

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

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

**ASPECTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS  
DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
COMPUTADORAS**

**By: María del Rocío Suárez, MSc.**

**Enero, 2015**



# Agenda de la Presentación

---

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

# 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 ~ años 60-70

---

**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 ...
- Ente regulador : El Council of Environmental Quality
- EIA = política y legislación local, más los tratados internacionales.  
Ej. Ramsar o Convención sobre Humedales (Iran,1971)
- Ley 140, 1948 => Ley 319, 1998 (Sobre Humedales)

**Mas de 100 países han adoptado EIA**  
**USA : entre 50 y 75 mil estudios por año**

# Declaración de Principios (NEPA, 1969)

---

1. Buena práctica de planificación.
  2. EIA aplica a proyectos de infraestructura, industrias, servicios 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.
- ▶ Ej: gasoducto marino : 4 millas de tubería en el fondo de Bahía Jobos ,121 cuerdas impactadas – nueva propuesta del gobierno

# 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 PR
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, privadas, ONG's

# DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS – Ley 416 DE 2004

---

- 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.**

# Otras leyes aplicables en PR

---

- Ley 70 de 1978 que crea la Autoridad de Desperdicios Sólidos en PR
- Ley 70 de 1992 de Reciclaje de Desperdicios Sólidos
- Ley 18 de 2012 – para Fomentar el Reciclaje y la Disposición de Equipos Electrónicos de Puerto Rico
  - Prohibir botar equipo electrónico a vertederos
  - Plan de Reciclaje para empresas privadas de > 11 personas

