

Tema IV. Metodología general para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental

M^a Dolores Encinas Malagón (loli.encinas@ehu.es)

Zuriñe Gómez de Balugera López de Alda (z.gomezdebalugera@ehu.es)

María Arritokieta Ortuzar Iragorri (arritxu.ortuzar@ehu.es)

Roberto Peche González (roberto.peche@ehu.es)

Proyecto Open Course Ware 2013

TEMA 4. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1. FORMACIÓN DEL EQUIPO INTERDISCIPLINAR

4.2. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.3. METODOLOGÍAS MÁS UTILIZADAS

4.3.1. Métodos de comparación de alternativas

4.3.1.1. Método de superposición de transparencias

4.3.1.1.1. Métodos de sistemas de información geográfica

4.3.2. Método para ponderar factores

4.3.2.1. Método Delphi

4.3.2.2. Otros métodos de consulta a expertos

4.3.2.2.1. Técnica de jerarquización u ordenación por rangos

4.3.2.2.2. Técnica de ponderación por grados escalares o puntuación

4.3.2.2.3. Técnica de comparación de pares

4.3.2.2.4. Técnica de ordenación distributiva

4.3.3. Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos

4.3.3.1. Listas de chequeo o control

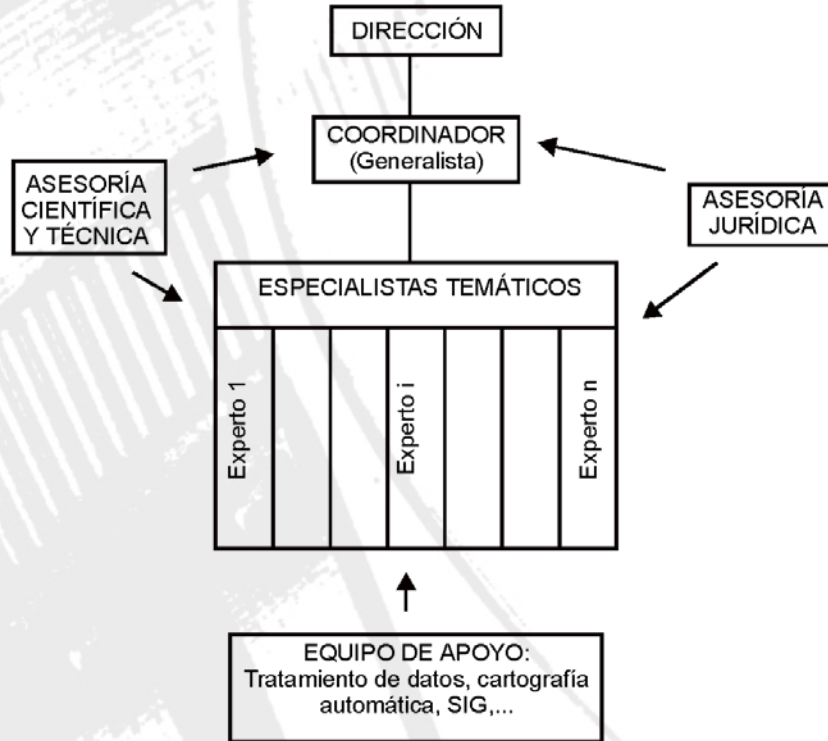
4.3.3.2. Matrices de interacción causa-efecto

