



Uso del método multicriterio Proceso Analítico Jerárquico (AHP) en la evaluación de proyectos de infraestructura de transporte

FRANCISCO J. GRANADOS VILLAFUERTE



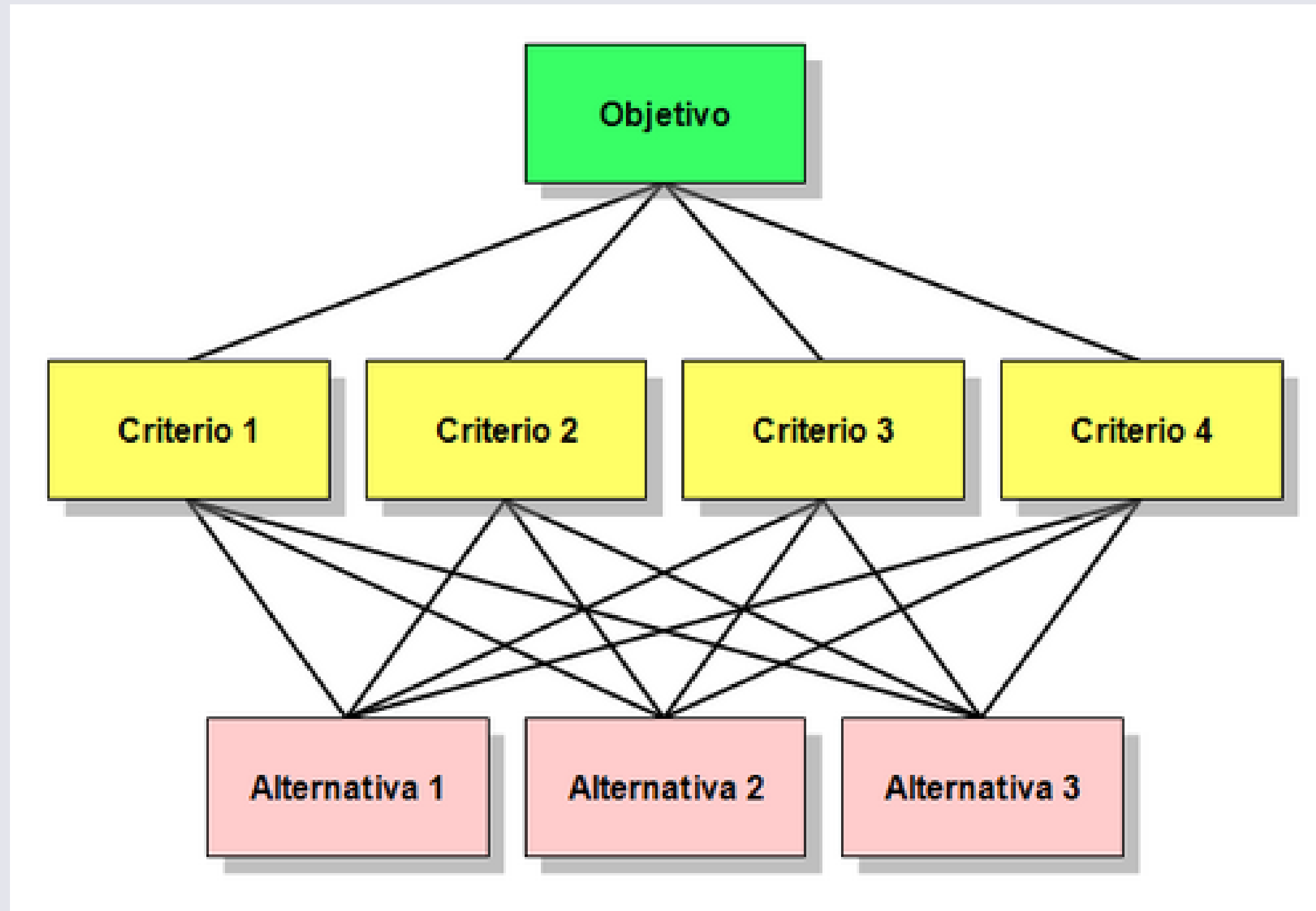
El proceso de toma de decisiones en proyectos de infraestructura de transporte enfrenta desafíos significativos debido a la necesidad de equilibrar factores económicos, sociales, ambientales y operativos.

