

**Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez**

**Departamentos de Ingeniería Eléctrica y  
Computadoras (INEL e ICOM)**

**ASPECTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS  
DE POTENCIA, COMPUTADORAS Y  
ELECTRÓNICA**

**By: María del Rocío Suárez, MSc.**

**Marzo 2014**



# Agenda de la Presentación

---

- **Marco Conceptual**
- **Aspectos Legales**
- **Herramientas para la Evaluación Ambiental**
  - **Selección de alternativas**
  - **Identificación y Evaluación de Impactos**
  - **Medidas de Mitigación**
- **Industria de Computadoras**
- **Green Design**

# MARCO CONCEPTUAL

---

## ➤ Desarrollo Sustentable

**MANTENER Y RECUPERAR EL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL QUE GARANTICE UNA OFERTA AMBIENTAL SUFICIENTE PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS ACTUALES GENERACIONES SIN COMPROMETER EL DESARROLLO DE LAS GENERACIONES FUTURAS (Brundtland Commission, 1987).**

**Sustentable: que se mantiene indefinidamente.  
Que? Nuestros recursos y patrimonio**

# Base legal de la EIA

---

## National Environmental Policy Act (1969) – NEPA

Base de toda legislación relacionada con EIA.

Objetivos:

- Todo proyecto debe demostrar que no deteriora el ambiente....
- Inclusión del factor ambiental en el desarrollo...
- Instrumento de planificación práctica ...
- El Council of Environmental Quality => ente regulador
- EIA obedece a una política y legislación local, más los tratados internacionales. Ej. Ramsar o Convención sobre Humedales (Iran,1971)



# Declaración de Principios (NEPA, 1969)

---

1. Buena práctica de planificación: no es un simple “cumplir con la regulación” para obtener permisos.
2. EIA aplica a proyectos de: infraestructura, industrias y Programas de Gobierno.
3. Requiere de una buena Participación Ciudadana
4. Requiere un buen conocimiento del proyecto (acciones) y el medio ambiente que lo circunda.

# EN PUERTO RICO

---

## LEY SOBRE POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL

Ley 416 de 2004, según enm. en 2004 (Ley 9, junio de 1970).

1. Establece la Política Pública Ambiental en Puerto Rico.
2. Establece la JCA, sus deberes y facultades.
3. Integra leyes ambientales dispersas.
4. Crea un sistema de información ambiental digitalizado.

### La Ley incluye:

- Entidades **públicas y privadas**

# DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS – Ley 416 DE 2004

---

## Que busca?

- Estimular una armonía entre el hombre y su medio
- Estimular la salud y el bienestar del hombre.
- Custodiar el medio ambiente.
- Proteger los recursos renovables y no renovables
- Lograr el disfrute de las riquezas naturales
- Preservar riquezas históricas, culturales.
- Obtener un nivel de vida alto para la población
- Predomina el bien común

# Ley 416 DE 2004

---

- Establece la presentación de un **documento ambiental** previo a cualquier acción que incluya:
  - La presentación del proyecto/industria y su propósito.
  - Las características ambientales del entorno.
  - El impacto ambiental
  - Alternativas de manejo
  - Uso de los recursos y preservación de los mismos.

# Documentos Ambientales en PR

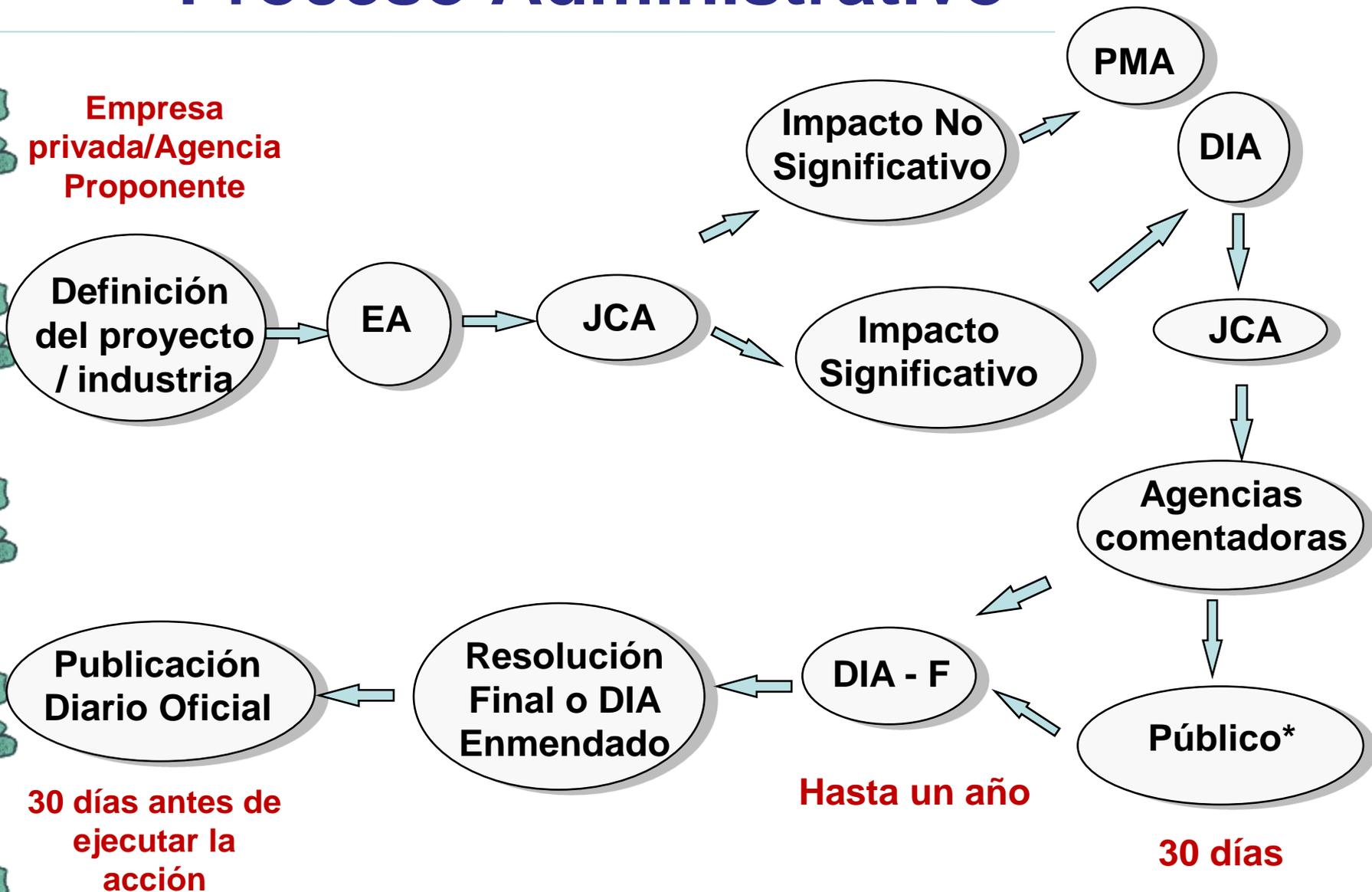
---

Dos etapas:

- 1. Doc. de Evaluación Ambiental (EA)**
  - Impacto NO significativo
- 2. Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**
  - Impacto ambiental significativo.  
Su contenido es mas profundo y abarcador

**Las DIA's deben incluir las distintas alternativas, incluyendo la de NO acción.**

# Proceso Administrativo



# Exclusiones Categóricas

---

- **Acciones predecibles o rutinarias que en el curso normal de sus ejecuciones no tendrán impacto ambiental significativo. (R-03-30-8 JCA). Son exentas de la presentación de Documentos Ambientales.**
- **Rehabilitaciones menores, reemplazo de equipos, expansiones, o industrias que no tendrán mayor cantidad de residuos de ninguna índole, etc.**
- **Existen 245 Exclusiones Categóricas aprobadas, listadas en la R-03-30-08, que abarcan diversas acciones, industrias y actividades económicas.**

# Leyes Federales sobre e-waste

---

## ➤ The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)

- Prohíbe disponer en espacios abiertos
- Promueve reducción de residuos en la fuente y reciclaje
- Exige la disposición segura de residuos, especialmente los peligrosos de computadores y equipos electrónicos

Ej. Disposición de tubos de rayos catódicos.

## ➤ Ley de SuperFondo (CERCLA) “Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act.”

Obliga a todo generador de residuos peligrosos a disponer adecuadamente durante toda la vida del producto, aún si cambia de dueño.

# Otras leyes aplicables en PR

---

- **Leyes en PR:**
  - **Ley 70 de 1978 que crea la Autoridad de Desperdicios Sólidos en PR**
  - **Ley 70 de 1992 de Reciclaje de Desperdicios Sólidos**

# Objetivos generales - EIA

---

1. Aplicar el Principio de Prevención.

**Los impactos se deben..**

**1. PREVENIR → 2. MITIGAR → 3. COMPENSAR → 4.  
RESTAURAR**

2. Asistir en el diseño de proyectos y hacerlos mas eco-amigables.

3. Realzar los impactos positivos

4. Forzar a desarrolladores e industrias a incorporar la variable ambiental.

5. Preservar el patrimonio natural y cultural de un país.

# Agencias Comentadoras y/o Proponentes

---

- 1. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).**
- 2. Environmental Protection Agency (EPA)**
- 3. Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT).**
- 4. Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP).**
- 5. Autoridad de Energía Eléctrica (AEE).**
- 6. Autoridad de Tierras (AT).**
- 7. Junta de Planificación (JP)**
- 8. Departamento de Agricultura (DA).**
- 9. Departamento de la Vivienda (DV).**

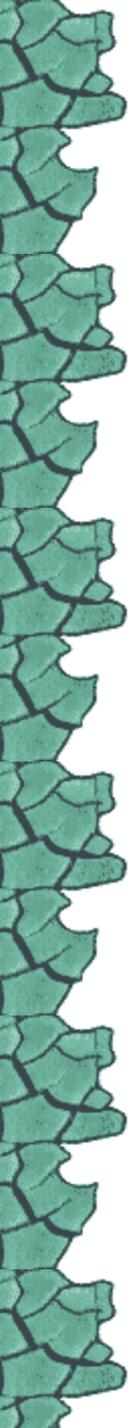
# Agencias Comentadoras y/o Proponentes

---

- 9. Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (IFWS).**
- 10. Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA).**
- 11. Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS).**
- 12. Departamento del Trabajo y Recursos Humanos.**
- 13. Servicio de Bomberos de Puerto Rico.**
- 14. Departamento de Desarrollo Económico y Comercial.**
- 15. Desarrolladores/industrias privadas.**
- 16. Otras, según criterio de especialistas.**



# Metodología para la EIA



# Evaluación de Impacto Ambiental

---

- Proceso que identifica, cuantifica y evalúa los efectos negativos (o **positivos**) que pueda tener un proyecto, industria, acción o programa sobre el ambiente natural, social, cultural o de salud pública (Canter, 1996).

# EIA y programación de un proyecto

## PROYECTO

1. Planeamiento y Factibilidad
2. Diseño Detallado
3. Ejecución/Construcción/Operación
4. Mantenimiento



## EIA

1. Análisis de restricciones legales, ambientales y posibles alternativas
2. E.A. o D.I.A.
3. Ejecución del PMA
4. Monitoreo y medidas de mitigación



# **Selección de Alternativas:**

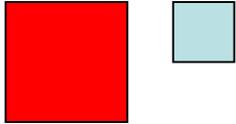
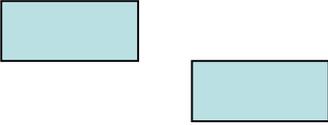
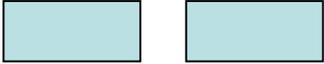
- Consultas de ubicación**
- Alineamientos de proyectos lineales**
- Desarrollo de tecnologías alternativas**

# Aspectos Generales

1. Considera la alternativa de **no hacer el proyecto.**
2. Alternativas pueden haber muchas, pero típicamente se consideran 3 a 5 máximo.
3. Métodos sencillos de comparación y presentar los pros y contras de cada alternativa.
4. Las alternativas pueden ser:
  - Sobre localización, ruta, diseño, tecnologías, ciclo de vida de producto.
5. Debe ser: libre de sesgos, objetiva, sistemática y considerar los costos de cada una.

# Descripción de cada factor

## Proyecto de Potencia (Línea de Transmisión)

	Aspectos Ambientales	Aspectos Sociales	Aspectos Técnicos	Costo
A1				\$ 300
A2				\$ 230
A3				\$ 100