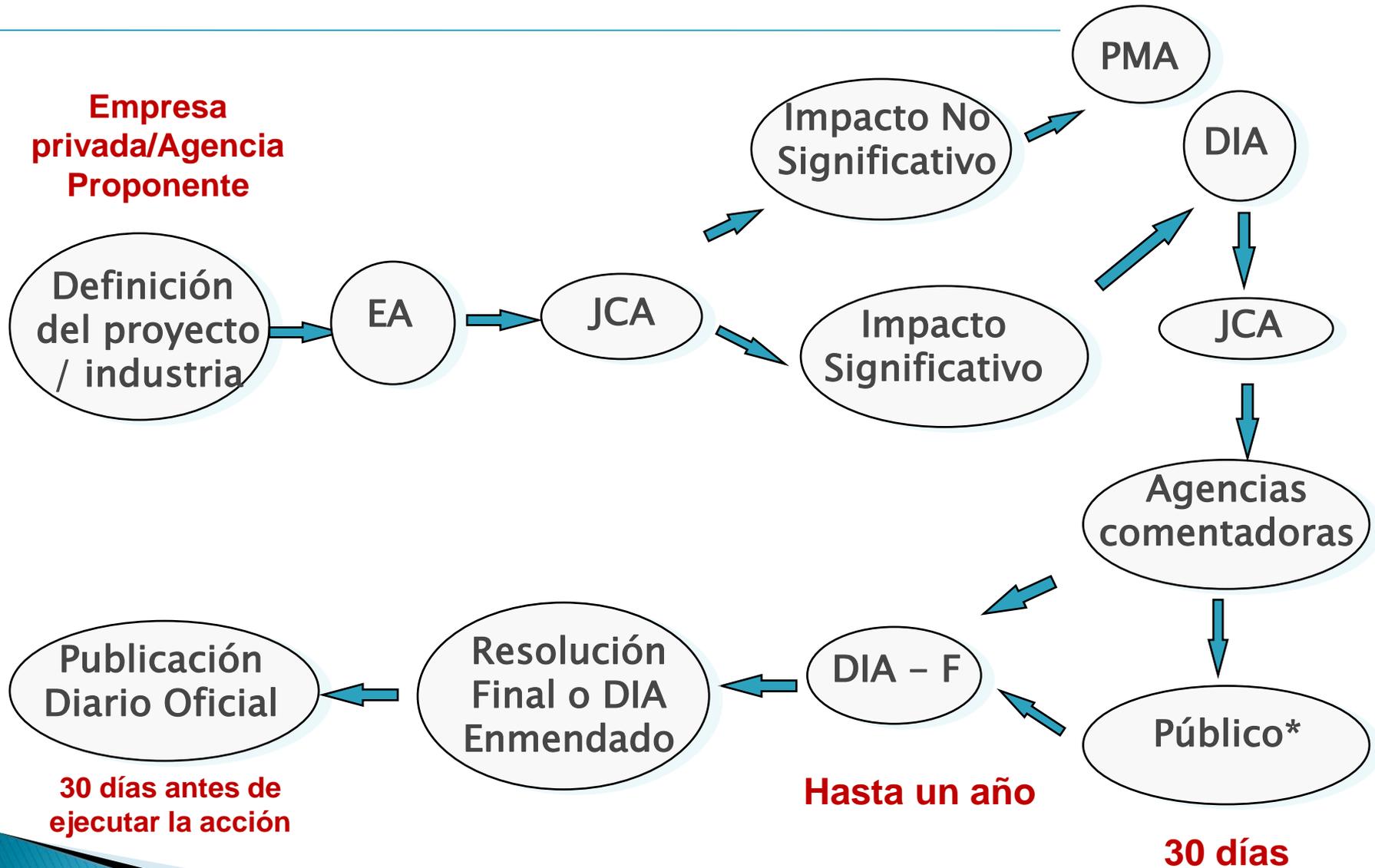
# Leyes Federales

---

- **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**
  
- **Ley de Super Fondo (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.**

# Proceso Administrativo



# 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.

# Exclusiones Categóricas

---

- ▶ Acciones predecibles o rutinarias que ..... no tendrán impacto ambiental significativo. (R-03-30-8 JCA).
- ▶ Son **exentas** de la presentación de Documentos Ambientales.
- ▶ Ej: Rehabilitaciones menores, reemplazo de equipos, expansiones, o industrias que no tendrán mayor cantidad de residuos de ninguna índole.
- ▶ Existen 245 Exclusiones Categóricas aprobadas, listadas en la R-03-30-08.

# 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 = 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.

# 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  
(Ciclo de vida del producto)
2. Diseño Detallado
3. Construcción  
(Instalación en sitio)
4. Operación, mto. y cierre  
(Disposición final)



## EIA

1. Análisis de restricciones legales, ambientales y posibles alternativas  
(Alternativas de tecnología)
2. E.A. o D.I.A.
3. Medidas de mitigación
4. Medidas de mitigación

# Selección de Alternativas:

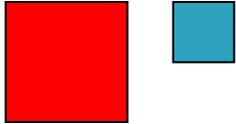
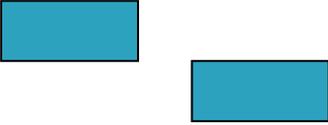
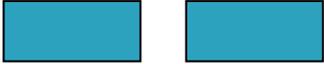
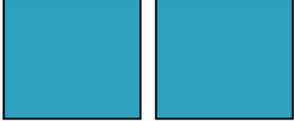
- Consultas de ubicación
  - Alineamientos de proyectos lineales
  - Desarrollo de tecnologías alternativas
- 

