24 horas y 0.50 ppm concentración máxima en bloques de tres horas.

Consideraciones Técnicas:

Los resultados de bióxido de azufre son medidos por muestreos de forma continua y automatizada desde el año 1979. En los métodos continuos las medidas representan las concentraciones de SO₂ en la muestra de aire. Los analizadores utilizados son de la marca *THERMO-ELECTRON - TECO 43 Fluorescent Ultraviolet Light*. Estos son los analizadores de SO₂ más aceptados y su técnica no se basa en consumo de gas.

**Puerto Rico
Datos de Calidad de Aire SO₂
2006 - 2008**

Estación	2006		2007		2008	
	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24 Hrs.	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24 Hrs.	Máx. 3 Hrs.	Máx. 24 Hrs.
37 Bayamón	0.025	0.010	0.014	0.005	0.014	0.010
40 Cataño	0.025	0.023	0.014	0.008	0.033	0.008
68 Salinas	0.060	0.015	0.029	0.010	0.019	0.005
69 Guayama	0.011	0.003	0.013	0.003	0.011	0.004
3 Guayanilla	0.025	0.006	0.018	0.004	0.015	0.005
1 Cataño	0.031	0.013	0.020	0.017	0.015	0.009
5 Cataño	0.037	0.034	0.034	0.023	0.029	0.028

Tabla Valor Designado SO₂ 2006-2008

SO ₂ Valor Designado (2006-2008); ppm		
Estación	2 ^{da} Máxima 24 Hrs.	Promedio Aritmético Anual
Salinas 72-123-0001	0.014	0.0050
Bayamón 72-021-0006	0.007	0.0018
Cataño 72-033-0004	0.019	0.0034
Cataño 72-033-0009	0.017	0.0039
Guayama 72-057-0009	0.004	0.0021
Guayanilla 72-059-0017	0.005	0.0018
Cataño 72-033-0008	0.032	0.0038

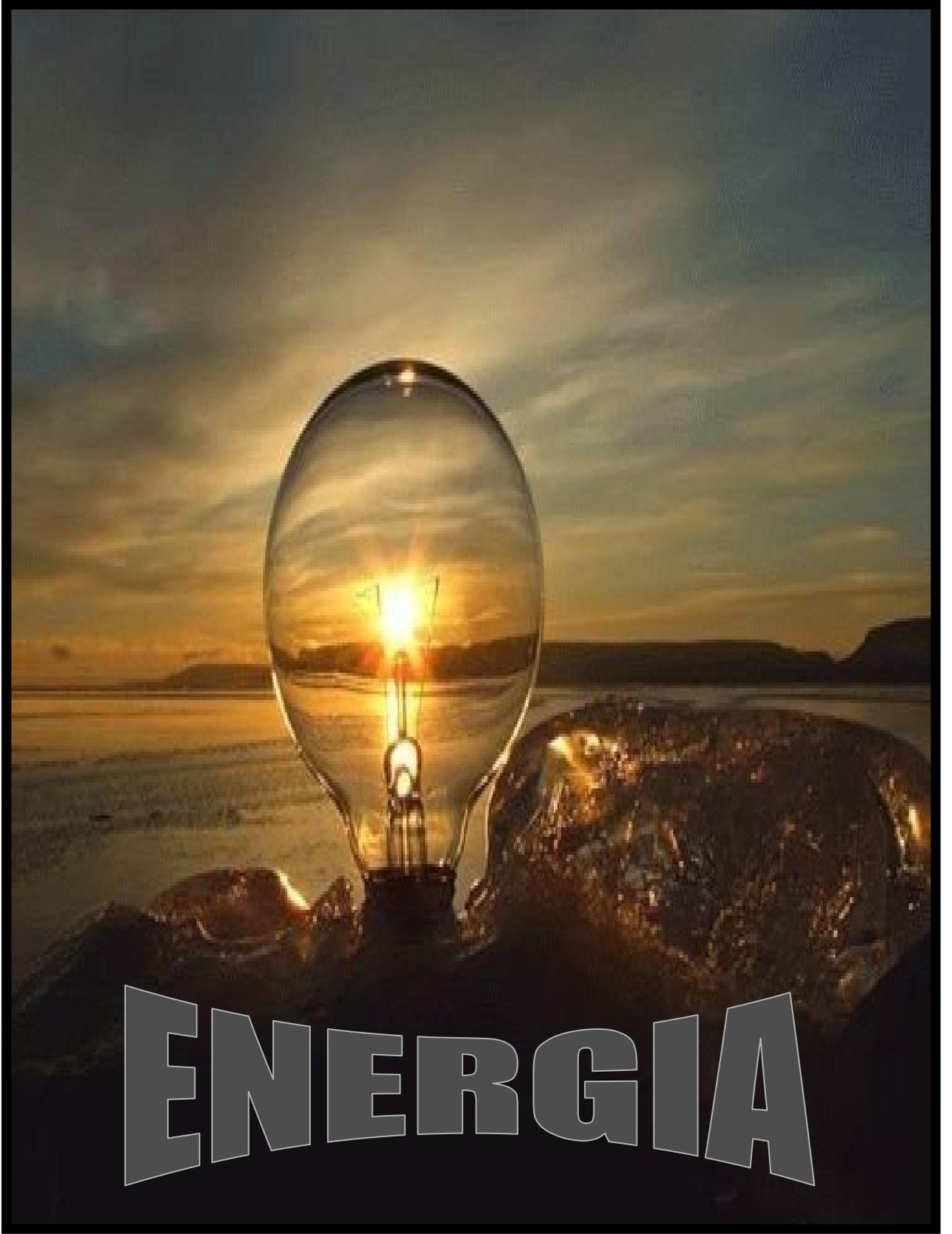
De acuerdo con la información contenida en las tablas se demuestra que Puerto Rico cumple con las normas nacionales en cada una de las estaciones de SO₂.

Conclusiones y recomendaciones:

Podemos concluir que Puerto Rico cumple con las normas establecidas para cada uno de los contaminantes criterio como: PM₁₀ y PM_{2.5}, SO₂, CO, O₃ y NO₂. Se recomienda permanecer vigilante durante los episodios de bruma o cenizas de volcán, ya que estos eventos naturales afectan la calidad de aire en Puerto Rico temporeraamente, sin descartar los de tipo antropogénico.

En cuanto al Índice de calidad de Aire, se puede afirmar que este constituye una herramienta útil que permite informar al público de una manera sencilla cómo está la calidad del aire en un determinado momento. De esta manera se mantiene informado y con tiempo para planificar sus actividades. Los valores más altos del índice observados durante el periodo de estudio se produjeron por el impacto de los eventos del polvo del Desierto del Sahara que año tras año llega a la Isla durante los meses de abril a septiembre.

Se recomienda continuar con la evaluación anual que realiza la JCA sobre el cumplimiento de la red de muestreo de aire. Esto incluye objetivos de muestreo, población afectada, nueva tecnología y recursos disponibles, distribución industrial y las emisiones del área donde ubican las estaciones, así como toda regulación nueva establecida y promulgada.



Asegurando el Futuro

El desarrollo de Puerto Rico, al igual que el de otros países del mundo, está sujeto en gran medida al manejo y consumo prudente de la energía. Prácticamente todas las actividades sociales y económicas del país, desde las domésticas y comunitarias hasta las comerciales, industriales e institucionales, dependen de la disponibilidad y confiabilidad del suministro energético. No obstante, a pesar del progreso y los beneficios que se derivan de la energía, su consumo también conlleva unos costos en términos económicos, ambientales y de salud pública.

En Puerto Rico casi toda la energía se genera utilizando combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural) los cuales son una fuente de energía no renovable, importada y cuyo procesamiento implica significativos impactos ambientales. La emisión de materia particulada y otros contaminantes, como bióxido de carbono, óxido nitroso y bióxido de sulfuro producto de la quema de estos combustibles, deterioran el ambiente y la salud pública del país, la región y el planeta. La lluvia ácida, la incidencia de problemas respiratorios y el calentamiento global son ejemplos concretos de esta realidad.

Por otro lado, factores externos como la disponibilidad y fluctuaciones de precio de los combustibles fósiles ejercen presión y vulnerabilidad a nuestra economía, lo que nos obliga a adoptar medidas de conservación y a buscar fuentes alternativas que reduzcan nuestra dependencia sobre estos combustibles. Ciertamente, la diversificación de fuentes energéticas, incluyendo aquellas de fuentes renovables, cobra cada vez más importancia y urgencia para sostener el desarrollo del país.

Debido a que el crecimiento económico, desarrollo social y la calidad ambiental están estrechamente ligados al manejo energético, es de medular importancia medir su consumo, fuentes de abasto y productividad. Por esta razón, se intenta medir el comportamiento del sector energético mediante la adopción de los siguientes indicadores:

- Por ciento de Uso por Fuentes Energéticas
- Consumo Energético por Sector
- Consumo Energético Total y Producto Interno Bruto

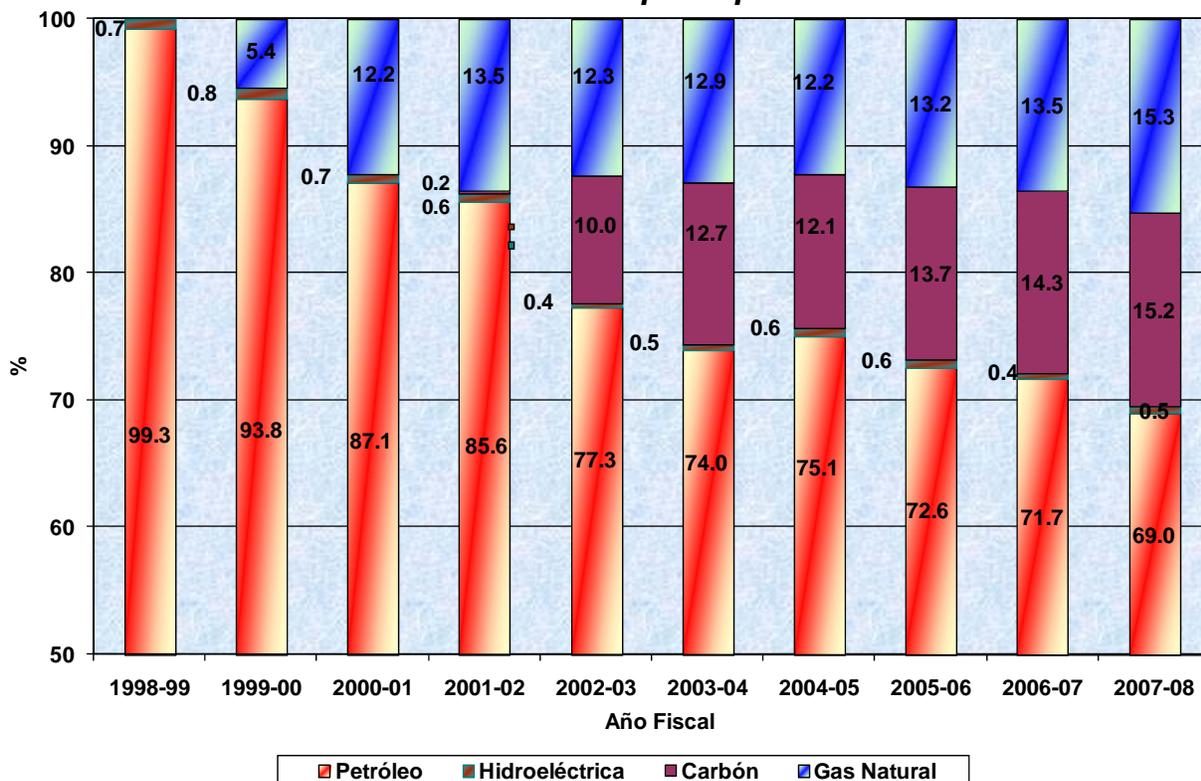
Nuevamente para el 2008, este conjunto básico de indicadores se continúa presentando como un primer acercamiento para evaluar el desempeño que tenemos como sociedad en el manejo de asuntos energéticos. Los mismos no tratan de ser exhaustivos, sino que buscan presentar información clave que permita entender, a grandes rasgos, nuestros niveles de consumo y las fuentes energéticas en las cuales estamos descansando nuestro desarrollo. Esperamos que esta información ayude a definir nuestro rumbo energético, y a su vez, nos dirija en la adopción de nuevas políticas públicas, programas y proyectos que nos encaucen hacia un desarrollo sustentable.

Asunto: Fuentes Energéticas
Indicador: Uso de Fuentes Energéticas
Tipo I

Descripción del Indicador:

Este indicador busca determinar como 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 cuanto estamos dependiendo de fuentes no renovables como el petróleo, y cuan 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.

Por Ciento de Generación por Tipo de Combustible



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:

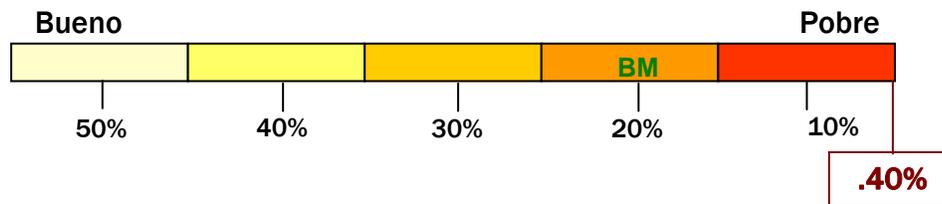
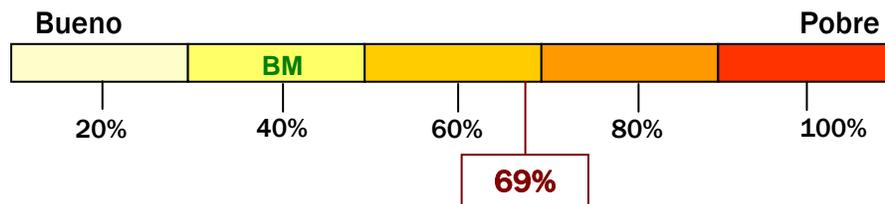
- Generación de Plantas Termoeléctricas (AEE)
- Generación de Plantas Hidroeléctricas (AEE)
- Generación de Planta de Carbón (AES - Guayama)
- Generación de Planta de Gas Natural (Eco eléctrica - Guayanilla)

Del periodo de años presentado podemos destacar las siguientes observaciones:

- Puerto Rico depende en más de un 99% de la quema de combustibles fósiles para generar su energía.
- Del 1998 al 2008 se ha mantenido una moderada pero sostenida reducción en el uso del petróleo como fuente energética.
- La introducción de fuentes energéticas alternas, como el gas natural y el carbón, han cobrado progresivamente mayor participación, sustituyendo la brecha producida por la reducción en el uso del petróleo. En términos económicos estas alternativas ofrecen mayor estabilidad de costos debido a que su fluctuación de precios es menor.
- El gas natural y el carbón son usados relativamente en la misma proporción (aprox. 12 a 15%).
- El uso de fuentes de energía renovable se limita a una generación marginal de menos de 1% producto de plantas hidroeléctricas.

Limitaciones del Indicador

La principal limitación para entender e interpretar este indicador es que el mismo no presenta datos o una relación de los costos monetarios asociados al uso de cada fuente energética. Además, no se puede determinar el uso residencial, industrial o comercial de sistemas de energía renovable que no estén conectados a la red de la AEE.

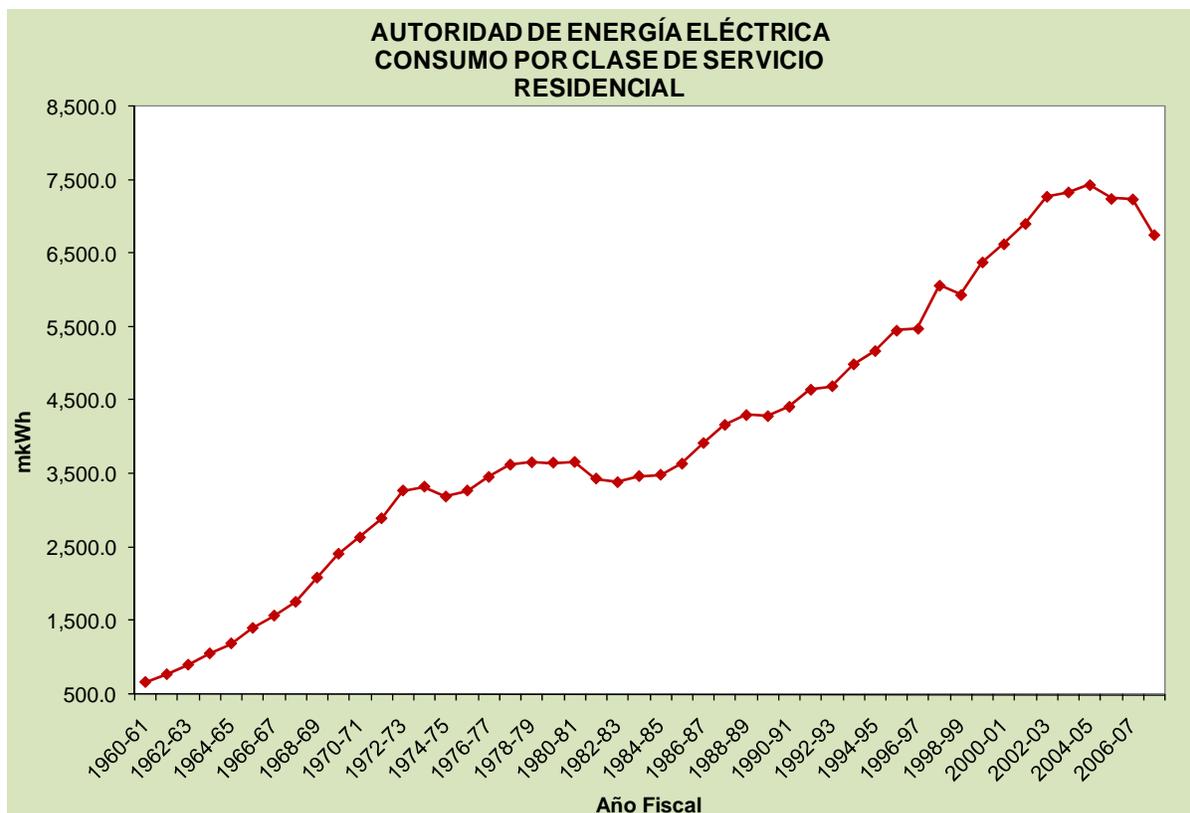
Benchmark (BM)**Uso de Fuentes Renovables****Consumo de Petróleo****Conclusión y Recomendaciones:**

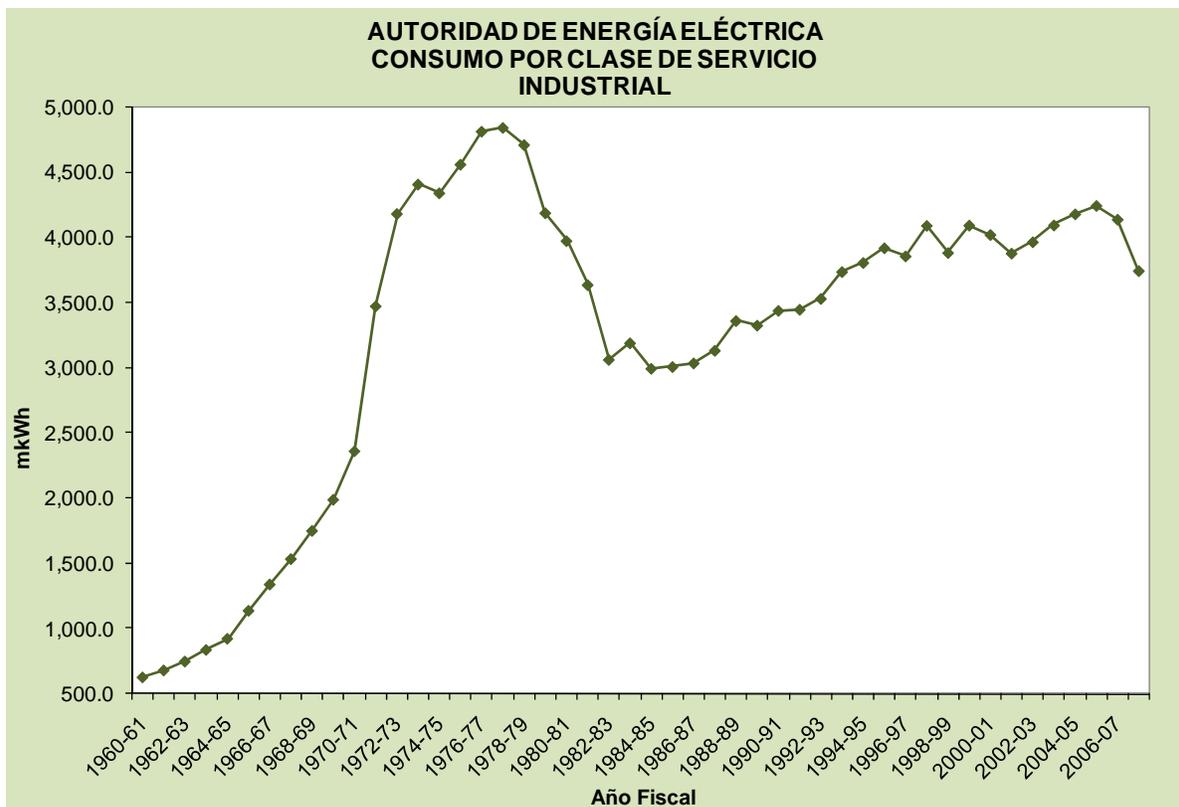
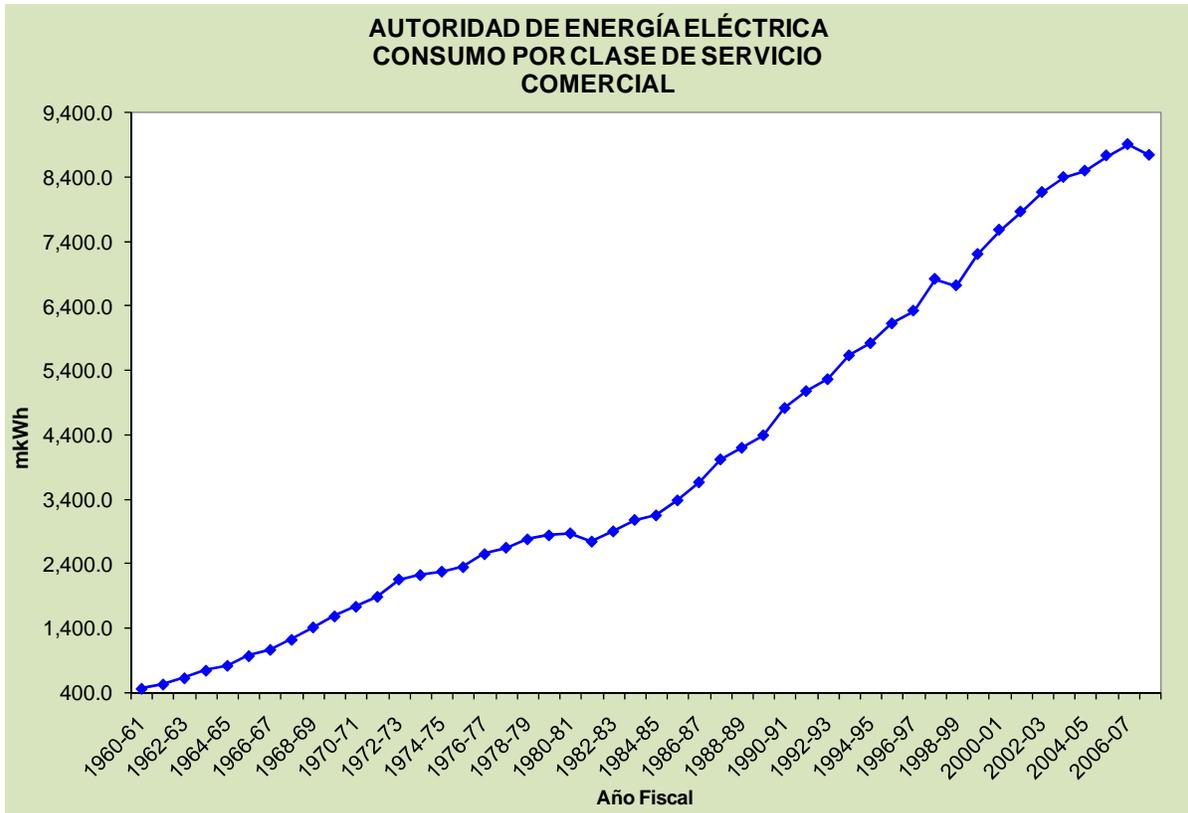
Aunque progresivamente el país ha ido en los últimos años dependiendo menos del petróleo como fuente energética, no deja de ser menos cierto que la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural) sigue siendo su principal y casi única fuente de energía. Es por tal razón que la búsqueda de alternativas energéticas, para satisfacer el consumo actual y proyectado, cobra cada vez mayor relevancia y necesidad para el desarrollo del país. Ciertamente que la evaluación de estas alternativas debe basarse sobre principios de eficiencia energética, seguridad ambiental y viabilidad económica. Ante esta necesidad se recomienda que fuentes energéticas como el viento, el sol, las mareas y las diferencias en temperatura en las profundidades del mar o la tierra sean exploradas a fin de conseguir un curso de acción y tecnología adecuado para cubrir nuestras demandas energéticas.

Asunto: Consumo Energético
Indicador: Consumo Energético por Sector
Tipo I

Descripción del Indicador:

Por medio de este indicador se puede conocer el comportamiento del consumo de energía en los sectores residenciales, comerciales e industriales que son clientes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE). 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.





Consideraciones Técnicas:

Este indicador es calculado mediante la mensura del consumo, en Millones de Kilovatios hora (mkWh), de todos los clientes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) por tipo de cuenta (residencial, comercial e industrial).

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

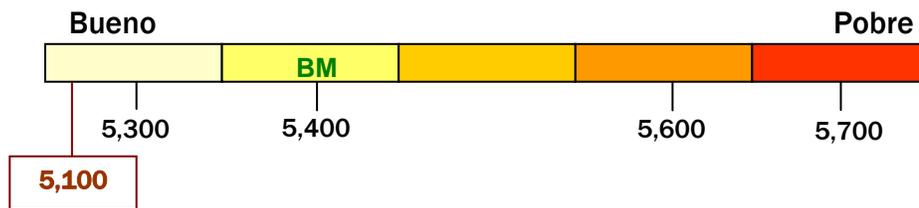
- El consumo residencial y comercial presentan un sostenido aumento en la demanda energética exceptuando los periodos de principios de la década del 1970 y 1980 donde se registra un moderado descenso o estabilización del consumo. Dicho descenso o estabilización se pueden asociar a los efectos de la crisis 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 sobre 8,900 mkWh, y a su vez, es el que presenta menores variaciones o efectos en el consumo a causa de las crisis energéticas o las fluctuaciones en el precio del petróleo.
- El encarecimiento del barril de petróleo durante los primeros años del siglo 21, como consecuencia de la Guerra en Irak y la alta demanda del crudo en países como China e India, 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 ámbito residencial para el 2006 hasta 08 podría estar vinculado o ser respuesta a esta realidad económica.
- 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 mantiene un ritmo anual ascendente, cabe destacar que durante la década del 1980 este sector implantó con mayor énfasis medidas de ahorro de energía y sistemas de cogeneración el cual le permite a algunas industrias generar parte de la energía que demandan.
- Algunas variaciones en el consumo energético de cada sector están vinculadas a eventos climáticos (tormentas, huracanes, inundaciones, etc.) los cuales han provocado 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

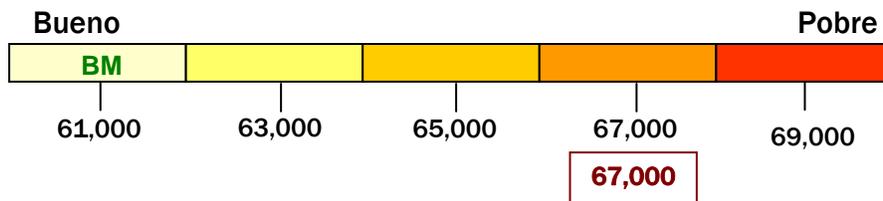
La principal limitación para entender e interpretar este indicador es que el mismo no presenta datos o una relación de los costos monetarios en que incurre cada sector para satisfacer sus necesidades energéticas.

Benchmark⁶ (BM)

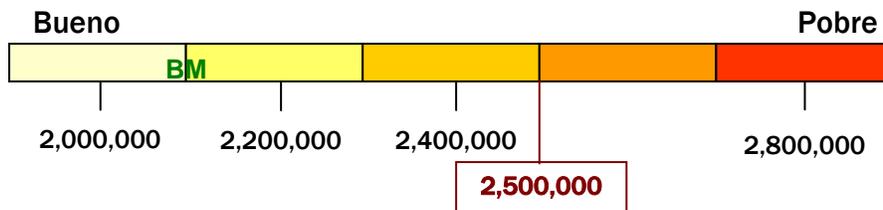
Consumo por Cliente en kWh 2008 - Sector Residencial



Consumo por Cliente en kWh 2007 - Sector Comercial



Consumo por Cliente en kWh 2007 - Sector Industrial



⁶ La métrica usada como BM para este indicador es el cálculo del consumo anual en kilovatios / 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).

Tablas de Referencia para el Cálculo de los BM

Consumo Residencial por Cliente				
Año Fiscal	Consumo (mkWh)	Clientes	Consumo x Cliente (mkWh)	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

Consumo Comercial por Cliente				
Año Fiscal	Consumo (mkWh)	Clientes	Consumo x Cliente (mkWh)	Consumo x Cliente (kWh)
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

Consumo Industrial por Cliente				
Año Fiscal	Consumo (mkWh)	Clientes	Consumo x Cliente (mkWh)	Consumo x Cliente (kWh)
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

Conclusión y Recomendaciones:

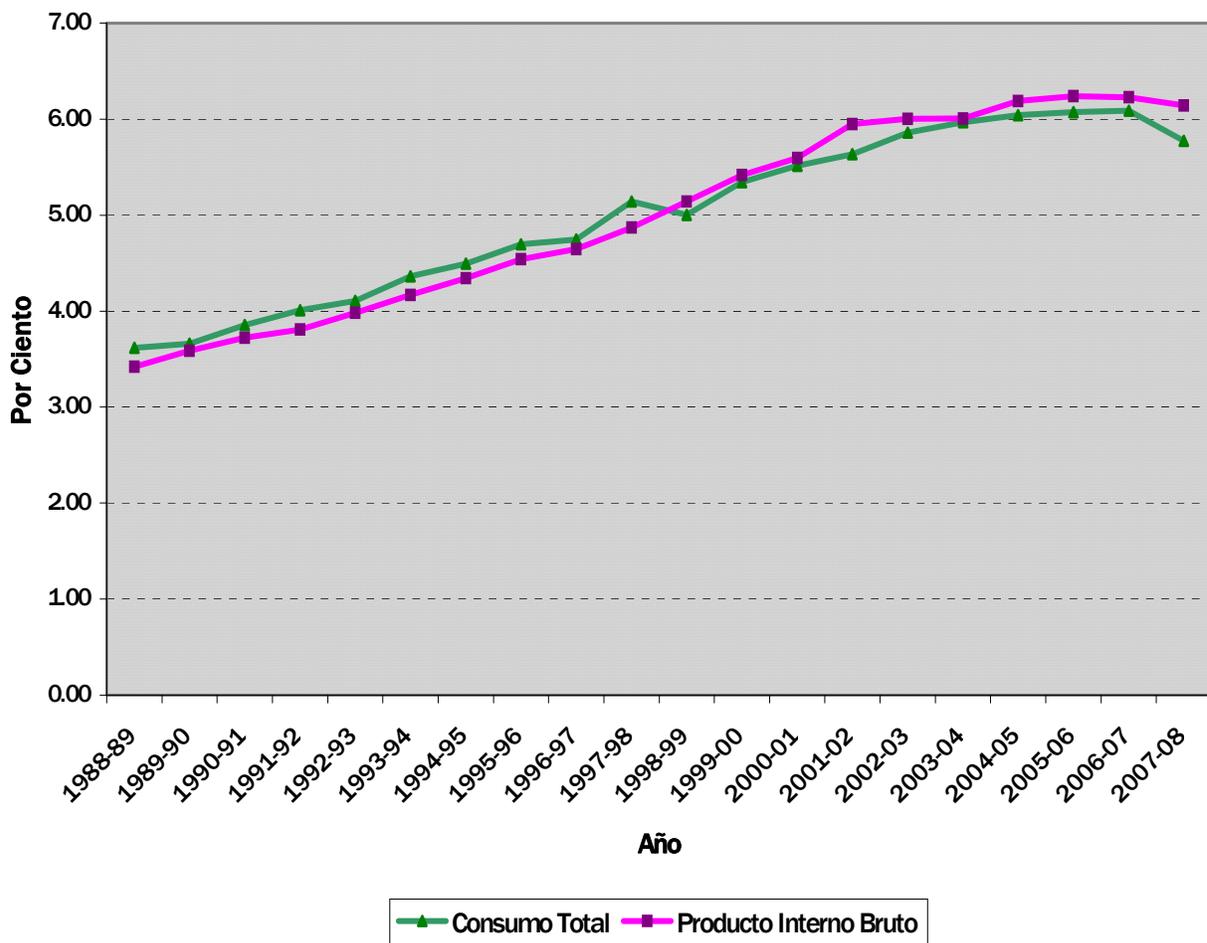
Al evaluar este indicador por medio de las gráficas podemos destacar que aunque desde 2002 se ha registrado un ligero descenso en el consumo por cliente a nivel residencial, tanto el sector comercial como el industrial han mantenido un sostenido aumento en su consumo por cliente hasta el 2007. Al evaluar los datos del periodo mencionado, resulta notable el hecho que el sector industrial refleje un aumento en el consumo a pesar de experimentar un descenso en el número de clientes. No obstante, ya para el 2008 todos los sectores, quizás en repuesta a los efectos de la recesión económica que experimenta el país, muestran reducción en sus niveles de consumo. Este descenso, aunque en términos económicos puede traer preocupación, en términos ambientales resulta favorable ya que nos aproxima a los niveles de consumo fijados en los BM, lo que redundará en menos consumo de combustibles fósiles y menores emisiones a la atmósfera de contaminantes. Debido a que en términos históricos todos los sectores muestran tendencias de aumento en el consumo energético, medidas de ahorro y manejo de energía deben reforzarse para reducir o estabilizar los niveles de consumo alcanzados durante los últimos años. Especial atención se debe prestar al sector industrial el cual es el de mayor consumo agregado y al sector comercial, el cual se destaca en sus tendencias de consumo por su sostenido aumento.

