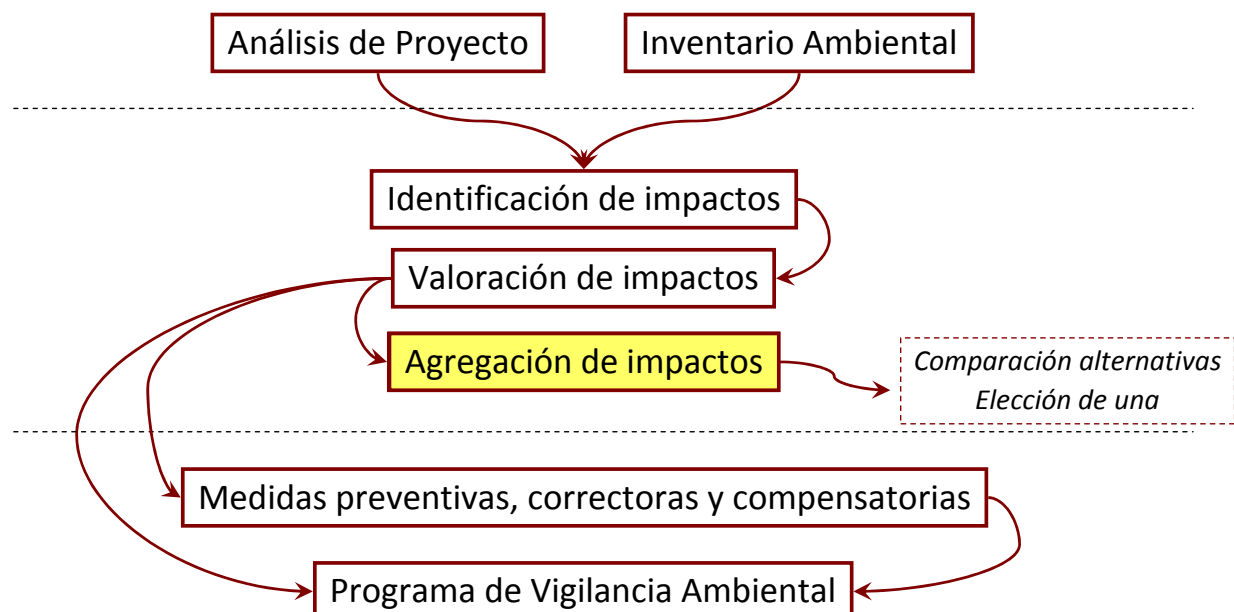


# MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## 3) Agregación de Impactos y comparación de alternativas

David Sánchez Ramos  
david.sanchezramos@uclm.es

### Estudio de Impacto Ambiental - Contenidos



# Mét. EIA - CONSIDERACIONES GENERALES

- Exigencias a los Métodos de EIA

- 1. Identificación de impactos
  - 2. Valoración de cada impacto
  - 3.1. Agregación de impactos para cada alternativa
  - 3.2. Comparación de alternativas
  - 3.3. Selección de la mejor alternativa
- } 4. Información (todas las fases)

- Adaptados a las características del proyecto/medio
- Suficientemente independientes de subjetividades
- “Económicos” en coste y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, necesidad de personal, etc. → proporcionalidad con el propio proyecto

## AGREGACIÓN / COMPARACIÓN / SELECCIÓN

- Objetivo: evaluación ambiental de alternativas, comparación y selección de la óptima (punto de vista ambiental)
- **Agregación:** consideración conjunta de la gravedad de todos los impactos de cada alternativa
  - Agregación simple / compleja
- **Comparación y selección** de alternativas
  - Sistemas de comparación desagregada
    - Matrices Acción/Factor
    - Tipo Electre
    - Sistemas que ordenan la comparación
  - Sistemas de comparación semiagregada
    - Matrices Factor/Alternativa
  - Sistemas de comparación por agregación sintética
    - Unidad Ambiental Común
    - Selección geográfica

# 1. AGREGACIÓN DE IMPACTOS

- Tipos de agregación:

- **Simple**

- Valores de gravedad de cada impacto → valor sintético agregado, deterioro ambiental global
    - Operaciones sistemáticas: sumas directas, ponderaciones
    - Grado de aproximación grosero → se consideran los valores sin analizar las relaciones entre impactos