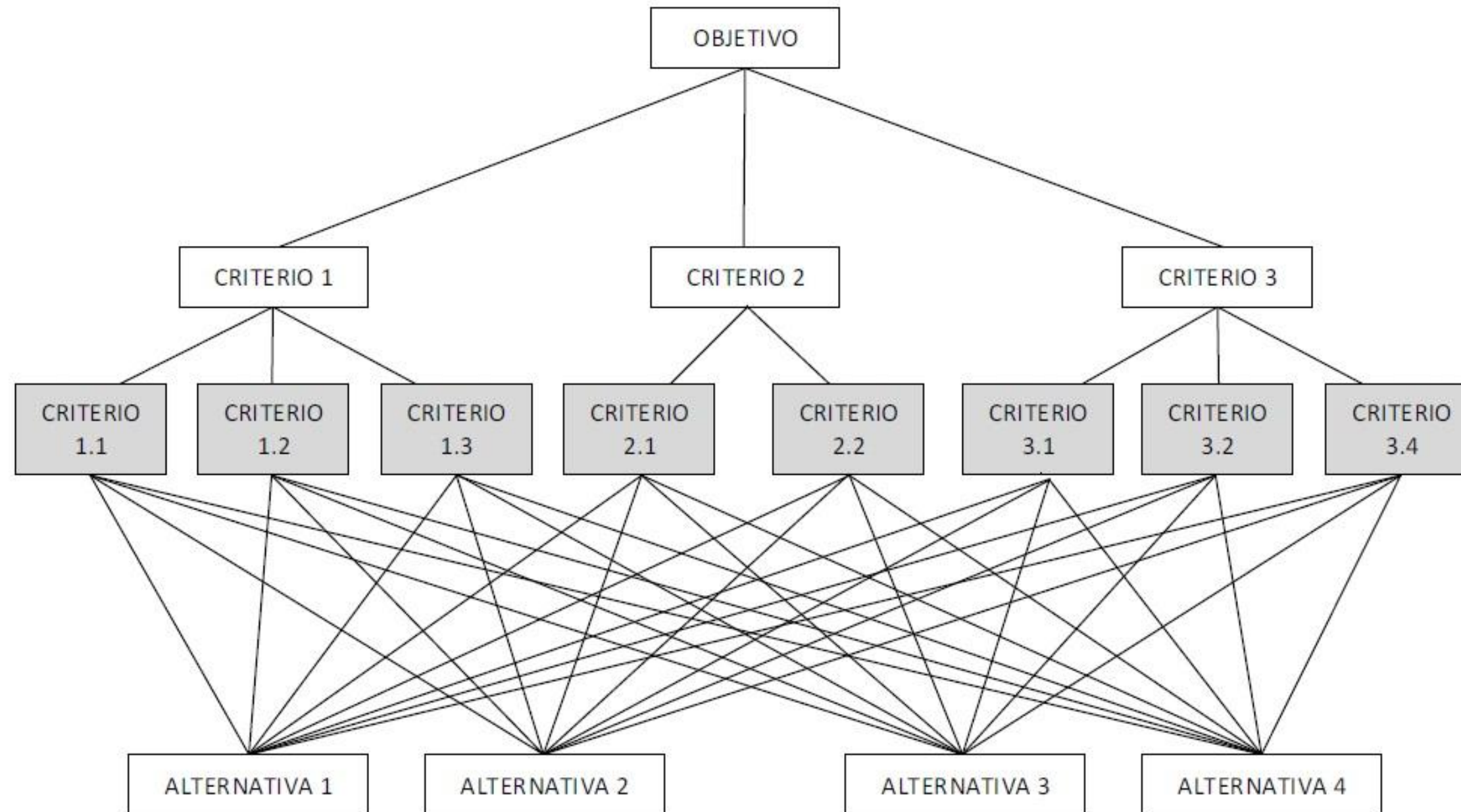
Tradicionalmente, la selección de proyectos se ha basado en análisis costo-beneficio y evaluaciones técnicas, dejando de lado enfoques multicriterio que permitan una evaluación integral.

En este contexto, el Modelo Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) se presenta como una metodología robusta para la evaluación y priorización de proyectos de transporte, al proporcionar una estructura sistemática para comparar alternativas con base en múltiples criterios.

El proceso analítico jerárquico (AHP) es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del setenta por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty, buscando elaborar un instrumento para la evaluación y selección de alternativas con fundamentos matemáticos.

Es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad.





El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se basa en los siguientes 5 principios:

Estructura Jerárquica:

- El problema se descompone en un objetivo principal, criterios o factores relevantes y alternativas a considerar, organizados en una jerarquía.

Comparaciones Pareadas:

- Se utilizan matrices de comparación pareadas para que el decisor evalúe la importancia relativa de los elementos de cada nivel de la jerarquía, generalmente usando una escala del 1 al 9.

Priorización:

- A partir de las comparaciones pareadas, se obtienen pesos o prioridades que indican la importancia de cada criterio y alternativa.