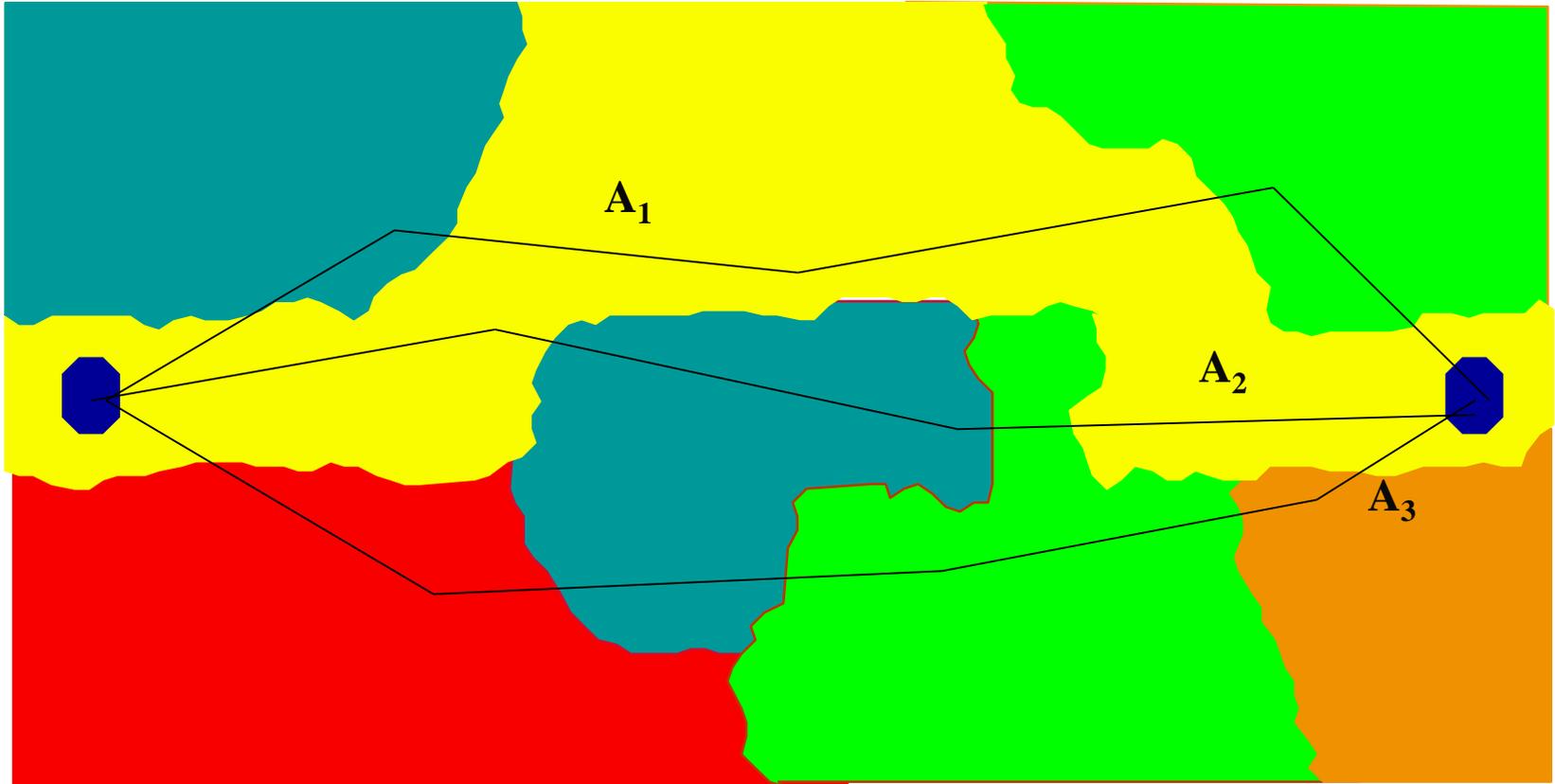
Se resalta (en rojo) los aspectos críticos, de mucho impacto o riesgo.

## Descripción **cuantitativa** de cada factor

F A	Aspectos Ambientales (40%)	Aspectos Sociales (30%)	Aspectos Técnicos (30%)	Costo
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 120 Ha de Bosque</li> <li>• <b>Afectación a humedal.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Desplazamiento de 7 familias</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	<b>\$ 300</b>
A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 45 Ha de Bosque</li> <li>• No afectación a Humedal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamiento de 1 familia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	<b>\$ 230</b>
A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 200 Ha de Bosque</li> <li>• No afectación de humedal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Desplazamiento de 3 familias</b></li> <li>• <b>Vestigio arqueológico Km 8.7</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	<b>\$ 100</b>

Escoja los aspectos a evaluar. Cuantifique cada aspecto, resalte puntos críticos. Evalúe su selección tomando en cuenta todos los aspectos. Se puede asignar pesos a cada factor dependiendo de su importancia

# ANALISIS ESPACIAL CON UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA - SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA SELECCIÓN DE RUTA

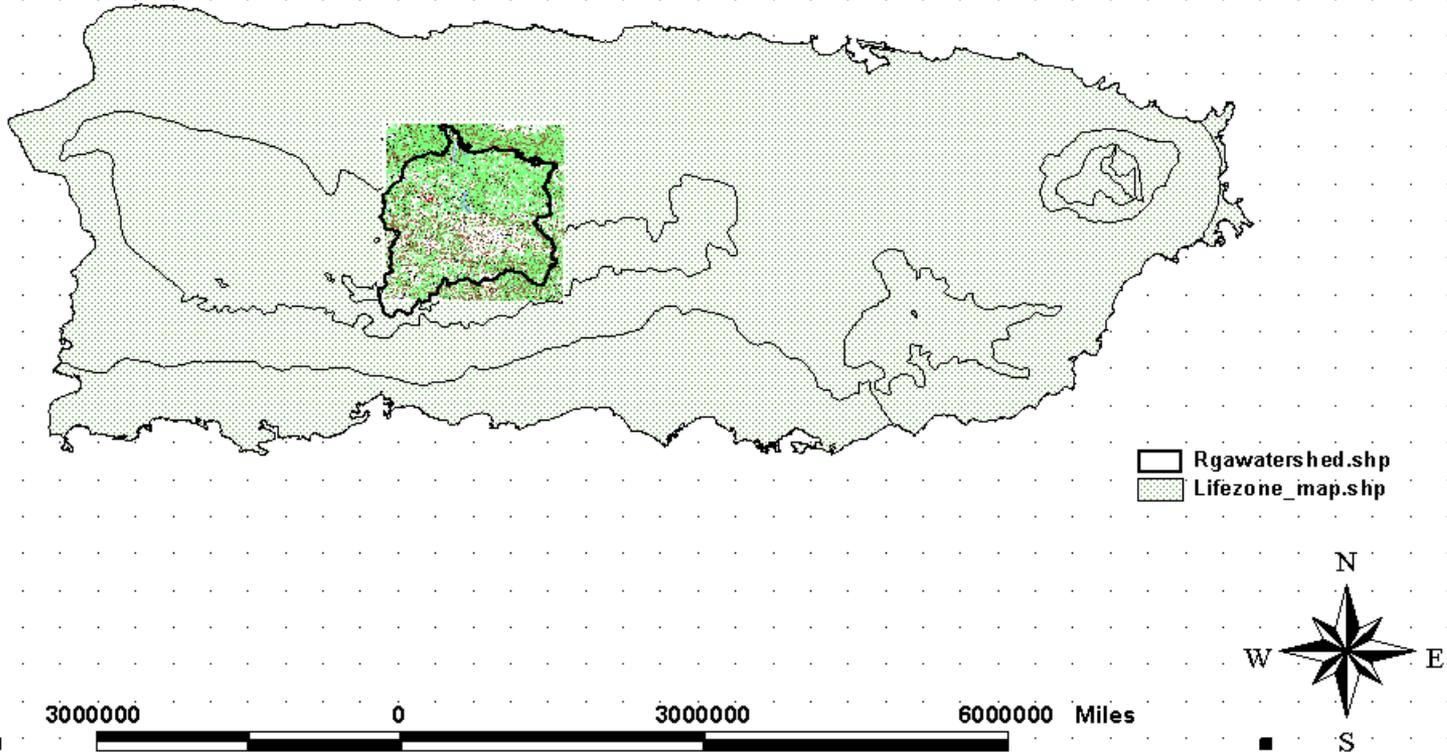


<b>ZONAS VEDADAS</b>	=	<b>5</b>	
<b>ALTA</b>	=	<b>4</b>	
<b>MODERADA</b>	=	<b>3</b>	
<b>BAJA</b>	=	<b>2</b>	
<b>SIN RESTRICCIÓN</b>	=	<b>1</b>	