4.3.4. Métodos de evaluación de impactos

4.3.4.1. Matrices de interacción causa-efecto

4.3.4.2. Método Batelle-Columbus

Equipo esencial para un EsIA



EQUIPO INTERDISCIPLINAR



EQUIPO MULTIDISCIPLINAR

Estructura de un EsIA

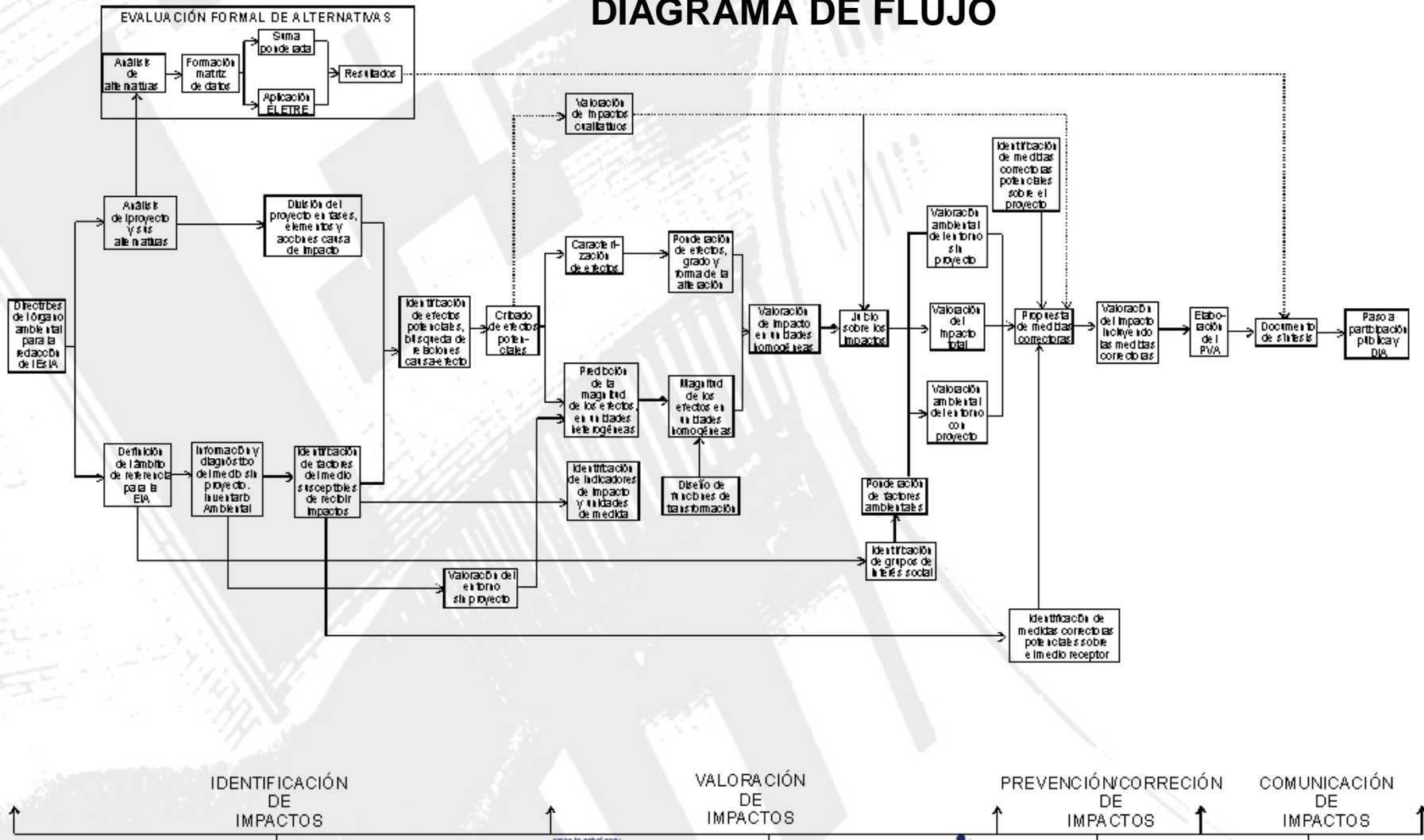
Según Real Decreto Legislativo 1/2008 (vigente)

- Descripción general del proyecto
- Exposición de alternativas
- Evaluación de efectos
- Medidas de reducción, compensación o eliminación de efectos ambientales
- Programa de vigilancia ambiental
- Resumen del estudio con conclusiones

Según Real Decreto 1131/1988 (vigente)

- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Examen de alternativas
- **Inventario ambiental**
- Identificación y valoración de impactos
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

DIAGRAMA DE FLUJO



CRONOGRAMA

	PERIODO DE TIEMPO DISPONIBLE (meses, semanas, ...)						Responsable de equipo
	1	2	3	4	5	6	
Análisis del proyecto y sus alternativas	—						
Identificación de acciones del proyecto	—						
Definición del ámbito de referencia	—						
Inventario ambiental	—	—					
Identificación de factores ambientales		—	—				
Identificación de efectos potenciales		—	—				
Cribado de efectos potenciales			—				
Caracterización de efectos significativos			—				
Identificación de indicadores de impacto				—			
Predicción magnitud de los efectos significativos		—	—	—			
Diseño funciones de transformación			—	—			
Cálculo magnitud del efecto				—			
Valoración del impacto				—			
Enjuiciamiento de impactos significativos					—		
Identificación grupos de interés social	—	—	—	—	—		
Ponderación factores ambientales					—		
Valoración del impacto ambiental total					—		
Propuesta de medidas correctoras					—	—	
Valoración del impacto corregido					—	—	
Programa de vigilancia ambiental						—	
Documento de síntesis							

Inventario Ambiental

Según Real Decreto 1131/1988 (vigente)

- Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de la obra, así como de los tipos existentes de ocupación de suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.
- Identificación, censo. Inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales que puedan ser afectados por las actuaciones proyectadas.
- Descripción de las interacciones ecológicas clave y su justificación.
- Delimitación y descripción cartográfica del territorio o cuenca espacial afecta por el proyecto, para cada uno de los aspectos ambientales definidos.
- Estudio comparativo de la situación actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de evaluación, para cada alternativa examinada.