- **Compleja**

- Incorpora planteamientos y consideraciones previos (fases de identificación y valoración)
    - Requiere el conocimiento de distintas ciencias ambientales
    - Justificación complicada de la agregación, difícil de sistematizar (más susceptible a subjetividades)

- Dificultades de la Agregación

- “Suma” de valores resultantes de criterios distintos
  - Valoración de la gravedad con la misma escala de referencia de la admisibilidad, pero impactos de distinta naturaleza e importancia

- \* *Impacto moderado de molestias a población por obras ≠ Impacto moderado de atropellos a lince ibérico*

- Identificación de impactos → determinante en la consistencia de la agregación
    - Si se detallan especialmente los impactos sobre un factor ambiental, se sobrevalorará este factor en la agregación

# 1. AGREGACIÓN DE IMPACTOS

- Visión mecánica del medio ambiente
  - Deterioro ambiental global  $\neq \Sigma$  deterioros parciales  
= combinación simultánea y sinérgica
  - Agregación simple → simplificación en exceso de los complejos mecanismos ambientales
  - Agregación compleja → problemas operativos
- ➔ Sistemas de comparación desagregada o semiagregada

## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

### D.1 Matrices Acción/Factor

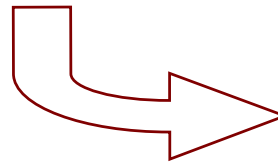
- Parten de las matrices de identificación y valoración de impactos (valores de gravedad)
- Comparación directa entre matrices de alternativas
- Selección de la matriz con un conjunto global más benigno
- Ventajas/Inconvenientes:
  - Información exhaustiva y selectiva de la gravedad, sin valor de síntesis del deterioro ambiental global
  - Comparación dificultosa → gran número de impactos analizados simultáneamente
  - Selección ineficaz, especialmente si las alternativas son similares

## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

### D.2 Sistemas tipo Electre

- Comparación sucesiva para cada impacto
- Selección de la alternativa óptima para más impactos

	Impacto 1	Impacto 2	Impacto 3	Impacto 4	Impacto 5	Impacto 6
<b>Alternativa A</b>	-2	-3	+5	-7	-5	-4
Alternativa B	-3	-3	+4	-5	-7	-7
Alternativa C	-3	-7	+4	-6	-8	-2
Mejor	<b>A</b>	<b>A/B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
Media	-	-	-	C	B	A
Peor	B/C	C	B/C	A	C	B



Alternativa	A	B	C
Mejor	4	2	1
Media	1	1	1
Peor	1	3	4

### D.2 Sistemas tipo Electre

- Teóricamente válido para un gran número de impactos, pero se complica la justificación de la selección
- Distribuciones de valores de impacto no concluyentes (no existe una selección clara)

\* *Gravedad alta para el medio biótico pero baja para el medio humano vs. Gravedad baja para el medio biótico pero alta para el medio humano*



Alternativa	A	B	C
Mejor	11	9	3
Media	1	7	5
Peor	8	4	12

- Se interpreta el sistema como técnicamente ineficaz
- Importancia de la identificación de impactos
  - Un gran nº de impactos resta claridad a la comparación
  - Similar nº de impactos en cada área ambiental
  - Importancia relativa similar entre impactos

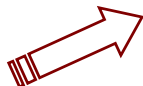
## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

### D.2 Sistemas tipo Electre

- Importancia de la identificación de impactos
  - Similar número de impactos en cada área ambiental

\* *Impacto sobre:*

- atmósfera*
- geología*
- vegetación*
- fauna*
- paisaje*
- calidad de vida*
- patrimonio*
- calidad del agua superficial durante la obra*
- calidad del agua subterránea durante la obra*
- calidad del agua superficial durante la explotación*
- calidad del agua subterránea durante la explotación*
- régimen del agua superficial durante la obra*
- régimen del agua subterránea durante la obra*
- régimen del agua superficial durante la explotación*
- régimen del agua subterránea durante la explotación*



La alternativa menos dañina con la hidrología será elegida la mejor ambientalmente

### D.3 Sistemas que ordenan la comparación

- Dificultad de comparación desagregada
- Importancia como peso relativo → algunos impactos más determinantes para la comparación
- Conjunto de componentes ambientales como elementos de un complejo mecanismo
  - Algunas "piezas" especialmente importantes