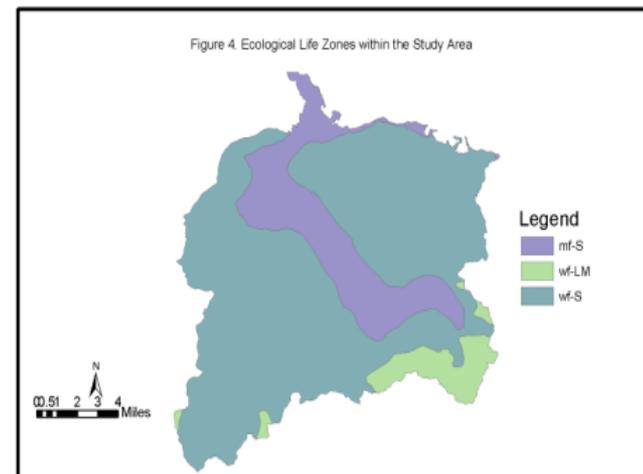
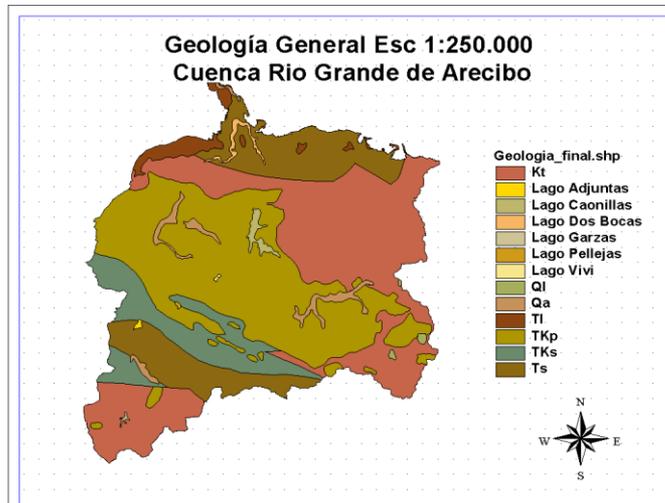
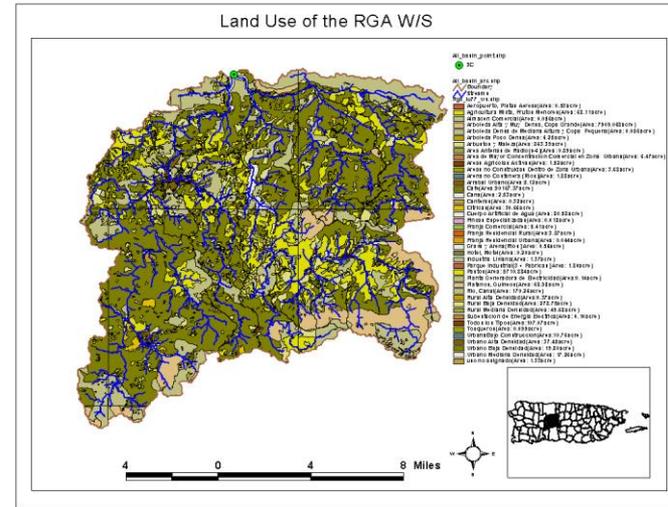
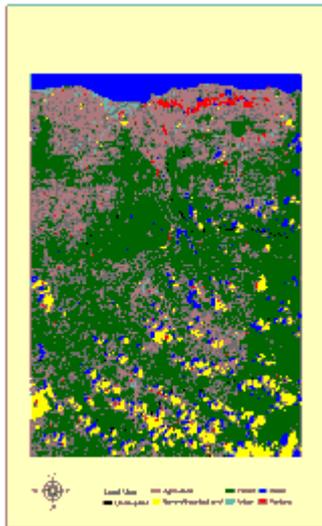
**Niveles de Susceptibilidad Ambiental**



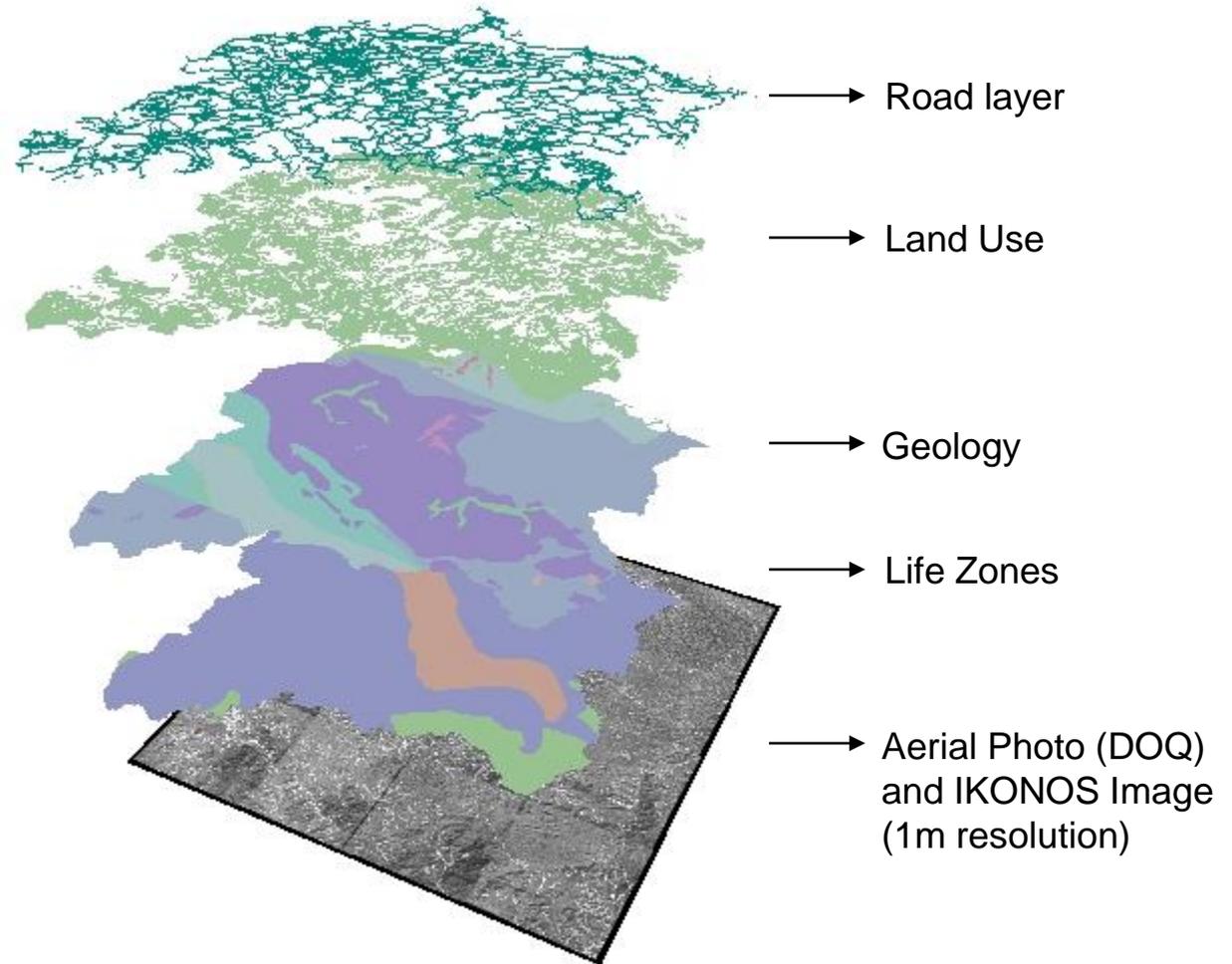
# Mosaico Topográfico Superpuesto a Mapa de Zonas de Vida y Polígono de la Cuenca RGA