Metodologías para un EsIA

No hay una metodología universal o standard porque:

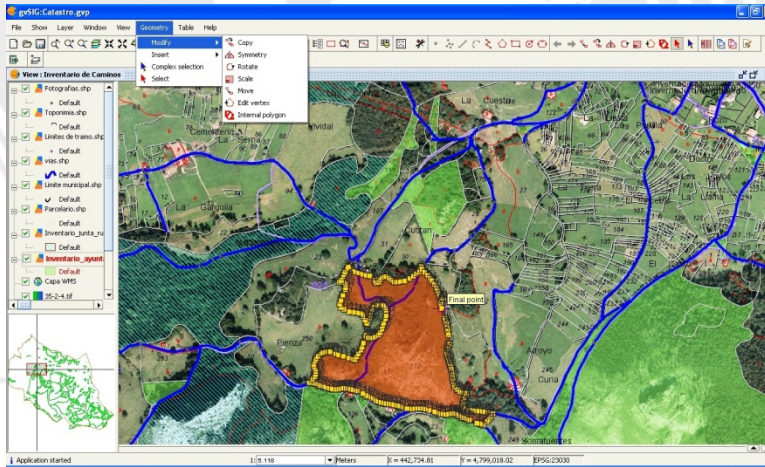
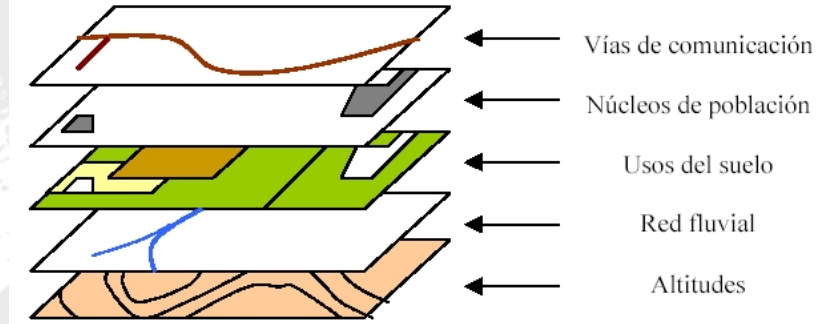
- El cambio de factores afectados hace que el método cambie (no hay dos proyectos iguales en el mismo entorno).
- Sólo podemos llegar a un tipo de método según la actividad.
- Hay varios métodos para estudiar el impacto sobre un mismo factor.

Metodologías más utilizadas

1. **Métodos de comparación de alternativas**
 - **Método de superposición de transparencias**
 - **Métodos de sistemas de información geográfica**
2. **Método para ponderar factores**
 - **Método Delphi**
 - **Otros métodos de consulta a expertos:**
 - Técnica de jerarquización u ordenación por rangos**
 - Técnica de ponderación por grados escalares o puntuación**
 - Técnica de comparación de pares**
 - Técnica de ordenación distributiva**
3. **Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos**
 - **Listas de chequeo o control**
 - **Matrices de interacción causa-efecto (matriz de Leopold)**
4. **Métodos de evaluación de impactos**
 - **Matrices de interacción causa-efecto**
 - **Método Batelle-Columbus**

Métodos de comparación de alternativas

Método del sistema de información geográfica (SIG)