# 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

## Ej. Proyecto de Potencia (Línea de Transmisión)

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

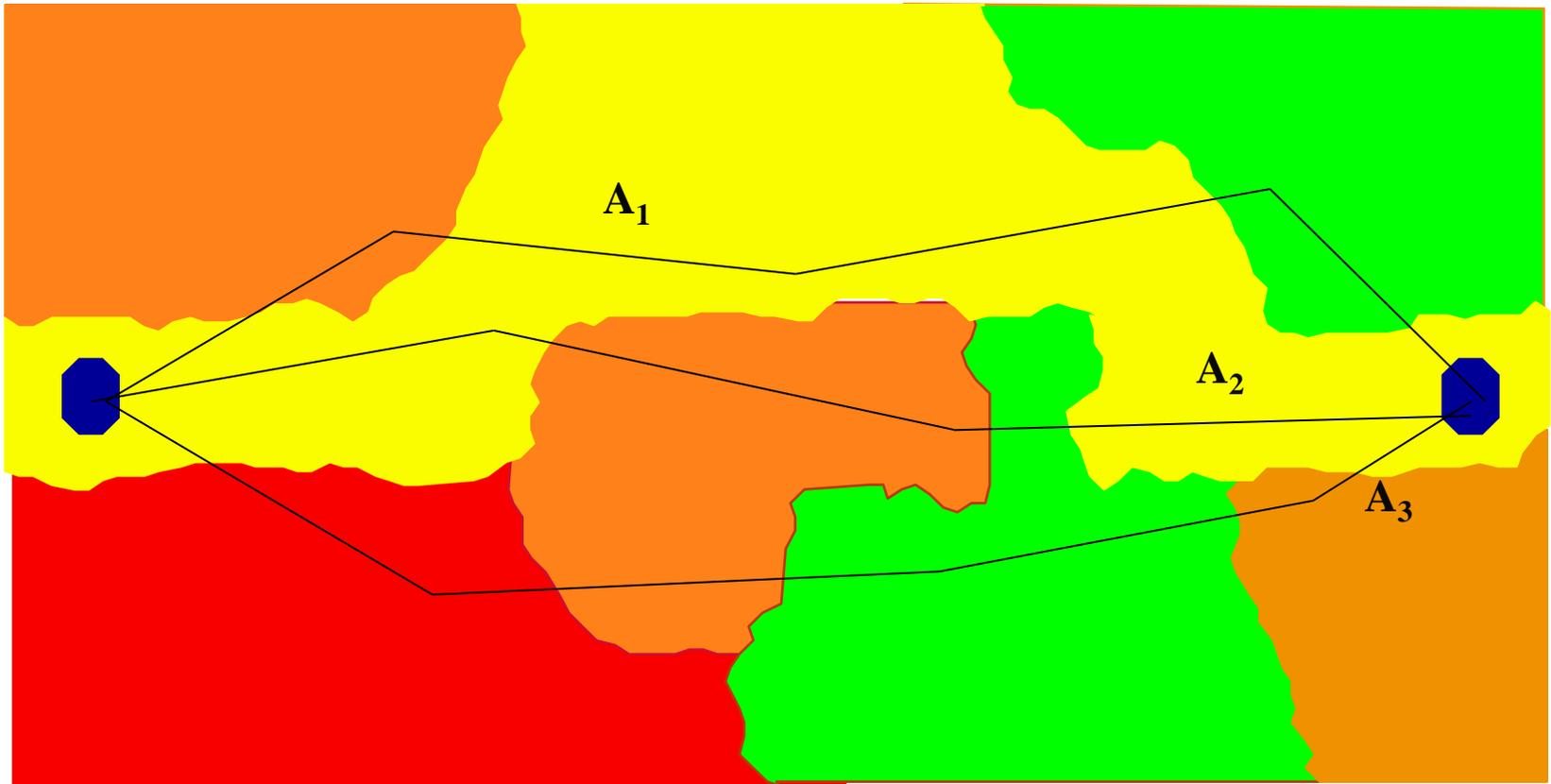
**Se resalta (en rojo) los aspectos críticos, de mucho impacto o riesgo.**

## 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>Afectación a humedal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desplazamiento de 7 familias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>80 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	\$ 300
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>	\$ 230
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>Desplazamiento de 3 familias</li> <li>Vestigio arqueológico Km 8.7</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	\$ 100

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 SIG - 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

# 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.



# 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
- **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

- **Tipo:** N=-1, P=1
- **Duración:** LP=3, MP=2, CP=1 20%
- **Magnitud:** A=3, M=2, B=1 30%
- **Área de cubrimiento:** R=2, L=1 20%
- **Tendencia:** C=3, E=2, D=1 5%
- **Posibilidad de ocurrencia:** S=4, A=3, M=2, B=1 5%
- **Alternativa de Manejo:** 20%
  - 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

## 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			■			
<b>Componentes Afectados</b>			■				
			■				
			■				

Físicos  
Bióticos  
Socioeconómicos

# 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

---

- ▶ 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.
  - ▶ **MM= Green Engineering**

# Green Engineering = Green Design

- **Green design = diseño amigable**
- **Green design implica un compromiso 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 **positivo** se hacen al inicio del diseño de un producto**
- **Minimizar el uso de materia prima**
- **Opta por el uso de materiales no tóxicos y 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**