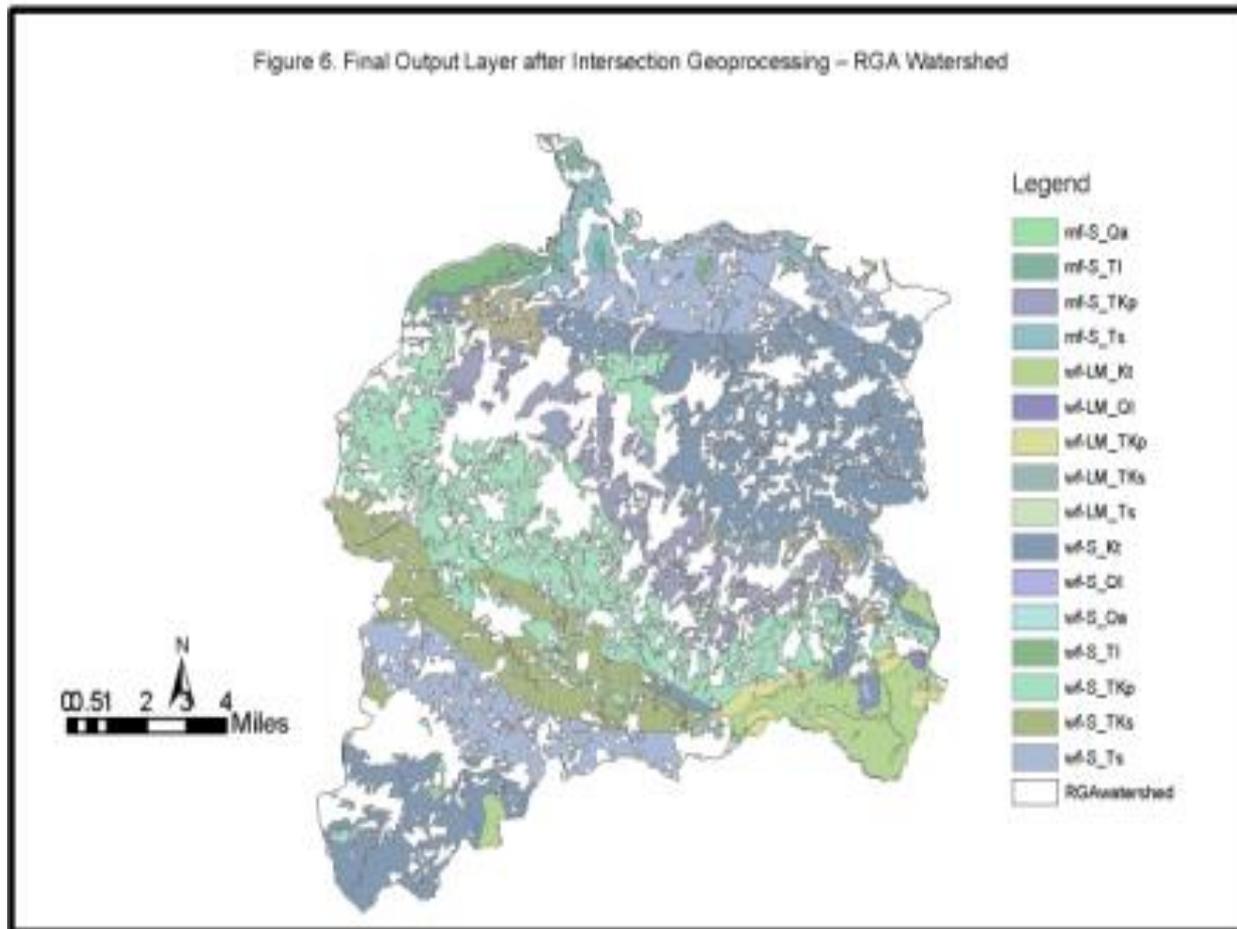
# Ejemplo GIS – cuenca del RGA



# Composición GIS



# After Geo-processing



A vertical decorative border on the left side of the slide, consisting of a green, cracked, stone-like texture.

# **Predicción y Evaluación de Impactos Potenciales**

# Que es Impacto Ambiental?

Efectos directos, indirectos o acumulativos de una acción propuesta sobre el ambiente. Puede ser **positivo** o negativo.

➤ ***Ambiente afectado:***

**Físico:** aire, agua, suelos.

**Biótico:** flora, fauna, sistemas naturales.

**Social:** pueblos, comunidades, familias.

**Cultural:** áreas de valor histórico, arqueológico o estético.

**Económico:** economía local, regional, o nacional.

**Salud pública:** contaminación de aire o aguas, entre otros.

➤ **Identificación y evaluación de los impactos**

Metodologías específicas e interdisciplinarias para identificar y analizar impactos ambientales.

# CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

---

- **Tipo:** positivo o negativo
- **Duración:** largo, mediano, corto plazo
- **Magnitud:** alta, media, baja
- **Área de cubrimiento:** local o regional
- **Tendencia:** creciente, decreciente o estable
- **Posibilidad de ocurrencia:** segura, alta, media, baja
- **Alternativa de Manejo (Principio de Prevención):**
  - Prevenible: evita
  - Mitigable: minimiza o reduce
  - Compensable: sustituye
  - Recuperable: devuelve el recurso a su estado original

# EJEMPLO EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Diseñe una **escala numérica** para cada criterio y asigne **pesos**

• <b>Tipo:</b> N=-1, P=1	
• <b>Duración:</b> LP=3, MP=2, CP=1	20%
• <b>Magnitud:</b> A=3, M=2, B=1	30%
• <b>Área de cubrimiento:</b> R=2, L=1	20%
• <b>Tendencia:</b> C=3, E=2, D=1	5%
• <b>Posibilidad de ocurrencia:</b> S=4, A=3, M=2, B=1	5%
• <b>Alternativa de Manejo:</b>	<u>20%</u>
– Prevenible: 1	Total: 100%
– Mitigable: 2	
– Compensable: 3	
– Recuperable: 4	

Proyecto => cambio de iluminación interior en un edificio

Impacto => generación de desechos no peligrosos

**Evaluación:**

$$T=> -1 * [D=> 1*0.2 + M=> 2*0.3 + AC=> 1*0.20 + T=> 1*0.05 + PO=> 4*0.05 + AM=>2*0.2].$$

Total: -1.65

**Entre mayor el valor absoluto, mayor el impacto**

# Matrices de Interacción

Primera Matriz: Leopold (1971): 100 acciones vs. 90 consideraciones ambientales.