Fotografía de Sig.jpg de Corso con CC BY-SA

Fotografía de GvSIG-GIS.jpg de Emilio Gomez Fernandez con CC BY-SA

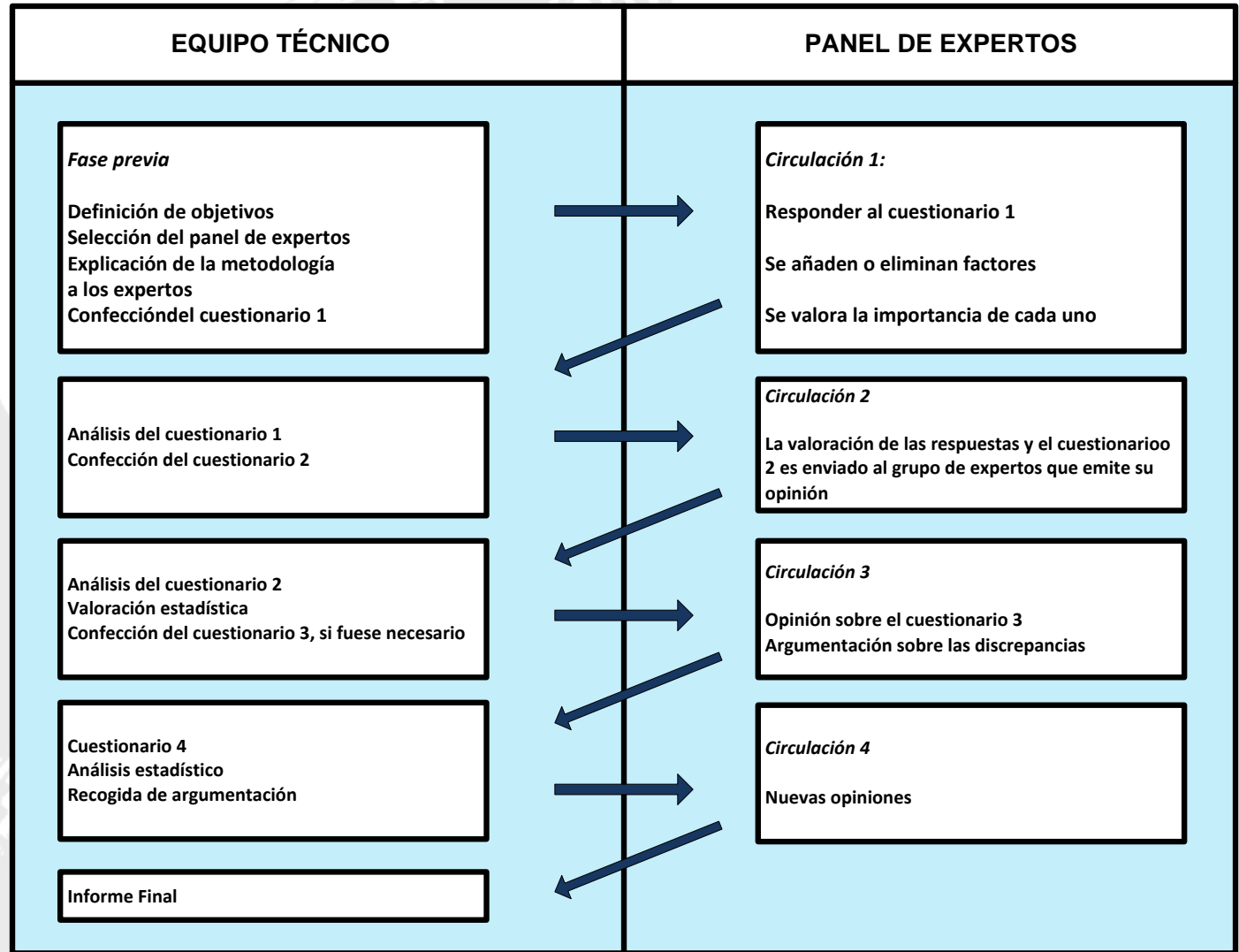
Método para ponderar factores

Método Delphi

Terminología

- *Panel de expertos:* es el conjunto de expertos que forman el grupo.
- *Moderador:* es el responsable del equipo técnico que recoge las respuestas y prepara los cuestionarios.
- *Cuestionarios:* es el documento que se envía a los expertos. Está formado por las cuestiones y los resultados de las anteriores circulaciones.
- *Circulaciones:* es la forma en que se van presentando los sucesivos cuestionarios.

Fases del Método Delphi



Técnica de jerarquización u ordenación por rangos

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ei}}{\sum_{e=1}^n \sum_{i=1}^m R_{ei}}$$

m: número de individuos del panel

R_{ei} : rango que el individuo i atribuye al elemento e

n: número de factores

P_e : Peso resultante para cada factor

Factores (n)	Expertos (m)				$\sum_{i=1}^m R_{ei}$	Pesos
	A	B	C	D		
Nivel de CO	4	3	3	4	14	14/40 = 0,350
Calidad de vida	1	2	1	2	6	6/40 = 0,150
Confort sonoro diurno	3	4	4	3	14	14/40 = 0,350
Calidad del paisaje	2	1	2	0	5	5/40 = 0,125
Aceptabilidad social del proyecto	0	0	0	1	1	1/40 = 0,025

$\sum_{e=1}^n \sum_{i=1}^m R_{ei} = 40$

Técnica de ponderación por grado escalares o puntuación

$$P_{ei} = \frac{E_{ei}}{\sum_{i=1}^n E_{ei}}$$

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ei}}{\sum_{e=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ei}} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ei}}{m}$$

m: número de individuos del panel

E_{ei} es el valor de la escala que el individuo i asigna al factor e.