Asunto: Productividad Energética
Indicador: Consumo Energético y Producto Interno Bruto
 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 (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 socioeconómico. 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.

Consumo Total de Energía y Producto Interno Bruto



**Cifras Absolutas y Relativas de Consumo Eléctrico y Producto Interno Bruto⁷
(1988-2008)**

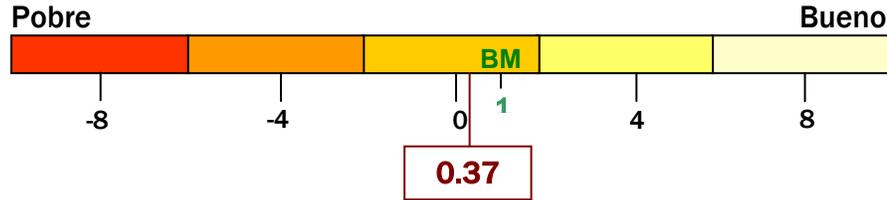
AÑO	CONSUMO (mkW/h)	PIB (Millones de Dólares Precios Constantes 1954)	CONSUMO (en por ciento)	PIB (en por ciento)
1988-89	12,282.9	6,076.5	3.62	3.42
1989-90	12,423.1	6,376.7	3.66	3.59
1990-91	13,091.1	6,617.8	3.86	3.72
1991-92	13,615.2	6,770.3	4.01	3.81
1992-93	13,939.2	7,079.3	4.11	3.98
1993-94	14,816.0	7,408.1	4.36	4.17
1994-95	15,258.5	7,718.2	4.49	4.34
1995-96	15,945.1	8,069.3	4.70	4.54
1996-97	16,118.4	8,256.0	4.75	4.64
1997-98	17,456.9	8,658.9	5.14	4.87
1998-99	16,989.2	9,137.8	5.00	5.14
1999-00	18,144.8	9,630.3	5.34	5.42
2000-01	18,723.3	9,945.4	5.52	5.60
2001-02	19,129.8	10,573.3	5.64	5.95
2002-03	19,887.3	10,670.2	5.86	6.00
2003-04	20,260.0	10,675.9	5.97	6.01
2004-05	20,507.4	10,998.8	6.04	6.19
2005-06	20,620.3	11,089.7	6.07	6.24
2006-07	20,671.6	11,073.2	6.09	6.23
2007-08	19,601.6	10,920.0	5.77	6.14
TOTAL	339,481.7	177,745.6	100	100

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 del 1988 al 2008, y el PIB según calculado por la Junta de Planificación 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 multiplicado 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.

⁷ Las cifras de consumo eléctrico son contabilizadas por la AEE por año fiscal, mientras que las cifras del PIB son contabilizadas por la Junta de Planificación por año natural. Aunque estos datos no tienen una correspondencia exacta, en términos de tiempo, sí nos pueden arrojar una idea general del comportamiento o vínculo de estas dos variables para el periodo presentado.

Benchmark⁸ (BM)

$$\frac{\text{Producto Interno Bruto} - \text{Consumo Eléctrico}}{6.14\% - 5.77\%} = 0.37$$

Limitaciones del Indicador

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.

Conclusión y Recomendaciones:

Al evaluar el comportamiento de estas dos variables durante el periodo presentado podemos destacar que en los primeros 10 años (1988-98) 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 últimos 10 años el comportamiento anterior se invierte quedando el consumo eléctrico por debajo de la trayectoria del PIB pero solo por un margen muy estrecho. Esta trayectoria podría apuntar a que el país cuenta con una economía con alta intensidad energética⁹. Esta circunstancia podría resultar desfavorable para el desarrollo de Puerto Rico ya que implica que nuestra sociedad, en términos relativos, es altamente dependiente del consumo eléctrico y que sus actividades productivas no guardan un vínculo, proporción o rendimiento eficiente sobre la energía que consumen.

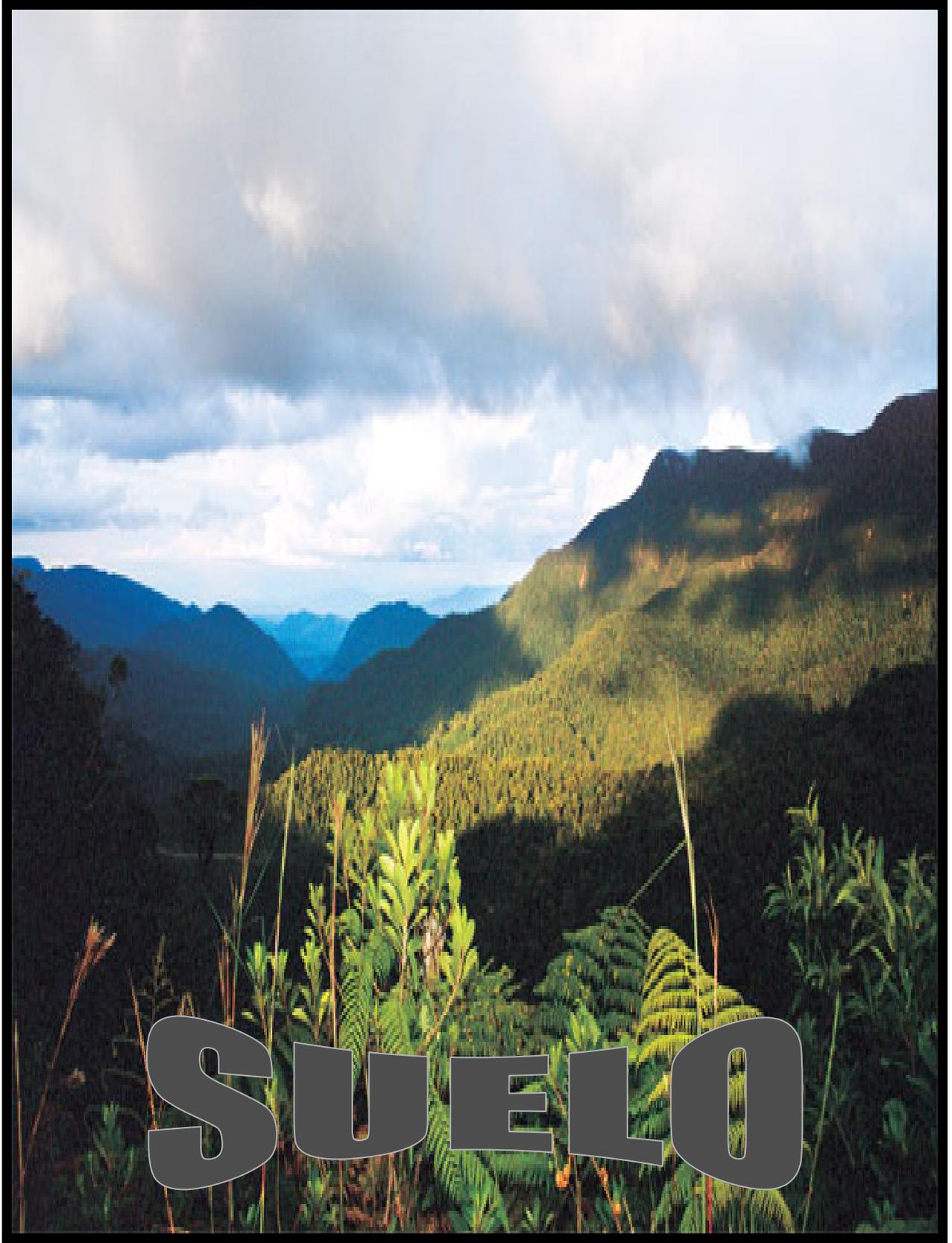
Aunque desde el 2006 el consumo energético a comenzado a mermar, lo que ambientalmente es favorable, como consecuencia de la recesión económica que a impactado al país, no es menos cierto que los niveles de producción medidos por el PIB también han mermado. En la medida que el país pueda estabilizar o reducir el consumo

⁸ 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 1.

⁹ 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.

energético mientras consigue aumentar sus niveles de producción, se logrará disociar, en favor de la producción, estas dos variables a fin de lograr una mayor eficiencia energética.

Ciertamente, los esfuerzos para reducir el consumo y fortalecer la producción son apremiantes en tiempos en que el encarecimiento energético y las dificultades económicas, tanto en Estados Unidos como en Puerto Rico, amenazan con obstaculizar nuestra base productiva y competitividad global. Para efectos del consumo eléctrico, se recomienda que el Gobierno y el sector privado dirijan esfuerzos en desarrollar una cultura de ahorro energético en todas sus operaciones, se consiga un control de pérdidas en la distribución eléctrica por parte de la AEE y se promueva e incentive el uso de tecnologías que aumenten la eficiencia o reduzcan el consumo por parte de los consumidores. Por el lado de la producción, se recomienda fortalecer aquellos sectores económicos que sean menos intensivos en consumo eléctrico que la manufactura (servicios profesionales, banca, seguros, turismo, etc) y que a su vez ofrezcan buenos rendimientos en términos de ingreso y empleo.



Asegurando el Futuro

De los recursos naturales con que cuenta Puerto Rico el suelo es de los más escasos. La escasez del suelo se manifiesta en la gran cantidad de presiones y conflictos que se generan entre diversos sectores de la sociedad en torno a las diversas posibilidades de uso que tan importante recurso presenta. Las razones para que el país enfrente esta situación se pueden vincular a su limitada extensión territorial y su topografía eminentemente montañosa, características que reducen la disponibilidad física del suelo para diversos usos. A lo anterior hay que añadir el hecho de que Puerto Rico sostiene una cantidad sustancial de población (cerca de 4 millones de habitantes), la cual durante las pasadas cinco décadas ha experimentado intensos cambios socioeconómicos que se traducen en una demanda cada vez mayor por los servicios que el suelo puede ofrecer.

La gran demanda por el uso del suelo para proyectos necesarios para la sociedad, como es el caso de viviendas, comercios, industrias y desarrollo de infraestructura, incidieron de manera directa o indirecta en diversos problemas de contaminación ambiental, agotamiento de recursos de valor natural y económico, y en la conversión a otros usos de terrenos con alto valor agrícola. Por otro lado, la demanda del suelo para los propósitos ya señalados muchas veces compite con demandas igualmente válidas y necesarias para el desarrollo del país como son la agricultura, la recreación y la conservación de recursos hidrológicos, biológicos y minerales.

Son muchos los factores que hacen sumamente complejo la toma de decisiones en cuanto al manejo de los suelos en un limitado territorio geográfico y con alta densidad poblacional como la de Puerto Rico. Sin embargo, quizás uno de los de mayor trascendencia sea el lograr satisfacer las necesidades sociales y de desarrollo económico del país mientras se conservan los recursos naturales y agrícolas de los cuales todos somos dependientes.

Es ante este reto que se deben tomar todas las medidas posibles para evitar la degradación o pérdida de este recurso mediante la planificación juiciosa de los usos que se dan o proponen sobre el mismo, y el control adecuado de una de sus principales amenazas de contaminación: el manejo de los desperdicios sólidos. A tales efectos, el siguiente capítulo presentará datos e información del 2008 pertinente sobre estas áreas a fin de tener un entendimiento más claro sobre la condición y tendencias de este recurso y las acciones propuestas para lograr su mejoramiento.

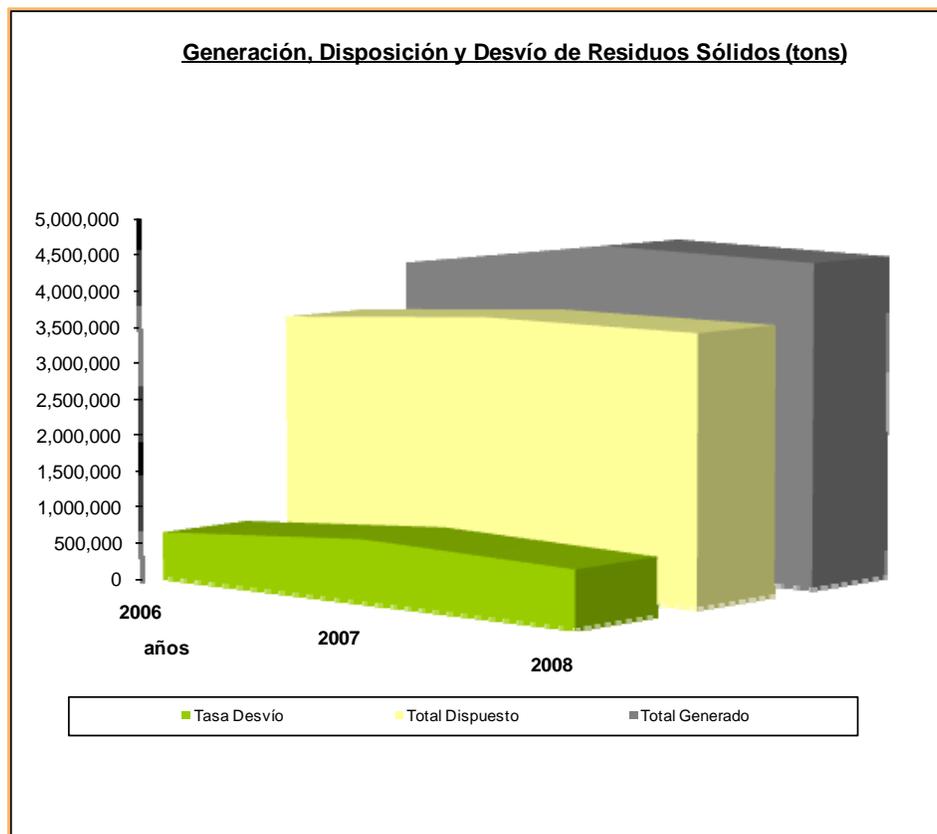
Para cumplir estos propósitos los siguientes indicadores fueron considerados:

- Generación de Desperdicios Sólidos No Peligrosos
- Desvío de Desperdicios Sólidos No Peligrosos
- Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos
- Generación de Desperdicios Sólidos Peligrosos
- Reclamación de Desperdicios Sólidos Peligrosos
- Disposición de Desperdicios Sólidos Peligrosos
- Cantidad de Emergencias Ambientales
- Usos del Suelo en PR por varias Categorías

Asunto: Desperdicios Sólidos No Peligrosos
Indicador: Generación de Desperdicios Sólidos No Peligrosos
Tipo III

Descripción del Indicador:

Este indicador busca determinar, de forma aproximada, la cantidad de desperdicios sólidos no peligrosos que se generan en Puerto Rico como producto de las actividades residenciales, comerciales, institucionales e industriales. Este dato es de suma importancia ya que permite calcular y ponderar, entre otras cosas, lo siguiente: nivel de generación por persona, tasa de recuperación de materiales reciclables, tasa de disposición, vida útil de los Sistemas de Relleno Sanitario y el desempeño de los esfuerzos de reducción implantados por el gobierno y el sector privado. Además, los análisis que se desprenden de este indicador son decisivos para el adecuado diseño, implantación y evaluación de las estrategias de manejo sobre los desperdicios sólidos no peligrosos.



Consideraciones Técnicas:

Este indicador es calculado considerando el total de los materiales recuperados y los materiales dispuestos en los sistemas de relleno sanitario, con relación a la población de Puerto Rico para el año correspondiente. La población utilizada es una proyección del Censo realizado en el año 2000. El indicador es expresado en toneladas (ton).

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

- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en Puerto Rico (Wheran, 2003)
- Censo de Puerto Rico (Año 2000)
- Informes Trimestrales de Empresas de Reciclaje y Centros de Acopio

La generación de residuos del 2006 al 2008 muestra un aumento en el número de toneladas informadas (4,517,138 y 4,458,334 toneladas, respectivamente). La tendencia en el aumento de la generación de residuos se mantiene. Esto en proporción a la tasa de crecimiento poblacional para Puerto Rico, utilizada para estimar la disposición, que aumenta de 0.46 a 0.47.

Benchmark¹⁰ (BM)



Limitaciones del Indicador

Este indicador no mide la generación en el ámbito regional o municipal ya que solo considera la totalidad de los residuos generados en el país. Esta circunstancia provoca que en eventos extraordinarios de generación, como huracanes o demoliciones masivas, pueda alterarse la medición de la generación típica en el país. Además, la tasa de

¹⁰ El instrumento métrico comúnmente usado como referencia para este indicador es el cálculo del número de libras generadas por persona por día dentro de un área determinada. Este acercamiento de medición se hace con el propósito de facilitar el análisis e interpretación del comportamiento social en términos de generación de desperdicios sólidos no peligrosos. Es importante destacar que, para el caso de Puerto Rico, el resultado de este cálculo (6.16 lb/persona/día) se hace considerando la totalidad de los desperdicios que se generan, incluyendo chatarra y desperdicios de construcción y demolición. Este dato considera además el material vegetativo recuperado en los municipios a pesar de ser un estimado, que en ocasiones resulta poco confiable por no contar con una certificación de veracidad.

generación tampoco mide cambios en los patrones de consumo que pueden aumentar o disminuir la generación.

Es importante destacar que medir adecuadamente la generación de desperdicios sólidos no peligrosos en Puerto Rico presenta varias limitaciones, entre estas podemos destacar las siguientes:

- La mayoría de las instalaciones de disposición final no cuentan con instrumentos de medición (balanzas) para determinar por peso las cantidades de desperdicios sólidos no peligrosos que reciben. Esta circunstancia obliga a que dichas instalaciones informen las cantidades que reciben mediante estimados de volumen, los cuales no tienen el grado de certeza o precisión que ofrecen las medidas por peso.
- Uno de los instrumentos más importantes para determinar cantidad, composición y origen de los desperdicios sólidos no peligrosos y, por ende, calcular la tasa de desvío, son los estudios de caracterización. No obstante, lo complejo y costoso de desarrollar estos estudios para toda la Isla dificultan el que se puedan llevar a cabo con regularidad (5 años o menos). Por lo tanto, muchas de las cifras de generación y desvío presentadas se calculan mediante estimados y proyecciones que toman como base los estudios de caracterización anteriores (1993 y 2003) y los datos del Censo.
- Las cifras de desperdicios desviados no recoge el universo de las instalaciones que procesan materiales reciclables ni la totalidad de los materiales que son recuperados. Esto se debe en gran medida a que no todas las instalaciones presentan a tiempo sus Informes Trimestrales de Reciclaje en la Autoridad de Desperdicios Sólidos y los esfuerzos de recuperación de desperdicios especiales, tales como aceites usados y neumáticos desechados, no son recogidos en las cifras de desvío presentadas.

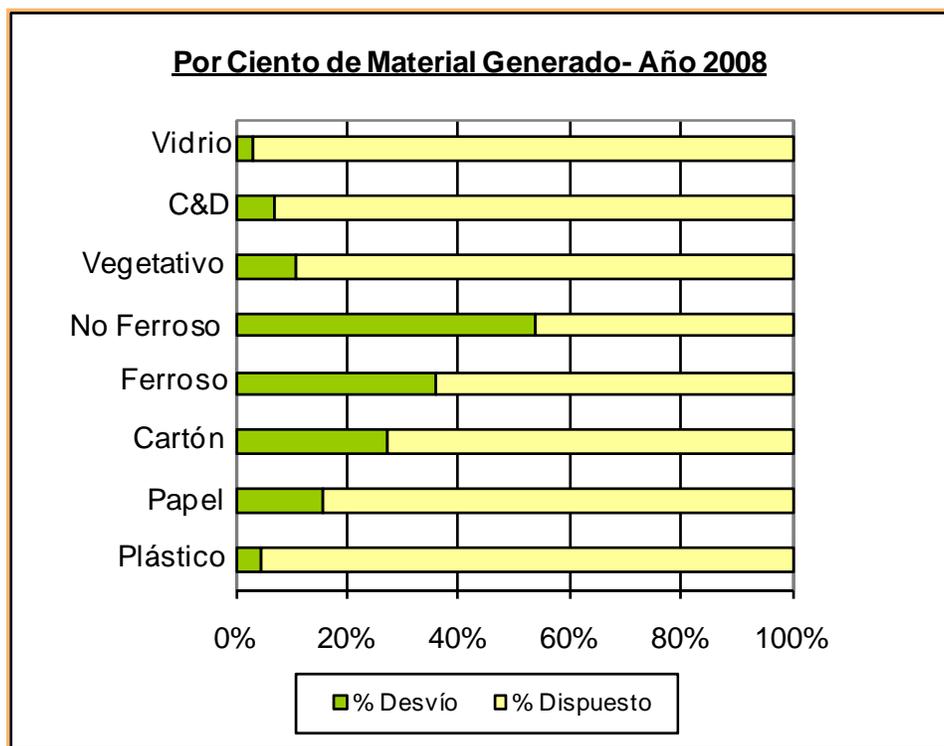
Conclusión y Recomendaciones:

De acuerdo a la población proyectada para 2008 (3,984,888 habitantes) y la generación total estimada (4,458,334 toneladas), la generación promedio en Puerto Rico es de alrededor de 6.16 lb/persona/día. Al comparar este resultado con el "benchmark" (3 lb/persona/día) se evidencia que existe un aumento significativo en la generación de residuos por persona, lo que resulta desfavorable en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos en Puerto Rico. Este resultado no nos conduce a la sustentabilidad, sin embargo, nos brinda un alerta sobre nuestros patrones de consumo y generación, permite hacer comparaciones con condiciones pasadas y a su vez desarrollar estrategias para reducir la generación y alcanzar nuestras metas. Sin lugar a dudas que resulta apremiante educar y fortalecer, en el ámbito residencial, comercial e industrial, sobre las prácticas de reducción en la fuente y el reuso de materiales a fin de revertir los patrones ascendentes de generación.

Asunto: Desperdicios Sólidos No Peligrosos
Indicador: Desvío de Desperdicios Sólidos No Peligrosos Tipo I

Descripción del Indicador:

Este indicador nos permite conocer la cantidad de materiales que son desviados de la corriente de disposición para ser recuperados, procesados y aprovechados nuevamente mediante el reciclaje. Es importante su consideración porque nos ayuda, además, a evaluar la implantación de los programas dirigidos a estos fines y diseñar nuevas estrategias para aumentar la recuperación de estos materiales, reducir la disposición y así cumplir con la política pública sobre el manejo de los desperdicios sólidos.



Materiales Considerados para la Tasa de Desvío			
Material (tons)	2006	2007	2008
Cartón	109,469.44	126,164.35	128,122.56
Papel	61,096.29	62,941.21	68,734.09
Plástico	17,423.50	18,560.43	19,130.18
Vidrio	5,971.95	2,387.17	3,069.40
Aluminio	14,000.31	25,025.48	13,947.54
Hierro y Acero	167,748.90	156,569.45	195,929.73
Otros Metales	42,614.11	29,104.50	33,778.03
Neumáticos	18,937.64	9,807.81	13,990.70
Neumáticos (uso no estructural)	37,035.39	25,370.50	88,747.15
Residuos de Jardinería y Paletas de Madera	20,969.53	62,557.15	91,256.27
Paletas de Madera (reuso)	37,059.34	27,561.70	30,452.76
Equipos Electrónicos	717.78	946.44	1,030.99
Textiles	183.00	1,953.67	2,003.53
Aceite Vegetal	4,106.24	3,101.95	3,421.99
Aceite de Motor	-	5,354.45	7,914.17
Asfalto	32,724.75	27,999.00	38,878.60
Cartuchos de Impresora	17.88	9.32	4.71
Cienos	23,541.65	21,460.03	21,795.75
Hormigón	33,615.60	240,273.00	9,000.00
Lámparas Fluorescentes	1.08	4.92	10.96
TOTAL (tons)	627,233.30	847,152.53	771,219.11
Censo	3,948,044	3,966,375	3,984,888
Tasa de Crecimiento	0.46	0.46	0.47
Disposición (tons)	3,469,158.86	3,669,985.49	3,687,115.10
Recuperado (tons)	627,233.30	847,152.53	771,219.11
Generación (tons)	4,096,392.16	4,517,138.02	4,458,334.21
Tasa Desvío (%)	15.31	18.75	17.30

Consideraciones Técnicas:

El indicador considera la reducción en la fuente, el reciclaje, el reuso y el compostaje de los desperdicios sólidos no peligrosos, con el fin de reducir la disposición en los sistemas de relleno sanitario y evitar su uso en instalaciones de recuperación de energía. Este considera todo material que, en caso de no ser recuperado, sería dispuesto en los sistemas de relleno sanitario del país. El mismo es expresado en por ciento (%).

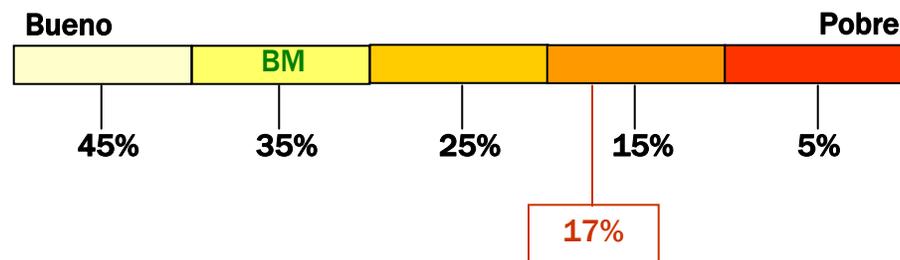
Para su desarrollo se tomaron datos e información de la siguiente fuente:

- Informes Trimestrales de Empresas de Reciclaje y Centros de Acopio

A partir de la recopilación de datos, del 2006 hasta el 2008, se ha observado un aumento en el desvío de los materiales reciclables: de 627,233 a 771,219 toneladas, respectivamente. Materiales tales como los metales (ferrosos y no ferrosos) y el cartón,

encabezan la lista de los materiales desviados de la corriente de residuos que son generados en Puerto Rico. Para el 2008 la cantidad de cartón recuperado corresponde al 27% de la totalidad del cartón generado. Por su parte, los metales ferrosos y no ferrosos desviados para el 2008 corresponden al 36.1% y 54.1%, respectivamente. Materiales tales como el plástico, el vidrio y los escombros de demolición y construcción (C&D) fueron recuperados en menor proporción.

Benchmark (BM)



Limitaciones del Indicador

Medir adecuadamente el desvío de desperdicios sólidos no peligrosos en Puerto Rico presenta varias limitaciones. Entre estas podemos destacar las siguientes:

- La mayoría de las instalaciones de disposición final no cuentan con instrumentos de medición (balanzas) para determinar por peso las cantidades de desperdicios sólidos no peligrosos que reciben. Esta circunstancia obliga a que dichas instalaciones informen las cantidades que reciben mediante estimados de volumen, los cuales no tienen el grado de certeza o precisión que ofrecen las medidas por peso. Conocer con precisión los datos de disposición es de crítica importancia para calcular tanto la tasa de generación como la de desvío.
- Uno de los instrumentos más importantes para determinar cantidad, composición y origen de los desperdicios sólidos no peligrosos y por ende calcular la tasa de desvío, son los estudios de caracterización. No obstante, lo complejo y costoso de desarrollar estos estudios para toda la Isla dificultan el que se puedan llevar a cabo con regularidad (5 años o menos). Por lo tanto, muchas de las cifras de generación y desvío presentadas se calculan mediante estimados y proyecciones que toman como base los estudios de caracterización anteriores (1993 y 2003) y los datos del Censo.
- Las cifras de desperdicios desviados no recoge el universo de las instalaciones que procesan materiales reciclables ni la totalidad de los materiales que son recuperados. Esto se debe en gran medida a que no todas las instalaciones presentan a tiempo sus Informes Trimestrales de Reciclaje en la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

Conclusión y Recomendaciones:

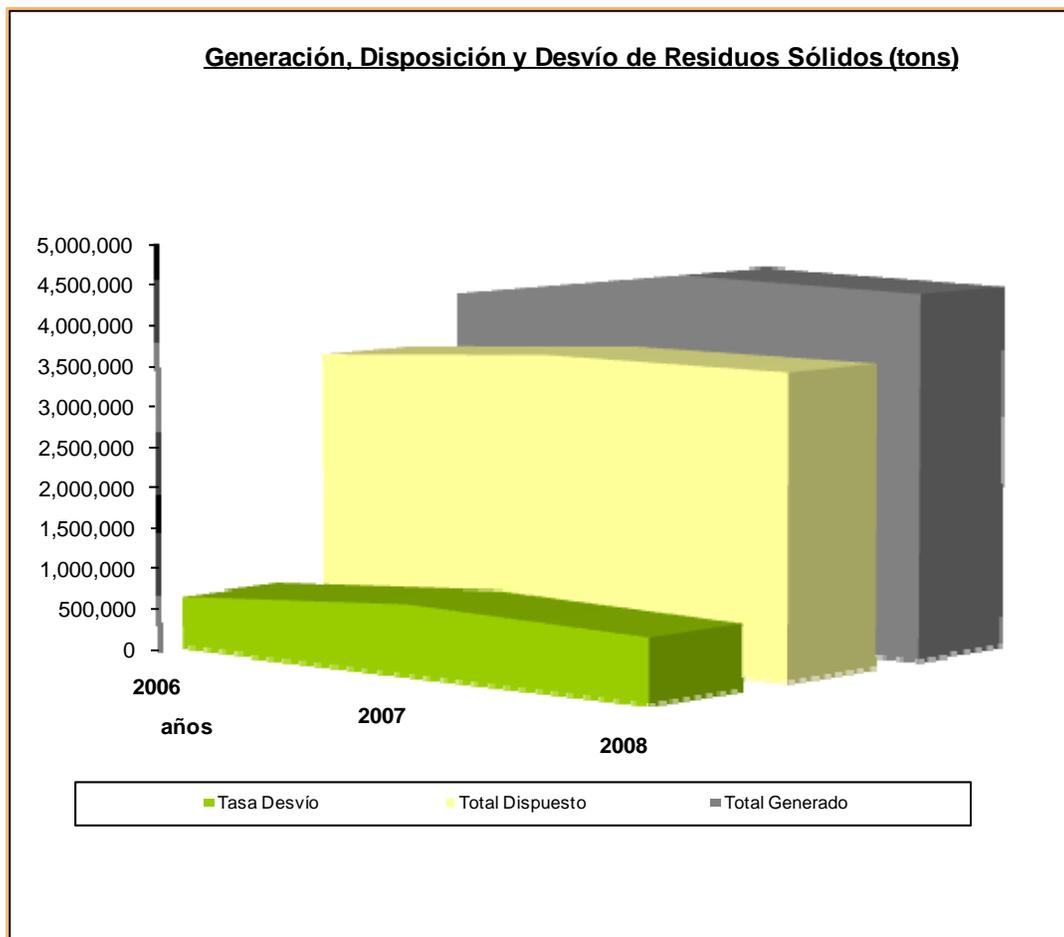
La cantidad de materiales reciclables recuperados en Puerto Rico es de alrededor del 17% (1.07 lb/persona/día) del total de los residuos generados (4,458,334 tons). Al comparar este resultado con el “benchmark” (35%) entendemos que aún no se logra la meta establecida por ley, lo que resulta desfavorable en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos. Los altos niveles de generación de residuos en Puerto Rico y los bajos niveles de recuperación o desvío de materiales reciclables obligan a considerar medidas urgentes para atender este asunto. A estos fines se recomienda tomar acción en los siguientes aspectos:

- Educar para fomentar el hábito ciudadano e institucional de separar los materiales reciclables desde su fuente para facilitar su recogido y procesamiento.
- Expandir y fortalecer los programas de recogido (municipales o del sector privado) para los sectores residencial, comercial, industrial e institucional.
- Desarrollo regional de instalaciones de procesamiento de materiales reciclables (MRF) para el procesamiento y mercadeo de los materiales recuperados.
- Fomentar los mercados para la manufactura de productos (finales o intermedios) con los materiales recuperados mediante la promoción de industrias que cierren el ciclo del reciclaje en Puerto Rico. Además, facilitar la exportación, con infraestructura e incentivos, para aquellos materiales que no puedan reciclarse en la Isla.

Asunto: Desperdicios Sólidos No Peligrosos
Indicador: Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos
Tipo I

Descripción del Indicador:

Este indicador está dirigido a medir la cantidad de desperdicios sólidos no peligrosos que se destinan para su disposición final en Puerto Rico. Los datos de disposición, junto a los de generación y de desvío, nos ofrecen un panorama sobre el comportamiento ciudadano e institucional en cuanto al manejo de los desperdicios sólidos no peligrosos y la respuesta de estos sectores a las estrategias gubernamentales de reducción y reciclaje. La importancia de este indicador es que, no sólo nos ayuda a evaluar los niveles de consumo de la población, sino cuán preparado se encuentra el país para enfrentar los retos, actuales y futuros, del manejo de los desperdicios sólidos no peligrosos en cuanto a la infraestructura requerida para su adecuada disposición.