Acciones que causan impacto

Componente ambiental

	Mov. de tierras para apertura de accesos.	Despeje servidumbre	Montaje estructuras	Operación
Amb. Físico	X	X	X	
Amb. biótico	X	X	X	
Comunidad		X		
Cultural		X		

# Matrices de Interacción

## PROYECTO DE INTERCONEXIÓN DEL CAMPO SAN FRANCISCO AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (SIN)

Tabla 4.2 Matriz de Identificación de Impactos (Líneas de Conexión)

Impactos Potenciales	Actividades del Proyecto	Actividades durante Construcción				Operación y Mantenimiento	
		Organización Laboral y Centro de Acopio (1)	Excavación y Obras civiles (2)	Montaje de Estructuras de Apoyo (3)	Transporte de Elementos Constructivos (4)	Tendido y Empalme (5)	Operación (6)
1	Generación de Expectativas	■					
2	Generación de Empleo (M.O. no calificada del Área de Influencia)		■	■	■	■	
5	Afectación de Infraestructura Vial y de Servicios Públicos				■		
6	Incremento Riesgo de Accidentalidad		■	■	■	■	■
	Demanda de Bienes y Servicios	■	■	■	■	■	■
9	Erosión		■				
10	Desestabilización de Taludes Artificiales		■				
11	Generación de Residuos Sólidos y Material Inerte		■		■	■	■
13	Afectación de la Cobertura Vegetal					■	
15	Afectación del Paisaje			■			

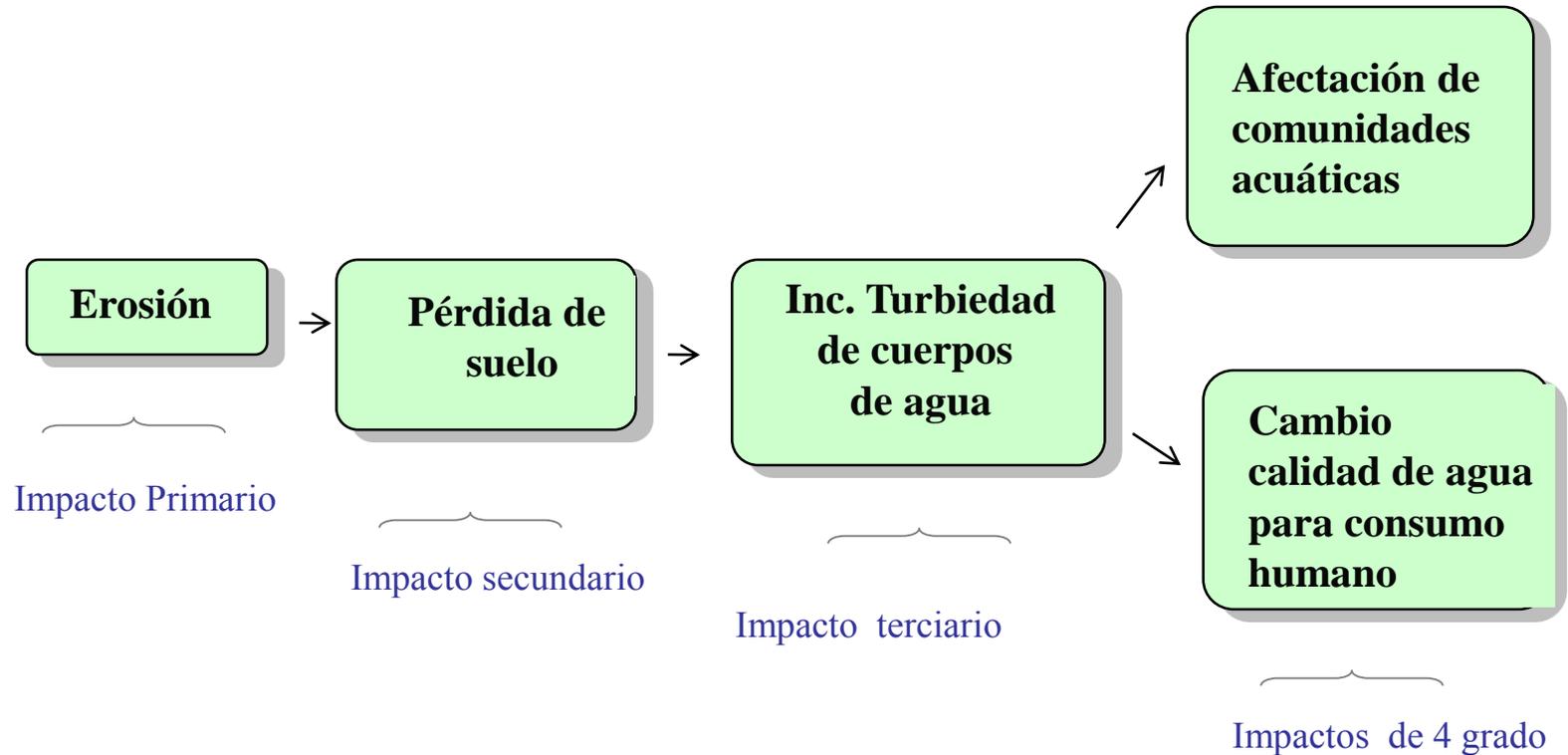
**Componentes Afectados**

**Físicos**

**Bióticos**

**Socioeconómicos**

# Metodologías de Redes



Presentan la relación causa y efecto e identifican relaciones entre impactos primarios, secundarios y/o terciarios

(Canter, 1996).

# Medidas de Mitigación

---

- Punto culminante del proceso de EIA.
- Por lo general no tienen un gran costo, comparado con el costo total del proyecto (3 a 20%), generan empleo y redundan en beneficio general para las comunidades.
- Cada impacto identificado debe tener un MM.
- Deben formularse lo más detalladamente posible (que, como, donde, el momento, el responsable, \$, etc).

=> Plan de Manejo Ambiental (PMA).

# Medidas de Mitigación

---

- Podrían resaltar efectos benéficos de una acción.
  - Se denomina “environmental enhancement” o mejoramiento de las condiciones iniciales. Ejemplo: hidroeléctrica
- Las MM empiezan con la **selección de la alternativa óptima**, incluyendo su localización o tecnología más limpia.
- En la fase de diseño se deben incorporar MM que eviten en lo posible impactos ambientales.
- Las MM pueden darse fuera o dentro del área de influencia del Proyecto.