n: número de factores

P_e : Peso resultante para cada factor

Ejemplo

Factores (n)	Expertos (m)			
	A	B	C	D
Nivel de CO	3	4	4	4
Calidad de vida	2	3	3	2
Confort sonoro diurno	10	9	8	9
Calidad del paisaje	4	5	5	3
Aceptabilidad social del proyecto	6	5	6	4
$\sum_{i=1}^n E_{ei}$	25	26	25	22

Factores (n)	Expertos (m)				$\frac{\sum_{i=1}^m P_{ei}}{m}$
	A	B	C	D	
Nivel de CO	3/25=0,12	4/26=0,15	4/25=0,16	4/22=0,18	(0,12+0,15+0,16+0,18)/4=0,15
Calidad de vida	2/25=0,08	3/26=0,12	3/25=0,12	2/22=0,09	(0,08+0,12+0,12+0,09)/4=0,10
Confort sonoro diurno	10/25=0,40	9/26=0,34	8/25=0,32	9/22=0,41	(0,40+0,34+0,32+0,41)/4=0,37
Calidad del paisaje	4/25=0,16	5/26=0,19	5/25=0,20	3/22=0,14	(0,16+0,19+0,20+0,14)/4=0,17
Aceptabilidad social del proyecto	6/25=0,24	5/26=0,19	6/25=0,24	4/22=0,18	(0,24+0,19+0,24+0,18)/4=0,21

Técnica de comparación de pares

$$P_{ei} = \frac{F_{ei}}{D} = \frac{F_{ei}}{n(n-1)/2}$$

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ei}}{\sum_{e=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ei}} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ei}}{m}$$

F_{ei} es la frecuencia con que el elemento e ha sido elegido por el individuo i .

D es el número de decisiones de preferencia, es decir el número de juicios hechos por cada panelista.

n : número de elementos o factores

m : número de individuos del panel

P_e : Peso resultante para cada factor

Ejemplo

Opiniones		Expertos (m)																			
		Experto A					Experto B					Experto C					Experto D				
		Factores					Factores					Factores					Factores				
Factores (n)		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Nivel de CO		2	3	1	5		1	3	1	5		2	3	4	2		1	3	1	5
2	Calidad de vida			3	4	5			2	2	5			3	2	5			2	4	5
3	Confort sonoro diurno				4	5				4	5				3	5				4	5
4	Calidad del paisaje					5					5					5					5
5	Aceptabilidad social del proyecto																				

Cálculo de frecuencia

Factores (n)	Expertos			
	A	B	C	D
Nivel de CO	1	2	1	2
Calidad de vida	1	2	2	1
Confort sonoro diurno	2	1	3	1
Calidad del paisaje	2	1	1	2
Aceptabilidad social del proyecto	4	4	3	4
Total	10	10	10	10

Cálculo de Peso

Factores (n)	Frecuencia Relativa				$\sum_{i=1}^m P_{ef}$	P_e
	Expertos					
	A	B	C	D		
Nivel de CO	1/10	2/10	1/10	2/10	6/10	0,6/4=0,15
Calidad de vida	1/10	2/10	2/10	1/10	6/10	0,6/4=0,15
Confort sonoro diurno	2/10	1/10	3/10	1/10	7/10	0,7/4=0,18
Calidad del paisaje	2/10	1/10	1/10	2/10	6/10	0,6/4=0,15
Aceptabilidad social del proyecto	4/10	4/10	3/10	4/10	15/10	1,5/4=0,38

Ordenación distributiva

1. Ordenar los elementos o factores por la técnica de jerarquización
2. Ordenar los elementos o factores por la técnica de ponderación por grados escalares
3. Ordenar los elementos o factores por la técnica de comparación por pares
4. Ordenar finalmente los elementos o factores en base a los tres criterios anteriores

	Nivel de CO	Calidad de vida	Confort sonoro diurno	Calidad del paisaje	Aceptabilidad social del proyecto
Valores según la técnica de jerarquización	0,350	0,150	0,350	0,125	0,025
Valores según la técnica de grados escalares	0,150	0,100	0,370	0,170	0,210
Valores según la técnica de comparación de pares	0,150	0,150	0,180	0,150	0,380
Valores medios de las tre técnicas	0,217	0,133	0,300	0,148	0,205

Si hay diferencias significativas aplicar técnicas de convergencia como el método Delphi