Consideraciones Técnicas:

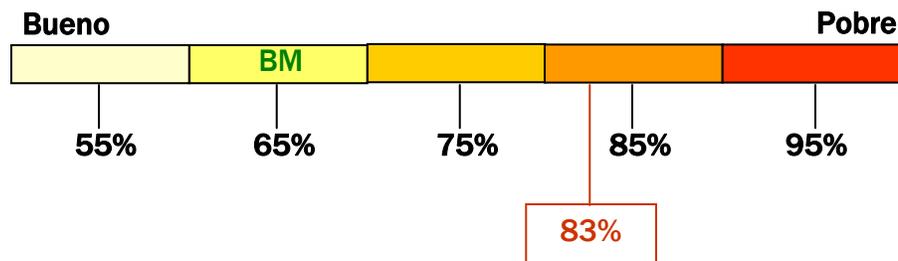
Para el desarrollo de este indicador (cálculo y proyecciones) se tomaron datos e información de las siguientes fuentes:

- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en Puerto Rico. Wheran, 2003
- Censo de Puerto Rico, 2000

El estudio de caracterización de referencia se llevó a cabo en 12 de los 31 sistemas de relleno sanitario en operación. Cuatro de ellos fueron muestreados por segunda vez para considerar el impacto de la disposición de residuos durante los días festivos. Los resultados obtenidos permiten identificar la fuente, los tipos y la cantidad (en peso y volumen) de desperdicios sólidos no peligrosos dispuestos en Puerto Rico. Este indicador es expresado en toneladas (tons).

A partir de la recopilación de datos desde el 2006 hasta el 2008, se ha observado un aumento de aproximadamente 217,956 toneladas en la disposición de los residuos sólidos. Los datos calculados para el 2006 representan alrededor de 3,469,159 toneladas de residuos dispuestos, mientras que para el 2008 la cifra aumentó a 3,687,115 toneladas. A pesar de la diferencia observada, podría considerarse que la disposición de residuos no ha tenido aumentos significativos en los últimos años.

Benchmark (BM)



Limitaciones del Indicador

Medir adecuadamente la disposición de desperdicios sólidos no peligrosos en Puerto Rico presenta varias limitaciones, entre estas podemos destacar las siguientes:

- La mayoría de las instalaciones de disposición final no cuentan con instrumentos de medición (balanzas) para determinar por peso las cantidades de desperdicios sólidos no peligrosos que reciben. Esta circunstancia obliga a que dichas instalaciones informen las cantidades que reciben mediante estimados de volumen, los cuales no tienen el grado de certeza o precisión que ofrecen las medidas por peso.

- Las cifras presentadas de disposición de desperdicios sólidos no peligrosos se basan en los datos del 2003, año en que se realizó un muestreo durante dos semanas en los sistemas de relleno sanitario de Puerto Rico. Su proyección a años posteriores está directamente relacionada con el crecimiento poblacional.

Conclusión y Recomendaciones:

De acuerdo a la cantidad de materiales reciclables recuperados y la generación estimada, la disposición promedio en Puerto Rico es de 83% (5.1 lb/persona/día) del total de los residuos generados (4,458,334 tons). Al comparar este resultado con el “benchmark” (65%) entendemos que existe una brecha negativa en cuanto al por ciento de disposición de residuos, lo que resulta preocupante en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos. Este resultado no es favorable para la sustentabilidad del país, sin embargo, nos brinda un alerta sobre nuestros niveles de disposición, para de esta forma, desarrollar estrategias para reducir la generación y aumentar la recuperación de residuos reciclables. Con el fin de revertir los patrones ascendentes de disposición, a continuación recomendamos dirigir esfuerzos en los siguientes aspectos:

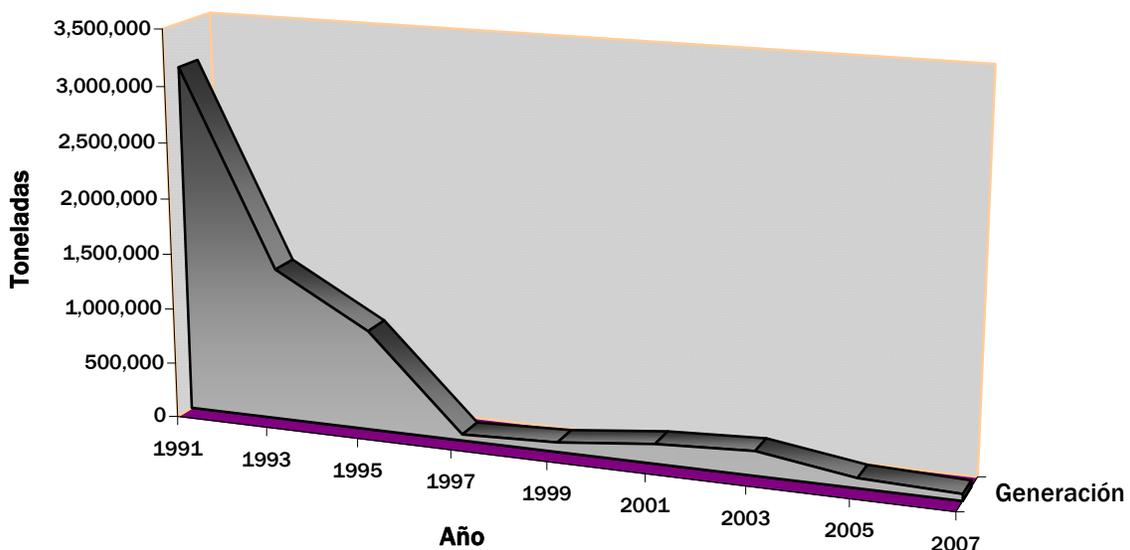
- Educar y fortalecer, en el ámbito residencial, comercial e industrial, sobre las prácticas de reducción en la fuente y el reuso de materiales a fin de mermar la tasa actual y tendencias en la generación de residuos.
- Educar para fomentar el hábito ciudadano e institucional de separar los materiales reciclables desde su fuente para facilitar su recogido y procesamiento.
- Expandir y fortalecer los programas de recogido (municipales o del sector privado) para los sectores residencial, comercial, industrial e institucional.
- Desarrollar instalaciones regionales de procesamiento de materiales reciclables (MRF) para el procesamiento y mercadeo de los materiales recuperados.
- Fomentar los mercados para la manufactura de productos (finales o intermedios) con los materiales recuperados mediante la promoción de industrias que cierren el ciclo del reciclaje en Puerto Rico. Además, facilitar la exportación, con infraestructura e incentivos, para aquellos materiales que no puedan reciclarse en la Isla.
- Implantar con rigor la reglamentación ambiental a los SRS y procurar que incorporen, en el precio por disposición, los verdaderos costos de operar y mantener en cumplimiento estas instalaciones. No pueden despegar los esfuerzos de reciclaje mientras los costos de disposición sean menores a los del reciclaje. La falta de controles ambientales, las pobres prácticas de manejo y el uso de equipo inadecuado en la operación de los SRS conducen a que los precios por disposición se mantengan bajo los niveles que en realidad deberían encontrarse.

Asunto: Desperdicios Sólidos Peligrosos
Indicador: Generación de Desperdicios Peligrosos
Tipo II

Descripción del Indicador:

Este indicador va dirigido a medir la cantidad 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 en el ámbito 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.

Generación de Desperdicios Peligrosos



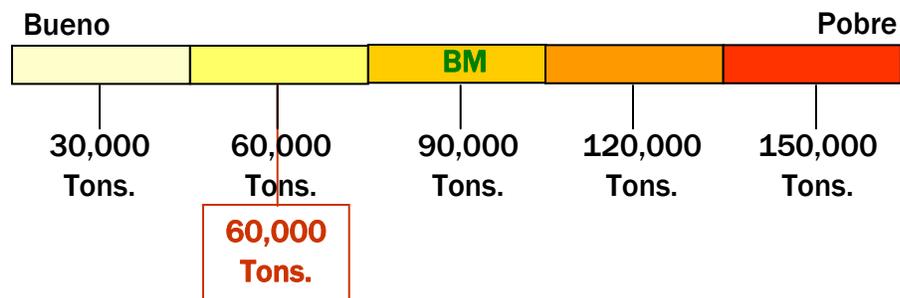
Consideraciones Técnicas:

Los datos para el estudio y análisis de este indicador son tomados del Informe Bienal sobre DS publicado por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), los cuales son rendidos por todas las entidades en Puerto Rico clasificadas como:

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

El Informe Bienal recoge la cantidad, naturaleza y métodos de disposición de los DP 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 Junta de Calidad Ambiental por medio de los informes que, por requerimiento reglamentario, le son exigidos presentar cada 2 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 utilizó de referencia los datos del Informe Bienal sobre los DP de los años **1991 al 2007**.

Benchmark ¹¹ (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 DP (entidades que generan entre 220 lbs. (100 Kg.) a 2,200 lbs. (1,000 Kg.) al mes)

¹¹ 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 imposibilitaban hacer comparaciones con Informes Bienales anteriores al 2005.

- Generadores Condicionalmente Exentos (entidades que generan hasta 220 lbs. (100 Kg.) al mes)
- Desperdicios peligrosos generados residencialmente

No obstante esta limitación, se debe destacar que las entidades clasificadas como Grandes Generadores y los TSD constituyen la principal y mayor fuente de manejo de los DP en Puerto Rico, por lo que los datos ofrecidos en el Informe Bial arrojan cifras representativas para analizar este indicador.

Conclusión y Recomendaciones:

En PR los patrones de generación de desperdicios peligrosos presentan una tendencia irregular en término de volumen generado y de cuantas 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 2007 no estuvieron obligadas a someter el informe y, por otro lado, pequeños generadores que por un evento fortuito si excedieron la cantidad permitida y se vieron obligados a someter el mismo. Para el año 2005 un total de 86 compañías sometieron el informe bial registrando una generación de 87,501 toneladas de desperdicios peligrosos, sin embargo, para el 2007 el total de compañías que sometieron el informe fue de 104, un 17% más que para el informe anterior. La cantidad informada de desperdicios peligrosos para el 2007 disminuyó en un 31% ya que se registraron 60,041 toneladas. 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) ya que informaron mas compañías. En términos generales, se disminuyó la cantidad generada de desperdicios peligrosos.
- 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”)
- Procesos de limpieza debido a cese de operaciones

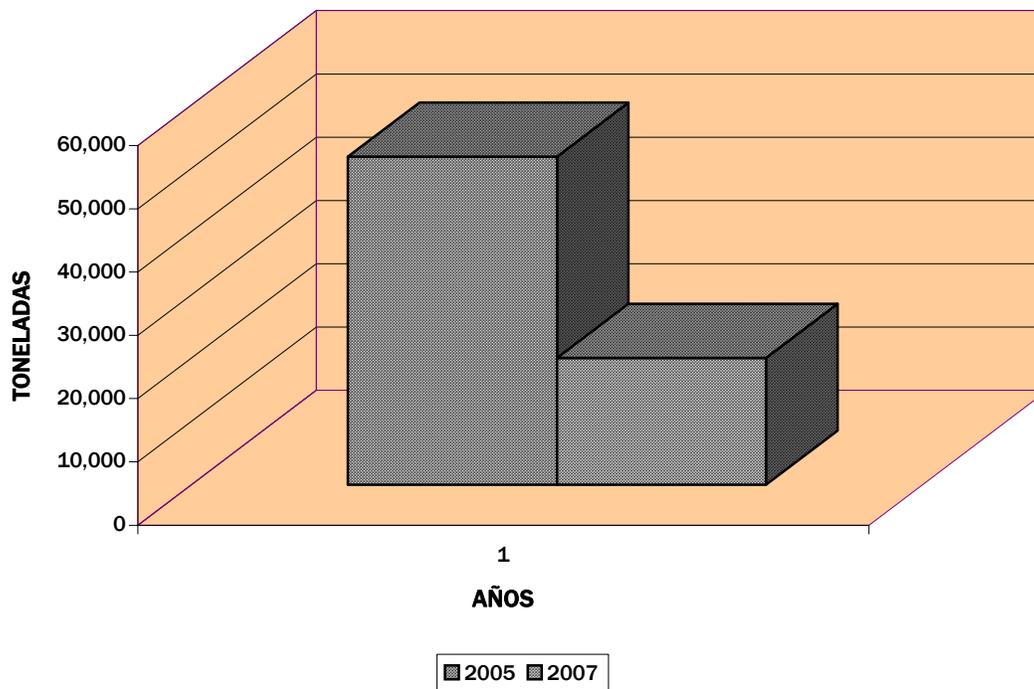
Se espera que para el informe bial 2010 se registre una cantidad menor de desperdicios peligrosos ya que la EPA modificó la definición de desperdicio sólido. La regla final de la nueva definición de desperdicio sólido fue firmada el 7 de octubre de 2008 y fue efectiva el 29 de diciembre de 2008. EPA establece que el propósito de enmendar la definición es fomentar la reclamación de los materiales secundarios peligrosos. Para evitar una duplicidad de interpretación entre la EPA y la Junta de Calidad Ambiental se tendría que, mediante una resolución, adoptar los cambios realizados a la

misma. Por otro lado se espera que para el 2010 se haya enmendado nuestro reglamento para excluir como desperdicio peligroso a las lámparas fluorescentes, plaguicidas y baterías.

Entre las recomendaciones hechas a la comunidad regulada para lograr una reducción en el volumen generado de desperdicios peligrosos están: 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: 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.

DESPERDICIOS DISPUESTOS - CANTIDAD

Consideraciones Técnicas:

Los datos para el estudio y análisis de este indicador son tomados del Informe Bienal sobre Desperdicios Peligrosos publicado por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), los cuales son rendidos por todas las entidades en Puerto Rico clasificadas como:

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

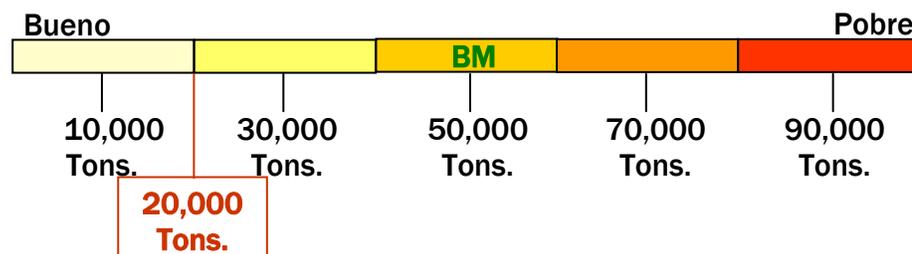
El Informe Bienal recoge la cantidad, naturaleza y métodos de disposición de los desperdicios peligrosos generados o manejados en las áreas bajo la jurisdicción de la EPA y es sometido electrónicamente a ellos. Para el caso de Puerto Rico, copia de los reportes bienales son sometidos a la Junta de Calidad Ambiental 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 utilizó de referencia los datos del Informe Bienal sobre los desperdicios peligrosos de la EPA de los años 2005 y 2007.

Para el 2005, de 87,501 toneladas de desperdicios peligrosos generados, 51,833 fueron dispuestas para un 59%; mientras que para el 2007 de un total de 60,041 toneladas generadas se dispusieron 20,066 para un 33%.

Es importante indicar que la única facilidad comercial en Puerto ha disminuido considerablemente sus operaciones de manejo, por lo tanto, las cantidades que se reportaban como transferencia y almacenaje por esta facilidad, que se consideraban un método de disposición pudieran estar siendo adjudicadas en otros renglones o manejadas fuera de la Isla.

Benchmark ¹² (BM)



¹² 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.

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 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 Bienal 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 2007 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.

Conclusión 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 y exclusión de desperdicios de su clasificación de peligrosos, y por los planes efectivos de reducción de desperdicios peligrosos implementados por las compañías.

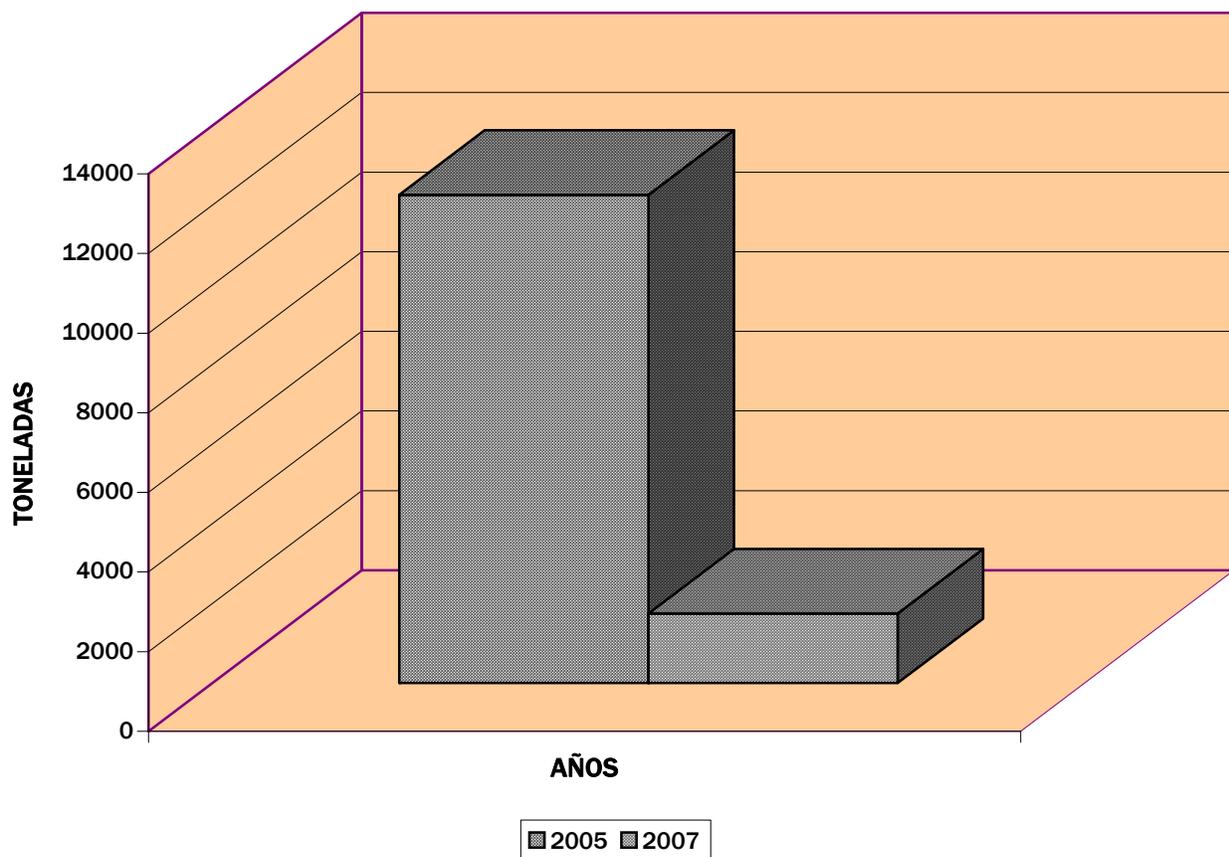
Se espera que las compañías clasificadas como grandes generadores de desperdicios peligrosos evalúen sus procesos de manufactura y minimicen el uso de sustancias que, al momento de descartarse, se conviertan en desperdicios peligrosos.

Asunto: Desperdicios Sólidos Peligrosos
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, como por ejemplo, la recuperación de metales, mezcla de combustibles para generación de energía, re-uso de alcohol por grado de pureza y unidades de tratamiento permitidas.

DESPERDICIOS PELIGROSOS RECLAMADOS



Consideraciones Técnicas:

Los datos para el estudio y análisis de este indicador son tomados del Informe Bienal sobre Desperdicios Peligrosos publicado por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), 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 y es sometido electrónicamente a ellos. Para el caso de Puerto Rico, copia de los reportes bienales son sometidos a la Junta de Calidad Ambiental 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 utilizó de referencia los datos del Informe Bienal sobre los desperdicios peligrosos de la EPA de los años 2005 y 2007. Para el año 2005, de las 87,501 toneladas generadas, fueron reclamadas 12,262 para un 14%.

Sin embargo, para el 2007 el total de compañías que sometieron el reporte fue de 104, 18 más que para el reporte anterior, mientras que la cantidad reportada de desperdicios peligrosos generadas totalizó 60,041 toneladas disminuyendo en un 31%.

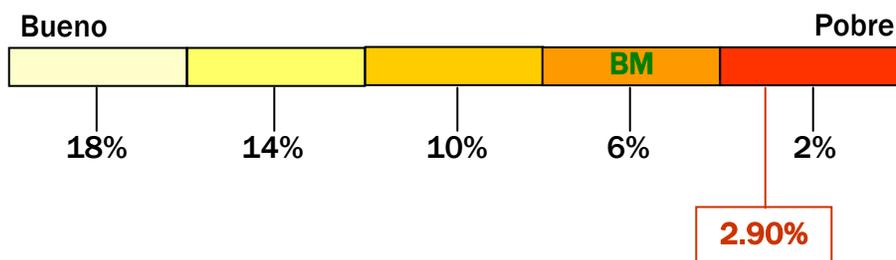
De un total de 60,041 toneladas generadas, se reclamaron 1,746 para un 2.90%. Hubo una diferencia en generación de 27,460 toneladas de desperdicios peligrosos y de reclamación de 10,516 toneladas.

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

- a. Cambios en la reglamentación y exclusión de ciertos desperdicios de su clasificación de Desperdicios Peligrosos (comparable fuels); recuperación de plata (sustitución de equipo) ya que reportaron mas compañías pero, en términos generales, se disminuyó la cantidad generada de desperdicios peligrosos.
- b. 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.

- c. 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 amerite necesario (ejemplo: “sandblasting”)
- d. Procesos de limpieza debido a cese de operaciones

Benchmark ¹³ (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 P. R. para el manejo de sus desperdicios peligrosos.

Esta limitación, debe destacar que las entidades clasificadas como Grandes Generadores y los TSD 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 se debe indicar es que los métodos de manejo se han ido segregando de manera más específica ya que para el año 2005 estaba identificado como reclamación los renglones de recuperación de solventes, mezcla de solventes y recobro de energía, mientras que para el 2007 se eliminaron los renglones de recobro de energía, mezcla de solventes (fuel blending) dejando solamente el renglón de recuperación de solventes.

¹³ 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.

Conclusión 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 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.

Se recomienda que la Junta de Calidad Ambiental enmiende la reglamentación para excluir como desperdicio peligroso a las lámparas fluorescentes y que revise la definición de desperdicio sólido.

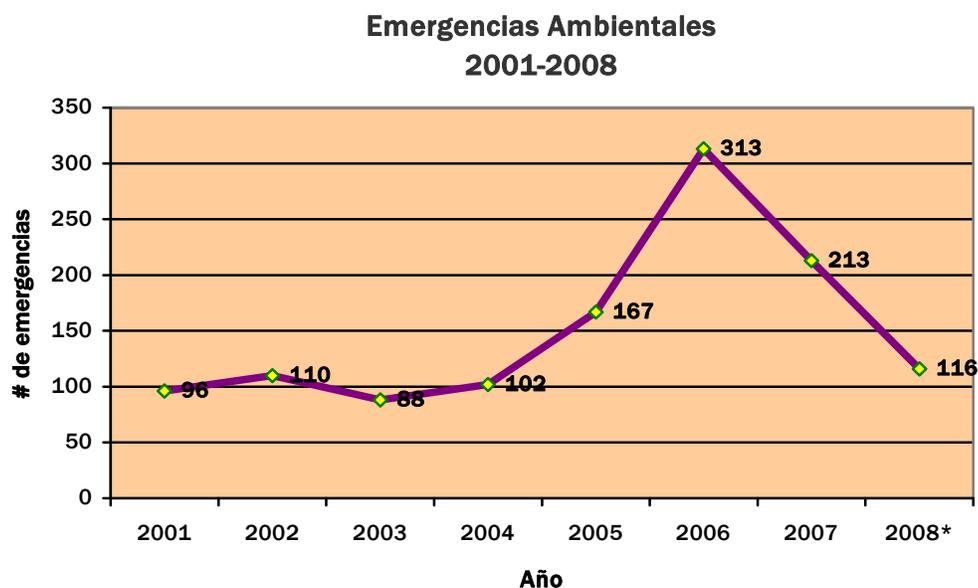
Asunto: Emergencias Ambientales
Indicador: Cantidad de Emergencias Ambientales
Tipo I

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. Además, su calidad, abasto y conservación resultan esenciales para mantener la salud pública y sostener la biodiversidad, así como también 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 a la que el país estaría expuesto bajo diferentes escenarios.

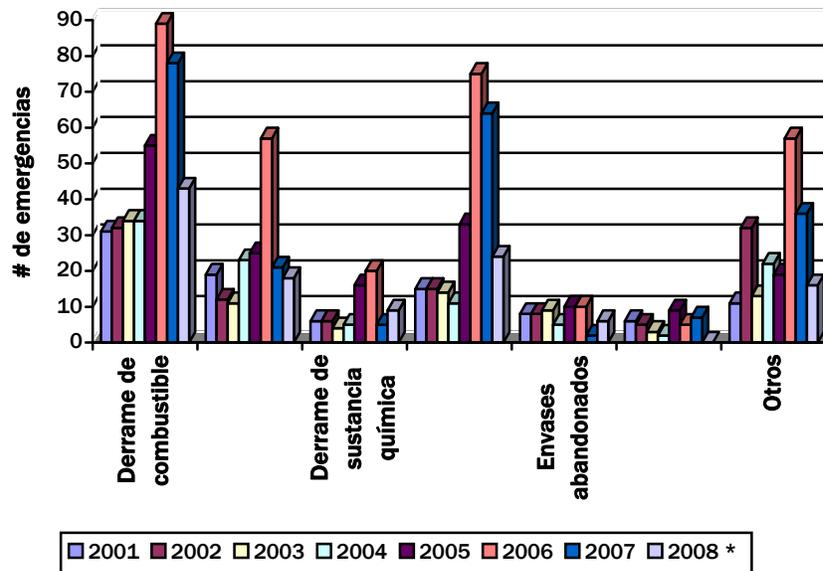
Consideraciones Técnicas:

La cantidad de incidentes ambientales en Puerto Rico se mide mediante la sumatoria de los incidentes registrados anualmente. Las gráficas que se incluyen muestran los incidentes clasificados como emergencias ambientales durante los años 2001 al 2008 y el número de casos por tipo de incidente.



* Estos datos no incluyen la respuesta a incidentes por parte de las Oficinas Regionales de la JCA

Emergencias Ambientales 2001-2008



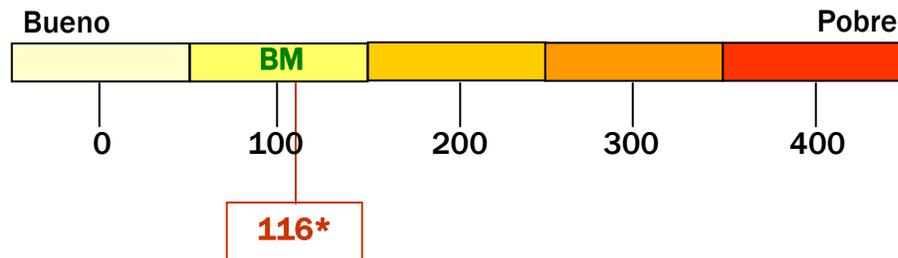
Es * Estos datos no incluyen la respuesta a incidentes por parte de las Oficinas Regionales de la JCA. El promedio de incidentes reportados desde el 2001 al 2004 muestra una tendencia uniforme con fluctuaciones leves, mientras que del 2004 al 2006 se observa un ascenso dramático. Aunque para el 2008 se registra una reducción de casi 200 casos con respecto al año 2006 (116 vs. 313 casos), esta cifra se mantiene todavía sobre el promedio a la incidencia de casos en los primeros 5 años de la década. Cabe señalar que los datos del 2008 no incluyen las respuestas a incidentes por parte de las oficinas regionales de la JCA. Son varios los factores que pueden haber sido influyentes en el número de casos registrados. Por ejemplo, la población ha tomado mayor conciencia y su participación en la gestión ambiental es más notable, por lo que, se puede inferir que este es uno de los factores causantes de que se informen un mayor número de incidentes.

Por otro lado, existen variables que directa o indirectamente ejercen presión y actúan significativamente 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 inducir a 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 cuales de estos incidentes han causado un impacto ambiental y cuales son incidentes menores con un impacto menos agresivo hacia la salud pública y el ambiente.

Benchmark¹⁴ (BM)



* Estos datos no incluyen la respuesta a incidentes por parte de las Oficinas Regionales de la JCA

Conclusión 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, por su naturaleza, muchas veces son impredecibles, no obstante, es importante mantener prácticas de educación y prevención en las áreas de trabajo que manejan sustancias peligrosas a fin de minimizar los riesgos a estos eventos. También se debe mantener un programa rutinario de inspección de la infraestructura e instalaciones asociadas a sustancias peligrosas de manera que se pueda detectar a tiempo posibles fallas o causas que puedan desembocar en una emergencia ambiental.

¹⁴ Se toma como referencia de BM la cifra redondeada de los casos informados para el año 2001.

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 por diferentes categorías. Las categorías incluidas son las siguientes: áreas desarrolladas, áreas bajo riesgo de inundación, áreas de valor natural, áreas de valor agrícola y áreas de riesgo a deslizamientos. 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, áreas naturales y de valor agrícola disponibles, áreas vulnerables a riesgos naturales y terrenos disponibles para satisfacer necesidades futuras. Los componentes de este importante indicador muestran una radiografía de los usos del suelo del país. El indicador refleja también el consumo de los terrenos y la extensión del desarrollo urbano, al igual que la magnitud del cambio en los usos del suelo. También 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 Junta de Planificación, por medio de su Oficina de Sistemas de Información, es la agencia a cargo de manejar y suministrar los datos que alimentan este indicador. Los mismos están basados en el Plan de Uso de Terrenos (PUT), revisado en 2008.

Áreas Desarrolladas:

Los componentes del área desarrollada son el suelo urbano y el suelo urbano atípico desarrollado. El suelo urbano es una clasificación de los planes territoriales. Está constituido por los terrenos que cuentan 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. Asimismo, estos suelos suelen estar comprendidos en áreas consolidadas por la edificación.

Los terrenos clasificados como suelo urbano atípico son para usos que, por su propia naturaleza, no son compatibles con usos típicos urbanos, como es el residencial. Incluye, además, las áreas desarrolladas (suelo urbano atípico desarrollado) que, generalmente, están rodeadas por suelo rústico, las cuales demuestran ser producto de un proceso urbanizador.

**Tabla 1: Área Desarrollada (2008)
Puerto Rico**

Clasificación	Total en cuerdas
Suelo Urbano	326,759
Suelo Urbano Atípico Desarrollado	38,651
Gran Total	365,410
Total PR	2,274,528

Análisis:

El área desarrollada, de acuerdo al PUT revisado 2008, consiste de la clasificación de Suelo Urbano y Suelo Urbano Atípico Desarrollado. El suelo urbano (SU) incluye los terrenos que están completamente desarrollados en las áreas urbanas. El SUAD incluye las comunidades que no forman parte del área urbana principal del municipio pero están construidas. El primero, (SU), comprende 326,759 cuerdas, y el segundo, (SUAD), 38,651 cuerdas, para totalizar 365,410 cuerdas. El área desarrollada ocupa, por lo tanto, el 16 % del total de cuerdas de la isla, o sea, 2,274,528 cuerdas. No obstante, si se incluyen todas las áreas desarrolladas ubicadas en sectores rurales, el por ciento sería mayor. Es necesario incluir todas las construcciones realizadas para tener el cuadro real del área desarrollada. De hecho, el que algunos tipos de suelos sigan perdiendo cada vez más terrenos se ha atribuido principalmente al continuo crecimiento de las áreas desarrolladas. La reducción de las áreas de alto valor agrícola y las de valor natural no protegidas se debe a la competencia que representan los proyectos de desarrollo urbano, tanto en áreas urbanas como rurales. Es por eso que es imperioso asegurar una utilización racional de nuestros suelos, administrando en forma balanceada el uso y conservación de este importante recurso.

Áreas Bajo Riesgo de Inundaciones:

A lo largo de toda la isla se encuentran terrenos que, en mayor o menor grado, son afectados por inundaciones cuando ocurren eventos de fuertes lluvias. A fin de garantizar la protección de la vida y la propiedad, es imperioso tomar medidas dirigidas a prevenir situaciones que pueden resultar en pérdidas económicas innecesarias. La Junta de Planificación de Puerto Rico (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 Junta de Planificación, mediante resolución del 8 de abril de 2005, adopta la 6ta revisión del Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13), sustituyendo así el anterior Reglamento de Zonas Susceptibles a Inundaciones. A la misma vez adopta los Mapas sobre Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) preparados por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) en sustitución de los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones. Con las nuevas enmiendas se adoptan también las nuevas clasificaciones incluidas en el FIRM para los terrenos bajo riesgo de inundaciones. Estas son las siguientes:

- **Cauce Mayor** - Incluye los terrenos que ubiquen dentro de los límites del cauce mayor (Floodway)
- **Zona AE** - Área de riesgo a inundación con período de recurrencia de 100 años, determinada por métodos específicos y para la cual se indican las elevaciones de la inundación base.
- **Zona 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.
- **Zona AO** - Área de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual la profundidad de la inundación base fluctúa entre un pie y tres pies, derivado del análisis de un estudio detallado.
- **Zona VE** - Área costanera de alto peligro de inundación por marejadas con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base.