# 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.**



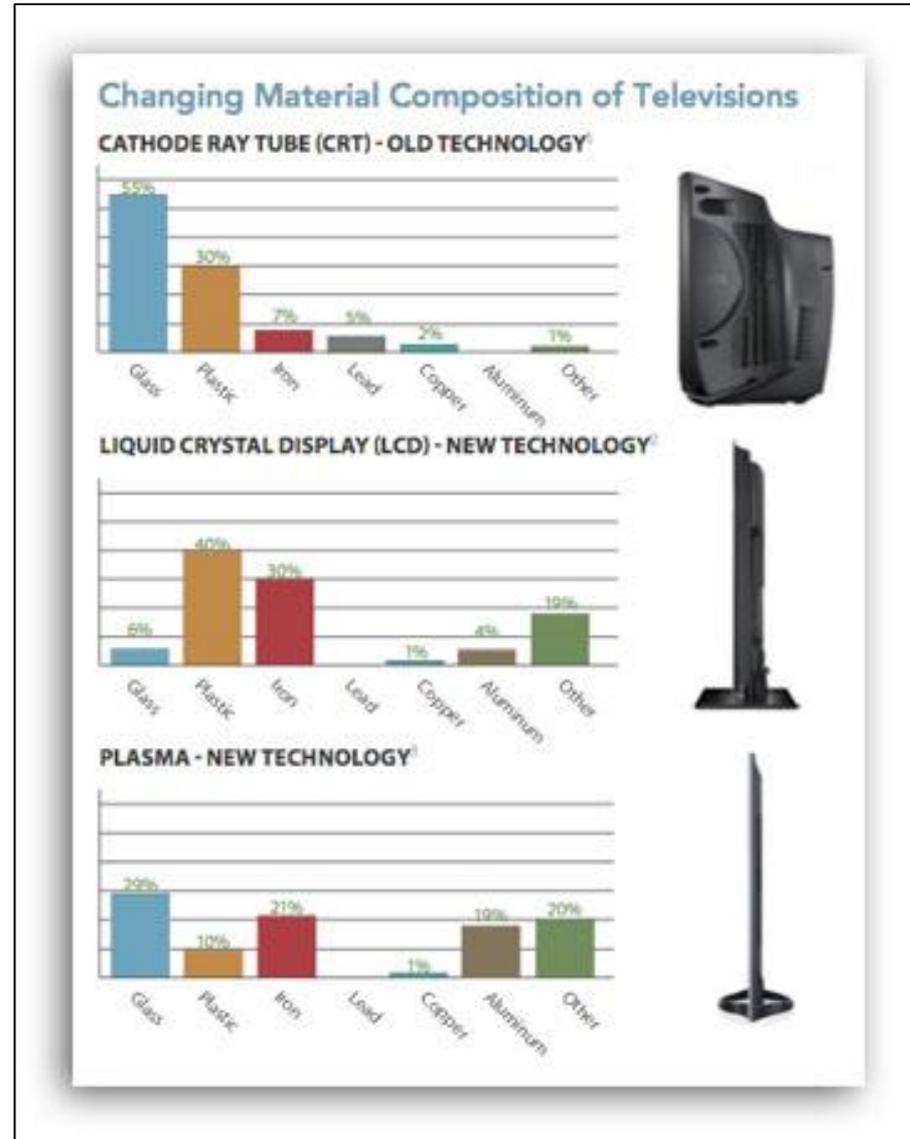
# Diseño para el Ambiente (DfE)

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

“From cradle to grave”



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



# Reciclaje de e-waste

- ▶ Ley 18 de 2012 – fomenta el reciclaje y la adecuada disposición de equipo electrónico
- ▶ Elementos más tóxicos: Cd, Pb, Hg
- ▶ Elementos mas difíciles de reciclar: baterías
- ▶ Principio de prevención: reducir, reutilizar, reciclar, disponer
- ▶ Mercado inestable
- ▶ Requiere inversión y permisos
- ▶ **Quienes reciclan en PR:** HP, Banco Popular, Recycling del Norte, Recycling Partnership, Arecibo, otros. En el Colegio: OSSOA Office

# Reciclaje de e-waste. ¿Qué es y cómo se hace?

- ▶ Separar un equipo en sus componentes, reusar piezas o elementos útiles (Al, Cu), reciclar lo reciclable (plástico), y disponer adecuadamente material que no tenga salida.
- ▶ Pasos: 1. recibe, 2. pesa, 3. desmantela, 4. separa por componente, 5. cada componente a su lugar (fundición, reciclaje, triturador, vertedero, etc). => 6. **Nueva materia prima**
- ▶ Muchos componentes no tiene salida => no se puede cerrar el ciclo
- ▶ La ingeniería se hace para el consumidor, no para disponer/reciclar

# 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 – Guia 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)

# *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**