Métodos para identificar acciones, subfactores o impactos

Lista de chequeo o control

- Las listas de control de organismos públicos y de proyectos específicos publicados representan el conocimiento profesional colectivo y el criterio de sus autores, por eso tiene credibilidad profesional y aplicación práctica.
- Las listas de control proporcionan un enfoque estructurado para identificar los impactos claves y factores ambientales pertinentes que han de ser considerados.
- Las listas más largas de factores o de impactos no necesariamente presentan una mejor identificación dado que es necesario ser selectivo para escoger los impactos y factores de mayor relevancia.
- Las listas de control se pueden modificar con facilidad para hacerlas más apropiadas a un determinado proyecto en una ubicación dada.
- Las listas de control pueden usarse para estimular o facilitar las discusiones interdisciplinares en el equipo durante la planificación, la dirección y el resumen del EsIA.
- Aunque las listas de chequeo se pueden aplicar para formular el EsIA, de prácticamente cualquier proyecto, generalmente son insuficientes como método analítico y necesitan completarse con otras herramientas.
- Tienen el inconveniente de que, por ejemplo, algún impacto muy específico no quede reflejado.

Lista de Chequeo Tipo Cuestionario para un Vertedero de Residuos Sólidos Urbanos

SITUACIÓN:

- ¿Se trata de un lugar de valor ecológico o en el que existen especies biológicas de interés?
- ¿Existe riesgo de inundación o riadas?
- ¿Existen acuíferos utilizados o utilizables para el suministro de agua potable o de riego?
- ¿Son permeables a filtraciones los materiales geológicos?
- ¿Se trata de una zona cercana a cursos de agua?
- ¿Las vías de acceso afectan a lugares de valor ecológico?
- ¿Las vías de acceso pueden causar molestias a los habitantes de la zona?
- Si es necesario un tendido eléctrico especial o conducciones de agua, ¿pueden estas instalaciones afectar a zonas de valor ecológico o a la población humana?

MANEJO

- ¿Se llevarán a cabo controles para evitar que lleguen al vertedero materiales peligrosos u otros para los que el vertedero no está autorizado?
- ¿Se plantea la formación del personal para el adecuado manejo de los materiales?
- ¿Existe un plan de control de posibles lixiviados o filtraciones?
- ¿Qué medidas existen para evitar el arrastre por el viento de polvo, plásticos y otros materiales?
- ¿Qué medidas existen para evitar malos olores?
- ¿Qué medidas existen para evitar la proliferación de plagas (roedores, insectos...)?
- ¿Puede haber problemas de ruido por la actividad de la maquinaria y vehículos?
- ¿Se plantea el compostaje (humus)? Si es así, ¿qué salida se dará al compost? ¿Cómo se tratará y dónde se almacenará?
- ¿Se plantea reciclaje de otros materiales? Ídem.

CLAUSURA

- ¿Qué destino se dará al vertedero una vez clausurado? ¿Se han tenido en cuenta para ello las características ecológicas y humanas de la zona?
- ¿Existe la posibilidad de riesgos a largo plazo?

Fragmento de una lista de chequeo simple

SUBFACTORES AFECTADOS POR EL PROYECTO	SI	NO	POSIBLE
Calidad perceptible del aire	X		
Relieve y carácter topográfico		X	
Cultivos			X
Calidad del paisaje	X		
Movilidad de las especies		X	

Matrices de interacción causa-efecto

	ACCIONES								
FACTORES									
			⊕						

Impacto

Interacción: acción-factor

Interacción: causa-efecto

Tipos de matrices

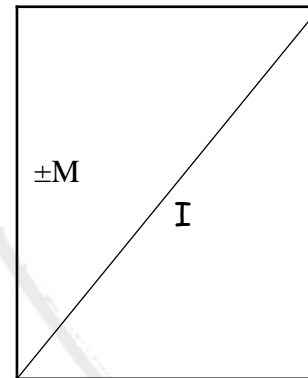
Matrices simples

Matrices sucesivas o escalonadas

Matrices cruzadas

Matriz simple: Matriz de Leopold

	A_1		A_i		A_n
F_1	/				
F_j			/		/
F_m					/



Matrices sucesivas o escalonadas

		Acciones del proyecto				Impactos primarios				Impactos secundarios			
		a_1	a_2	a_i	a_n	I_{11}	I_{12}	I_{ij}	I_{nm}	I_{112}	I_{114}	I_{ijm}	I_{nmm}
Factores	F_1												
	F_2												
	F_j			I_{ij}								I_{ijmj}	
	F_m				I_{nm}			I_{ijm}					

1ª efectos primarios

I_{ij} es el impacto de la acción i sobre el factor j

2ª efectos secundarios

I_{ijm} es el efecto secundario del impacto primario I_{ij} sobre el factor m

3ª efectos terciarios

I_{ijmj} es el efecto terciario del impacto secundario I_{ijm} sobre el factor j



EJEMPLO DE MATRIZ CRUZADA O DE ACCIÓN RECÍPROCA

- Impacto importante y directo
- Impacto importante e indirecto
- Impacto menor y directo
- Impacto menor e indirecto