\* *Ecosistema de marisma: casi todos los componentes dependen de la calidad y régimen del agua → impactos sobre estos factores especialmente importantes*

- Importancias relativas según la sociedad
  - Inconsistente y contradictoria
  - Medio biótico vs Medio humano → valoración alta de la conservación de los recursos naturales y de su aprovechamiento

## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

### D.3 Sistemas que ordenan la comparación

- Se establecen valores de ponderación para cada factor ambiental, según su relevancia en el mecanismo ambiental
  - **Objetivo:** ordenar la comparación de alternativas según importancia de los impactos (> peso relativo)
  - No se pretende obtener la suma ponderada de las gravedades
  - Sistemas de asignación de pesos (o importancias) relativos:
    - Encuestas sociológicas
    - Panel de expertos y/o representantes
    - Método Delphi
- 
- Sistemas de asignación de pesos relativos
    - **Encuestas sociológicas**
      - Recogida de opinión de la población → encuestas o cuestionarios
        - Directamente: a una muestra representativa
        - Indirectamente: a representantes de grupos de interés (ecologistas, regantes, asociaciones de vecinos...)
      - Deben abarcar a la población perjudicada, beneficiada e indiferente
      - Infrecuentes en la EIA, sólo en proyectos socialmente conflictivos
      - Comúnmente los intereses sociales se interpretan a partir de las respuestas a la fase de consultas

## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

- Sistemas de asignación de pesos relativos
  - **Panel de expertos y/o representantes**
    - Selección de expertos en los factores ambientales y en los impactos del proyecto, y/o representantes sociales
    - Información previa del proyecto y sus impactos
    - Debate con moderador → ponderaciones a los factores ambientales, hasta alcanzar consenso por unanimidad
    - Limitación: distintas capacidades de comunicación y persuasión de los participantes en el debate

- Sistemas de asignación de pesos relativos
  - **Método Delphi**
    - Selección de expertos en los factores ambientales y en los impactos del proyecto, y/o representantes sociales
    - Información previa del proyecto y sus impactos

---

    - Debate no presencial, cada experto envía al moderador un informe con las ponderaciones (justificadas) de todos los factores ambientales
    - Se les reenvía la media de las ponderaciones y las justificaciones de cada experto
    - Se repite el proceso hasta que todos estén de acuerdo con la media de las ponderaciones



## 2. COMPARACIÓN DESAGREGADA

### D.3 Sistemas que ordenan la comparación

- Sistemas de asignación de pesos relativos
  - Encuestas sociológicas
  - Panel de expertos y/o representantes
  - Método Delphi
- Selección de muestra, representantes o expertos → crucial  
    ➡ validez técnica y social (opinión pública)
- Métodos de Panel y Delphi → más equilibrados, incorporan conocimiento de expertos + opinión social
- Comparación ordenada:
  - Presentando los pesos junto a los valores del impacto
  - Mostrando los impactos de mayor importancia en la parte superior de la tabla
  - Los pesos relativos obtenidos son aplicables sólo al caso de estudio (no extrapolable a otro proyecto, otra zona, etc.)

## 3. COMPARACIÓN SEMIAGREGADA

- Agregación parcial de las gravedades de impactos
  - Método intermedio entre la *comparación desagregada* y la *agregación sintética*
  - Simplifica la comparación respecto a la *desagregada*, sin llegar a la complejidad de la *agregada*

### S.1 Matriz Factor/Alternativa

- Síntesis de la Matriz de Valoración
- Valor agregado de los impactos que sufre un factor ambiental → agregación compleja por especialistas
- Validez y consistencia lógica (no se agregan factores de distinta naturaleza)

\* *Molestias a fauna durante la obra, destrucción de hábitats, efecto barrera, riesgo de atropellos durante explotación, etc.*