**Tabla 2: Estimados de las áreas de Riesgo de Inundación
Puerto Rico**

Zonas	Area en Cuerdas
AE(Cauce Mayor)	84,000
AE(Fuera cauce mayor)	257,082
A	59,432
AO	2,464
VE	17,080
Total	420,058

Análisis:

La cantidad de terrenos propensos a alto riesgo de inundaciones es considerable en Puerto Rico. Se trata de 420,058 cuerdas si se incluyen todas las clasificaciones, lo que equivale a un 18% del total del territorio de la isla. En estas se incluyen las 358,162 cuerdas que comprenden aquellas que están dentro del cauce mayor (84,000) y las que están fuera del cauce mayor (257,082), así como las áreas costeras inundables (17,080). Estos 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.

Áreas de Valor Natural:

Las Áreas de valor natural incluyen las reservas naturales y otras áreas no protegidas con valor natural. Las áreas de reserva natural (protegidas) son aquellas designadas mediante resolución de la Junta de Planificación, por recomendación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) o de cualquier agencia federal, que por sus características físicas, ecológicas, geográficas y por el valor social de los recursos naturales existentes en ellas, ameritan su conservación, preservación o restauración a su condición natural. Se está trabajando en la revisión de la composición de las áreas naturales así como la cuantificación exacta de sus componentes.

**Tabla 3: Áreas de Valor Natural
Puerto Rico**

Componentes	Cantidad (Cuerdas)	Por ciento
Áreas de Valor natural Protegidas	238,149	11.00
Áreas de valor Natural sin manejo o protección	463,843	23.00
Total Áreas de Valor Natural	701,992	30.88
Gran Total Suelos Puerto Rico	2,274,528	100.00

Análisis:

El total de cuerdas con valor natural es de 701,992, lo que equivale a aproximadamente 31%. Las áreas protegidas que se incluyen en las reservas naturales constituyen 238,149 cuerdas. Estas representan el 11% del total de cuerdas de PR.

Todavía Puerto Rico posee una cantidad razonable de terrenos con valor natural. No podemos dejar que estos disminuyan. Es necesario preservar para las generaciones futuras el disfrute de estos recursos naturales.

Áreas 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 (19,819 cuerdas) y la de alta susceptibilidad (69,175 cuerdas) para un total de 88,994 cuerdas. Esto representa el 4 % del total del territorio de PR.

Estas áreas críticas deben de ser atendidas adecuadamente mediante programas de intervención y de orientación a la ciudadanía. Es necesario la elaboración de proyectos que atiendan adecuadamente estas áreas de gran peligrosidad en Puerto Rico.

**Tabla 4: Áreas con Riesgo de Deslizamiento
Puerto Rico**

Tipo de Deslizamiento	Cantidad (Cuerdas)
Mayor Susceptibilidad a Deslizamiento	19,819
Alta Susceptibilidad a Deslizamiento	69,175
Baja Susceptibilidad a Deslizamiento	882,424
Moderada Susceptibilidad A Deslizamiento	1,283,755
Total PR	2,255,173

Análisis:

El total de cuerdas localizadas en zonas de alta peligrosidad a deslizamientos es alto (88,994 cuerdas). Es necesario atender a la población que reside en estas áreas. El sector de deslizamientos moderado representa el 57% del total de terrenos. Esto representa 1,283,755 cuerdas. Hay que atender a la población que reside en áreas de alta peligrosidad elaborando programas de mitigación, orientación y relocalización.

Áreas de Valor Agrícola:

Los terrenos con valor agrícola, de acuerdo al PUT revisado (2008), son 677,966 cuerdas. Esto representa el 30% del total de cuerdas de PR. Los terrenos con valor agrícola incluyen los de capacidad agrícola de 1-4. 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 el 2007 de acuerdo al Censo Federal de 2007. Esto contrastó con las 865,478 del 1998 y 690,657 del 2002. Esto constituye una merma de 307,946 en una década. El total de cuerdas situadas en las Reservas Agrícolas hasta el 2007 era de 154,110 (Tabla 5). Esto representa el 22% del total de cuerdas con valor agrícola. Se aprobó en este año la Reserva Agrícola del Sur (Ley 242 de 2008) la cual agregará aproximadamente 65,000 cuerdas adicionales. Los Planes Territoriales Municipales protegen también las áreas agrícolas mediante clasificaciones agrícolas y otras calificaciones especiales.

Tabla 5: Terrenos Agrícolas Protegidos PR

Reserva Agrícola	Área (cuerdas)	Municipios
Valle de Lajas	51,900	Lajas, Cabo Rojo, Sabana Grande, y Guánica
Valle del Río Guanajibo	11,800	San Germán, Hormigueros y Cabo Rojo
Valle del; Río Grande de Añasco	8,460	Añasco, Mayagüez
Valle del Coloso	4,300	Aguada, Aguadilla y Moca
Valle del Río Cibuco	1,650	Corozal
Valle Yabucoa	8,000	Yabucoa

Valle de Vega Baja	3,000	Vega Baja
Corredor Agrícola de la Costa Sur *	65,000	Sabana Grande,-Patillas
Total Áreas Valor Agrícola Protegidas	154,110	
Total Áreas Valor Agrícola Fuera de Reservas agrícolas	523,856	
Total áreas de valor agrícola	677,966	

* En proceso de delimitación.

Análisis:

Dado la pérdida de terrenos dedicados a la agricultura en la pasada década, los cuales alcanzaron 308,000 cuerdas (36%) del total en 1998, es urgente que se tomen medidas adecuadas para proteger las tierras agrícolas del país. La implantación del corredor del sur aumentará el total de áreas protegidas a 154,110 cuerdas (22%) del total de cuerdas con valor agrícola. La seguridad alimentaria del país debe ser considerada con prioridad a la hora de elaborar los planes de uso en proceso de implantación.

Tabla 6: Resumen Usos de Suelo de PR

Componentes	Cantidades	Por cientos
Áreas Desarrolladas	365,410	16.00
Alto Riesgo A Inundaciones	257,082	12.00
Áreas con Alta Peligrosidad A Deslizamientos	71,156	3.15
Áreas con Valor Agrícola	612,966	30.00
Áreas de Valor Natural	701,992	30.88

Benchmark:

La Junta de Planificación esta trabajando todavía en el desarrollo de criterios e indicadores de desarrollo sostenible en el contexto del Plan de uso de Terrenos de Puerto Rico. Estos deberán incluir la medición cualitativa y cuantitativa de los indicadores incluyendo los “benchmark” o estimaciones mínimas y máximas aceptadas.

Limitaciones del Indicador:

La principal limitación del indicador lo representa la frecuencia y prontitud con la que se puede reconocer y calcular los cambios en el uso del suelo. La intensa labor de reconocimiento y digitalización de los usos del suelo dificulta llevar un rastreo temprano de los cambios que ocurren sobre el terreno. Entendemos sin embargo, que los datos presentados ofrecen un cuadro razonable y actualizado sobre la utilización del suelo en Puerto Rico para el año de este informe. La excepción a esto fue el área desarrollada rural que no fue posible estimarla totalmente, ya que solo se incluyó Suelo Urbano Atípico Desarrollado.

Conclusión y Recomendaciones:

Un análisis de los diferentes componentes del indicador de usos del suelo, inevitablemente nos debe llevar a la conclusión de que se debe prestar especial atención a la manera que se utiliza y se maneja el suelo en el país. Sobre todo, tomando en consideración que nuestra condición de Isla impone unas restricciones en términos de posibilidades de expansión que no se pueden obviar. De acuerdo con los datos recopilados por la Junta de Planificación, las áreas desarrolladas representan alrededor de un 16% del total del territorio de la isla. Si se toma en consideración las áreas desarrolladas no contabilizadas en sectores rurales, este por ciento aumentará aún más. No obstante, cada vez más se evidencia la expansión continua de esas áreas debido a la creciente tendencia de comprometer las tierras para usos residenciales y comerciales. Es motivo de particular preocupación el hecho de que una parte considerable de estas tierras son de valor agrícola y están ubicadas en los llanos costeros o valles del interior. Factores como la alta dependencia del país de los alimentos importados, así como la crisis alimentaria que, según la Organización de las Naciones Unidas, amenaza a gran parte de la población mundial, deben llevarnos a repensar todo lo relacionado al uso de los suelos en Puerto Rico. La pérdida de 307,946 cuerdas de terrenos agrícolas en sólo una década debe ser una señal de alarma que se debe tomar muy en serio, pues, pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo del país y pone en precaria los recursos que necesitan las próximas generaciones de puertorriqueños para su sostenimiento. Es por eso que es necesario aumentar las reservas agrícolas del país dentro de los planes de usos de terrenos que se elaboren, tanto en el ámbito municipal como regional.

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. En ese sentido es preciso establecer programas de relocalización de familias y construcción de diques y otras obras de infraestructura dirigidas al control de inundaciones. Paralelamente se debe 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. Finalmente, la adopción de un Plan de Uso de Terrenos puede resultar un instrumento de planificación efectivo para el manejo eficiente de los suelos en Puerto Rico.



Asegurando el Futuro

Uno de los elementos que menos atención ha recibido dentro de la gama de contaminantes que afectan nuestro medio ambiente es el ruido. Esto se debe, posiblemente, a que no es algo que se puede ver, tal como se ve a simple vista la contaminación del agua, del aire o del suelo, por lo que se le ha subestimado durante mucho tiempo. Sin embargo, las crecientes molestias causadas por el ruido en nuestras congestionadas áreas urbanas, así como sus efectos adversos sobre los diferentes organismos vivos, han logrado elevar el nivel de conciencia en torno a este problema y han movido a diversas entidades a tomar acciones encaminadas a resolver o minimizar el problema de la contaminación por ruido.

En Puerto Rico, la entidad a cargo de dirigir y coordinar los esfuerzos a esos efectos es la Junta de Calidad Ambiental (JCA). A través de su brazo operacional, que es el Área de Control de Ruidos, la JCA vela por el cumplimiento de lo que dispone el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido de 24 de febrero de 1987. El Área de Control de Ruidos es también responsable de realizar los estudios necesarios para evaluar la problemática del ruido, así como hacer las recomendaciones correspondientes para promover la más efectiva implantación de la política pública ambiental. Lleva a cabo asimismo, actividades de orientación y concienciación a la comunidad, evaluaciones de documentos ambientales y de planes de cumplimiento, inspecciones de querellas por ruido, así como otras actividades dirigidas a lograr la disminución o eliminación de los ruidos nocivos a la salud y al bienestar público. Los estudios y observaciones que efectúa el Área de Control de Ruidos periódicamente, demuestran que las principales fuentes de ruido en el país siguen siendo los medios de transportación, tanto terrestre como aéreo, las maquinarias utilizadas en las industrias y los comercios y la amplificación de sonidos con propósitos comerciales y de recreación. No se puede obviar el ruido proveniente de los equipos de música instalados en los hogares y en los automóviles, los cuales aportan también a los niveles de contaminación sonora que se experimenta en las zonas residenciales.

Aunque hay que admitir que hoy existe más conciencia ciudadana en cuanto a la problemática del ruido de lo que había cuando se promulgó el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido en el 1987, aún falta mucho por hacer. Hay que avanzar más en términos de lograr un compromiso mayor de todos los sectores de la población para trabajar todos juntos hacia un ambiente con menos ruido que en la actualidad. La contaminación por ruido está afectando la calidad de vida y la salud de los ciudadanos y perjudica a especies de la fauna que son sensibles al ruido ambiental. Seguimos necesitando una coordinación mayor entre las agencias reguladoras y más cooperación de la ciudadanía. Asimismo es necesario que la importancia de la prevención del ruido se convierta en parte de la conciencia social, tanto en el ámbito gubernamental como en la ciudadanía en general. También se debe continuar promoviendo una mayor sensibilidad de la ciudadanía sobre los derechos de los ciudadanos que se querellan por problemas con fuentes emisoras de ruido. Todos debemos aplicarnos la regla de que las actividades que realizamos en nuestro hogar no deben ir en perjuicio del derecho de nuestro vecino de disfrutar de la paz y la tranquilidad en su hogar.

Como parte de los esfuerzos por contribuir a alcanzar un desarrollo sostenible para el país, se debe tener presente que tenemos la responsabilidad ahora de hacer todo lo que está al

alcance para atajar y controlar la problemática del ruido. De esa manera podremos legar a las próximas generaciones un país donde se pueda vivir en un ambiente sonoro caracterizado por la tranquilidad que todos desean.

Es el propósito de la JCA continuar realizando estudios para monitorear los niveles de ruido ambiental a los que está expuesta la ciudadanía para así poder recomendar las acciones pertinentes encaminadas a lograr un medio ambiente que propenda una mejor calidad de vida para todos. A esos fines el Área de Control de Ruidos está trabajando con los siguientes indicadores:

- ❖ Niveles de Ruido Ambiental en Zonas Receptoras Residenciales
- ❖ Estimados de la Población Expuesta a Ruido Urbano
- ❖ Intrusión del Ruido Urbano en el Ambiente Natural

Asunto: Contaminación por Ruido Ambiental
Indicador: Niveles de Ruido Ambiental en Zonas Receptoras Residenciales
Tipo: I

Descripción del Indicador:

El indicador evalúa el estado del ambiente sonoro exterior de propiedades receptoras residenciales en zonas urbanas y rurales. Se seleccionan dichas propiedades como indicadoras ya que, para el entorno residencial, en especial durante el periodo nocturno, es ideal tener los niveles de ruido ambiental más bajos posibles para evitar diferentes grados de molestia a la ciudadanía. El indicador cuantifica los niveles de ruido exterior (acústica ambiental urbana o rural), los cuales se miden a través de un número de estaciones de monitoreo. El promedio de los datos de todas las estaciones estudiadas indica el comportamiento en general de los niveles de sonido o ruido en el entorno exterior de dichas propiedades. Un alto número de propiedades de uso residencial (sobre el 50% de las muestreadas) con niveles que excedan los establecidos por la JCA, en el periodo diurno y/o periodo nocturno, es un indicador de las tendencias que reflejan el detrimento de los ambientes sonoros residencial, lo que pudiera perjudicar el uso de dichos espacios y la calidad de vida de la ciudadanía que los habita.

Consideraciones Técnicas:

Método de Análisis y cobertura

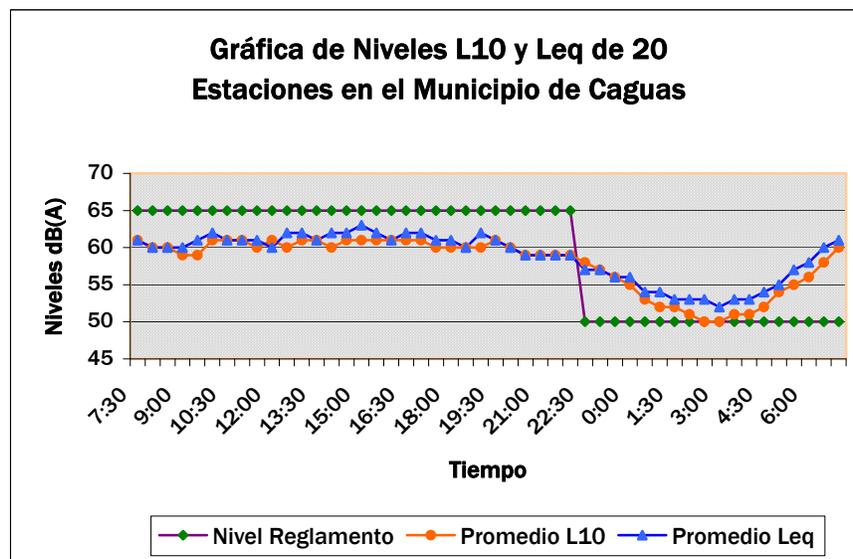
Como parte de los estudios sobre acústica y ruido ambiental, el personal de la División de Cumplimiento y Estudios de Ruido del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA ha estado monitoreando con equipos sonométricos (Norsonic Nor121) desde el año 2003, los niveles de sonido medidos en decibelios (dBA) en diferentes estaciones (residenciales, industriales y comerciales) en la Zona Metropolitana de San Juan y Guaynabo. Durante el 2008 se establecieron 20 estaciones de monitoria en el Municipio de Caguas. Los muestreos se realizaron en un periodo de 24 horas en cada estación evaluada, iniciando a las 7:00 am. Los informes detallados para cada estación están disponibles en las Oficinas del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales.

El (L10) por definición es el nivel de sonido, en la escala A, dB(A), que es excedido en un diez por ciento (10%) del tiempo para un periodo bajo consideración. El nivel L Equivalente (Leq) es el nivel de sonido continuo equivalente. Es decir, el nivel constante, que puede producir la misma energía sonora (medida en escala A, dB(A)) que un sonido variante especificado en un tiempo establecido.

Análisis

La base de datos original cuenta con los niveles sonoros para ambientes exteriores en estaciones residenciales, comerciales, industriales y otras, para efectos de este informe. Cuando analizamos la data obtenida en los diferentes puntos de muestreo que se seleccionaron al azar, le damos mayor énfasis al área residencial ya que son éstas áreas donde el ciudadano principalmente valora, requiere y tiene la expectativa de una calidad del entorno sonoro que le permite el disfrute de su propiedad, hacer sus actividades y poder descansar. La presencia de altos niveles de ruido en el exterior, que pudieran programarse al interior, en especial durante el periodo nocturno, pudiera generar diferentes grados de perturbación o molestia para la ciudadanía en dichos ambientes residenciales.

La gráfica que se muestra a continuación refleja los niveles promedios, en decibelios, que fueron documentados en los ambientes sonoros en el Área I del Municipio de Caguas. Estos niveles fueron monitoreados a partir de las 7:00 am por un periodo de 24 horas en cada una de las 20 estaciones incluidas en este Informe.



La gráfica de L10 refleja que en promedio los niveles sonoros en el Área I de Caguas no tuvieron variaciones significativas. Se observa un nivel de sonido promedio que se mantuvo entre los parámetros establecidos por nuestra reglamentación para el periodo diurno. Los niveles sonoros fueron disminuyendo a partir de las 10:00pm hasta alcanzar su nivel más bajo a las 3:00am de 50 dB(A), para luego comenzar a aumentar hasta los 60 dB(A) en el periodo diurno (7:00am-10:00pm). En promedio, la mayoría de las propiedades residenciales evaluadas recibieron en sus fachadas (exterior) niveles sonoros (L10) que cumplen con los niveles indicados en la reglamentación de la JCA, en el periodo diurno. Durante el periodo nocturno, el nivel promedio L10 obtenido se mantuvo sobre los 50 dB(A) desde las 10:01pm hasta las 1:30am aproximadamente. Estos niveles de sonido obtenidos pueden ser resultado de la vocalización de la fauna nocturna característica de la

zona, en unión al tránsito vehicular que se genera en el Expreso Luis A. Ferré. Además, se observó un promedio del nivel de sonido L10 de 51 dB(A) hasta las 4:00am, pasada esta hora, el nivel de sonido comenzó a aumentar hasta alcanzar el nivel de sonido representativo de la zona durante el periodo diurno, el cual corresponde al tránsito vehicular en las zonas estudiadas.

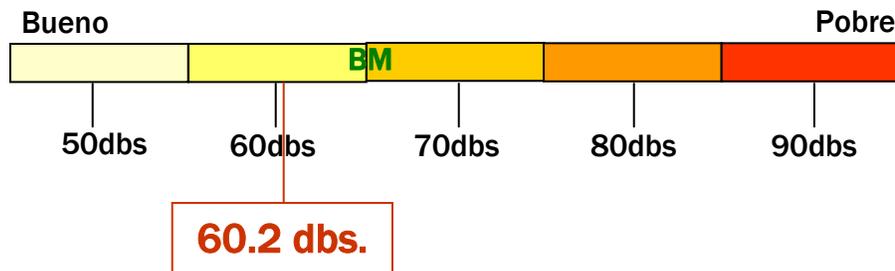
En términos de los valores de Leq, los niveles promedios estuvieron cercanos a los 60 dB(A) durante prácticamente todo el periodo diurno y a partir de las 10:30pm el nivel comenzó a reducirse alcanzando los 52 dB(A) a las 3:30am.

Concluyendo este análisis, los niveles promedios para el periodo diurno de estudio cumplen con lo establecido en nuestra reglamentación para una zona residencial impactada por el tránsito vehicular. Sin embargo, aunque el nivel de sonido en el periodo nocturno sobrepasa los niveles establecidos en el RCCR, podemos determinar que el mismo puede considerarse aceptable debido a su procedencia (fauna nocturna y tránsito vehicular).

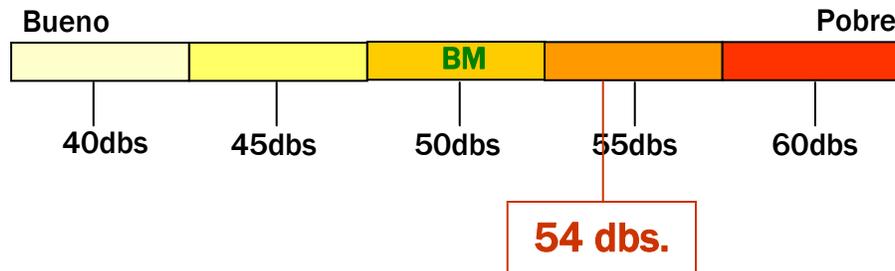
Benchmark

El Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (RCCR) de la JCA establece niveles recibidos para propiedades receptoras residenciales, comerciales, industriales y de tranquilidad. En el caso de propiedades residenciales, el RCCR establece que los niveles de ruido generados desde una zona emisora comercial no deben exceder en una propiedad receptora residencial de un L10 de 65 dB(A) en el periodo diurno y de 50 dB(A) en el periodo nocturno. Otros límites entre propiedades están descritos en el RCCR.

Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)
 Nivel de sonido RCCR L₁₀ = 65dB(A)
 Promedio L₁₀ = 60.2dB(A)



Periodo Nocturno (10:01pm-7:00am)
 Nivel de sonido RCCR L₁₀ = 50dB(A)
 Promedio L₁₀ = 54dB(A)



Limitaciones del Indicador

Como hemos mencionado en informes anteriores, este estudio no mide los niveles de exposición de los individuos dentro de sus residencias, ya que la ingerencia de la JCA tiene que ver con los niveles de sonidos en el ambiente exterior, no en el interior de las propiedades. Sin embargo, se entiende que hay una reducción de unos 10-15 decibeles en el interior de las propiedades. Con los mapas sónicos, y dado que el proyecto es uno de naturaleza continua, se espera que a medida que se recopilen más datos a través de los años el análisis con el modelo matemático estará más completo. Además, se necesita incorporar y considerar elementos de la variabilidad del comportamiento de los niveles de ruido entre días, por semanas, meses y años, como parte de esta metodología. El Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA espera poder analizar estos elementos de variabilidad temporal al establecer de una a dos estaciones permanentes de monitoria sonora urbana. Además, este indicador tiene como limitación la falta de más equipo sonométrico con la capacidad de ser expuestos a las temperaturas de un país tropical.

Conclusión y Recomendaciones:

Para los datos incluidos en este informe, en términos generales, la tendencia es que los niveles sonoros en dichas propiedades se mantuvieron en el periodo diurno dentro de los niveles establecidos en el RCCR. Sin embargo, en el periodo nocturno, aunque el promedio de los niveles observados en estas propiedades residenciales reflejó un patrón de descenso gradual a partir de la 1:00 am hasta las 4:30 am, que llegó a niveles L₁₀ de 50-53dB(A), los niveles obtenidos estuvieron sobre los niveles establecidos en el RCCR para dicho periodo. A pesar de esto, el patrón descendiente en el periodo nocturno es uno que pudiera considerarse como aceptable en términos de la calidad del ambiente sonoro residencial exterior.

Dado los resultados obtenidos, la Oficina de Planificación del Municipio de Caguas ha designado funcionarios que trabajen en coordinación con el personal de la Junta de Calidad Ambiental para evaluar cuales han sido las fuentes mayores del ruido urbano y desarrollar estrategias a corto o largo plazo para reducir los niveles de sonidos obtenidos

especialmente en zonas receptoras residenciales, y poder brindar a la ciudadanía del Municipio una mejor calidad de vida. Por tratarse de áreas urbanas densamente pobladas, no es viable la construcción de barreras sónicas para la protección del nivel de sonido generado por el tránsito vehicular. La Oficina Municipal preparará un Plan Estratégico para el Control del Ruido Urbano que se espera esté publicado el próximo año. Sería recomendable que varias de las zonas más afectadas por altos niveles de sonido, puedan ser consideradas como vías peatonales, evitándose, en mayor grado, el tránsito vehicular en la zona.

Asunto: Contaminación por Ruido Ambiental
Indicador: Estimados de la Población Expuesta a Ruido Urbano
Tipo: II

Descripción del Indicador:

El concepto de población expuesta da una perspectiva de salud pública a la problemática de la presencia del ruido urbano en nuestras ciudades. El indicador evalúa, usando como modelo varias de las ciudades más pobladas de la Isla (sobre 90,000 residentes), el por ciento estimado de las personas que pudieran estar expuestas a diferentes rangos de niveles de ruido urbano (40-50, 51-60, 61-70, 71-80, >81). Estos análisis son esenciales en el desarrollo de estrategias a largo plazo en la planificación urbana y la implantación de una política pública ambiental más efectiva sobre el manejo de la problemática en la isla. La meta es lograr los por cientos más bajos posible de población expuesta en los rangos más altos de exposición (71-80 y >81), logrando así, el por ciento más alto de la población expuesta a niveles de ruido urbano en la banda de los 51 a 60 dB(A) o inferior, como metas conservadoras y a largo plazo.

Consideraciones Técnicas:

En la actualidad, la Junta de Calidad Ambiental no cuenta con datos finales para analizar las tendencias de éste indicador. La Agencia adquirió, en abril 2007, la tecnología que incluye la aplicación CADNA-A y una computadora de alta velocidad, lo cual permitirá iniciar la generación del primer mapa de ruido urbano y tránsito vehicular para la Ciudad de San Juan. La JCA espera realizar durante el 2008-2009 el análisis de los datos disponibles para la Ciudad de San Juan, como modelo y ejemplo de las nuevas tecnologías y tendencias de estudio para el manejo del ruido ambiental.

Método de Análisis y cobertura

Usando Sistemas de Información Geográfica para crear mapas de ruido urbano e incluyendo los datos poblacionales del censo por parcela se puede estimar los por cientos de población expuesta a ruido urbano para la extensión geográfica seleccionada. Estos estimados son generados desde la perspectiva de los niveles de ruido urbano que impactan las superficies de las propiedades receptoras. En relación con el espacio interior donde habita la gente, se presume que como este ruido impacta la fachada y que como la mayoría de la población en la Isla vive en sus propiedades residenciales con las ventanas o puertas abiertas, el ruido exterior estaría logrando cierto grado de intrusión al interior de la propiedad y el ciudadano de una manera u otra estaría expuesto en algún momento a dicho niveles.

Los mapas son generados a partir de diferentes capas georeferenciadas sobre topografía, localización de carreteras, edificios y elevaciones de estructuras en cada ciudad, todas incorporadas y manejadas por una aplicación de computadora que realiza los cálculos correspondientes. Una vez los mapas hayan sido completados y validados, los datos serán

reportados por cada ciudad y se espera que año tras año se vayan incluyendo otras ciudades que tengan menos de 90,000 residentes. Los mapas contendrán datos en formato Leq dB(A) para 24 horas y por separado para el periodo diurno (7:00am a 10:00pm) y nocturno (10:01pm a 6:59am). Se reportará generación, propagación y consecuentemente posible exposición, proveniente de cada grupo emisor (tránsito vehicular en las principales vías públicas, transportación aérea, ferroviaria, facilidades industriales, entre otros).

Para el proyecto del modelo de la Ciudad de San Juan, en el que trabaja la JCA como primer ejemplo, se considerará como emisor el ruido proveniente del tránsito vehicular. El estimado de exposición será sobre las fachadas más expuestas de las estructuras incluidas. Fases posteriores incluirán el ruido proveniente de vías ferroviarias (si aplica en la ciudad) (segunda fase), transportación aérea (tercera fase) y facilidades industriales (cuarta fase). Debido a la complejidad de los proyectos para cada región, y la baja variabilidad anual que se estima puede haber en los niveles de ruido en una ciudad, se entiende que los análisis y nuevas versiones de los mapas de ruido urbano de las ciudades o municipios que así lo hagan deben revisarse cada 8 años, a menos que por alguna razón la ciudad decida revisarlo en un término menor de tiempo.

Análisis

Los datos serán informados en términos de gráficas de barra donde se indica por diferentes bandas de niveles de ruido (35-45, 46-55, 56-65, 66-75, 76-85) el por ciento estimado de personas que pudieran estar en ambientes exteriores, expuestos a dichos niveles.

Ciudad: _____ (> 90,000 de residentes)
 Total de la Población: _____ (estimada según el censo)
 Fuente Principal Emisora Bajo Análisis: _____ (tránsito, industrial, aérea, etc.)

	35 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85
Leq (24 horas)	%	%	%	%	%
Leq Diurno (7:00am a 10:00pm)	%	%	%	%	%
Leq Nocturno (10:01pm a 6:59am)	%	%	%	%	%

Se espera que surja del análisis la información que permita evaluar, según los modelos, cuantas personas estarían potencialmente expuestas a los niveles de ruido ambiental en los diferentes rangos de decibelios aquí descritos.

Benchmark

El Área Control de Ruidos de la JCA recomienda las siguientes metas, estimadas de manera conservadora, respecto a los por cientos de población expuesta:

	35 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85
Leq (24 horas)	20%	20%	50%	5%	5%
Leq Diurno (7:00am a 10:00pm)	20%	10%	40%	10%	5%
Leq Nocturno (10:01pm a 6:59am)	10%	70%	13%	5%	2%
Ejemplo: Para San Juan 434,374 residentes en Censo del 2000. Para el periodo nocturno:	10% seria 43,437	70% seria 304,062	13% seria 56,469	5% seria 21,719	2% seria 8,687

El razonamiento de estas recomendaciones es que para el periodo nocturno la mayoría de la población debería estar entre los 46 y 65 dB(A) con un mínimo de la población sobre los 66 dB(A). Estos por cientos son un estimado muy conservador de las metas o expectativas de exposición razonable para la población. Una vez completado los mapas y se realicen los análisis correspondientes, se podrán realizar los ajustes correspondientes y un mejor estimado de lo que debe ser ideal como meta razonable.

Limitaciones del Indicador

No evalúa aspectos de salud pública de la población expuesta a dichos niveles de ruido urbano. Depende de la disponibilidad de la tecnología necesaria y el adiestramiento y la preparación académica de los funcionarios en cada municipio en el uso de la aplicación y el análisis pertinente. Los datos y análisis son el resultado del desarrollo de un modelo, usando un sistema de información geográfica para evaluar la generación, propagación, absorción y reflexión de diferentes fuentes de ruido en espacios urbanos. La precisión del modelo depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles de cada ciudad (topografía, localización de carreteras, edificios, elevaciones de estructuras, datos poblacionales, etc).

Conclusión y Recomendaciones:

El Área Control de Ruidos de la JCA espera tener disponibles resultados preliminares de los análisis sobre ruido urbano y población expuesta de la Ciudad de San Juan, generados a través del mapa, en el Informe del Estado del Ambiente 2009. Aunque la primera versión del mapa de San Juan fue completada en Abril 2007, en la actualidad, personal de la JCA está recopilando y corroborando todas las diferentes capas de información georeferenciadas necesarias para la segunda versión del mapa de San Juan. Además, la Agencia está promoviendo el uso de ésta tecnología y tipo de análisis sobre ruido urbano a

través de múltiples reuniones con funcionarios de varios municipios de la Isla que han expresado interés al respecto de dicha tecnología, como es la Oficina del Comisionado de Asuntos Municipales y la Junta de Planificación, así como, varios municipios de la Zona Metropolitana de San Juan.

Para los años 2008-2011 el Área Control de Ruidos de la JCA espera poder colaborar con diferentes autoridades municipales en el desarrollo de estos mapas de ruido urbano, así como la generación de los datos y su correspondiente análisis. Es necesario coordinar con los diferentes municipios que ya cuentan con oficinas que poseen capacidades en el uso de GIS, para colaborar en el desarrollo de los otros mapas. Como parte del proyecto, la JCA recomienda el que se establezca por requisito de Ley que las autoridades de los 78 municipios de Puerto Rico establezcan Planes Municipales para el manejo del ruido urbano y que aquellas ciudades que posean sobre 90,000 residentes incluyan en dicho Plan el desarrollo de un mapa de ruido urbano como parte de las herramientas de análisis y manejo del problema.

Asunto: Contaminación por Ruido Ambiental
Indicador: Intrusión del Ruido Urbano en el Ambiente Natural
Tipo: II

Descripción del Indicador:

Este indicador tiene como meta evaluar la problemática de la intrusión del ruido urbano o ruido antropogénico en diferentes tipos de ecosistemas naturales en Puerto Rico. Evalúa la presencia y los niveles de ruido ambiental procedentes de diferentes emisores de ruido ambiental, como los medios de transportación, facilidades industriales, áreas residenciales y otras actividades humana que generan ruidos, que llegan a estos espacios naturales. La evaluación de la intrusión del ruido antropogénico en el ambiente natural es importante ya que su presencia compromete la calidad del ambiente sonoro natural, no sólo para las especies que habitan estos ecosistemas, sino también para el ser humano que visita dichos lugares para tener contacto con la naturaleza. Una alta incidencia de ecosistemas naturales con altos niveles de ruido ambiental representa una tendencia de la degradación del ambiente sonoro natural en la Isla.