RIESGO IMPACTO PRIMARIO

RIESGO IMPACTO SECUNDARIO

- 1 Aumento erosión en riberas y ríos
- 2 Aumento de la turbiedad
- 3 Aumento de la sedimentación
- 4 Aumento de la superficie de escorrentía
- 5 Aumento de los planos de agua
- 6 Aumento del volumen y de la velocidad de flujo
- 7 Disminución del volumen y de la velocidad de flujo
- 8 Disminución capa y carga aguas subterráneas
- 9 Disminución altura capa y carga aguas subterráneas
- 10 Disminución de la vegetación
- 11 Reducción de la infiltración
- 12 Pérdida de nutrientes del suelo
- 13 Polución de las aguas superficiales
- 14 Disminución del hábitat de los peces
- 15 Disminución del hábitat de las aves acuáticas
- 16 Disminución del hábitat animal
- 17 Aumento del crecimiento de plantas acuáticas
- 18 Disminución del hábitat de plantas acuáticas
- 19 Interrupción del drenaje
- 20 Polución de aguas subterráneas
- 21 Aumento de los riesgos de inundación
- 22 Aumento de los riesgos de corrimiento de tierra

Aumento erosión en riberas y ríos 1																						
Aumento de la turbiedad 2																						
Aumento de la sedimentación 3																						
Aumento de la superficie de escorrentía 4																						
Aumento de los planos de agua 5																						
Aumento del volumen y de la velocidad de flujo 6																						
Disminución del volumen y de la velocidad de flujo 7																						
Disminución capa y carga aguas subterráneas 8																						
Disminución altura capa y carga aguas subterráneas 9																						
Disminución de la vegetación 10																						
Reducción de la infiltración 11																						
Pérdida de nutrientes del suelo 12																						
Polución de las aguas superficiales 13																						
Disminución del hábitat de los peces 14																						
Disminución del hábitat de las aves acuáticas 15																						
Disminución del hábitat animal 16																						
Aumento del crecimiento de plantas acuáticas 17																						
Disminución del hábitat de plantas acuáticas 18																						
Interrupción del drenaje 19																						
Polución de aguas subterráneas 20																						
Aumento de los riesgos de inundación 21																						
Aumento de los riesgos de corrimiento de tierra 22																						

Matriz cruzada

Método de evaluación de impactos

Método Batelle-Columbus

- Se selecciona el árbol de factores afectados
- Se asignan las unidades de importancia (UIP) o peso relativo a los factores ambientales
- Se elige el indicador ambiental para medir el factor ambiental
- Se mide el valor del indicador en la situación “sin” proyecto
- Se estima el valor del indicador en la situación “con” proyecto
- Se transforman estos valores mediante funciones de transformación en valores entre 0 y 1, que representa el índice de calidad ambiental.
- Se calcula el valor del impacto sobre un factor ambiental como $V_j = CA_{j \text{ con}} - CA_{j \text{ sin}}$
- Se calcula el valor del impacto total como la suma del V_j ponderada por el peso de los factores, P. Lógicamente en tanto por uno

Categorías ambientales	Componentes ambientales	Parámetros o factores
Ecología (240)	Especies y poblaciones (140)	TERRESTRES pastizales y praderas cosechas vegetación natural especies dañinas aves de caza continentales
		ACUÁTICAS pesquerías comerciales vegetación natural especies dañinas aves acuáticas pesca deportiva
	Hábitats y comunidades (100)	TERRESTRES cadenas alimenticias uso del suelo especies raras y en peligro diversidad de especies
		ACUÁTICAS cadenas alimenticias especies raras y en peligro características fluviales diversidad de especies
	Ecosistemas	Sólo descriptivo
Contaminación ambiental (402)	Contaminación del agua (318)	pérdida en las cuencas hidrográficas
		DBO
		oxígeno disuelto
		coliformes fecales
	carbono inorgánico	
	nitrógeno inorgánico	
fosfato inorgánico		
plaguicidas		
pH		
variaciones de flujo de la corriente		
temperatura		
sólidos disueltos totales		
substancias tóxicas		
turbidez		
Contaminación atmosférica (52)	Contaminación atmosférica (52)	CO
		HIDROCARBUROS
		OXIDOS DE NITRÓGENO
		partículas sólidas
		oxidantes fotoquímicos
		OXIDOS DE AZUFRE
Otros		
Contaminación del suelo (28)	uso del suelo	
erosión		
Contaminación por ruido (4)	Ruido	