# Plan de Manejo Ambiental

Últimos pasos de la gestión ambiental  
de un proyecto o industria



# Plan de Manejo Ambiental

Conjunto de Planes y Programas que contienen la descripción de las MM en relación a los impactos identificados.

Cada ficha contiene:

- Descripción
- Objetivo
- Responsable
- Procedimiento
- Costo
- Donde
- Cuando
- Seguimiento

FICHA DE MANEJO				Ficha No.: 4	
<b>MEDIDA:</b> Reciclaje de equipo obsoleto					
<b>Objetivo:</b> Minimizar desechos al ambiente de residuos peligrosos y no peligrosos					
<b>PROGRAMAS:</b> Programa de Manejo de Residuos Sólidos					
<b>Objetivo de la Medida</b>			<b>Tipo de Acción</b>		
• Prevención .....	•Si		<b>Proced.....</b>	Si	
• Mitigación .....	•Si		<b>Obra .....</b>	No	
Corrección .....	•No		<b>Taller ....</b>	No	
Compensación .....	•No		<b>Costos anual</b>	\$ 400/año	
<b>Cobertura Espacial:</b> <i>UPR. Recintos de Mayagüez, Ponce, Aguadilla. U. Interamericana. San German</i>					
<b>Período de Ejecución :</b> Al finalizar segundo semestre académico todos los años					
<b>Descripción:</b> 1. Recolectar y almacenar todo equipo de computadora que sea dado de baja en las diferentes facultades. 2. Revisar la condición del equipo y clasificarlo. 3. Visitar escuelas o bibliotecas públicas que quieran recibir el equipo. 4. Llevar, instalar y dar Taller sobre uso del equipo. 5. El sobrante, llevar a Caribbean High Technology Recyclers.					

# Green Engineering = Green Design

- Green design implica estar comprometidos con la naturaleza, la salud pública, la seguridad, la sostenibilidad y el bien mayor para la sociedad.
- La mayoría de las decisiones con mayor impacto ambiental se hacen al inicio del diseño de un producto/proyecto.

## **BUSCA:**

- Minimizar el uso de materia prima extraída de recursos naturales
- Minimizar/optimizar el uso de energía (fabricación y uso)
- Opta por el uso de materiales no tóxicos, irritables, biodegradables
- Minimiza los subproductos (o desechos) (fabricación y uso)
- Opta por productos fácilmente desarmables, cuyos componentes se puedan **REPARAR/REUSAR/RECICLAR.**
- Facilita el uso de diferentes fuentes de energía (como la renovable)

# Green Engineering = Green Design

- **Aplica el concepto de “desmaterialización”. Ej. Impresoras HP**
- **Diseña en lo posible con materiales reciclados/reciclables**
- **Etiqueta del producto total y de sus componentes**
- **Diseño cuyo residuo no es tóxico**
- **Minimiza emisiones (tóxicas al ambiente)**
- **Proceso de manufactura: eco-amigable en términos de residuos, emisiones y uso de energía**
- **Diseño para cumplir con estándares de DfE de la EPA**
- **Empaques y transporte de productos es importante (productos locales)**
- **Diseño para actualizaciones (updates)**

# Diseño para el Ambiente (DfE)

- Concepto moderno aplicado al momento de **diseñar un proyecto/producto de la manera más segura posible, tanto para el ambiente como para la salud humana.**
- Nace de un gran demanda en los consumidores que constantemente exigen productos más seguros y libres de impacto ambiental.
- Incluye principios, métodos, herramientas, creatividad y conocimiento.
- Debe satisfacer un desempeño satisfactorio y costo-efectivo
- Se ha trabajado mucho en la industria química (Green Chemistry) y en la fabricación de productos de limpieza y mantenimiento.



# Diseño para el Ambiente (DfE)

- Tener el logo significa:
  - Escrutinio riguroso de los ingredientes y libre de ingredientes tóxicos o reactivos con fechas de expiración.
  - Cada ingrediente/componente es evaluado a nivel molecular en referencia a la salud humana y la salud del ambiente.

**Toxicidad, irritación, bio-degradabilidad, reacción con otros químicos, observaciones de consumidores, etc.**

- Que provee datos (full disclosure of ingredients/components and %) y que no hay información escondida (Etiqueta completa).
- Que su desempeño es adecuado, su fabricación posible y su costo adecuado.
- Hoy en día existen 2500+ productos con el logo y su uso actual ha aumentado a 700 millones de libras/año (vs. 100 en el año 2000).



<http://www.epa.gov/dfe/>

# Diseño para el Ambiente (DfE)

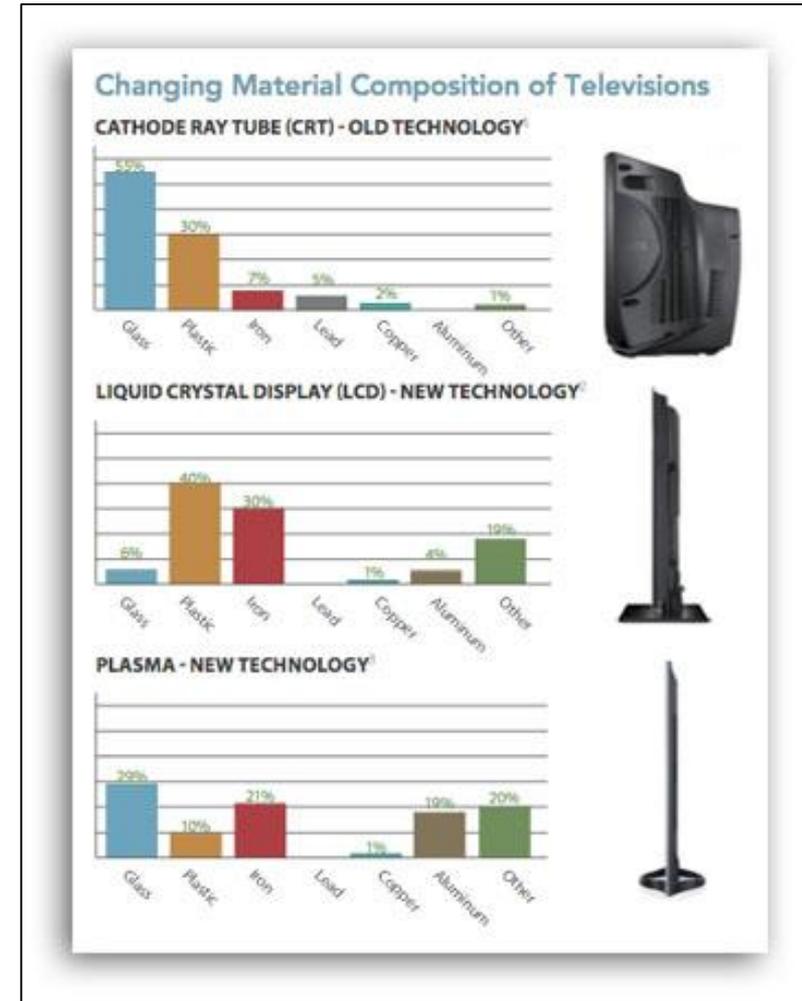
▶ Considera la vida útil de producto  
“desde la cuna hasta la tumba”

Idea, prototipo, diseño básico,  
diseño detallado, fabricación,  
mercadeo, uso durante vida útil,  
disposición final.