### 3. COMPARACIÓN SEMIAGREGADA

Ejemplo matriz Factor/Alternativa

EVALUACION DE IMPACTOS		AE-1	AE-2	AT-1	AT-2	B-1	B-2	
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	Efecto Microclima	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo
		Geomorfología Erosionabilidad	M.-Alt.	M.-Alt.	M.-Alt.	Alto	Alto	Alto
		Inestabilidad y Deslizamientos	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
		Hidrología Superficial	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
		Hidrogeología	M.Bajo	M.Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Cont. Aguas	M.-Alt	M.-Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	
	MEDIO BIOTICO	Deterioro Suelos	Medio	Medio	M.-Alt	M.-Alt	M.-Alto	Alto
		Vegetación Nat.	M.-Bajo	Medio	Medio	M.-Alt	Medio	Medio
		Fauna	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
		Esp. Interés	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo
Paisaje		M.-Bajo	Medio	Medio	M.-Alt.	M.-Alt.	Alto	
MEDIO HUMANO	MOVILIDAD	Conducción	+ Alto	+ Alto	+ Alto	+ Alto	+ Medio	+ Medio
		Segregación Tráf.	+ Medio	+ Medio	+ Medio	+ Medio	+ Medio	+ Medio
		Congestión Tráf.	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo	M.Bajo
		Efecto Barrera	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
	SERVICIOS	Serv.Transporte	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	GESTION DEL SUELO	Ocupación Suelo Productivo	Medio-Bajo	Medio-Bajo	Medio-Alto	Medio-Alto	Medio-Alto	Alto
		Ocupación Suelo Urbanizable	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
		Ocupación Suelo Edificado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio-Bajo	Medio-Bajo
		Ocupación Suelo Protegido	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
		Activa Dinámica de Ocupación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
CALIDAD AMBIENTAL DE VIDA	Molestias de Obra	Alto	Alto	Medio-Alto	Alto	Alto	Alto	
	Ruido del Tráfico	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	
	Contaminación del Tráfico	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	
PATRIMONIO	His.-Artístico Arqueológico	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
	Patrimonio Social	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio	

#### S.2 Matriz Factor/Alternativa con pesos relativos

- Asignación de importancias como pesos relativos
- Presentación ordenada de las filas → factores prioritarios en la parte superior de la matriz (para tenerlos en mayor consideración)

#### S.3 Matriz de Pre-valoración (Método Hernández Muñoz)

- Identificación previa mediante Matriz Acción/Factor, con prevaloración de impactos representado por colores
- Posterior simplificación eliminando filas y/o columnas con impactos de menor gravedad (enfoque selectivo)
- Facilita las posteriores fases de valoración y comparación (agregada o desagregada)

\* Ya se vio en la clase de Identificación de Impactos

### 3. COMPARACIÓN SEMIAGREGADA

- Ventajas/Inconvenientes:
  - Facilita la comparación y selección de alternativas (< n° de variables)
  - Condensa y simplifica la información ambiental
    - Riesgo de camuflaje de impactos relevantes, diluidos por otros menores
  - Agregación compleja recomendada → no tener en cuenta solo el valor, sino las consideraciones que lo generan
  - Realizar la agregación de modo escalonado, sin obviar la fase de valoración de cada impacto específico

#### \* EIA Presa Río Sellent (Valencia)

	Alternativa 0. No construcción de la presa	Alternativa A. Materiales sueltos homogénea	Alternativa B. Escollera con pantalla de hormigón	Alternativa C. Hormigón, de gravedad
<b>Efecto sobre los usos del suelo (impactos de ocupación-transformación del espacio)</b>	-	-8	-8	-5
Ocupación del terreno		-3	-2	-1
Afección a infraestructuras	Al no construirse la presa no se producen impactos de ocupación	-1	-1	-1
Disminución de vegetación natural y cultivos por anegamiento		-1	-1	-1
Introducción de elementos en el paisaje y afección al paisaje		-2	-3	-1
Modificación del régimen del río		-1	-1	-1
<b>Efectos físicos y químicos</b>	-	-5	-5	-5
Pérdida de calidad del agua aguas abajo	No hay actuación de la que se deriven efectos físicos o químicos	-1	-1	-1
Aparición de procesos erosivos		-1	-1	-1
Erosión y riesgo de deslizamiento en las laderas del vaso		-3	-3	-3
Afección a las propiedades (físico-químicas) del suelo		0	0	0
<b>Efectos biológicos</b>	-	-5	-5	-5
Destrucción del habitat	No hay actuación de la que se deriven efectos biológicos	-1	-1	-1
Efecto barrera sobre la fauna		-1	-1	-1
Disminución de comunidades de plantas		-1	-1	-1
Afección a espacios naturales protegidos		-2	-2	-2

## 4. COMPARACIÓN POR AGREGACIÓN SINTÉTICA

- Agregación:
  - Consideración conjunta de la gravedad de los impactos de cada alternativa
  - Agregación simple / compleja
  - **Deficiencias:** diferencias entre los criterios de valoración de la gravedad de cada impacto
  - Necesidad de una unidad de valor común de referencia
    - \* *Unidad que mida impactos tan diversos como la afección a la fauna durante la obra o el riesgo de destrucción de patrimonio arqueológico*
  - Unidades utilizadas: energía, coste económico, calidad ambiental, sostenibilidad, etc.