Consideraciones Técnicas:

Los datos provienen de las investigaciones de Junta de Calidad Ambiental (Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales), la cual ha laborado en la primera fase con el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico para seleccionar un número de estaciones prístinas donde no hay ruido urbano. La segunda fase corresponde a los datos de las estaciones en ambientes naturales con intrusión de ruido urbano, los cuales fueron obtenidos por la JCA y los estudiantes de la Universidad de Worcester Polytechnic Institute durante el 2008.

Método de Análisis y cobertura

Para evaluar la magnitud de la intrusión del ruido ambiental o ruido urbano en dichos ecosistemas, el Área Control de Ruido de la Junta de Calidad Ambiental realizó un estudio para evaluar el comportamiento de los niveles sonoros en diferentes ambientes naturales, los cuales son considerados como prístinos desde la perspectiva acústica. Durante el 2008 el Área Control de Ruido, junto con los estudiantes de Worcester Polytechnic Institute, realizó un estudio titulado "The Effects of External Noise on Visitor Park Experiences in Puerto Rico". Las mediciones se realizaron en los siguientes Bosques o Reservas: Bosque Forestal del Yunque en Río Grande, Bosque de Piñones en Loiza, Bosque o Parque Julio Enrique Monagas en Bayamón, la Reserva Natural de Humacao en Humacao, la Bahía de Jobos en Salinas y el Bosque San Patricio en San Juan. En este estudio se percibieron los niveles de ruido urbano en las estaciones de monitoreo de los asentamientos urbanos u otras fuentes de ruido antropogénico permanentes. Para efectos de este informe se incluyeron 18 estaciones muestreadas por 24 o 48 horas en varias de las Reservas administradas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y Parques Nacionales. Se usó equipo sonométrico, Marca Norsonic, Modelos Nor121 y sonómetros Bruel &Kajer Modelo 2236, los cual fueron localizados y asegurados

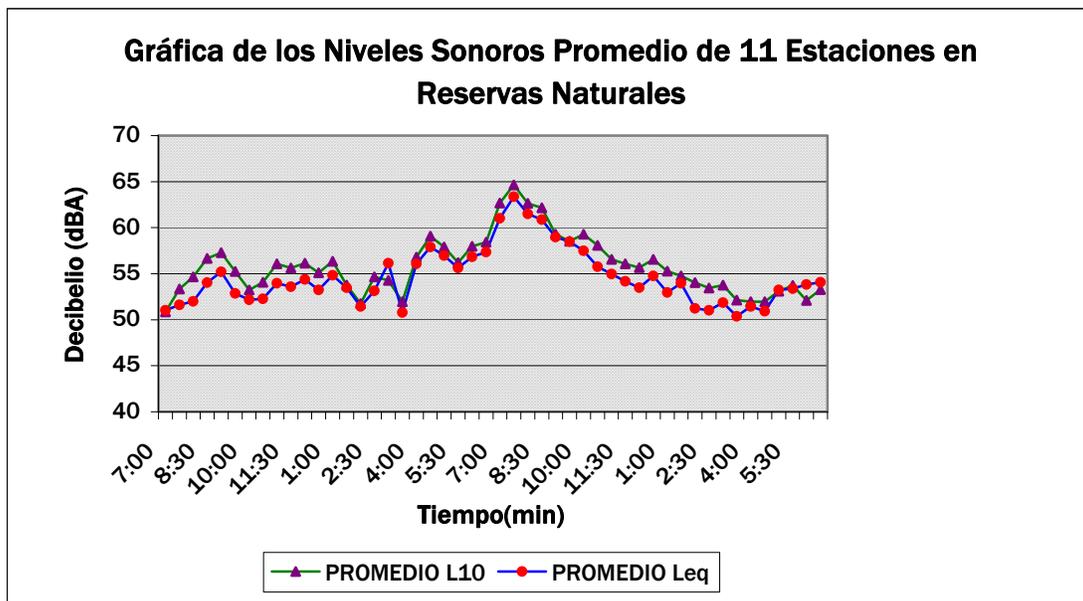
en el lugar durante dichos periodos. Además, con la ayuda de los sonómetros 2236, se realizaron mediciones a diferentes periodos durante 30 minutos en las diferentes Reservas o Bosques para identificar las fuentes de sonido externas a los niveles de sonido generados por la fauna del lugar. La meta del proyecto es lograr monitorear entre 30 a 35 ecosistemas naturales donde no hay ruido ambiental presente y donde se tenga la intromisión del ruido urbano, de manera tal, que se pueda generar una gráfica representativa del comportamiento sonoro de ambientes naturales sin ruido urbano y con la presencia del mismo.

El número de estaciones a muestrear, para que los datos sean representativos de 30 a 35 estaciones, proviene de los datos de las estaciones de ruido urbano estudiadas en San Juan y Guaynabo. En dicho proyecto, se observó que, luego de las 30 estaciones, la gráfica del promedio no reflejó cambios al añadir datos de más estaciones, las cuales totalizaron 57 lugares. Para los ambientes naturales sin ruido urbano, donde la variabilidad sonora es menor que en los espacios urbanos, pudiera ser que un número menor de 30 estaciones sea representativo, pero se debe continuar tomando datos para analizar dichas tendencias. Para ambientes naturales con ruido urbano se entiende que serían más similares a los datos ya disponibles de espacios urbanos, por lo que se recomiendan de 30 a 35 puntos de monitoreo.

Para la segunda fase de la evaluación de este indicador sobre los niveles sonoros en ambientes naturales, a la fecha de este informe se completaron los muestreos en 18 estaciones en ecosistemas donde se percibía niveles de ruido urbano provenientes de áreas residenciales, carreteras o facilidades industriales y actividades realizadas por el hombre en las reservas.

Análisis

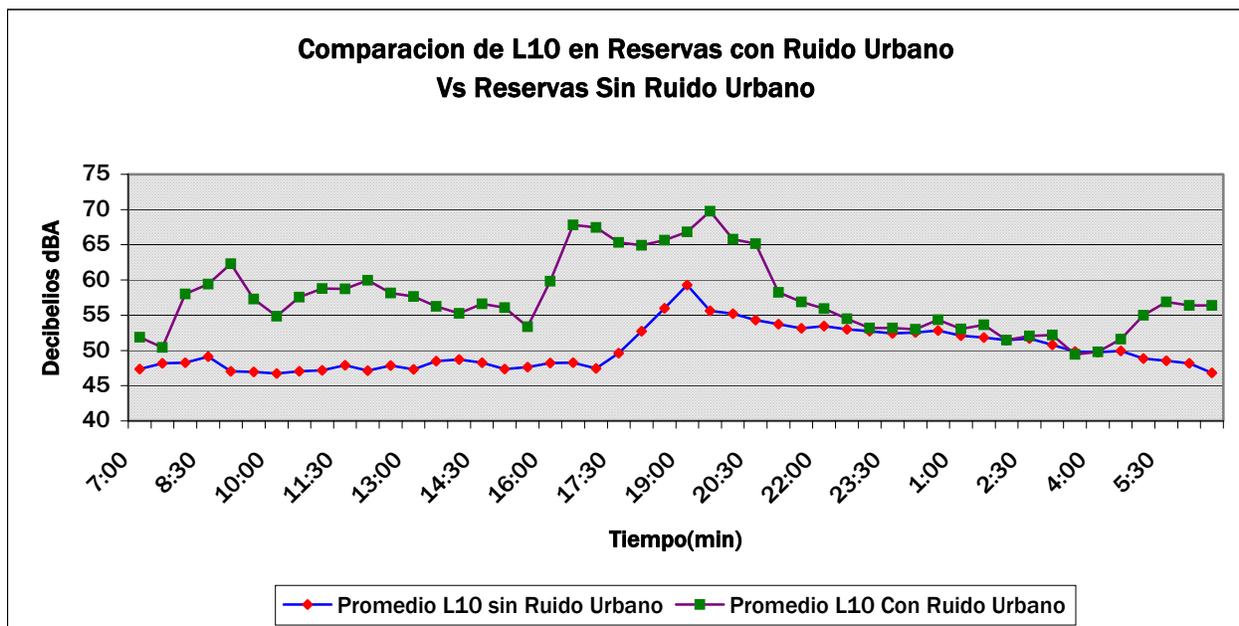
Gráfica 1



La gráfica 1 refleja los niveles promedio, en decibelios, que fueron documentados en 11 de las 18 estaciones monitoreadas en las 6 Reservas o Parques Forestales con ambientes sonoros naturales con la presencia de ruido urbano, y ruidos o sonidos creados por el hombre y sus tecnologías. Estos niveles fueron monitoreados a partir de las 7:00 am por 24 horas en cada una de las 11 estaciones incluidas en este informe. Las estaciones que no se reflejan en ésta gráfica, fueron descartadas por razones de la metodología utilizada, ya que no se realizaron mediciones por 24 horas.

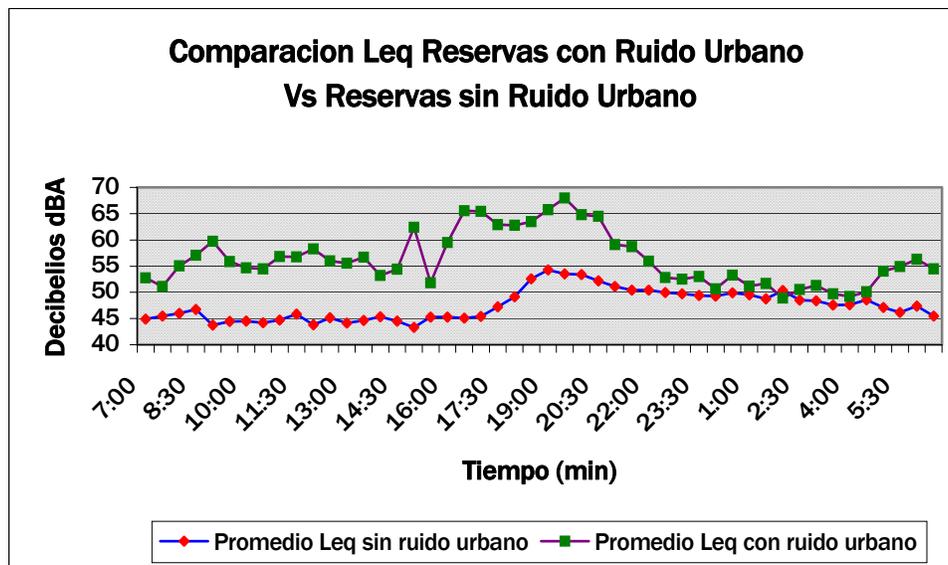
La gráfica del Leq refleja que, en promedio, los niveles sonoros en las Reservas Naturales donde se percibía la presencia de los sonidos urbanos o los creados por el hombre se mantuvieron con variaciones entre los 50 dB(A) y los 58 dB(A) durante el periodo de estudio entre las 7:00am y las 7:00pm. A las 7:30pm se observó un aumento a 63 dB(A), luego comenzó a descender a la 1:00am manteniéndose fluctuando entre 50 y 53 dB(A). Entendemos que la fauna nocturna, tanto anfibia como insecta, son responsables de este súbito incremento en los niveles de sonido en las Reservas Naturales durante el inicio del periodo nocturno. Los niveles L10 se comportaron similar a los niveles Leq durante el periodo de estudio. Como se había indicado en el Informe Ambiental del 2007, que realizaríamos una comparación de los datos recopilados en las reservas naturales donde se percibía la presencia de los niveles de sonido generados por el hombre y su tecnología y las que no tenían dicha intrusión, vemos a continuación la gráfica que refleja ésta comparación.

Gráfica 2



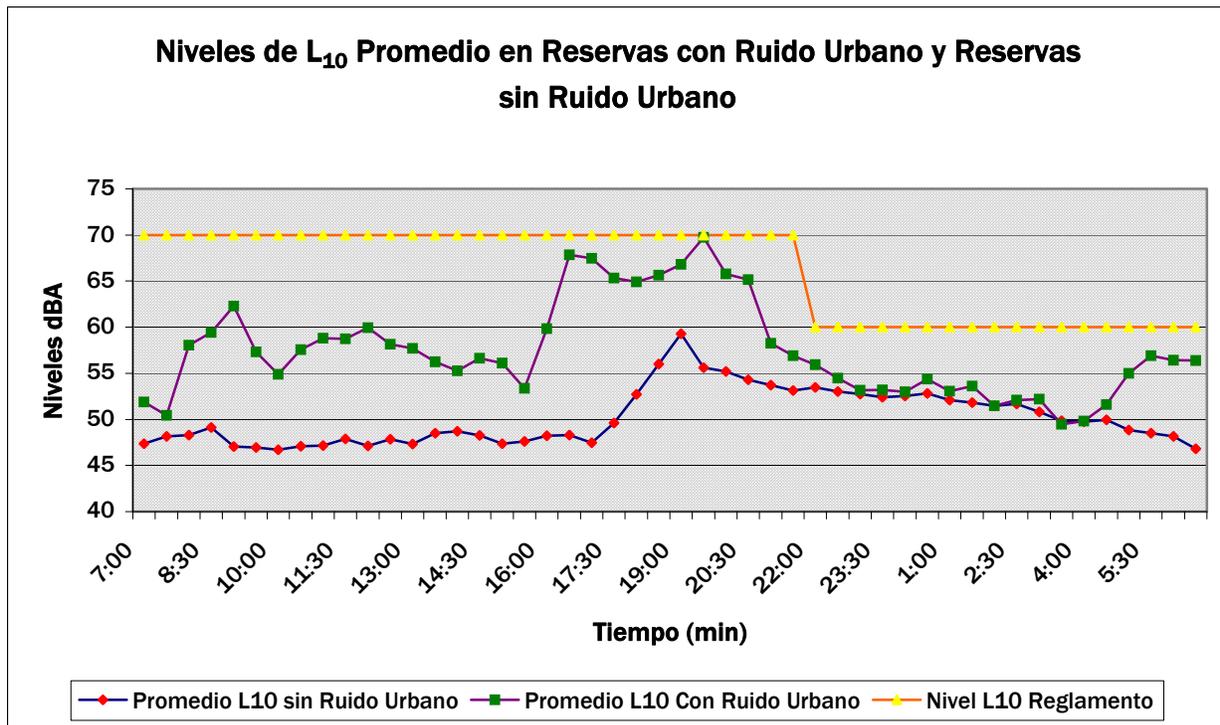
En ésta gráfica 2 se pueden comparar los niveles L10 en reservas con intromisión de ruido urbano y sin la intromisión del ruido urbano o ruido producido por el hombre y el desarrollo de tecnología. Se observa una diferencia entre 6 a 10 dB(A) entre el L10 representativo de las reservas con presencia de ruido urbano y el L10 de las reservas sin la presencia del ruido urbano. Los datos reflejan un aumento de nivel de sonido a las 9:00am, 4:00pm y 7:00pm aproximadamente. Las lecturas obtenidas a las 9:00am y a las 4:00 pm podrían ser indicativas de las actividades generadas por el hombre, mientras que el nivel de sonido reflejado a las 7:00pm podría indicar que es la presencia de la fauna en las diferentes reservas ya que, si lo comparamos con el nivel L10 obtenido de las reservas donde se colectó data sin la presencia de ruido urbano, se puede notar que hubo un aumento del nivel de sonido aproximadamente a la misma hora. Esto es un reflejo de la fauna una vez se oculta el sol y comienza a escucharse la vocalización de las diferentes especies que componen la fauna nocturna en Puerto Rico. Una vez que comienza la salida del sol o la claridad del amanecer, se observa en la gráfica un aumento del nivel L10 en las reservas con presencia de ruido urbano, lo cual, puede ser representativo del aumento de las actividades generadas por el hombre, como es el tránsito vehicular. En los datos obtenidos en la gráfica del nivel L10 en reservas sin presencia de ruido urbano, podemos observar como disminuye el nivel de sonido con la presencia de la luz, lo cual es un comportamiento típico de ciertas especies que componen nuestra fauna, cuya vocalización disminuye con la presencia de la luz.

Gráfica 3



Esta gráfica 3 representa los promedios del nivel de sonido Leq en reservas con presencia de ruido urbano y en reservas con ausencia del ruido urbano. El comportamiento fue similar a los resultados obtenidos en la gráfica anterior, donde hacemos una comparación de los niveles L10 en reservas con presencia de ruido urbano y ausencia de ruido urbano.

Gráfica 4



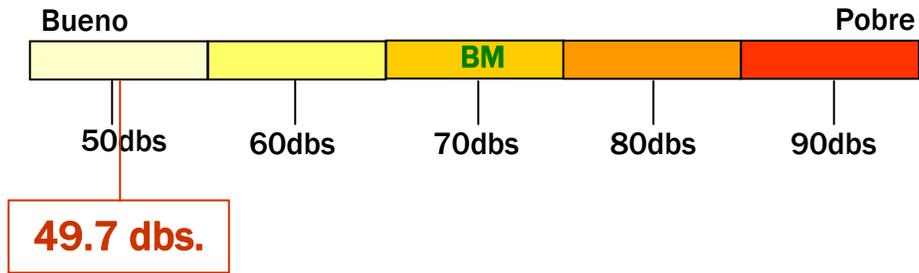
La gráfica número 4 muestra los niveles promedio de L_{10} en reservas con y sin la presencia de ruido urbano comparado con el nivel establecido para el periodo diurno según el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. El nivel de sonido para las reservas con presencia de ruido urbano, como para las reservas con ausencia del mismo, se mantienen por debajo del nivel establecido en el RCCR como zona representativa de servicios comunales no habitados (Bosques Estatales o Nacionales), durante el periodo diurno como en el periodo nocturno.

Detalles y datos adicionales sobre estas investigaciones están disponibles en las Oficinas del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la Junta de Calidad Ambiental y en la página cibernética de nuestra Agencia en www.jca.gobierno.pr.

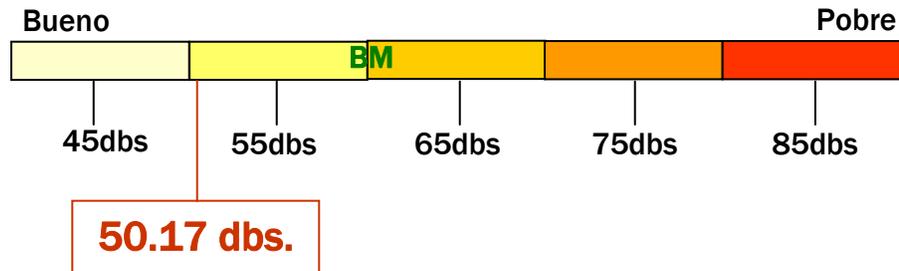
Benchmark

Para las áreas naturales impactadas por ruido urbano, dependiendo del tipo de ecosistema y su localización, un posible benchmark sería el que dichos espacios sean acústicamente lo más similar posible a los ambientes libres de contaminación por ruido urbano. Aunque no hay criterios establecidos por reglamentos y leyes locales referente a los niveles de ruido en reservas naturales, sí se establece en el RCCR unos niveles de sonido para zonas representativas de servicios comunales no habitados, como son las reservas naturales.

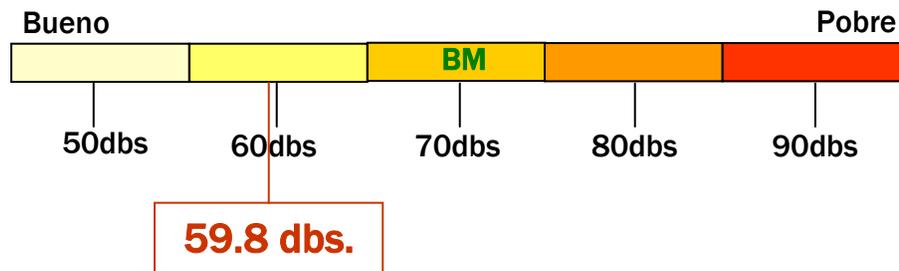
Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)
 Nivel de sonido RCCR $L_{10} = 70\text{dB(A)}$
 Promedio L_{10} sin intrusión ruido urbano = 49.7 dB(A)



Periodo Nocturno (10:01pm-7:00pm)
 Nivel de sonido RCCR $L_{10} = 60\text{dB(A)}$
 Promedio L_{10} sin intrusión de ruido urbano = 50.17dB(A)



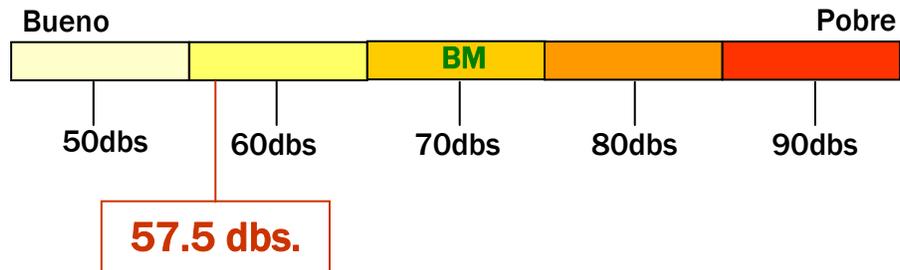
Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)
 Nivel de sonido RCCR $L_{10} = 70\text{dB(A)}$
 Promedio L_{10} con intrusión ruido urbano = 59.8 dB(A)



Periodo Nocturno (10:01pm-7:00pm)

Nivel de sonido RCCR $L_{10} = 70\text{dB(A)}$

Promedio L_{10} con intrusión ruido urbano = 57.5 dB(A)



Limitaciones del Indicador

No evalúa si dichos niveles de ruido tienen algún impacto o efecto directo o indirecto en la ciudadanía que visitó dichos ecosistemas, ya que en esta segunda fase del proyecto sólo se describen los niveles de ruidos presentes y su comportamiento en periodos de 24 y 48 horas que pudieran afectar el disfrute de los ambientes sonoros naturales.

Aunque los resultados de una encuesta realizada en las reservas con intrusión de ruido urbano nos ha corroborado que los visitantes sintieron grados de molestias durante su visita, ya que no les permitió disfrutar totalmente de los ambientes sonoros naturales de la reserva, no podemos determinar cómo les afecta en su comportamiento a las diferentes especies de la reserva estos ruidos generados por la intrusión del hombre en su hábitat.

Conclusión y Recomendaciones:

Según los datos incluidos en este informe, los ambientes sonoros naturales sin ruido urbano, indican que los ecosistemas estudiados reflejan aumentos y descensos naturales en los niveles sonoros y que estos cambios están asociados al periodo nocturno y la generación de sonido de la fauna. Los datos en la gráfica del L_{eq} ciertamente refleja que acústicamente estos ambientes naturales sin ruido son relativamente tranquilos y bajos en los niveles de sonido durante el periodo diurno, pero que en el periodo nocturno hay una importante contribución sonora al ambiente acústico natural. Preliminarmente entendemos que a pesar de este aumento en los niveles sonoros en ambientes naturales, hemos observado que para ambientes sonoros en las reservas naturales con ruidos, los niveles de ruido promedio están cercanos a un L_{eq} de 65.7 dB(A) a las 7:00 pm para el promedio de las 18 estaciones monitoreadas en las Reservas de Puerto Rico, además, el promedio del nivel de sonido L_{10} entre las reservas tiene una diferencia considerable de alrededor de 10 dB(A) y 7 dB(A) en los periodos diurno y nocturno. Esto, pudiera significar que los emisores urbanos de ruido ambiental generan niveles más altos de sonido de lo que la fauna es capaz de generar y que, por lo tanto, la posibilidad del enmascaramiento de señales de sonidos o vocalizaciones de la fauna pudiera ser una de las consecuencias de la presencia del ruido ambiental urbano.

El análisis de este indicador es de gran importancia, ya que al evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales como primera meta, para luego evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales donde hay problemas de ruido urbano nos permitirá describir la magnitud de intrusión del ruido antropogénico en ambientes naturales en la Isla. Estos datos son importantes para comprender si se está comprometiendo la calidad del ambiente sonoro natural en un por ciento alto en las reservas y parques naturales, lo cual, pudiera estar afectando el disfrute de los sonidos naturales por la presencia de aquellos ruidos generados por el hombre durante su visita a estos lugares. Además, la presencia del ruido ambiental urbano en los espacios naturales reduce, degrada y afecta la experiencia de contacto con un ambiente natural libre de ruido de los residentes y turistas que visitan los parques y reservas naturales de Puerto Rico. Esto pudo corroborarse mediante una encuesta realizada por estudiantes del Worcester Polytechnic Institute, con el apoyo del Área Control de Ruidos de la JCA, donde los visitantes a las reservas con intromisión de ruidos indicaron que sintieron diferentes grados de molestias por ruidos de radios, vehículos de motor, voces humanas, herramientas de mantenimiento de áreas verdes, etc. Los resultados de esta encuesta están disponible en el Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la Junta de Calidad Ambiental.



SISTEMAS NATURALES

Asegurando el Futuro

Los recursos naturales son el conjunto de elementos naturales que se encuentran en la naturaleza de forma no modificada, escasos con relación a su demanda actual o potencial. Los recursos naturales se pueden dividir en renovables, que usualmente son organismos vivos que crecen y se renuevan, como por ejemplo la flora y la fauna, y no renovables, que se agotan con su explotación, como por ejemplo el petróleo y los yacimientos de minerales. Entre los recursos naturales más importantes de Puerto Rico se encuentran el aire, el agua, la tierra, la fauna y la flora. Estos componentes naturales junto con varios organismos forman un sistema.

Un sistema natural es un sistema ecológico que tiene por objetivo conformar, equilibrar un sistema de supervivencia natural. Es un sistema de vida y de evolución funcionando en y con el entorno físico. La conservación del medio ambiente debe considerarse como un sistema de medidas sociales, socioeconómicas y técnico-productivas dirigidas a la utilización racional de los recursos naturales, la conservación de los complejos naturales típicos, escasos o en vías de extinción, así como la defensa del medio ante la contaminación y la degradación.

La mejor utilización de un recurso natural depende del conocimiento que el hombre tenga al respecto, y de las leyes que rigen la conservación de aquel. Para un mejor entendimiento y escenario más completo sobre los sistemas naturales en Puerto Rico se desarrollaron los siguientes indicadores:

- Por ciento del Territorio bajo Áreas de Valor Natural Protegidas Legalmente
- Cantidad de Cuerdas de Ecosistemas Terrestres adquiridas por el Estado y ONG's para su Manejo y Protección
- Disponibilidad de Algunos Recursos Pesqueros Comerciales de Alta Demanda
- Caza Mayor en Puerto Rico (cabros y cerdos asilvestrados de la Isla de Mona)
- Estimados Poblacionales de Especies Cinegéticas (palomas y tórtolas; aves acuáticas)
- Intensidad de Explotación de la Pesca Comercial
- Intensidad de Pesca Comercial y Recreativa en Recursos Pesqueros aún en Etapas Juveniles
- Número de Especies en Peligro de Extinción o Vulnerables
- Intensidad de Explotación de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa

Asunto: Áreas Naturales Protegidas
Indicador: Por ciento del Territorio bajo Áreas de Valor Natural
Protegidas Legalmente
Tipo: I

Descripción del Indicador:

Este indicador se refiere a la extensión de terrenos protegidos legalmente en Puerto Rico para fines de conservación de sus recursos naturales, en el ámbito estatal por designación administrativa a través de la Junta de Planificación, o mediante designación o proclama del Ejecutivo (Proclama u Orden Ejecutiva), o por designación estatutaria mediante legislación estatal convertida en ley; y en el ámbito federal, mediante Órdenes del Congreso de los EE.UU. o 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 (NOAA). Los terrenos protegidos por acciones del gobierno estatal que forman parte del presente indicador pueden o no estar actualmente ocupadas 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. El indicador incluye también los terrenos privados adquiridos principalmente por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR), aunque incluye a otras entidades privadas, con la misión de proteger sus recursos naturales. 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 éstas, o por la filosofía de funcionamiento de la organización no gubernamental (ONG) encargada de su administración, en el caso de áreas protegidas privadas. Entre dichas categorías se encuentran: los bosques estatales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, en adelante ELA, incluidos los bosques urbanos y los corredores ecológicos designados por ley y supuestos a adquirirse; incluye también los bosques nacionales (federal), las reservas naturales (estatal), las reservas marinas (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, los parques nacionales (federal), los parques nacionales (estatales) y otros terrenos de tenencia privada administrados por el FCPR o por otras ONG y cuyos terrenos pueden o no contar con designaciones formales de reserva natural por parte de la Junta de Planificación (JP). Las agencias implicadas en las categorías de protección mencionadas, según los casos, incluyen al DRNA y a la Compañía de Parques Nacionales (CPN) en la jurisdicción del ELA;

bajo la jurisdicción federal (EE.UU) incluye a: el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (SFPVS), el Servicio Forestal Federal adscrito al Departamento de Agricultura Federal (USDA-FS por sus siglas en inglés), y al Servicio Nacional de Parques adscrito al Departamento de lo Interior Federal (NPS por sus siglas en inglés). 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 Estado, o constituyen el resultado de Acuerdos entre una ONG como administrador y el Estado (a través de una agencia) como entidad titular.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) mantiene una base de datos de dichas áreas mediante un Sistema de Información Geográfica. La información en esta base de datos se nutre de diversas fuentes: documentos de designación aprobados por la Junta de Planificación, proclamas, planos, escrituras, leyes; datos provistos por: el FCPR, el US Fish and Wildlife Service, el Servicio Forestal Federal, la NOAA, y la Compañía de Parques Nacionales (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 9% de nuestros terrenos emergidos y el 27% de las aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentran protegidos mediante acciones administrativas o por legislación¹⁵. Estos lugares forman parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

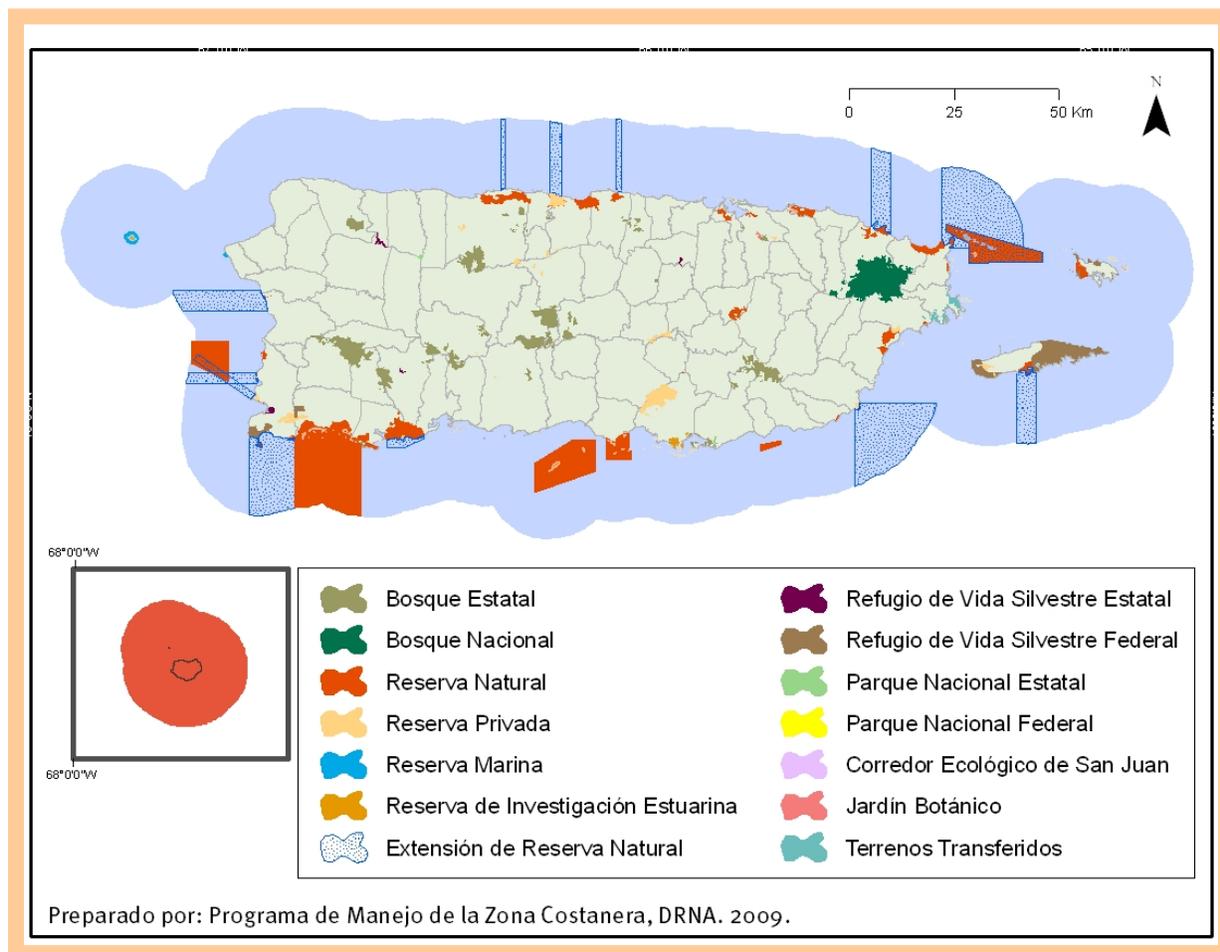
Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son lugares especialmente valiosos para la conservación y manejo de los recursos naturales, de importancia para el medioambiente, la investigación científica y la calidad de vida en general, siendo así una positiva y significativa contribución al desarrollo sustentable 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.