“From cradle to grave”

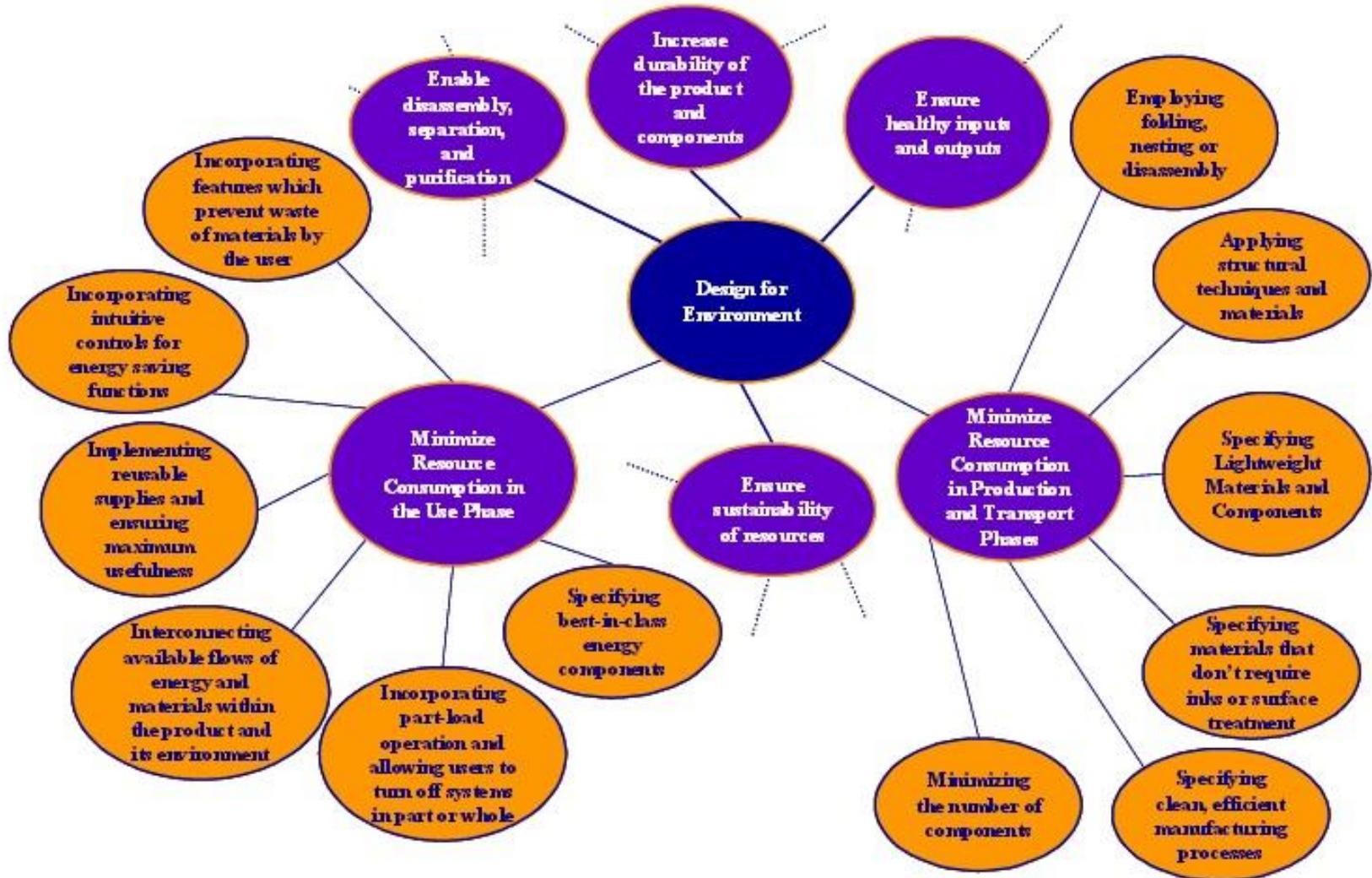


Equator EZ is a washer/dryer  
meets the strict energy efficiency  
requirements of Energy Star's Tier 4B.



# Diseño para el Ambiente (DfE)

## Principios



# Sabia que.....

---

- **La producción promedio de basura diaria por persona en PR es de 3.9 lb. En Europa, esta estadística es 2.3.**
- **Actualmente: 30 vertederos en la Isla. Para este 2014, solo deben operar 14.**
- **Los vertederos actuales no están operando en las mejores condiciones ambientales.**
- **En la isla no queda un sitio para ubicar un vertedero nuevo.**
- **Los 4 problemas de residuos sólidos en PR son: basura residencial e industrial, automóviles dados de baja, gomas, e-waste.**

# Algunos enlaces útiles

- <http://www.epa.gov>  
(Agencia de Protección Ambiental de USA)
- [www.nrc-recycle.org/Programs/electronics/index.htm](http://www.nrc-recycle.org/Programs/electronics/index.htm)  
(National Recycling Coalition)
- [www.govlink.org/nwpsc](http://www.govlink.org/nwpsc)  
(The Northwest Product Stewardship – Guía de compras verdes en computadores)
- [www.epa.gov/dfe](http://www.epa.gov/dfe)  
(Programa de Manufactura Verde)
- [www.epa.gov/opptntr/epp](http://www.epa.gov/opptntr/epp)  
(Programa de Productos Verdes)
- [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)  
(Programa de Eficiencia en Consumo de Energía)
- [www.iaer.org](http://www.iaer.org)  
(Asociación Internacional de Recicladores Electrónicos)
- [www.epa.gov/wastewise/pdf/wwupda14.pdf](http://www.epa.gov/wastewise/pdf/wwupda14.pdf)  
(Recovery Issues and Options for Business)
- [http://www.me.utexas.edu/~ppmdlabor/files/GreenDesign.ASM EETC2008.49651.corrected.pdf](http://www.me.utexas.edu/~ppmdlabor/files/GreenDesign.ASM%20EETC2008.49651.corrected.pdf)



*Preguntas?*

# *Bibliografía*

---

- 1. Diagnóstico Ambiental de alternativas para el desarrollo del Proyecto Línea de Transmisión a 230 kV Pasto – Ipiales. 2000. Consultoría Colombiana S.A.**
- 2. Canter J,R. 1996. Environmental Impact Evaluation. Academic Press. 334 p**
- 3. Telenko, C., Seeperad, C, and Webber, M. A COMPILATION OF DESIGN FOR ENVIRONMENT PRINCIPLES AND GUIDELINES. Proceedings of IDETC/CIE 2008 ASME 2008 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference August 3-6, 2008, New York, New York, USA DETC2008/49651**