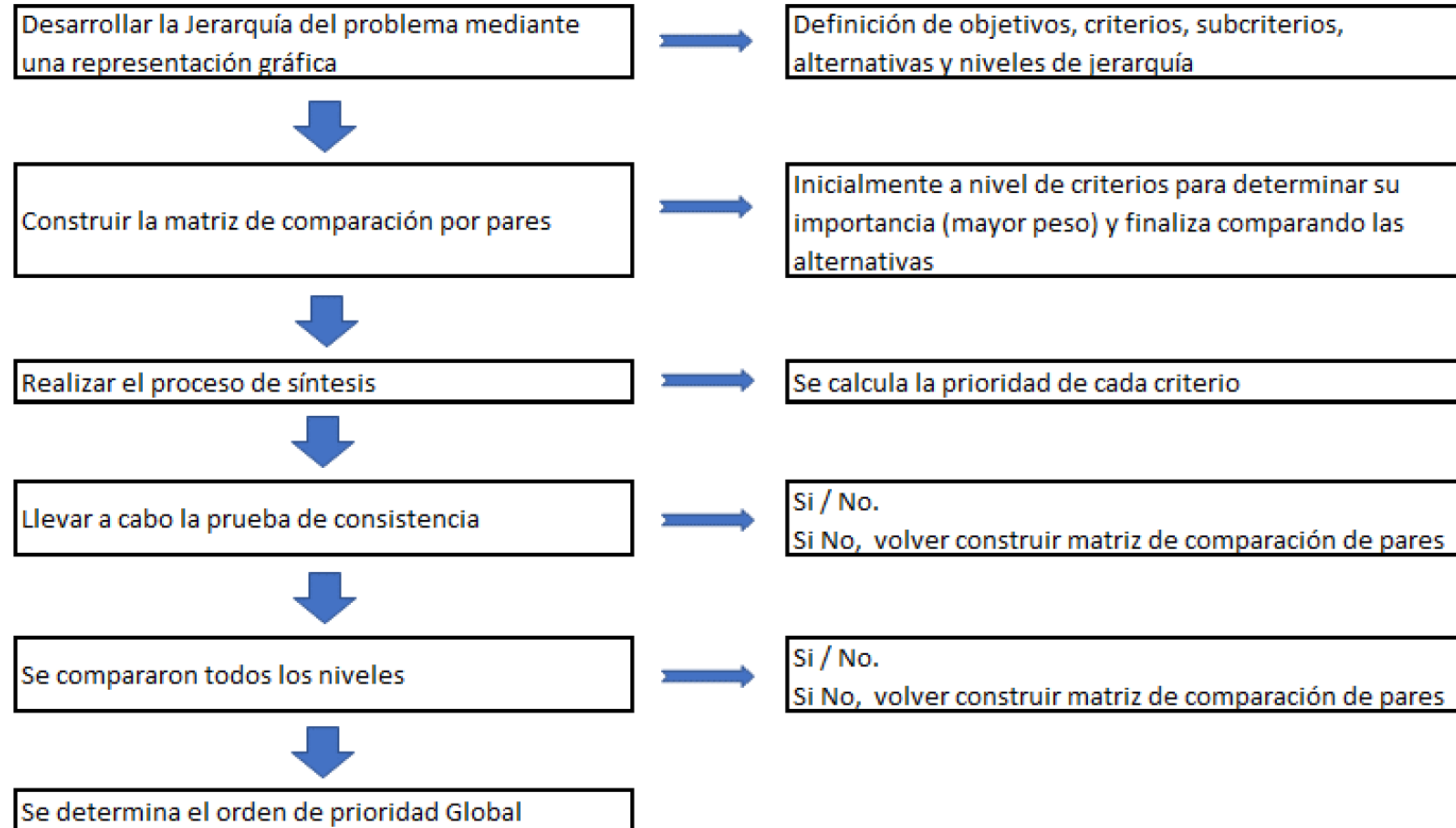
Análisis de Sensibilidad:

- El AHP permite analizar cómo las decisiones se ven afectadas por cambios en los criterios o prioridades, facilitando una toma de decisiones más informada.

Validación de la Consistencia:

- Se calcula un índice de consistencia para verificar la coherencia de las comparaciones realizadas, asegurando la calidad de los resultados.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se basa en los siguientes 5 principios:



Caso de estudio: selección del mejor corredor de TP

Definición de criterios y alternativas

- Se identificaron cinco alternativas de inversión en infraestructura vial y transporte público, estableciendo criterios y subcriterios de evaluación con la colaboración de expertos en movilidad urbana, académicos y tomadores de decisiones gubernamentales.

Aplicación del Modelo Analítico Jerárquico

- Se construyó la matriz de comparación por pares, asignando pesos a los criterios con base en encuestas aplicadas a expertos y validando la consistencia de los juicios mediante el índice de consistencia de Saaty.

Análisis de resultados y validación

- Posteriormente, se evaluaron las alternativas de proyectos utilizando una escala de preferencias y se calcularon los puntajes globales para cada opción.