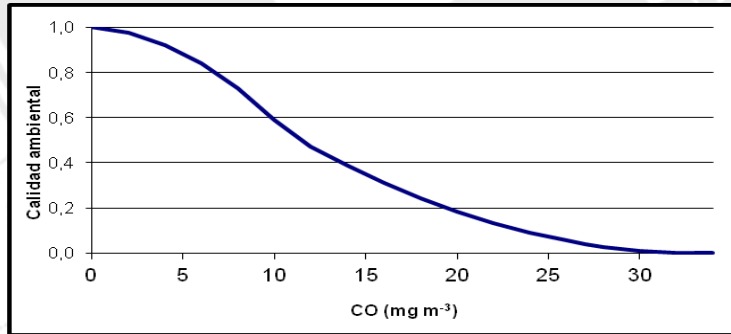
Á
r
b
o
l
d
e
f
a
c
t
o
r
e
s
d
e
B
a
t
e
l
l
e
C
o
l
u
m
b
u
s

Categorías ambientales	Componentes ambientales	Parámetros o factores
Aspectos estéticos (153)	Suelo (32)	material geológico superficial relieve y carácter topográfico extensión y alineaciones
	Aire (5)	olor y visibilidad sonidos
	Agua (52)	presencia de agua interfase agua-tierra olor y materias flotantes área de la superficie del agua márgenes arboladas y geológicas
	Biota (24)	animales domésticos animales salvaje diversidad de tipos de vegetación variedad en de los tipos de vegetación
	Objetos artesanales (10)	objetos artesanales
	Composición (30)	efectos de composición elementos singulares
Aspectos de interés humano (205)	Valores educacionales y científicos (48)	arqueológico ecológico geológico hidrológico
	Valores históricos (55)	arquitectura y estilos acontecimientos personajes religiones y culturas "frontera del oeste"
	Culturas (28)	Indios otros grupos étnicos grupos religiosos
	Sensaciones (37)	admiraación aislamiento, soledad misterio integración con la naturaleza
	Estilos de vida (patronales culturales) (37)	oportunidades de empleo vivienda interacciones sociales

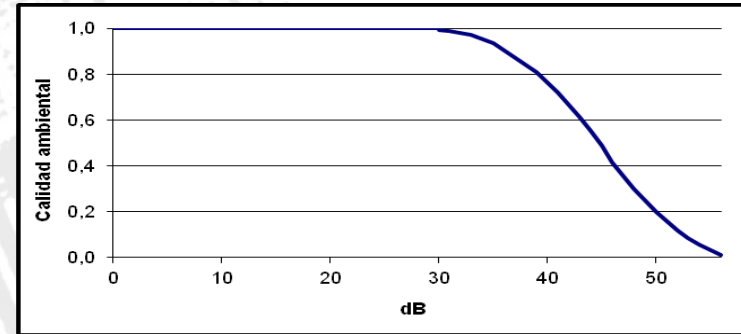
Valoración del impacto según Batelle-Columbus

Factor	Peso	Nº del indicador	Ind _{sin}	Ind _{con}		Calidad Ambiental “sin”	Calidad Ambiental “con”	Valor del Impacto Global
F ₁								
F _j	P _j	Nº	Ind _{j sin}	Ind _{j con}	f	CA _{j sin}	CA _{j con}	V _j = CA _{j con} - CA _{j sin}
F _m								
ENTORNO	1000							$V = \frac{\sum_{j=1}^m V_j \times P_j}{\sum_{j=1}^m P_j}$

Función de transformación



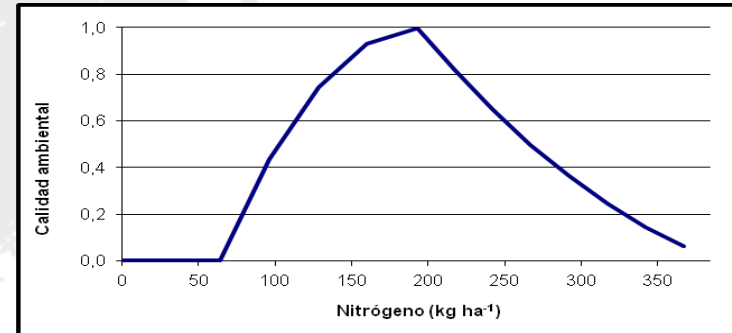
Indicador: Promedio diario de inmisión de CO



Indicador: Nivel sonoro equivalente diurno en una zona hospitalaria o escolar



Indicador: Calidad media del suelo basada en su grado de evolución genética y estado de conservación



Indicador: Nitrógeno en el suelo