Método de Análisis y cobertura

Tomando en cuenta las clasificaciones antes mencionadas, se calculó la cabida para cada una de ellas durante los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008. La medida de área utilizada fue kilómetros cuadrados (km²) y su conversión a cuerdas, permitiendo esto 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 9 millas náuticas de la costa.

¹⁵ Datos de la Tarea de Áreas Naturales Protegidas del Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA, 2008.

Figura 1. Sistema Integrado de Áreas Naturales Protegidas



Análisis

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 14 tipos de Áreas Naturales Protegidas, independientemente de los mecanismos de manejo establecidos en las mismas.

Tabla 1: Desglose de Áreas Naturales Protegidas terrestres y marinas para el año 2008

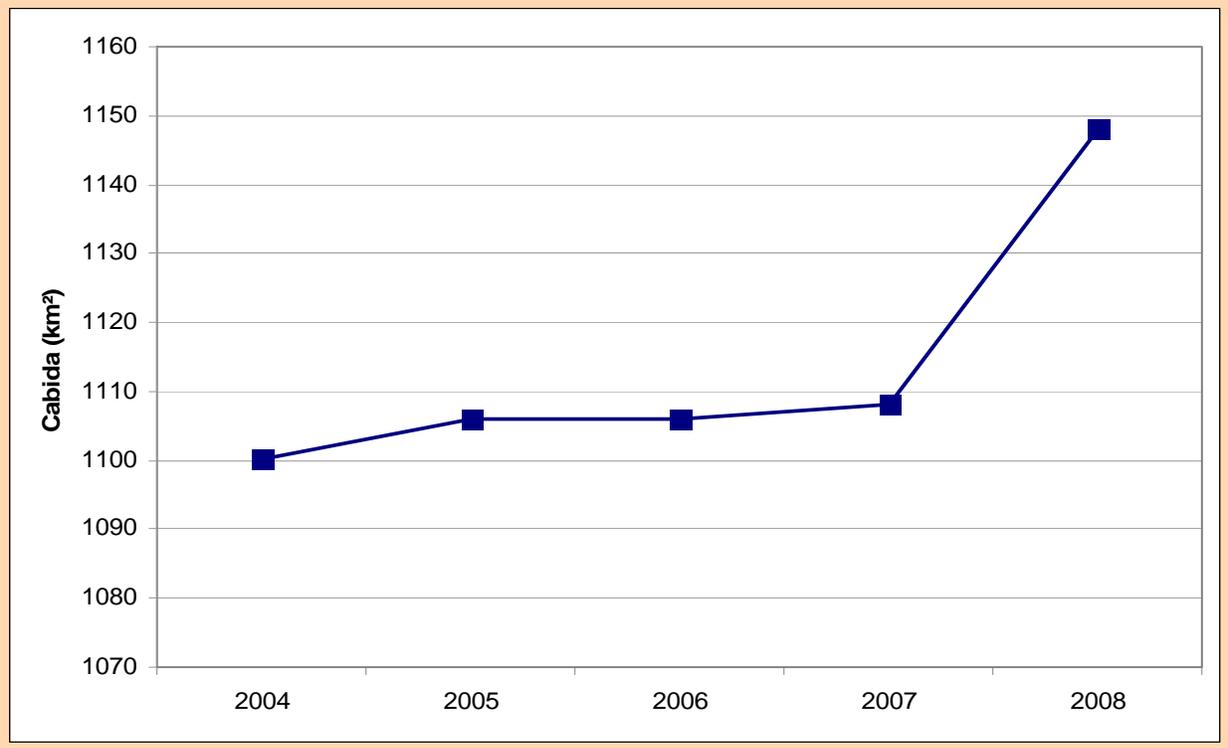
Clasificación de manejo en áreas terrestres	Cabida (km ²)	Cuerdas
Bosques Estatales	264.1	67,204.2
Bosque Nacional El Yunque	114.3	29,078.3
Corredor Ecológico de San Juan	0.2	50.1
Reservas Naturales (estatales)	576.2	14,6605.2
Reservas Privadas	72.1	18,344.8
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	5.9	1,499.4
Refugios de Vida Silvestre Estatal	6.9	1,752.1
Refugios de Vida Silvestre Federal	93.6	2,3814.1
Parques Nacionales Federales	0.3	81.5
Parques Nacionales Estatales*	2.6	652.6
Terrenos federales transferidos a agencias estatales	12.0	3,040.5
TOTAL	1148.2	29,2439.8

*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.)

Clasificación de manejo en áreas marinas	Cabida (km ²)
Reservas Naturales Marinas	2154.5
Reservas Marinas	8.2
Extensión Marina de Reserva Natural	1772.7
TOTAL	3935.4

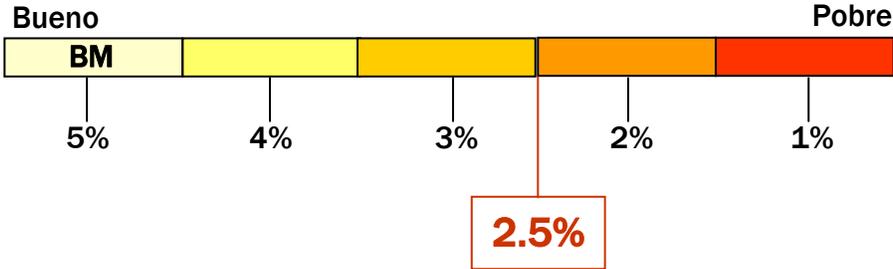
Finalmente, para cada una de estas categorías se determinó el establecimiento de nuevas áreas de protección entre los años 2004 y 2008. A finales del 2004 existían 279,897.7 cuerdas de terrenos emergidos protegidos; para el 2008 la extensión de terrenos protegidos aumentó a 292,133.1 cuerdas. Esta cifra incluye la designación de las siguientes nuevas Reservas Naturales: Corredor Ecológico del Noreste en Luquillo-Fajardo, Área Natural Punta Cucharas en Ponce, Ciénaga Las Cucharillas en Cataño, Punta Viento en Patillas, Cerro Planadas en Cayey-Salinas y la adquisición de cayos (Cayos De Barca) a ser manejados como parte de la Reserva Nacional de Investigación Estuarina Jobos en Salina-Guayama, y gran parte de los terrenos para conservación de la otrora Base Naval Roosevelt Roads en Ceiba-Naguabo transferidos por el Gobierno Federal al Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Figura 2: Incremento en superficie dentro de Puerto Rico bajo ANP's durante 2004-2008



Benchmark

Incremento anual en el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas a partir del Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación durante los próximos 20 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*¹⁶ 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*. Mediante la designación de nuevas reservas durante el 2008 se alcanzó un incremento de 10,200 cuerdas. Esto representa un aumento de 2.5% de la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* que ha pasado a formar parte del conjunto de Áreas Naturales Protegidas hasta el presente. Al presente sólo el 29.7% de la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* está compuesto por Áreas Naturales Protegidas.

Limitaciones del Indicador

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

- 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

Conclusión 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.

¹⁶ 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.

Asunto: Ecosistemas Terrestres
Indicador: Cantidad de Cuerdas de Ecosistemas Terrestres
adquiridas por el Estado y ONG's para su Manejo y Protección
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)¹⁷, en un esfuerzo combinado entre agencias estatales y organizaciones no gubernamentales (ONGs). 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, preservación o restauración. Los datos presentados abarcan el periodo a lo largo de los años 2005-2008. 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. La medida del indicador recoge tanto la intervención del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA)¹⁸, como de la Compañía de Parques Nacionales (CPN)¹⁹ y del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR)²⁰. 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, o pueden también no haberse aún designado bajo estas categorías de protección legal y administrativa. En este último caso, el indicador puede incluir, como

¹⁷ 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.

¹⁸ 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.

¹⁹ 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.

²⁰ El FCPR es una institución privadas 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 23,000 cuerdas de terreno de valor ecológico e

parte del cómputo, las cuerdas de terrenos adquiridas fuera de los actuales límites legales de áreas previamente designadas o proclamadas bajo las categorías ya dichas, 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.

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 Estado poder poner en vigor programas para la sabia utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico, 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 de adquisición de terrenos por parte de las tres entidades mencionadas, provienen de aquellas unidades técnicas en el DRNA, la CPN y el FCPR, que coordinan las tareas de adquisición de terrenos por parte de cada agencia u organización:

DRNA: datos 2005 - 2008: unidades coordinadoras de proyectos de adquisición de terrenos en Área de Planificación Integral (División de Patrimonio Natural; Secretaría Auxiliar de Planificación) y el Negociado de Servicio Forestal;

CPN: datos 2005 - 2008; unidad coordinadora de los procesos de adquisición de terrenos adscritos a la Oficina de Planificación Recursos Externos y Mejoras Permanentes;

FCPR: datos 2005 - 2008; unidad coordinadora de los procesos de adquisiciones servidumbres y donaciones;

Tanto el DRNA, como la CPN y el FCPR, programan tareas o proyectos encaminados a la adquisición de propiedades que poseen representaciones de valiosos ecosistemas terrestres de 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 con méritos para ello. 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, conforme los criterios técnicos provenientes de los análisis y recomendaciones provistos de procesos

histórico. Varias propiedades bajo la titularidad del FCPR cuentan con designación como Reservas Naturales por vía administrativa.

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, servidumbres de conservación, acuerdos de manejo o dedicación (mitigaciones). Los datos (cuerdas adquiridas por entidad y cuerdas totales adquiridas) son del Tipo I, considerados adecuados y monitoreados de manera constante o continua durante los años 2005 al 2008. Estos datos provienen de las fuentes previamente mencionadas como parte del cómputo continuo que se realiza 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 éstos, y que estén enfocadas hacia el mismo objetivo, puedan contabilizarse como parte del proceso.

Método de Análisis y cobertura

Para este indicador los parámetros considerados incluyen la agrupación de cuerdas de terrenos de valor ecológico adquiridas por año en toda la jurisdicción del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, por las agencias estatales y organizaciones no gubernamentales reportadas (DRNA, CPN, FCPR), para el periodo comprendido entre los años 2005 y 2008.

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

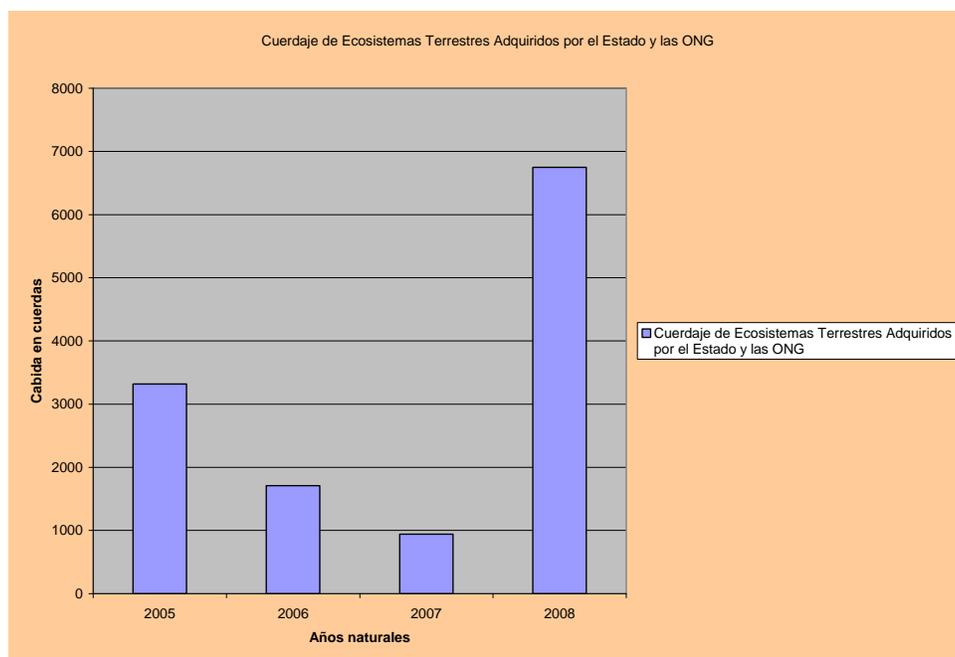


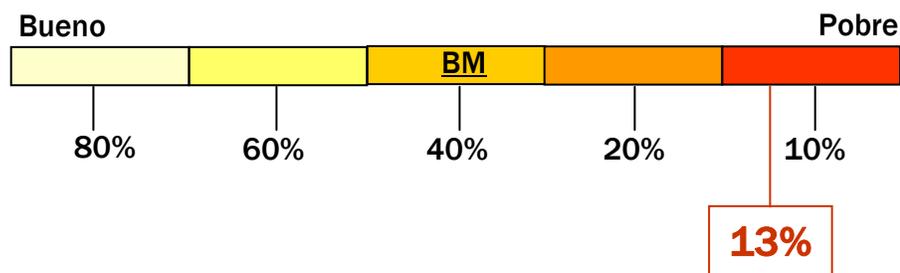
Tabla. Cuerdaje adquirido por el DRNA, la CPN y el FCPR entre los años 2005 y 2008

AÑO	DRNA (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CPN (CUERDAJE ADQUIRIDO)	FCPR (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CUERDAJE TOTAL POR AÑO
2005	343.3	1750	1225.1	3318.4
2006	393.5	0	1315.7	1709.24
2007	497.2	0	444.5	941.7
2008	6245.3	0	503.3	6748.6
Cuerdas totales por agencia u ONG	7479.3	1750	3524.6	12,717.94

Análisis

La tendencia observada refleja la adquisición de un total de 12,717.9 cuerdas de terrenos que poseen valiosos ecosistemas terrestres para ser manejados y protegidos a partir del periodo comprendido por los pasados cuatro años. Se destaca el año 2008 como el año en que se logró adquirir el mayor cuerdaje total por año, con más del doble que en cualquier otro año del periodo reportado. Aunque durante los primeros tres años se muestra una reducción, la misma fue compensada con los resultados logrados durante el 2008. Es relevante, además, hacer constar que, tanto el DRNA como el FCPR, cuentan con otros proyectos de adquisición de terrenos en curso que poseen ecosistemas terrestres. En lo que respecta al DRNA, trámites en curso bajo dichas circunstancias involucran cerca de 6,297.7 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 2008, es de 19,015.6 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 40% del total de 100,000 cuerdas supuestas a estar adquiridas entre los años 2005 y 2015. Los datos presentados reflejan que hasta el 2008 se culminó la adquisición de un 13% y no el 40% del cuerdaje total encomendado dentro del periodo de 10 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 2008 por el Estado u ONG's para su manejo y protección en atención a la Orden Ejecutiva OE-2005-71.

Limitaciones del Indicador

El indicador no mide las adquisiciones logradas previo al 2005, de manera que pueda trazarse una perspectiva a través de un periodo de tiempo mayor. Esto sólo 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).

Conclusión 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 ecológicamente valiosos ecosistemas terrestres de Puerto Rico por parte del DRNA y demás entidades afines requiere de estrategias que logren aumentar el cuerdate 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 cuatro 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 2008 se debería haber completado el 40% de las 100,000 cuerdas encomendadas por dicha Orden Ejecutiva. Actualmente se han estructurado proyectos de adquisición que involucran sólo cerca de 20,000 cuerdas, con cerca de 13,000 cuerdas de éstas ya culminados. Aún queda lograr la adquisición de cerca de 80,000 cuerdas de terrenos de valor ecológico en un periodo de 6 años, conforme lo estableció la Orden. Se proponen las siguientes alternativas, entre otras:

- 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 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. 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 éstas 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.

Asunto: Vida Silvestre
Indicador: Número de Especies en Peligro de Extinción o Vulnerables
Tipo: I

Descripción del Indicador:

Mediante este indicador se puede estimar la cantidad de especies nativas o endémicas a 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 6766 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), *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 definen 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:

- 1- En Peligro Critico
- 2- En Peligro
- 3- Vulnerable
- 4- Menor Riesgo
- 5- Deficiente de Datos

Las otras dos categorías establecidas por el DRNA, especie en Menor Riesgo (LR) y Deficiente de Datos, no fueron incluidas en el desglose reportado mediante este Indicador en el presente Informe Ambiental 2008.

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 Patrimonio Natural, y los Negociados de Pesca y Vida Silvestre y Servicio

Forestal. Paralelamente, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal (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 éstas a la categoría de protección aplicable conforme descritas en el Reglamento 6766 del DRNA. Presentamos el cuadro estadístico de especies designadas al momento presente, distinguiendo las especies de hábitat terrestres de aquéllas acuáticas.

Gráfico o representación con frase de tendencia:

Especies Terrestres

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

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	-	1	2
Total	6	7	4	<u>17</u>

Después de entrar en vigencia (10 de febrero de 2004) el actual reglamento que contiene las especies amenazadas y en peligro de extinción, sólo se ha designado oficialmente por el DRNA al coquí llanero (*Eleutherodactylus juanariveroi*) como especie en Peligro Crítico

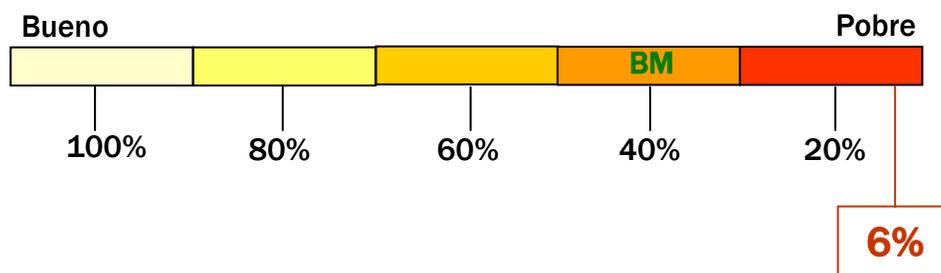
de Extinción (noviembre de 2007). Se cataloga el humedal herbáceo de agua dulce donde se ha detectado la especie hasta el momento (Municipio de Toa Baja) como su Hábitat Natural Crítico Esencial.

Análisis

Los datos reflejan que durante el 2008 no se incorporó ninguna especie a la lista oficial de especies protegidas conforme las disposiciones del Reglamento 6766 del DRNA. No obstante, la información biológica de las especies designadas y su estatus debe ser actualizada, así como también se dispone en el mencionado Reglamento, el cual estipula su revisión cada 5 años después de su fecha de vigencia. Actualmente hay 15 especies de plantas endémicas candidatas para ser designadas, algunas bajo la categoría de Especie en Peligro de Extinción y otras en Peligro Crítico de Extinción. También se consideran para designación prospectiva las siguientes dos especies de corales presentes en mares tropicales, incluidas las aguas territoriales de Puerto Rico: *Acropora palmata* (cuerno de alce) y *Acropora cervicornis* (cuerno de ciervo).

Benchmark

Actualmente existen especies críticas sometidas como candidatas a ser designadas en riesgo de extinción. Estas especies con esta designación deben ser procesadas durante el primer periodo de 5 años de vigencia del Reglamento 6766 del DRNA. 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 (*Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción*). Solamente figura la inclusión de una especie al mismo desde que entró en vigencia el 10 de febrero de 2004. Otras especies, consideradas candidatas a la lista de especies protegidas por recomendaciones de miembros de la comunidad científica activa

en Puerto Rico, no han sido trabajadas aún bajo el rigor procesal requerido por dicho Reglamento.

Conclusión y Recomendaciones:

No se reportaron nuevas inclusiones de especies nativas o endémicas a Puerto Rico, durante el 2008, a las diferentes categorías de protección aplicable conforme describe el Reglamento 6766 del DRNA (*Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción*). Se recomienda llevar a cabo el procedimiento de revisión de rigor que establece dicho Reglamento cada 5 años desde la fecha de vigencia en el 2004, para trabajar, durante el mismo, al menos un 40% (benchmark) de las 17 especies sometidas o consideradas ante el DRNA como candidatas. De todas las especies recomendadas por la comunidad científica, desde que entró en vigencia el mencionado Reglamento, sólo ha sido designada una especie (el coquí llanero o *Eleutherodactylus juanariveroi*) dentro del primer periodo de 5 años que culminaría durante el 2009.

Asunto: Vida Silvestre
Indicador: Estimados Poblacionales de Especies Cinegéticas (palomas y tórtolas; aves acuáticas)
Tipo: I

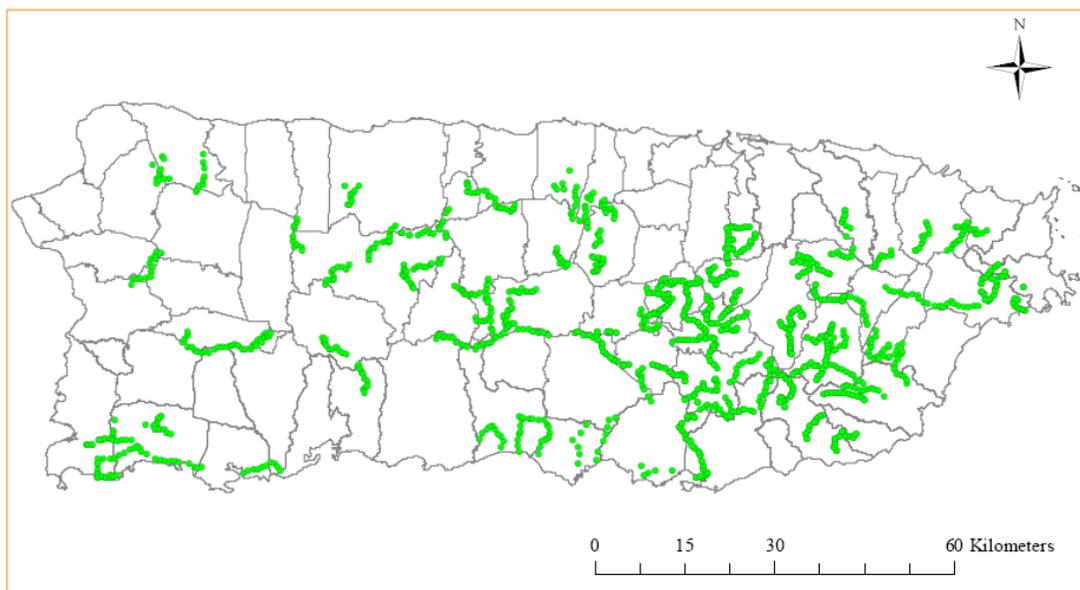
Descripción del Indicador:

La Ley 241 del 15 de agosto de 1999 (según enmendada), Nueva Ley de Vida Silvestre y sus reglamentos, regulan la actividad de cacería en Puerto Rico. La cacería de colúmbidos (palomas y tórtolas) cuenta en la Isla con alrededor de 4,000 usuarios y 661 para la actividad de acuáticos. Mediante este Indicador se estima los niveles poblacionales de especies de colúmbidos y otras especies de aves de hábitos acuáticos, todas ellas de interés para la caza (cinegéticas) en Puerto Rico. Presenta datos estadísticos de cosecha de estas especies.

Consideraciones Técnicas:

Tanto para colúmbidos como para aves acuáticas se realizan conteos de puntos (“*point count transects*”). Cada estación es muestreada en un intervalo de seis minutos donde se anotan todos los individuos vistos o escuchados. Se anotan las distancias radiales de los individuos que fueron observados, además de otros datos ancilares (Ej., vegetación, disturbios, disponibilidad de alimento, etc.). En los conteos se incluyen especies cinegéticas como las no cinegéticas.

Figura 1: Mapa ilustrando las estaciones de conteos de colúmbidos en Puerto Rico



Puerto Rico cuenta con 10 especies nativas de colúmbidos, de las cuáles hay cuatro en las que está permitida su cosecha (caza): tres especies de tórtolas del género *Zenaida* sp. y una paloma del género *Patagioenas*. Para los estimados poblacionales de colúmbidos tenemos 1,202 estaciones de conteos alrededor de la Isla, incluyendo Vieques, Culebra e Isla de Mona. Estas estaciones cubren áreas agrícolas, zonas rurales, urbanas, bosques estatales, reservas naturales y refugios de vida silvestre. Mediante un sondeo de alas obtenemos las estadísticas de cosecha de colúmbidos. Al momento que cada cazador compra el sello (*permit*) para la temporada de cacería de palomas y tórtolas, se le hace entrega de sobres predirigidos. En cada sobre el cazador envía un ala de cada individuo cazado durante la temporada de cacería. Además, se le solicita otra información, como horario de caza, municipios donde cazó y presas perdidas, entre otras.

Para aves acuáticas existen 85 estaciones de conteo en 57 humedales a nivel isla. Estas estaciones cubren desde humedales herbáceos, manglares, lagos de retención de agua y lagunas que son remanentes de procesos agrícolas. Nuestro interés principal son las especies acuáticas nativas, también incluimos especies migratorias. Para obtener los datos de cosecha, se realizan entrevistas a cazadores en las áreas tradicionales de cacería de aves acuáticas (incluyendo las Reservas Naturales de Humacao y de Boquerón). En estas entrevistas se cotejan los individuos cazados para su identificación, sexo y edad (juvenil o adulto). Además, se obtiene el horario de caza para estimar el esfuerzo diario.

Estos datos son manejados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), a través del Proyecto W-21, *Monitoring of Gamebird Species in Puerto Rico*, que lleva a cabo la División de Recursos Terrestres, adscrita al Negociado de Pesca y Vida Silvestre.

Método de Análisis y cobertura

El programa Distance 5.2 (<http://www.ruwpa.st-an.ac.uk/distance>) es utilizado para estimar los números poblacionales. Otros programas estadísticos, entre éstos el SAS 9.1 (Resampling Stats, Inc., Arlington, VA) se utilizan para el análisis de las tendencias de abundancia y de cosecha. La densidad es estimada como:

$$\hat{D} = n \hat{h}(0) \bar{s} / 2\pi k,$$

donde \hat{D} = número de individuos por hectárea; n = número de individuos o grupos de individuos; $\hat{h}(0)$ = pendiente de la densidad estimada en función de las distancias radiales ($\hat{f}[r]$), evaluada en $r = 0$; \bar{s} = el promedio de la muestra utilizado como estimador no sesgado del promedio del tamaño de las bandadas; k = cantidad de estaciones muestreadas.

Las estaciones de conteos de colúmbidos están distribuidas de la siguiente manera: 217 estaciones en la zona seca para un 18.05%; 238 estaciones en zona mojada para un 19.80%; y 747 estaciones en zona húmeda para 62.15%. En conteos de aves acuáticas cubrimos un área de 2,022 hectáreas alrededor de la Isla.

Para estimar la cosecha total (TH), presas perdidas (CL) y caza total (TK) se utiliza lo siguiente:

- 1) $TH = (\bar{x} \text{ núm. de ind./especies} / \text{salidas caza}) \times (\text{cantidad de cazadores de colúmbidos o acuáticas}) \times (\bar{x} \text{ núm. de viajes de caza/temporada});$
- 2) $CL = (\text{núm. de ind. /especies no recuperadas}) \div (\text{núm. de ind./especie no recuperadas} + \text{recuperadas})$
- 3) $TK = (TH) + (TH \times CL)$

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

Tabla1: Abundancia estimada (N) para las cuatro especies cinegéticas

ESPECIE	N PROMEDIO	2.5%	97.5%
PALOMA TURCA	173,400	112,100	266,400
CARDOSANTERA	437,800	310,400	615,200
ALIBLANCA	612,800	243,900	1,244,000
RABILARGA	46,110	15,780	125,200

Tabla 2: Estadística de cosecha para las especies de Colúmbidos cinegéticas (1986-2006)

Especies	Variable	Promedio	SD
Turca	Cosecha Total	20,428	6,286
	Razón de cosecha	0.027	0.044
Cardosanterra	Cosecha Total	12,839	4,202
	Razón de cosecha	0.027	0.006
Aliblanca	Cosecha Total	16,545	12,627
	Razón de cosecha	0.078	0.027
Rabilarga	Cosecha Total	3,921	1,492
	Razón de cosecha	0.364	0.189

Tabla 3: Estimados de densidad (D) y tamaño de la población en el área de muestreo (2,022 ha) para especies de aves acuáticas en Puerto Rico durante agosto-octubre 2003-2007

Especie	D (ind./ha)	SE	N	SE
Pato quijada colorada	2.56	0.15	5,859	381
Pato chorizo	0.42	0.02	860	42
Gallinazo nativo	0.44	0.07	885	147
Gallareta común	0.50	0.02	1,068	55
Pato zarcel	0.29	0.05	583	107

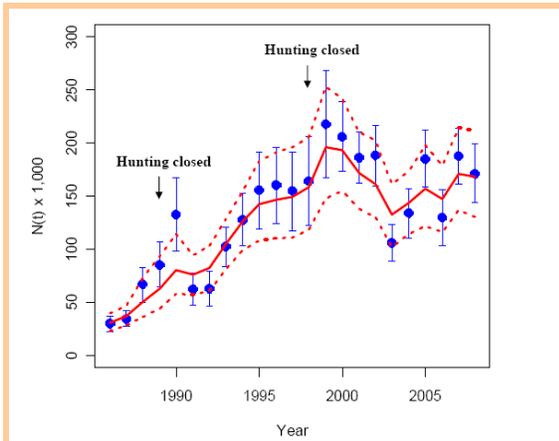
Tabla 4: Estimados de la cosecha (caza) de aves acuáticas desde el 1999-2009^a

	99-2000	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09
Pato Zarcel	1,771	1,812	1,142	733	695	916	1,822	3,671	1,074	531
Gallaretas	2,299	724	709	520	525	650	742	472	339	229
Becasinas	238	616	15	65	248	205	137	238	48	107
Cabeciblanco	11	0	0	0	2	3	0	0	2	1
Pechiblanco	56	21	0	32	130	22	47	26	30	15
Cuchareta	0	2	0	0	0	3	4	0	0	1
Aliverde	26	24	4	17	15	3	11	2	5	8
Acollarado	4	40	2	0	6	15	13	3	10	4
Pescuecilargo	0	0	7	0	2	0	2	0	0	0
Pato Negro	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total Estimado	4,405	3,239	1,879	1,367	1,623	1,818	2,778	4,412	1,508	896
Sellos Vendidos	1,859	1,216	854	784	718	600 ^c	615 ^c	638 ^c	661 ^c	944 ^c
Cazadores Contactados	507	517	387	265	332	378	283	357	329	366
Entrevistas	1,109	1,207	992	759	930	1,103	980	1,216	936	1219
Viajes X Temporada	2.18	2.33	2.56	2.86	2.8	2.92	3.46	3.4	2.85	3.31
Presas X Cazador	2.27	2.39	2.02	1.55	2.05	2.8	3.98	6.22	2.12	2.5

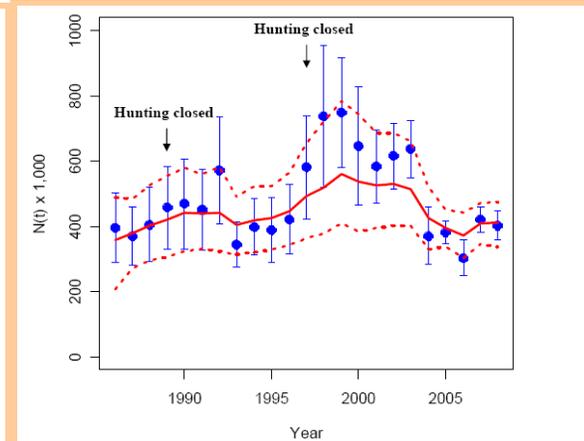
- a. Estimados fueron calculado utilizando las ventas del Federal Duck Stamp hasta la temporada 2003-04
- b. Estimados fueron calculados utilizando la venta del sello del DRNA
- c. Cantidad de sellos del DRNA vendidos

Figura2: Abundancia poblacional estimada (puntos) y predicha (línea continua) para las cuatro especies cinegéticas de colúmbidos. Línea entrecortada es el intervalo de confianza de 95%, líneas verticales es Desviación estándar de N.