PIARC

Criterios y subcriterios

C1 – Demanda de usuario:

- Este criterio permite emitir un valor de comparación entre las alternativas en términos de captación del universo de usuarios, estimados en las alternativas planteadas, para el inicio de operación.

C2 – Costos de construcción

- El criterio permitirá evaluar el costo relacionado a las infraestructura y afectaciones a zonas aledañas al corredor.

C3 – Impacto vial

- Permite emitir un valor para comparar las alternativas en términos de medidas de desempeño (tiempos de recorrido, demoras), seguridad vial e intervenciones para canalizar movimientos.

C4 – Ambientales

- Evaluará ambientalmente la alternativa viable en términos de la cuantificación de emisiones a la atmósfera, las condiciones hidráulicas (zonas inundables), los usos de suelo/riesgo que conlleva por el manejo de combustible y la vegetación que sería afectada,

C5 – Socio urbanos

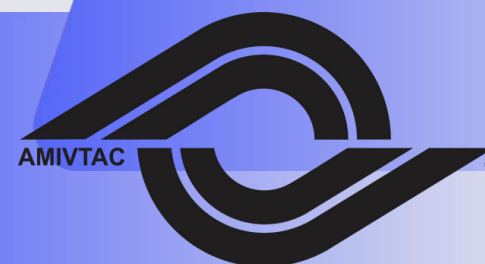
- Análisis de variables involucrando: características del corredor, impacto urbano, aspecto político y aspectos socio-culturales.

Matriz de pareo y ponderaciones



Criterio	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos
C1 - Demanda	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00
C2 - Costo de construcción	0.50	1.00	3.00	2.00	3.00
C3 - Impacto vial	0.33	0.33	1.00	4.00	3.00
C4 - Ambientales	0.25	0.50	0.25	1.00	2.00
C5 - Socio urbanos	0.25	0.33	0.33	0.50	1.00

Normalización de Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	Ponderación	IC	RI
C1 - Demanda	0.43	0.48	0.40	0.35	0.31	0.39	0.0903	0.0806
C2 - Costo de construcción	0.21	0.24	0.40	0.17	0.23	0.25		
C3 - Impacto vial	0.14	0.08	0.13	0.35	0.23	0.19		
C4 - Ambientales	0.11	0.12	0.03	0.09	0.15	0.10		
C5 - Socio urbanos	0.11	0.08	0.04	0.04	0.08	0.07		



Matriz general de resultados por criterios y alternativas

Criterio	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos
Alternativa 1	0.3103	0.1758	0.2951	0.1588	0.3131
Alternativa 2	0.1126	0.0749	0.0578	0.2386	0.0895
Alternativa 3	0.2436	0.3278	0.4068	0.2804	0.3048
Alternativa 4	0.2251	0.1427	0.0571	0.1498	0.1538
Alternativa 5	0.1084	0.2787	0.1832	0.1724	0.1389

Selección de alternativa	C1 - Demanda	C2 - Costo de construcción	C3 - Impacto vial	C4 - Ambientales	C5 - Socio urbanos	Resultado
Alternativa 1	0.1216	0.0441	0.0551	0.0159	0.0220	0.2587
Alternativa 2	0.0441	0.0188	0.0108	0.0239	0.0063	0.1039
Alternativa 3	0.0955	0.0823	0.0759	0.0281	0.0214	0.3032
Alternativa 4	0.0882	0.0358	0.0107	0.0150	0.0108	0.1605
Alternativa 5	0.0425	0.0699	0.0342	0.0173	0.0098	0.1737
Total						100%

Implicaciones y Lecciones Aprendidas

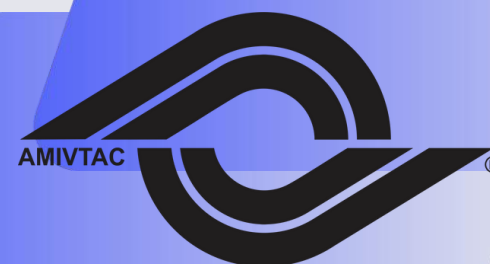


El uso del AHP en la evaluación de proyectos de transporte no solo mejora la toma de decisiones, sino que también fomenta un enfoque más participativo y basado en evidencia.

Sin embargo, los principales desafíos incluyen la subjetividad en la asignación de pesos y la resistencia al uso de nuevas metodologías por parte de los tomadores de decisiones.

Se recomienda combinar AHP con métodos de optimización y aprendizaje automático para reducir la subjetividad y mejorar la robustez del análisis.

La aplicación del AHP en la planificación de infraestructura de transporte ofrece un marco estructurado y replicable para la selección de proyectos, con aplicaciones prácticas en ciudades que buscan una movilidad más sostenible y eficiente.





Gracias por su atención

francisco.granados@ingenieria.unam.edu