### • Unidad Ambiental Común

#### A.1 Coste energético

- Consumo energético que supone una actividad
- Energía para la construcción y funcionamiento del proyecto + Alteraciones en términos de consumo de energía
- Impacto sobre los recursos energéticos
- Sistema poco utilizado actualmente, muy criticado
  - Dificultad de medir algunos impactos en términos energéticos
  - Se desvirtúa el verdadero objetivo de la evaluación

## 4. COMPARACIÓN POR AGREGACIÓN SINTÉTICA

- Unidad Ambiental Común

### A.2 Coste económico

- Coste de las medidas correctoras necesarias para anular completamente las alteraciones ambientales

*\* Impacto sobre la salud → coste de hospitalización*

*Impacto por erosión inducida → coste de revegetación (y mantenimiento)*

- Deficiencias:
  - Alteraciones irreversibles (*extinción de especie, destrucción de patrimonio histórico*)
  - Costes de compensación no siempre representan la alteración (*molestias a las personas*)
  - Dificultad de precisar costes (*variabilidad de mercados...*)

- Unidad Ambiental Común

### A.3 Calidad ambiental (Métodos tipo Batelle)

- Valor adimensional, proximidad al óptimo ambiental
- "Paraíso Ambiental" → situación ambiental óptima
  - Clímax ecológico (ecosistema que alcanza su madurez, máxima biodiversidad posible)
  - Resto de aspectos ambientales (sociales, culturales, etc.)

- Calidad ambiental = f (Indicadores de estado medibles)

*\* Estado de contaminación del agua, niveles de ruido, biodiversidad de especies, equipamientos culturales*

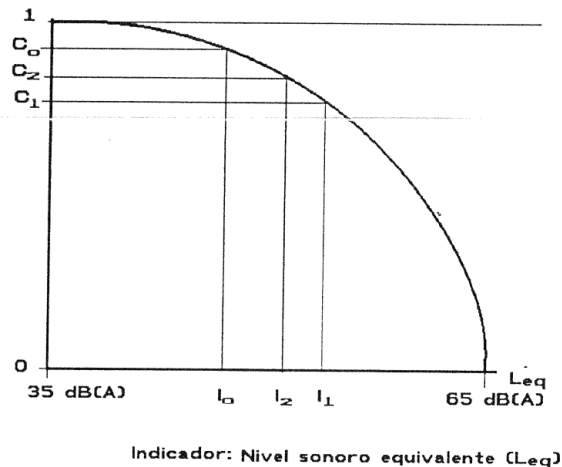
## 4. COMPARACIÓN POR AGREGACIÓN SINTÉTICA

- Unidad Ambiental Común

### A.3 Calidad ambiental (Métodos tipo Batelle)

- Función de valor: relación matemática entre proximidad al óptimo ambiental y valor del indicador de estado

\* *Calidad ambiental de las condiciones de vida por molestias de ruido;*  
*Indicador: nivel sonoro equivalente ( $L_{eq}$ )*



$$L_{eq} > 65 \text{ dB} \rightarrow CA = 0$$

$$L_{eq} < 35 \text{ dB} \rightarrow CA = 1$$

- Unidad Ambiental Común


### A.3 Calidad ambiental (Métodos tipo Batelle)

- Valor de Calidad ambiental previa al proyecto
  - Indicadores de estado para cada factor
  - Suma ponderada por pesos relativos (sistema Delphi)
  - Valor sintético de Calidad Ambiental (agregación simple)
- Valor de Calidad Ambiental de la situación futura (de cada alternativa)
  - Métodos experimentales de estimación → valores de indicadores de estado en situación futura
- Valor de impacto de una alternativa → diferencia entre Calidad Ambiental previa – con proyecto
- Selección de alternativa más próxima al Paraíso Ambiental