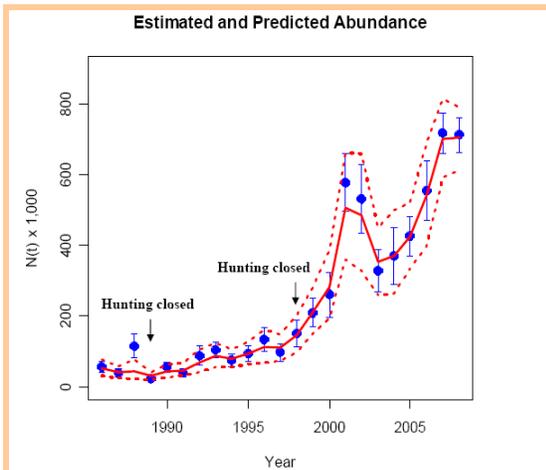
a. Paloma turca



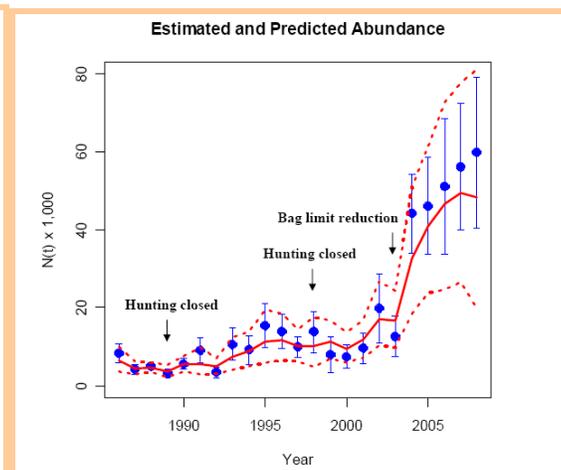
b. Tórtola cardosantera



c. Tórtola aliblanca



d. Tórtola rabilarga



Análisis

En el 2003 se realizó una modificación a la cantidad de individuos permitidos para la cacería. Se aumentó la cuota diaria de 10 tórtolas/día/cazador a 15 tórtolas/día/cazador, pero con un límite de 3 individuos de tórtola rabilarga (*Zenaida macroura*) dentro de la

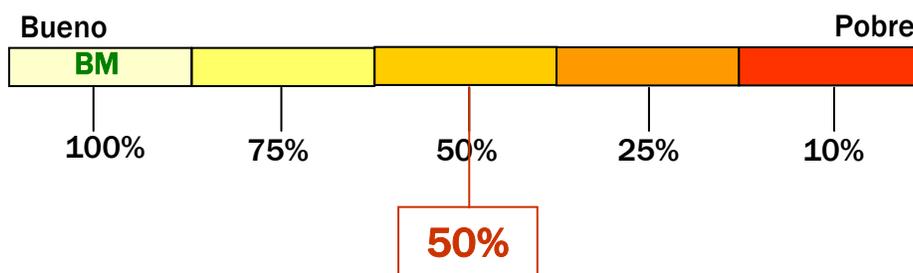
cuota total diaria. Esta medida de manejo adaptativo ha tenido un efecto positivo ya que se ha visto un aumento en la población de tórtolas rabilargas (Figura 2d). La población de tórtola cardosantera (*Zenaida aurita*), aunque mantiene números saludables, está presentando una tendencia negativa (Figura 2b). Pensamos que esto se deba a una combinación de factores como la caza, pérdida de hábitat y/o competencia con la tórtola aliblanca (*Zenaida asiática*). Esta última utiliza los mismos recursos que la cardosantera y está mostrando un crecimiento poblacional exponencial (Figura 2c). Por estas razones, estamos proponiendo ante el Concilio de Aves Migratorias un cambio en la cuota diaria para las tórtolas para los próximos tres años. Estamos proponiendo un aumento en la cuota diaria en el agregado de tórtolas a 20 individuos por día, pero un límite diario de 3 rabilargas y 10 cardosanteras. De esta manera estamos disminuyendo la presión de caza en la tórtola cardosantera mientras que estamos controlando otra especie (aliblanca) que compite y que está aumentando exponencialmente. Con estos trabajos y cambio en regulaciones somos pioneros en el Caribe y Latinoamérica en lo que se conoce como manejo de vida silvestre adaptativo.

En el caso de aves acuáticas, la pérdida de humedales por desarrollos industriales, actividades agrícolas no cónsonos con el lugar, calidad de agua, contaminación, depredación y la falta de disponibilidad de alimento son algunas de las causas para que especies nativas como el pato chorizo (*Oxyura jamaicensis*), pato enmascarado (*Nomonyx dominica*), y chiriría nativa (*Dendrocygna arborea*) tengan una densidad poblacional tan baja (Tabla 3). De nuestros datos se desprende que, de las aves acuáticas nativas, el pato quijada colorada (*Anas bahamensis*) fue el más abundante con $5,859 \pm 381$ individuos en el área de muestreo (Tabla 3).

Las especies acuáticas permitidas para la caza son en su mayoría migratorias, siendo la gallareta común (*Gallinula chloropus*) la única especie nativa. Entre 2005-2007, se entrevistaron entre 82 a 357 cazadores. El pato zarcel (*Anas discors*) y la gallareta común han sido las especies más cazadas entre 2005-2007 (Tablas 3 y 4)

Benchmark

Aumento deseable en cuotas de caza como medida de mantenimiento de las poblacionales de especies cinegéticas (colúmbidos) que lo requieren.



El benchmark se estableció basado en el por ciento de aumento a la actual cuota de caza de agregado de tórtolas por cazador por día (el doble del actual) como medida de manejo dirigida a lograr patrones de estabilidad en todas las poblaciones de las especies censadas.

Limitaciones del Indicador

El indicador incluye mayor cantidad de datos para colúmbidos que para aves acuáticas. Los datos de cosecha (caza) de colúmbidos son hasta el 2006 debido a discrepancias logísticas con el Sistema del Correo Federal. Estamos haciendo los ajustes para llegar a un acuerdo con ellos para continuar con el monitoreo de la cacería de colúmbidos. No obstante, los conteos de campo muestran que las poblaciones siguen saludables y que pueden sostener la presión ejercida por la caza hasta el presente.

Conclusión y Recomendaciones:

- 1- Las prácticas de caza de colúmbidos, conforme las cuotas permitidas al presente a base del manejo adaptativo aplicado, reflejan tendencias particulares por especie censada:
 - Estabilidad (números saludables) con tendencias de crecimiento en poblaciones de: la paloma turca y la tórtola aliblanca (ésta última muestra crecimiento exponencial)
 - Estabilidad (números saludables) pero con una tendencia de decrecimiento a partir de 2007 en poblaciones de: tórtola cardosantera (se estima que por pérdida de hábitat, intensidad de caza y competencia con la tórtola aliblanca)
 - Inestabilidad (números bajos) pero con tendencia de crecimiento a partir del 2003 en poblaciones de: tórtola rabilarga (como respuesta a reducción en cuota de caza permitida por el DRNA).
- 2- Los estimados poblacionales de especies de aves acuáticas nativas en estado crítico (pato chorizo, pato enmascarado y chiriría nativa), a pesar de permanecer vedadas a la caza, permanecen con tendencia a cantidades bajas; se estima que las razones son:
 - la pérdida de humedales por desarrollos industriales
 - actividades agrícolas no cónsonas con el lugar
 - calidad de agua afectada por contaminación
 - depredación
 - falta de disponibilidad de alimento
- 3- Las especies acuáticas permitidas para la caza lo son, en su mayoría, especies migratorias con la excepción de la gallareta común; ésta, junto al pato zarcel (migratorio), resultan las especies de aves acuáticas de mayor intensidad de caza conforme los datos disponibles

- 4- Se propone un aumento en la cuota diaria en el agregado de tórtolas de 10 individuos por día (actuales) a 20 individuos por día (prospectivo), pero un límite diario de 3 rabilargas y 10 cardosanteras. De esta manera disminuiría la presión de caza en la tórtola cardosantera mientras que se controlaría otra especie (la tórtola aliblanca) que compite y que está aumentando exponencialmente.
- 5- Se recomienda también mantener la veda a la caza de las siguientes especies de aves acuáticas nativas: el pato chorizo, el pato enmascarado y la chiriría nativa.

Asunto: Pesca Comercial
Indicador: Disponibilidad de Algunos Recursos Pesqueros
Comerciales de Alta Demanda
Tipo: II

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 Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) hace estudios independientes de pesca sobre especies particulares tales como: el carrucho, la langosta y algunos peces de arrecife de interés comercial. Estos estudios van dirigidos a determinar la distribución, abundancia y tendencias poblacionales de dichas especies 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 dos métodos de captura: hilo y anzuelo, y nasas. Toda la captura se identifica por especies, se pesan, miden y se determina el sexo de todos los individuos. Los datos se analizan junto con la información de esfuerzo pesquero para comparar los resultados con datos provenientes de la pesquería. Otros análisis incluyen la composición de especie por arte utilizada de pesca, distribución de tallas y por ciento de individuos capturados bajo el tamaño de reproducción mínima. Se comenzó el nuevo ciclo de muestreo a finales de 2008 y se llevara a cabo por un año. Se programa extender la cobertura del muestreo a la costa este y sur durante el año 2009.

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 transectos 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 en la costa oeste. 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 encontrados y el tamaño de los individuos.

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

Langostas juveniles en habitáculos artificiales en el área oeste de la Isla durante el 2008 e inicios del 2009

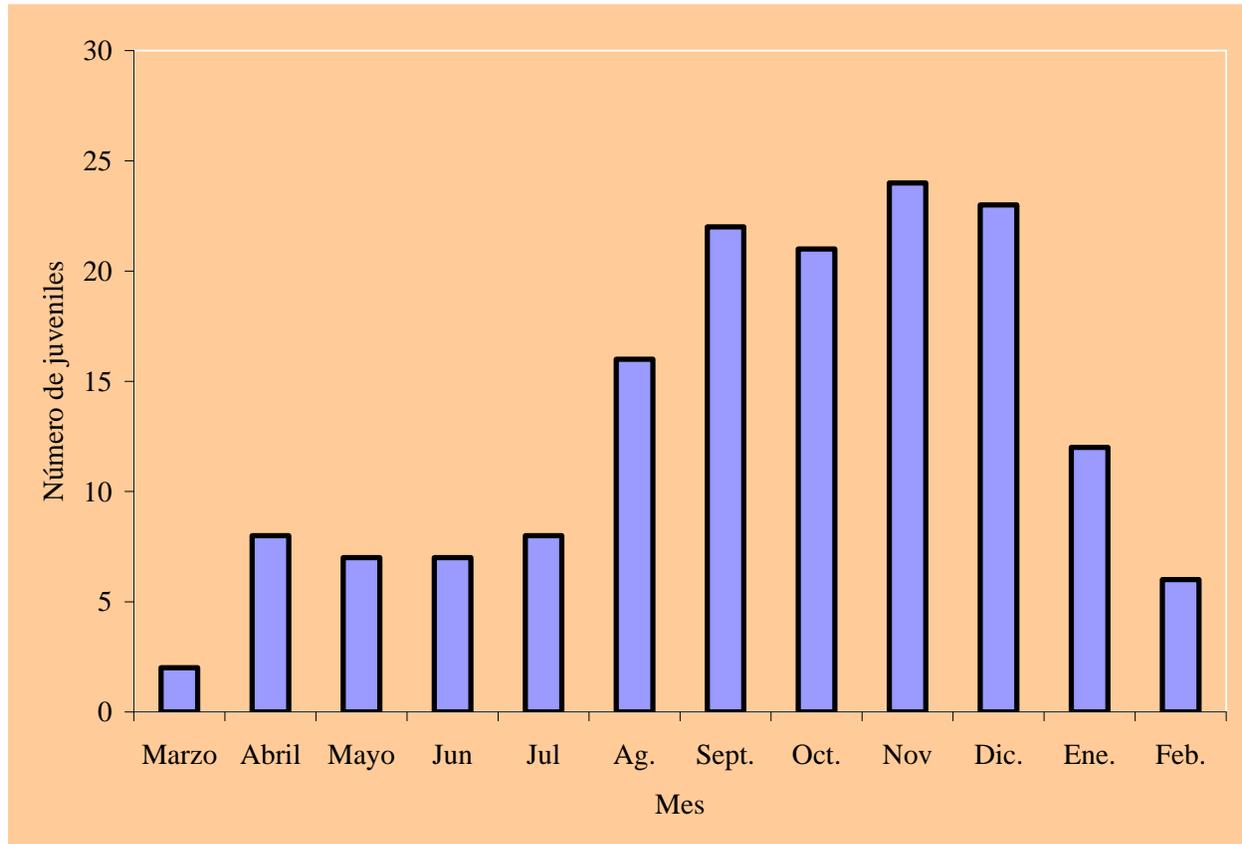


Tabla 1: Densidad de carrucho (individuos/ha) de acuerdo al tipo de hábitat

Hábitat	Ind/ha						Toda la isla 2006
	Este		Sur	Oeste			
	2006	1996*	2006	2006	2001**	1996*	
Alga	29.66	1.09	34.27	18.68	2.05	6.07	27.00
"Hard ground"	23.09	n/a	1.63	19.09	3.16	n/a	19.00
Hierbas Marinas	28.95	14.78	15.38	21.12	23.30	12.96	23.00
Arena	12.14	4.49	1.75	12.84	3.20	2.36	11.00
Arrecife	0.89	5.01	5.11	7.69	0.33	1.50	5.50
Caricoche	73.83	0.00	n/a	n/a	n/a	11.16	73.80

- * Appeldoorn, 1996
- ** Appeldoorn, 2002

Para las especies de peces de arrecife de mayor importancia se analizan las capturas para determinar la abundancia, la captura por unidad de esfuerzo y la distribución de tallas. Basándose en los resultados obtenidos se comparan con 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.

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.

Análisis

Los datos de peces de arrecife han arrojado resultados alentadores concerniente a la recuperación de dos especies bajo manejo: el mero cabrilla (*Epinephelus guttatus*) y el chillo ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*). Los tamaños de captura apuntan a una mejoría de las poblaciones, aumentado la talla de las especies, reduciéndose el número de individuos capturados bajo el tamaño mínimo de reproducción en un 70%.

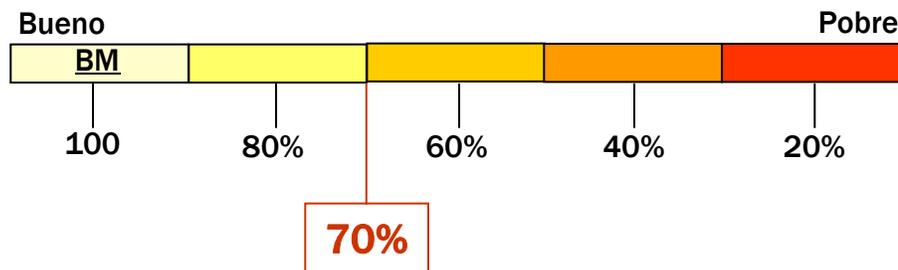
Los datos de carrucho indican una mejoría en sus poblaciones monitoreadas, apuntando a individuos de mayor tamaño y edad en cerca del 60% censado.

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

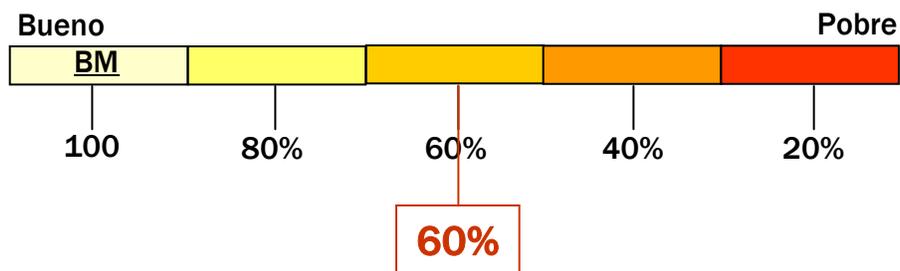
Benchmark

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

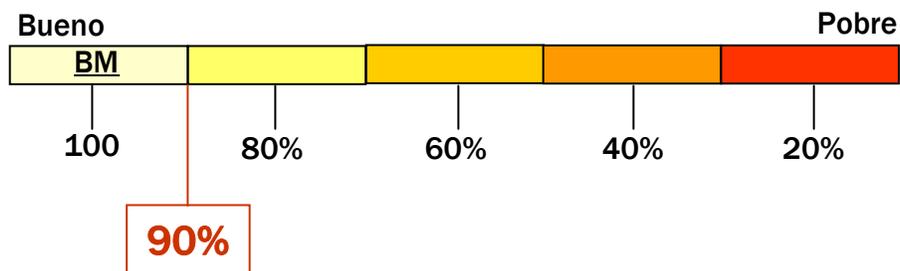
Por ciento de capturas de mero cabrilla y de chillo amarillo disponibles para la pesca comercial mostrando el tamaño mínimo de reproducción



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.

Conclusión y Recomendaciones:

Los datos disponibles reflejan, para años recientes, una aparente tendencia de recuperación y estabilidad en las especies particulares estudiadas, por costas estudiadas (langosta-costa oeste; carrucho-costas oeste, este y sur; peces de arrecife-costa sur) para las especies comerciales particulares 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 hábitat propicios para estas especies. Entretanto, debe mantenerse el monitoreo de estas poblaciones y las medidas de manejo impuestas por el Reglamento de Pesca Núm. 6768 del DRNA

(Reglamento de Pesca de Puerto Rico) para recuperar y mantener el nivel óptimo de las poblaciones implicadas en este Indicador.

Asunto: Pesca Marina Comercial
Indicador: Intensidad de Explotación de la Pesca Comercial
Tipo: I

Descripción del Indicador:

Este indicador provee información relacionada a los desembarcos de pesca comercial en Puerto Rico. Ayuda a conocer el status de las poblaciones de pesca comercial de peces y mariscos. Indica actividad de pesca, esfuerzo pesquero y tendencias en el uso de artes de pesca. Describe el universo de la pesca comercial usando censos de pesca. Los recursos pesqueros son renovables pero están sobrepescados en el ámbito mundial. Por lo tanto, esta información es indispensable para el sabio manejo de los recursos pesqueros. La información es usada principalmente por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), el programa de NOAA²¹ Fisheries, universidades y por el público en general.

Consideraciones Técnicas:

Los datos se presentan en cantidad de libras desembarcadas por especie de pesca comercial, por arte, centro pesquero, por municipio, por pescador y por año. Presenta también datos de captura por unidad de esfuerzo y datos de bioestadísticas por especie (talla y peso), composición de especies capturadas, esfuerzo pesquero, por especie. Además, incluye censos de pescadores comerciales, artes de pesca y embarcaciones, por año. El Programa alcanza los 42 municipios costaneros incluyendo a Vieques y Culebra. Esta información es recopilada por el Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA, donde está disponible la base de datos de desembarcos, bioestadísticas y censos. Hay datos y publicaciones desde 1969 hasta el presente.

Método de Análisis y Cobertura

Los datos recopilados de pesca comercial se entran en archivos digitales. El Investigador Principal procede a hacer tablas y figuras de los resultados para analizar los mismos. Informes anuales, Informes Finales y publicaciones son producidas con la interpretación de los datos. Análisis de varianza, Kolmogorov-Smirnov Test, y T test son usados entre otras pruebas de estadísticas.

²¹ National Oceanic and Atmospheric Administration

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

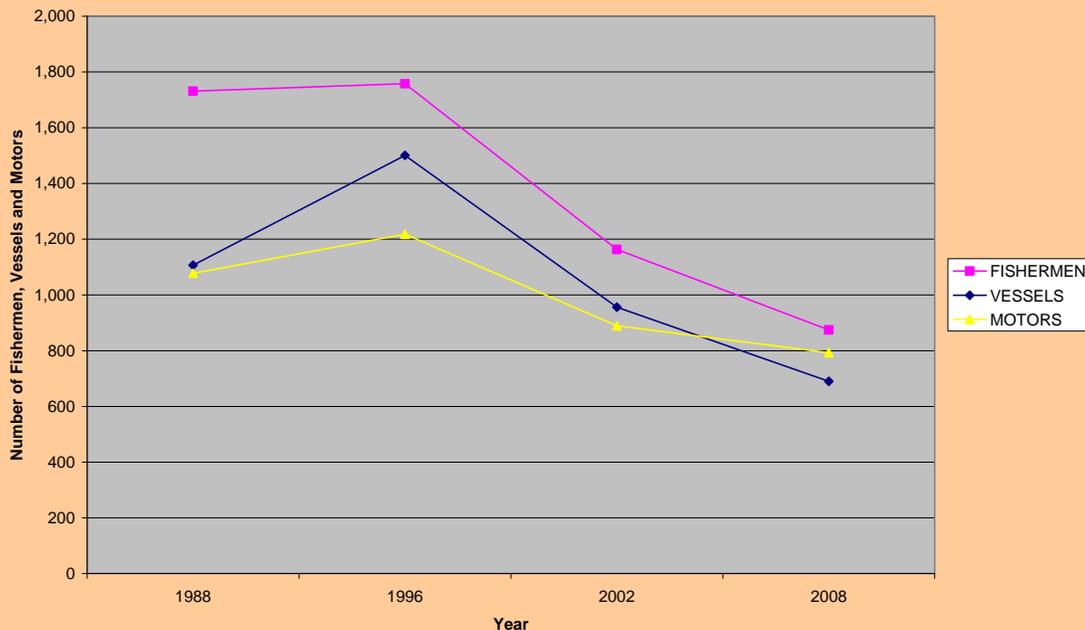
**Desembarcos Totales de Especies de Pesca Comercial Registrados en el DRNA
Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales Durante el 2008**

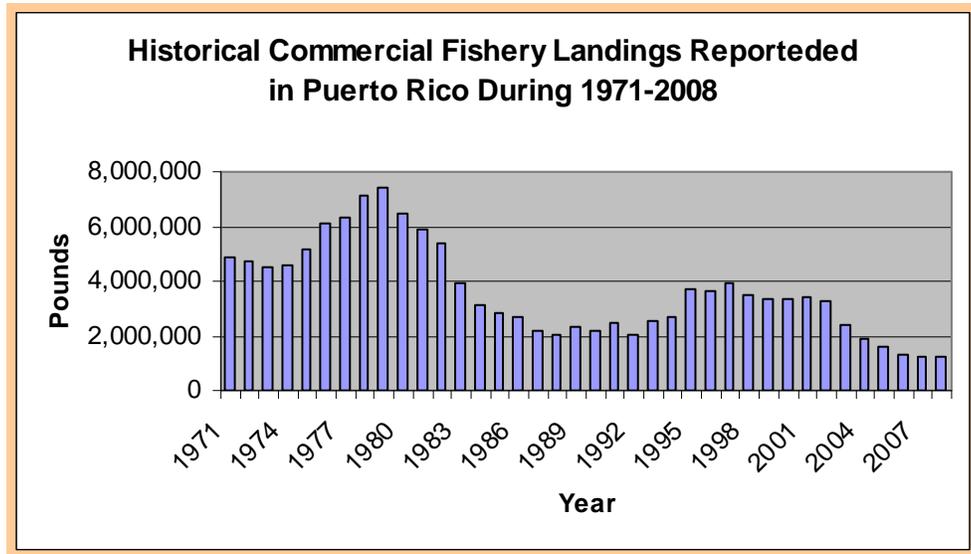
Codigo de Erdman	Especies (en inglés) Peces	Pesos Reportados (libras)
008	Sharks	21,266.25
021	Spotted eagle ray	31.56
022	Mantas	90.00
023	Atlantic manta	147.70
026	Ladyfish	2.00
028	Bonfish	217.25
036	Herrings	8,651.50
039	Scaled sardine	3.00
055	Ballyhoo	20,836.50
058	Houndfish	818.00
064	Squirrelfishes	3,480.00
075	Snooks	1,067.00
076	Snook	8,914.99
079	Groupers	10,549.23
080	Coney	1,924.25
085	Jewfish	52.00
086	Misty grouper	8,737.00
088	Red hind	17,039.25
089	Nassau grouper	1,144.00
091	yellowfin grouper	1,546.00
109	Jacks	3,387.75
110	Leatherjacket	54.00
111	Almaco jack	1,118.00
112	Greater amberjack	190.00
115	Bar jack	17,952.65
116	Yellow jack	481.52
117	Blue runner	3.00
118	Horse-eye jack	1,590.50
119	Black jack	102.70
121	Bumper	17.00
123	Atlantic moonfish	127.00
125	Permit	240.75
127	Dolphinfishes	2,549.00
128	Dolphinfish	54,197.96
130	Snappers	19,711.29
131	Cubera snapper	4.00
133	Dog snapper	89.00

Codigo de Erdman	Especies (en inglés)	Pesos Reportados (libras)
134	Mutton snapper	20,733.87
136	Lane snapper	63,357.76
138	Blackfin snapper	3,556.50
Peces		
139	Silk snapper	108,547.89
140	Yellowtail snapper	79,158.61
142	Vermilion snapper	1,809.25
143	Queen snapper	137,288.97
144	Wenchman	8,510.00
147	Mojarras	5,423.75
149	Silver Jenny	109.95
155	White grunt snapper	31,974.86
156	Bluestriped Grant	228.00
164	Porgies	13,679.75
166	Jolthead porgy	79.95
167	Sea bream	47.00
169	Mongolar drummer	8.00
170	Croaker	124.00
173	Reef Crocker	3.25
175	Spotted goatfish	2,145.79
176	Yellow goatfish	329.75
177	Sea chubs	759.75
189	Hogfish	28,829.96
192	Parrotfishes	28,060.32
197	Mulletts	19.00
199	White mullet	7,762.00
202	Barracudas	1,342.25
204	Guaguanche	227.00
207	Barbu	11.50
224	Cutlassfish	94.00
225	Mackerels and tunas	2,907.40
226	Yellowfin tuna	8,513.85
227	Albacore	964.00
228	Blackfin tuna	25,677.65
229	Skipjack tuna	38,183.40
230	Little tunny	10,033.75
232	Wahoo	2,868.85
233	King Mackerel	26,678.49
234	Cero	10,895.75
251	Queen triggerfish	23,771.56
254	Sargassum triggerfish	11.00
256	Trunkfishes	30,069.80
262	Smooth buffer	5.00
Total Peces (Fishes)		933,136.78

Codigo de Erdman	Especies (en inglés)	Pesos Reportados (libras)
Mariscos		
795	Other fishes	916.45
796	First class	3,450.10
797	Second class	2,259.50
798	Third class	677.50
799	Trash	3.00
900	Queen conch	131,242.75
901	Spinny lobster	167,287.20
902	Octopus	16,850.44
903	Mangrove oyster	214.25
904	Land crab	3,503.25
905	Other shellfish	2,746.90
906	Marine crabs	1,977.00
908	Shrimp	10.00
	Total Mariscos	331,138.34
	Gran Total	1,264,275.12

Figure 1. Number of Active Commercial Fishermen, Vessels, and Motors Reported in Puerto Rico's Fishing Census between 1988-2008



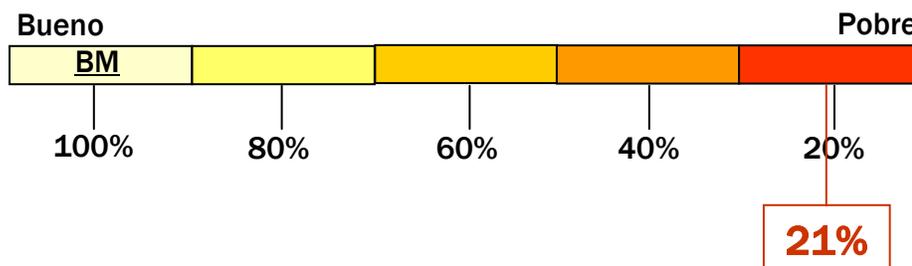


Análisis

Los datos muestran que la pesca comercial ha sido predominantemente sobrepescada. El Reglamento 6768 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico*, vigente desde el 11 de febrero de 2004, está ayudando significativamente a conservar los recursos pesqueros y a mejorar los abastecimientos (“stocks”) de poblaciones, particularmente mediante el mecanismo especial de la aplicación de periodos de vedas. Con este mecanismo se ha logrado reducir el esfuerzo pesquero en algunas especies de pesca comercial, no obstante, no aún en la mayoría de ellas. Es sumamente importante que el Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales continúe recopilando y analizando datos para conocer el status del recurso pesquero.

Benchmark

Abundancia en poblaciones de grupos de mayor importancia en pesca comercial en Puerto Rico, sujetos a la sobrepesca. Cifras expresadas en por ciento del peso anual total desembarcado durante el mejor periodo registrado en el Programa de Estadísticas Pesqueras, disponible entre 1969 hasta el presente.



Limitaciones del Indicador

La información se basa sólo de los datos de pesca comercial dependientes de desembarcos de pesca comercial. Existen también los datos de pesca comercial independiente de desembarco. Estos datos suelen recopilarse por varios años, no obstante se han confirmado los datos obtenidos por desembarco.

Conclusión y Recomendaciones:

Los datos disponibles mediante los desembarcos efectuados y analizados reflejan que continúan siendo sobrepescadas alrededor de 8 familias de especies de pesca comercial en nuestras aguas territoriales, incluyendo tanto peces como mariscos. Se ha visto una pequeña mejoría de 5% solamente en la familia de los pargos de profundidad. El benchmark establecido consiste en poder obtener cada año un 100% de los desembarcos efectuados, de manera que se pueda medir todo el resultado de la pesca comercial que se realiza en nuestras aguas a través del Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales. De esta tarea debería medirse un cumplimiento total de las libras permitidas de pesca para cada especie de valor comercial, conforme establece la implantación de las medidas de manejo del Reglamento 6768 del DRNA (*Reglamento de Pesca de Puerto Rico*).

Asunto: Pesca Marina Comercial y Recreativa
Indicador: Intensidad de Pesca Comercial y Recreativa en Recursos Pesqueros aún en Etapas Juveniles
Tipo: II

Descripción del Indicador:

El tamaño de madurez sexual se define como la clase de tamaño (en mm de largo horquilla) en la que el 50% de los individuos de una población son sexualmente maduros. La madurez se determina a través del análisis histológico de las gónadas. Este es un parámetro comúnmente utilizado en manejo pesquero para establecer los tamaños mínimos de captura y, de esa manera, reducir la mortalidad de peces juveniles. El concepto es permitir que los peces se puedan reproducir por lo menos una vez antes de ser capturados, como medida para reducir el nivel de sobrepesca y sus efectos adversos al recurso pesquero. El ciclo reproductivo se refiere a la distribución temporal en la actividad reproductiva. Saber cuándo y dónde ocurre el desove de los peces de importancia comercial y recreativa es esencial para establecer medidas de manejo apropiadas. Medimos esa actividad utilizando la distribución mensual de las etapas de desarrollo de las gónadas y el índice gonadosomático (IGS). A través del análisis histológico se puede determinar si el desove es inminente o ha ocurrido ya o, sencillamente, cuándo no está ocurriendo actividad reproductiva. Esa información permite hacer recomendaciones sobre lugares y/o épocas de veda. La intención es permitir que los peces puedan alcanzar su máximo potencial reproductivo en el momento y lugar óptimos. Los parámetros biológicos sobre reproducción estimados en estos proyectos se utilizan para hacer recomendaciones y establecer medidas de manejo cuya finalidad es permitir el uso sostenible de nuestros recursos pesqueros.

Consideraciones Técnicas:

Esta información es recopilada por el Programa de Investigación del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), bajo el programa Sport Fish Restoration. En cada proyecto se estudian de cuatro a ocho especies de peces, con una duración promedio de cuatro años.

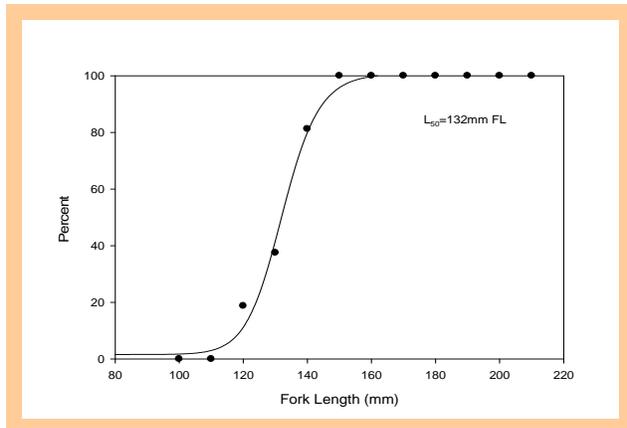
Método de Análisis y cobertura

La madurez se determina a través del análisis histológico de las gónadas. Las gónadas se clasifican microscópicamente de acuerdo al estado de desarrollo, y se genera una curva de madurez sexual para determinar la clase de tamaño más pequeña que tenga el 50% de individuos maduros. El ciclo reproductivo se determina utilizando la distribución mensual de las etapas de desarrollo de las gónadas y la variación mensual del índice

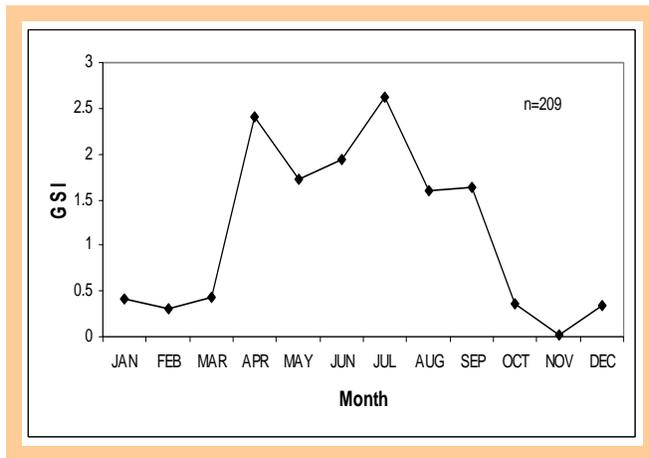
gonadosomático (IGS), que se refiere a la relación entre el peso de la gónada y el peso total del pez. Para estos proyectos se recogen muestras alrededor de toda la isla, de forma mensual.

Gráfico o representación con frase de tendencia:

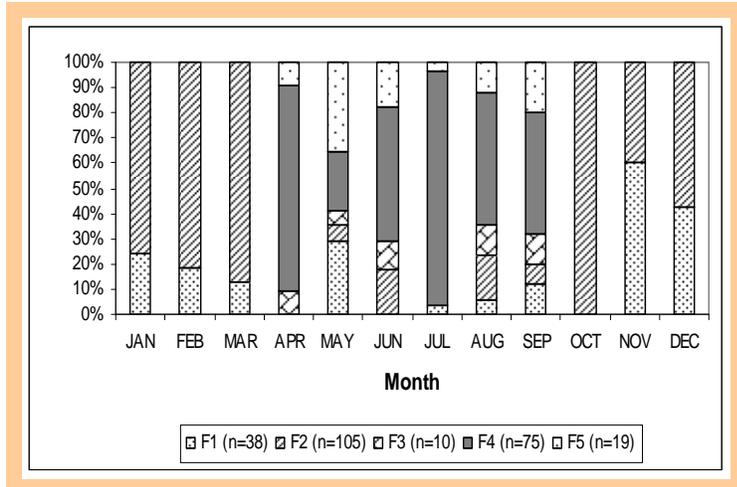
Se incluyen un ejemplo de gráfica de madurez, IGS y distribución mensual de etapas de desarrollo de las especies estudiadas entre 2003-2007.



Percent of sexually mature female thread herring (*Opisthonema oglinum*) as a function of fork length.