## 4. COMPARACIÓN POR AGREGACIÓN SINTÉTICA

- Unidad Ambiental Común

### A.3 **Calidad ambiental** (Métodos tipo Batelle)

- Condensación de información ambiental (riesgo de camuflaje de impactos) → Presentación de impactos graves mediante banderas rojas junto a valor sintético 
- Útil para EIA de proyectos "ambientales" (*reforestación, EDAR, vertedero, etc.*) → agregación de las mejoras
- Exige gran disponibilidad de medios y tiempo
  - Funciones de valor para cada situación ambiental
  - Estimación de pesos relativos (debate de expertos)
  - Predicción de valores futuros de los indicadores
- Combina valores experimentales muy precisos con valores sociales aproximados (pesos relativos) → inconsistencia
- La agregación simple compensa mejoras ambientales con impactos

- Sistemas de selección geográfica
  - Agregación sobre una base geográfica
  - Útiles en la fase de planificación y diseño de proyectos lineales (ubicación de la infraestructura)

### A.4 **Perfiles lineales de Impacto**

- Valoración de impactos en segmentos de trazado (100 m)
- Representación sobre el perfil longitudinal, a modo de movimientos de tierras
  - Gravedad agregada, semiagregada o desagregada
- Permite identificar los tramos más problemáticos, y corregirlos (en el diseño o como medidas correctoras)



## 4. COMPARACIÓN POR AGREGACIÓN SINTÉTICA

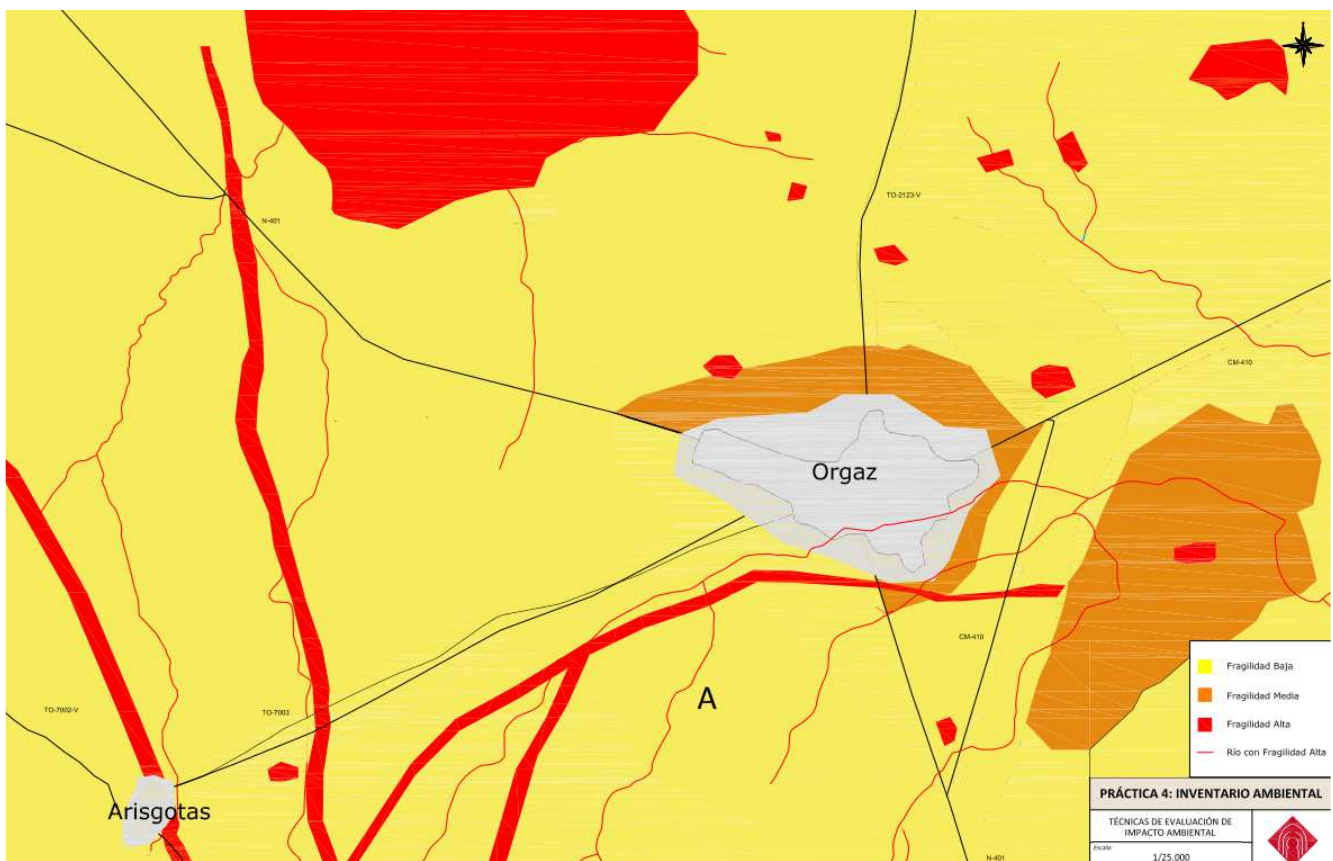
- Sistemas de selección geográfica

### A.5 Métodos de transparencias (tipo McHaggart)

- Representación de la zona como una malla ("píxeles")
- Elaboración geográfica del inventario ambiental
- Agregación compleja de los impactos (nº manejable)
  - Estimación de la gravedad de los impactos en cada celda, valoración por colores → capas de impactos
  - Superposición de las capas (SIG, transparencias)
- Gravedad global por agregación simple en cada celda
  - Agregación de impactos de naturaleza diversa
  - Puede evitarse, conservando los valores desagregados
- Útil en el estudio de ubicación de infraestructuras lineales o proyectos socialmente conflictivos → áreas "vetadas"

- Sistemas de selección geográfica

- Importancia del análisis de Fragilidad de los factores





# AGREGACIÓN / COMPARACIÓN / SELECCIÓN

SISTEMAS DE AGREGACION/COMPARACION PARA SELECCION DE ALTERNATIVAS					
TIPO	Descripción	Subtipos	Ejemplos	Ventajas e Inconvenientes	
COMPARACION DESAGREGADA	Sistemas que evitan la agregación (impacto ambiental) planteando una comparación directa entre valores de impactos.	Comparación directa entre las Matrices Acción/Factor de cada Alternativa	Método Leopold	Informa mejor y evita agregación artificial de valores contradictorios.	Muy engorroso, selección en función de matrices es muy difícil de justificar
		Comparación entre impactos uno a uno, priorizando alternativas (se elige la que sea mejor para más impactos)	Método Electre	Justifica la selección razonablemente y evita agregación artificial de valores contradictorios.	Válido sólo para pocos impactos. Riesgos de sesgo derivados de la identificación.
ORDENAN COMPARACION	Sistemas que al considerar la importancia <b>como un peso relativo</b> , marcan preferencias en la comparación de determinados impactos de las alternativas.	Pesos por Opinión Social tomada directa o indirectamente	Encuestas/Entrévistas	Incorpora contradicciones sociales.	No incorpora conocimiento ambiental. Sesgo según muestra.
		Pesos por Reunión de Expertos	Panel de Expertos	Incorpora opinión social y conocimiento.	Sesgo según selección expertos.
		Pesos por Grupo de Expertos aislados	Método Delphi	Las del anterior + Controla persuasión.	Sesgo según selección expertos.
SELECCION SEMIAGREGADA	Se plantea una agregación previa antes de la selección.	Agregar todos los impactos de un factor ambiental en uno.	Matriz Factor/Alt.	Simplifica la selección (menos impactos).	Camufla información que puede ser importante.
		Agregar matriz acción/factor de acuerdo a gravedades.	Hernández Muñoz	Centra la selección en lo más grave.	Riesgos de error en el proceso.
SELECCION AGREGACION SINETICA	Sistemas que selección según el impacto ambiental global de cada alternativa.	Impactos referidos a una unidad común	Batelle, Coste Energ. Econ.	Selección automática en un sólo valor.	Unidades cuestionables. Exigencias técnicas.
		Deterioro según sostenibilidad	Indicadores	Visión eficaz y completa	Desarrollo equivoco del concepto de sostenible
		Selección Geográfica según cada área espacial	McHargt	Facilita ubicación de proyecto en plan.	(previo a ubicación, diseño de trazado)
			Losada (Perfil Impactos)	Facilita diseño de trazado lineal	(para diseñadores de trazado).