Monthly mean gonadosomatic index (GSI) for female thread herring (*Opisthonema oglinum*).



Monthly percentages of reproductive classes for female thread herring (*Opisthonema oglinum*) (F1= Immature; F2= Inactive mature; F3= Active mature; F4= Ripe; F5=Spent).

Tabla: Datos sobre por ciento de individuos capturados que reflejan bajo el 50% de madurez reproductiva en ocho especies pesqueras bajo estudio por los programas del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras

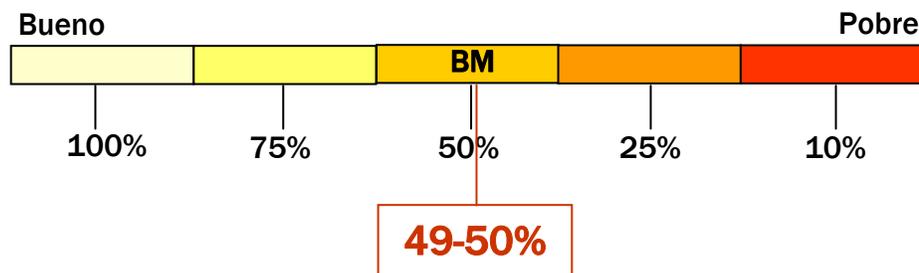
Species	<i>A. solanderi</i>	<i>H. humeralis</i>	<i>H. clupeiola</i>	<i>O. oglinum</i>	<i>C. hippos</i>	<i>C. latus</i>	<i>C. crysos</i>	<i>S. barracuda</i>
Total sample size range	670-1727	85-157	26-134	74-227	158-837	55-742	162-660	290-1347
Size range ♀	670-1727	86-157	50-134	93-227	186-827	257-742	162-660	290-1347
Size range ♂	680-1520	85-148	54-126	92-210	158-837	148-660	184-519	326-1220
Mature ♀ minimum size	784	92	73	106	305	276	200	532
Mature ♂ minimum size	680	90	77	113	295	255	205	352
Mature 50% ♀	896	96	85	119	343	334	257	649
Mature 50% ♂	918	93	74	132	280	325	232	582
Total sample weight range	867-32931	10-65	0.18-38	5-190	98-11340	3.4-7428	78-3175	209-12712
Weight range ♀	867-32931	10-65	2-38	11-190	138-17443	371-7428	86-3175	209-9080
Weight range ♂	1831-21546	10-56	2-33	9-190	96-9534	69-4649	119-2497	242-12712
Reproductive activity	May-Sep*	Year round	Year round	Apr-Sep	Apr-Nov	Year round	Mar-Oct	Year round
Peak reproductive activity	June*	Jan-Aug	Mar-Sep	Jun-Jul*	May-Jul	Apr; Aug*	May-Jun	Mar-Aug
GSI peak	June	May	Apr-May	Apr-Sep	July	Apr; Aug	Jun-Aug	Mar; Jun-Aug
% individuals captured below maturity size	50%	2%	24%	29%	7%	49%	8%	16%

Análisis

Los datos indican que de las especies estudiadas, sólo aquellas de interés para la pesca comercial como especies para consumo humano muestran altos porcentajes de individuos que no han alcanzado su madurez reproductiva y por lo tanto se consideran aún juveniles. Esto significa que la intensidad con que están siendo pescadas impide que las poblaciones se reproduzcan en tasas compatibles con una adecuada disponibilidad de la especie prospectivamente. Entre las especies estudiadas que muestran este patrón se encuentran el peto (*Acanthocybium solanderi*) en la familia de los atunes y el jurel ojón (*Caranx latus*) en la familia de los jureles. Las restantes especies estudiadas, compuestas mayormente por especies de consumo para carnada (machuelo, cascarúa, arenque de altura, jurel, cojinúa y picúa) muestran niveles de captura de individuos reproductivamente inmaduros mucho más bajos. Por consiguiente se deduce que estos últimos persistirán en niveles de disponibilidad adecuados al presente, así como a mediano y largo plazo. Se sugiere que prospectivamente se añada a la Tabla los datos de captura total por año (en libras pescadas) para cada una de las especies y así observar posibles aumentos o reducciones en la cantidad total pescadas a través del tiempo.

Benchmark

Por ciento de juveniles en etapa prereproductiva en peces de pesca comercial actualmente bajo sobrepesca.



Limitaciones del Indicador

Este indicador es específico para determinar ciertos parámetros reproductivos. No mide el estado de las poblaciones o la salud de los peces como tal, sin embargo, es una medida indirecta de crecimiento poblacional como resultado las prácticas de pesca de las especies actualmente.

Conclusión y Recomendaciones:

El indicador permite visualizar un cuadro general de la proporción de especies de interés comercial para las cuales puede determinarse la época y el tamaño en que se encuentran

en etapa reproductiva. Esto sirve para hacer recomendaciones de manejo para las especies bajo estudio, de manera que se regule tamaño, número de captura o época de veda del recurso natural. De esta manera es útil para dirigir esfuerzos de manejo hacia las especies comerciales más afectadas por sobrepesca en su etapa crítica en la cual aún no se ha reproducido.

Asunto: Pesca Deportiva/Recreativa
Indicador: Intensidad de Explotación de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa
Tipo: 1

Descripción del Indicador:

Este indicador mide la cantidad en libras pescadas por especie de interés deportivo durante el 2008 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 a 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 e igualmente la abundancia de las especies buscadas por el pescador recreativo.

Consideraciones Técnicas:

La información es recopilada por el Programa de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina de la División de Recursos Marinos desde el 1999 y está analizada en una base anual. 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, dorado, sábalo y róbalo, peces de pico y cualquier otro pez de arrecife como los pargos, meros, etc. Se ha realizado un monitoreo completo de todas estas actividades de pesca recreativa en la Isla desde 1999.

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.

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

Tablas con los datos que reflejan la tendencia de intensidad de pesca recreativa/deportiva a través de los últimos 8 años.

Tabla 1. Total de Torneos (2000-2008)

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

2007	30	55
2008	25	42
Total	300	545

** Estos son los torneos visitados por el personal del Proyecto de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina del DRNA

Tabla II: Participación en Torneos de Pesca (2000-2008)

Año	Total de Participantes	Número de Botes	Número de Torneos (con información de costo de inscripción)	Dinero Colectado
2000	3041	845	2	\$10,200
2001	4,776	1170	19	\$376,605
2002	5,990	1504	23	\$480,910
2003	4,661	1178	32	\$728,920
2004	4,825	1283	33	\$1,142,470
2005	4,730	972	13	\$239,550.00
2006	3,751	937	23	\$493,270.00
2007	3,860	983	25	\$ 399,804.00
2008	3,109	779	20	\$350.655.00
Total	38,743	9,651	190	\$3,871.729

Tabla III: Libras totales por especies de importancia para la pesca recreativa en torneos de pesca (2000-2008)

Especie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total en libras
Marlin Azul	10,123.24	9987.17	9,517.85	6,273.99	4,052.79	4,250.79	3,628.84	4,234.74	832.90	42,779.07
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	157,195.46
Peto	797.32	1884.22	2,246.33	1484.19	983.06	1878.60	1498.50	1689.18	1385.07	13,846.47
Sierras	205.84	0	44.31	336.27	278.28	12.01	44.02	n/a	177.60	1,098.33
Barracudas	62.21	355.27	571.52	1,807.51	613.89	6.50	n/a	n/a	n/a	3,416.09
Pesca de Orilla	11.02	1272.06	n/a	132.27	10.49	n/a	n/a	2.22	n/a	1,428.06
Pez Vela	87.12	0	37.05	200.86	133.75	150.28	0	0	26.98	636.04
Total	17,305.96	13,498.72	33,303.12	23,928.78	27,138.31	120,075.56	30,542.44	29,987.98	24,619.46	220,400.33

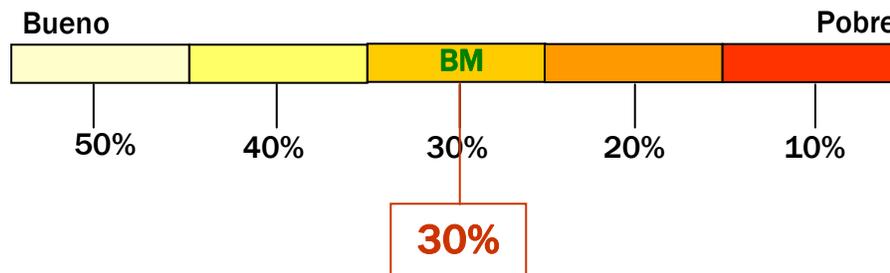
n/a=en este año no hubo torneo para la especie.

Análisis

Los torneos de pesca en Puerto Rico se enfocan mayormente a especies pelágicas, 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. A pesar de la implantación del mencionado Reglamento, no se ha visto cambios en los patrones de pesca de esta especie durante años recientes.

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. Diez piezas por embarcación, según establecido por el Reglamento de Pesca, 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 20 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 abordados 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.

Conclusión y Recomendaciones:

Uno de los aspectos que se pueden 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 los 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.

Asunto: Vida Silvestre
Indicador: Caza Mayor en Puerto Rico (cabros y cerdos asilvestrados de la Isla de Mona)
Tipo: I

Descripción del Indicador:

Este indicador mide la intensidad anual de caza de cabros y cerdos asilvestrados en la Isla de Mona. Las observaciones paulatinas resultantes de los estudios en curso sobre las características ecológicas de estas especies en dicha isla es una de las medidas de manejo dirigida a proteger la biodiversidad nativa y endémica allí presente del impacto adverso producto de la presencia de estos mamíferos exóticos herbívoros. La Reserva Natural Islas de Mona y Monito está constituida por ambas islas de origen calizo, localizadas al oeste de la costa occidental de la isla de Puerto Rico, y funcionan bajo la administración y manejo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). El propósito de este indicador es evaluar fluctuaciones en tamaños poblacionales de cabros y cerdos asilvestrados como efectos de la caza deportiva, además de documentar

características ecológicas como el ámbito doméstico, el uso del hábitat, y patrones de movimiento, entre otros. Mediante la recolección de información de caza deportiva, se cuantifican las presas de ambas especies exóticas que son removidas anualmente, como una medida indirecta que sugiere la magnitud de sus poblaciones activas en la reserva natural. Con el estudio de características ecológicas de estas dos especies asilvestradas se pretende documentar el efecto causado por las mismas en los sistemas sensitivos encontrados en la reserva, generándose apreciaciones que permitan refinar las medidas y estrategias de manejo para éstos. Asimismo, se provee la única oportunidad de caza deportiva mayor en Puerto Rico. El control en la densidad de ambas poblaciones repercute en la reducción de la actividad de herbivoría y depredación sobre la flora y fauna endémica y nativa en la reserva natural.

Consideraciones Técnicas:

Las estadísticas de caza de cabros y cerdos asilvestrados en la Reserva Natural de la Isla de la Mona se basan en la recolecta de información sobre los individuos removidos del entorno silvestre como resultado de la temporada de caza anual. El estudio de características ecológicas de los cabros y cerdos asilvestrados en la Reserva Natural de la Isla de la Mona implanta el uso de varias técnicas y tecnologías (telemetría, radio transmisores de VHF y de GPS, trampas-cámaras, etc.) con el fin de estudiar distintos parámetros ecológicos presentados de estas dos especies exóticas.

Método de Análisis y cobertura

Estadísticas de caza deportiva: Mediante entrevistas directas a los cazadores deportivos que participan en las temporadas de caza con escopeta en la Isla de Mona se han recopilado datos desde 1988. Los datos se obtienen durante los días de caza (lunes a jueves), en el periodo abierto a la cacería cada año, desde diciembre hasta abril. Los análisis estadísticos son realizados con datos de las primeras 5 semanas de cada temporada, desde el 1991 hasta el 2008, con la excepción de 1996, año en que la temporada de caza estuvo cerrada. Al inicio de cada temporada, la caza es permitida con escopeta y, posteriormente, la misma se permite mediante el uso de arco y flecha. Se documenta el número de presas cazadas, especie, género, edad, número de presas heridas no recuperadas, área de búsqueda, intensidad de la caza de estas especies por zonas establecidas y el esfuerzo en tiempo invertido por el cazador.

Ecología de cabros asilvestrados: Se estudian aspectos de la ecología de cabros asilvestrados mediante técnicas de captura basadas en el uso de dardos con transmisores, la sedación con tranquilizantes y la marca de individuos con radio-transmisores de collar de GPS. Los animales capturados están siendo evaluados por un periodo total de 1 año para estudiar su movimiento, el tamaño del ámbito doméstico ('home range'), y su preferencia y uso del hábitat. Además, se pretende documentar el comportamiento de cabros a través del uso de trampas con cámaras con sensor infrarrojo.

Ecología de cerdos asilvestrados: Similar al estudio de cabros asilvestrados, se está programando estudiar aspectos homólogos de la ecología de los cerdos asilvestrados. Los individuos serán capturados con trampas con cebo. Éstos serán sedados con

tranquilizantes y marcados con radio-transmisores de collar de GPS y VHF. Los individuos capturados serán evaluados por un periodo de 1 año, para estudiar su movimiento, tamaño del ámbito doméstico ('home range'), y la preferencia y uso del hábitat. Entretanto, se está documentando el comportamiento de cerdos con el uso de trampas con cámaras con sensor infrarrojo. Los datos se expresan en tablas, gráficas y figuras.

Gráfico o representación, con frase de tendencia:

Tabla 1: Resumen de 17 años de cacería de cabros y cerdos asilvestrados en la Isla de la Mona

Año	Número de cazadores	Cabros cazados	Cerdos cazados	Total de presas
1991	257	200	20	220
1992	208	240	48	288
1993	228	267	44	311
1994	269	168	179	347
1995	266	144	17	161
1997	228	199	41	240
1998	245	166	28	194
1999	219	196	19	218
2000	234	237	47	284
2001	368	268	26	294
2002	358	338	35	373
2003	212	290	30	320
2004	281	318	24	342
2005	230	354	17	371
2006	186	285	14	299
2007	243	336	19	355
2008	180	361	26	387

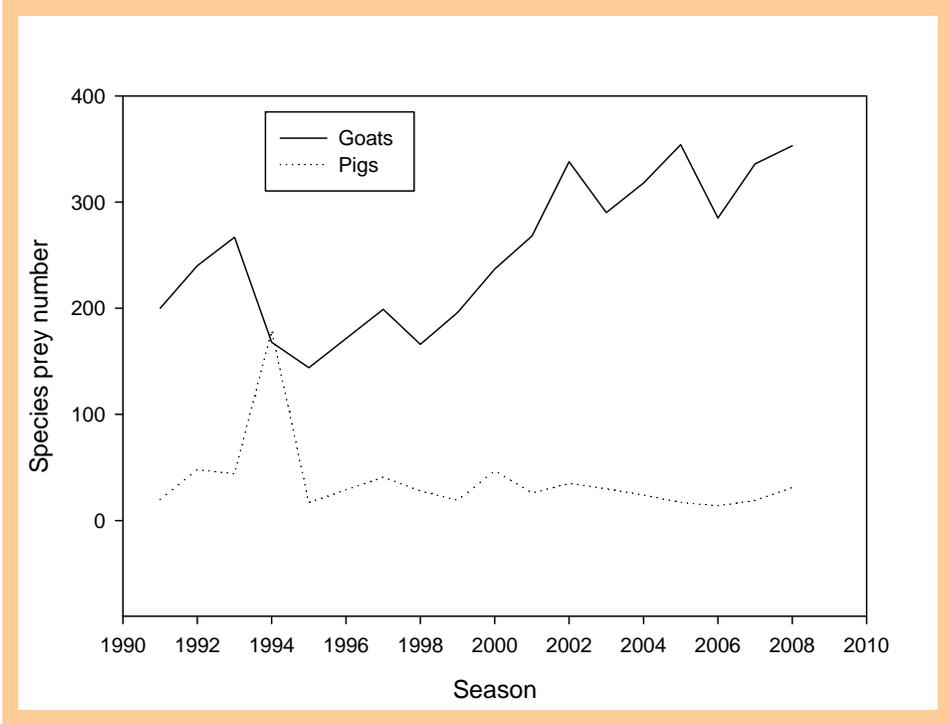


Figura 1: Total de cabros (línea continua) y cerdos asilvestrados (línea entrecortada) cazados desde el periodo de caza de 1991 hasta el del 2008, en Isla de Mona.



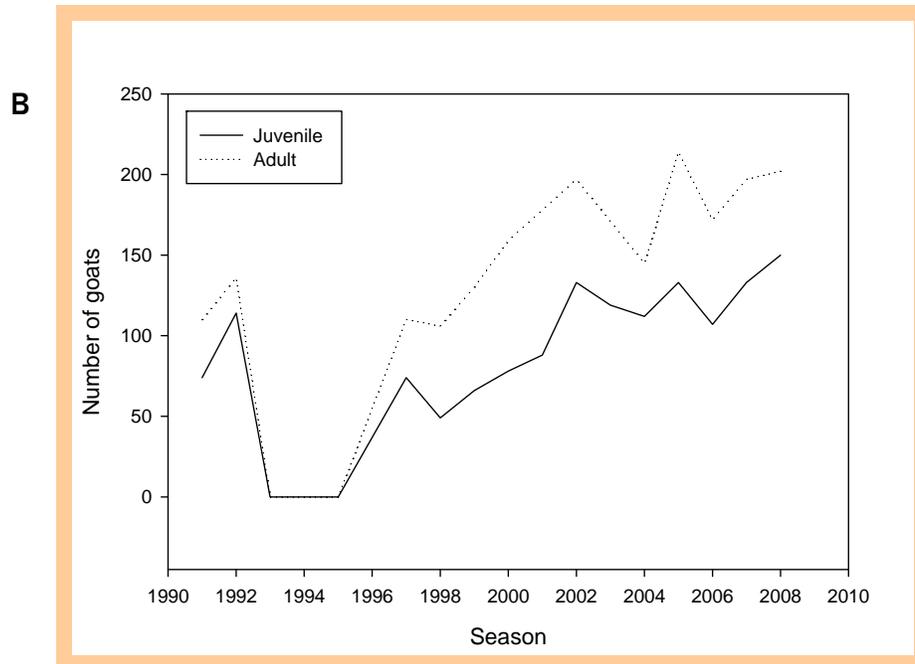
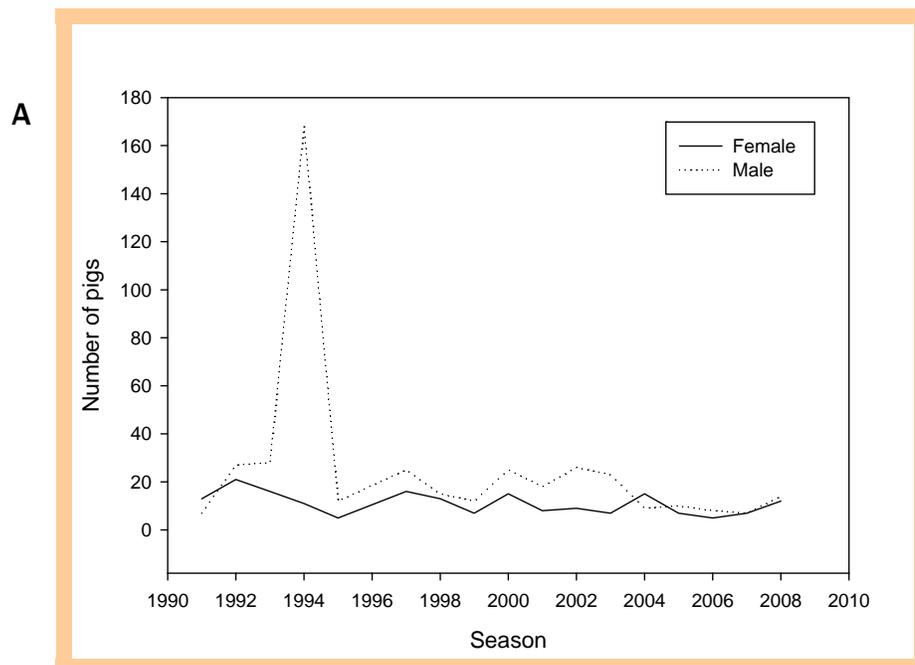


Figura 2: Cabros asilvestrados removidos por A) género (machos-línea entrecortada, hembras-línea continua) y B) edad (juvenil-línea continua, adulto-línea entrecortada) durante las primeras cinco semanas de las temporadas de caza de 1991-2008. Los datos de edad de cabros removidos desde 1993 hasta 1995 fueron excluidos debido a inconsistencia en la recolección de éstos. En 1996 la temporada de caza estuvo cerrada.



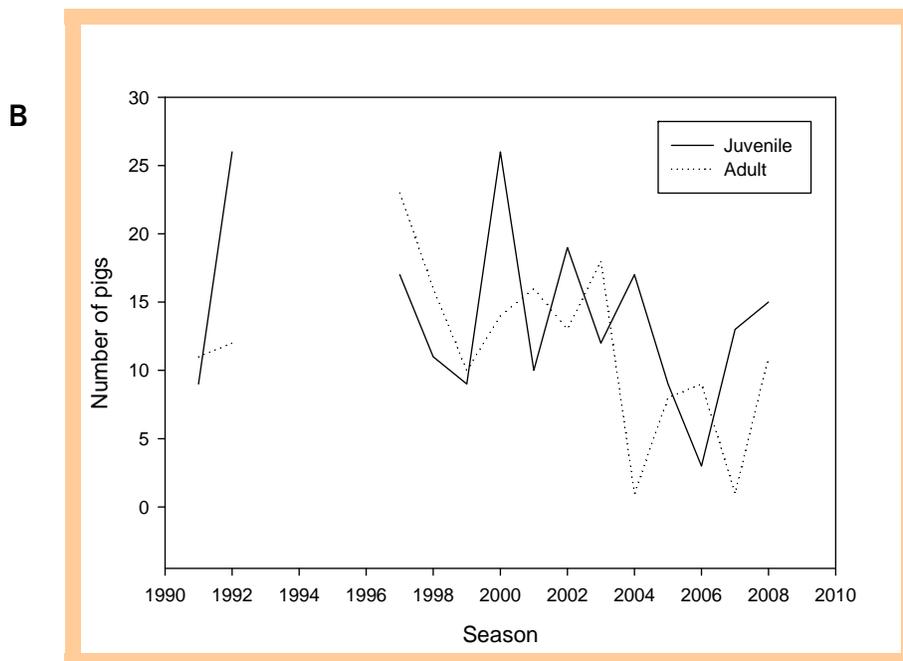


Figura 3: Cerdos asilvestrados removidos expresados por género (machos-línea entrecortada, hembras-línea continua) y B) edad (juvenil-línea continua, adulto-línea entrecortada) durante las primeras cinco semanas de las temporadas de caza de 1991-2008. Los datos de edad de cerdos removidos desde 1993 hasta 1995 fueron excluidos debido a inconsistencia en la recolección de éstos. En 1996 la temporada de caza estuvo cerrada.



Figura 4. Cabra marcada con radio-transmisor de collar de GPS en Punta Capitán, Isla de Mona.

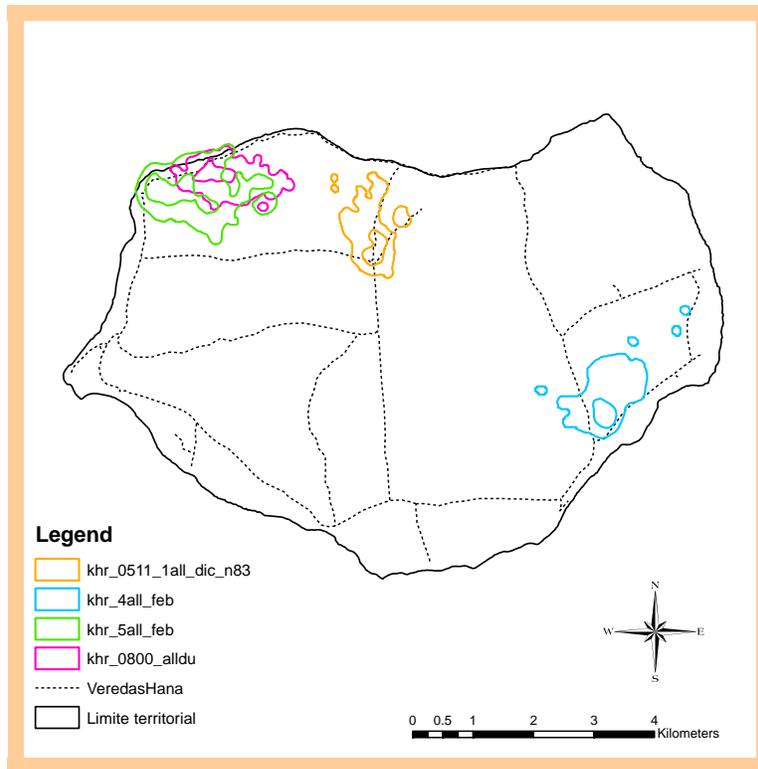


Figura 5. Ámbito doméstico (kernel 95%) y centro de actividad (kernel 50%) de cabros asilvestrados marcados con radio-transmisores de collar de GPS. Kernel verde macho sub-adulto; kernel rosa hembra adulta; kernel amarillo macho sub-adulto y macho adulto; kernel azul macho sub-adulto.





Figura 6: Foto A. Dos crías de cerdo corriendo; Foto B. Cerdo adulto; Foto C. Cabro adulto.

Análisis

Estadísticas de caza deportiva: Un total de 180 cazadores participaron en las primeras 5 semanas de la temporada de caza deportiva del 2008, removiendo un total de 387 presas (361 cabros y 26 cerdos; Tabla 1). El periodo del 2008 ha sido el de menor participación de cazadores. Además, las horas de caza invertidas para la captura de presas se han duplicado. Sin embargo, éste ha sido el periodo con mayor número de presas capturadas.

Un promedio de 247 cazadores participan anualmente en las primeras 5 semanas de la temporada de caza deportiva. Los cazadores remueven un promedio de 256 presas y muestran una inclinación a los cabros como especie de presa. Las siguientes son posibles razones que expliquen esta preferencia (Figura 1):

- 1) Diferencia en el tiempo de actividad entre especies asilvestradas: Los cerdos son especies con hábitos más nocturnos, mientras que los cabros son mayormente diurnos.
- 2) El periodo de tiempo en que se permite la actividad de caza en la Isla de la Mona: La caza comienza desde la salida del sol y termina con la puesta del sol.
- 3) Diferencia en el sabor de la carne: Algunos cazadores comentan que la carne de cabro es más gustosa que la carne de cerdo.
- 4) Trofeos: Algunos cazadores observan los cuernos de los cabros como trofeos, característica que les ayuda a seleccionar las presas.

Se remueve mayor cantidad de cabros machos adultos y cerdos machos adultos (Figura 2 y 3). Este patrón se ha mantenido a través de los años.

Los cazadores tienden a visitar áreas tierra adentro de la Isla de la Mona donde el ambiente es más heterogéneo (bosques de bajura y plataforma). Se sugiere que los cabros usan estas áreas para alimentarse y como refugio y, además, estos lugares les proveen a los cazadores áreas de descanso y refugio contra el sol mientras participan de la actividad de caza deportiva.

Ecología de cabros asilvestrados: Un total de 174 cabros fueron documentados en las trampas cámaras: 67.2% machos, 20.7% hembras y 12.0% de las fotos eran cabros jovencitos a los no se les podía distinguir características para identificar el género (Figura 6). Los cabros parecen estar más activos de 12:00-6:00 PM. La mayor parte de los cabros documentados estaban caminando, seguido por comportamientos de forrajeo.

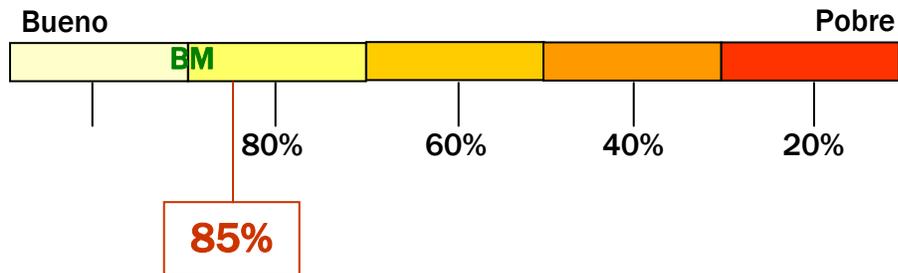
Todos los individuos marcados con radio-transmisores de collar de GPS han mostrado un movimiento localizado (Figura 5). El tamaño promedio del ámbito doméstico fue de 1.11km². El tamaño del ámbito doméstico fluctúa entre 1.03-1.99km². El tamaño del área usada por los cabros ha sido muy similar durante temporada seca y temporada húmeda. El tamaño del centro de actividad fluctúa entre 0.14-0.38km². Dos cabros mostraron solape espacial en el área utilizada. Ambos individuos pertenecían a diferentes manadas (Figura 5).

Actualmente, se está llevando a cabo el proceso de colección de los datos de vegetación para realizar los análisis correspondientes a uso y preferencia de hábitat. Cabe señalar que aún faltan algunos cabros asilvestrados por marcar.

Ecología de cerdos asilvestrados: Un total de 60 cerdos fueron documentados en las trampas cámaras: 20.0% hembras, 18.3% machos, 35% crías y el 26.7% de las fotos no permitió la identificación del género de los individuos en las fotos (Figura 6). La mayor parte de los cerdos fotografiados presentaban comportamientos de forrajeo y estaban caminando. Los cerdos aparentan estar más activos entre 4:00-8:00 AM y 4:00-11:00 PM. Los cerdos asilvestrados están en proceso de captura para estudiar aspectos ecológicos de la especie en la Isla de la Mona.

Benchmark

Intensidad de la caza deportiva de cabros y cerdos asilvestrados como control del efecto adverso de dichas poblaciones en la biodiversidad nativa y los hábitat naturales de la Isla de Mona.



Limitaciones del Indicador

Es importante mencionar que, de la información obtenida de estadísticas de caza, no se pueden desprender estimados poblacionales directos y precisos, sino indirectos como medida para realizar inferencias de frecuencia. De ésta información, se pueden observar variaciones o tendencias de remoción de individuos en función al esfuerzo invertido por los cazadores a través del tiempo. Este factor hace necesario realizar estimados poblacionales actuales de cabros y cerdos asilvestrados para determinar posibles efectos precisos en los tamaños poblacionales de ambas especies en la Isla de Mona.

El número de cazadores durante las últimas 4 temporadas de caza deportiva ha disminuido. Dos causas principales para esta reducción pueden ser: 1) el aumento en el costo de transportación marítima, y 2) la disponibilidad de transportación marítima. Los costos de vida han aumentado en los últimos años (precio del combustible), y por ende, los costos en la transportación. No todos los cazadores cuentan con los recursos económicos para sufragar los gastos de transportación y participar en la actividad de caza en la Isla de Mona. Por otro lado, la mayor parte de los cazadores dependen del transporte marítimo hacia dicha isla por lancheros privados certificados por la Guardia Costera. Estos lancheros, a su vez, operan mediante un contrato con el DRNA, agencia que le provee la concesión de transporte de pasajeros hacia la isla. Durante 2 años hubo conflictos con el contrato de concesión de transporte de los lancheros. Esta situación fue resuelta a inicios del año 2009. Al momento, la situación de transportación no ha afectado de forma negativa el control poblacional de cerdos y cabros asilvestrados, pues el número de presas removidas y el número de cazadores participando no refleja alteraciones considerables a la tendencia previa inmediata.

La disponibilidad de personal voluntario, como lo es un médico veterinario, ha sido un factor limitante para capturar individuos de las especies a estudiarse. La importancia de los veterinarios recae en que requieren certificación para el uso y manejo de las sustancias químicas controladas, el tiempo disponible para participar de los viajes de captura en la Isla de Mona y una condición física óptima para las usuales caminatas de búsqueda de animales.

Conclusión y Recomendaciones:

Indirectamente, la caza puede ser considerada como una técnica de manejo para mantener el control de tamaños poblacionales de especies asilvestradas en Isla de Mona. De esta forma se controlan problemas ecológicos mayores en este ecosistema tales como alteraciones físicas al suelo por remoción de la vegetación; herbivoría o depredación excesivas; impacto adverso directo a especies particulares de flora y fauna nativas o endémicas de especial valor patrimonial, entre otros. En Isla de Mona, la presión de caza por parte de los cazadores deportivos ha estado dirigida hacia la población de cabros, siendo ésta la especie preferida en cada temporada. El DRNA debe evaluar el modo de aumentar el interés del cazador en la captura de una mayor cantidad de cerdos mediante incentivos efectivos.

Datos disponibles indican que el comportamiento de cada especie asilvestrada varía conforme las particularidades de cada ejemplo y lugar. Se ha documentado que el tamaño del ámbito doméstico de los cabros asilvestrados fluctúa entre 1 y 600 km². Éste va a depender de la disponibilidad de recursos tales como alimento, agua y refugio. En el caso de Isla de Mona, los animales marcados utilizaron un área muy pequeña.

La información de tendencia de caza deportiva y la información de la ecología de cabros y cerdos asilvestrados en Isla de Mona son muy valiosas tanto para los cazadores deportivos como para el manejo de esta Reserva Natural. Con el conocimiento de tiempo de actividad, movimiento, uso y preferencia de hábitat, el cazador deportivo puede aumentar su éxito de captura de presas. A su vez, esta información le permite al DRNA evaluar los posibles efectos (positivo, negativo o neutral) sobre las comunidades de flora y fauna dentro de los diferentes tipos de hábitat más frecuentados por las especies.