



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“LAS LÍNEAS ESTRATÉGICAS DEL SECTOR HÍDRICO  
EN MÉXICO EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN,  
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y FORMACIÓN DE  
RECURSOS HUMANOS:  
UNA JERARQUIZACIÓN EMPLEANDO EL MÉTODO  
PROMETHEE”**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA  
DE SISTEMAS - PLANEACIÓN**

P R E S E N T A:

**ING. JONATAN GARCÍA ISLAS**

TUTOR:

**DR. GABRIÉL DE LAS NIEVES  
SÁNCHEZ GUERRERO**



2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. Eugenio López Ortega

Secretario: M.I. Pedro Alcántara Aguilar

Vocal: Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero

1er. Suplente: Dr. Benito Sánchez Lara .

2do. Suplente: Dr. Ricardo Aceves García

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

**TUTOR DE TESIS**

Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero

---

**FIRMA**

## **DEDICATORIAS**

A mis padres Juan Manuel García León y María Magdalena Islas Luna por su amor, cariño, y apoyo durante la realización de este trabajo. Les agradezco su constancia, trabajo y esfuerzo diario que me ha enseñado que la responsabilidad y honradez son indispensables para lograr ser alguien en la vida.

A mi hermano Juan Manuel García Islas quien ha sido un gran apoyo y ejemplo a seguir, recibiendo su cariño y comprensión en todo momento.

A Violeta Márquez (Mico) por todo el apoyo, comprensión y amor que siempre me ha brindado y que me permite sentir que puedo lograr todo lo que me proponga, por escucharme y por ser parte ya de mi vida.

A mi abuelita Angelina León por todo su cariño y amor que me ha dado durante toda mi vida.

A mis tías Mago y María por su apoyo, ayuda y cariño que me han dado desde mi niñez tanto en las buenas, como en las malas situaciones, muchas gracias tías.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de tesis, Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero por haberme invitado a la realización de este proyecto, por darme su tiempo, confianza y amistad durante mi estancia en el posgrado de la Facultad de Ingeniería. También quiero darle las gracias por sus consejos, orientación y ayuda a mi vida.

A mis sinodales M.I Pedro Alcántara Aguilar, M.I Eugenio López Ortega, Dr. Benito Sánchez Lara y Dr. Ricardo Aceves García por haber leído y aportado sus comentarios a este trabajo.

A mis amigos Vladimir Blancas Blancas y Armando Carrera Gálvez por su apoyo, trabajo y buenos momentos que vivimos durante la realización de este proyecto, especialmente en el congreso de ACACIA.

A mi novia Ale por su ayuda en el mejoramiento de la redacción de este trabajo.

Al CONACYT por la beca que me ofreció durante mi maestría.

Al Posgrado de Ingeniería por la estancia que me ofrecieron.

A todos mis amigos Liz, Chucho, Rafa, Gaby, Mara, Susana, Eva, Mike y a todos aquellos que no haya mencionado por su apoyo y amistad durante todo este tiempo.

# ÍNDICE

---

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO Y ALCANCE	3
CAPÍTULO 1. PROBLEMÁTICA DEL SECTOR HÍDRICO MEXICANO	4
1.1. Cifras del sector hídrico en México	4
1.2. La necesidad de tomar decisiones racionales y planeadas	7
1.3. La problemática que tiene el sector hídrico en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.	9
CAPÍTULO 2. EL PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO	10
2.1. Resumen del Programa Nacional Hídrico	10
2.2. El PNH en lo que se refiere al tema de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos	12
CAPITULO 3. LA REUNIÓN DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA	17
3.1. La reunión de planeación participativa del 2006	17
3.2. Resumen del documento de la RPP del 2006	18
3.2.1. Estrategias relevantes de la RPP	19
3.2.2. Criterios relevantes de la RPP	21
3.3. Agenda preliminar de la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos del sector hídrico en México "IDT y FRH"	22
3.4. Análisis de las versiones (RPP y PNH)	29

CAPITULO 4. LA JERARQUIZACIÓN DE ESTRATEGIAS A PARTIR DE MÉTODOS MULTICRITERIO (PROMETHEE)	30
4.1. Los métodos multicriterio para la toma de decisiones	30
4.1.1. Requisitos a considerar para construir un adecuado método de resolución de problemas multicriterio	33
4.2. El método PROMETHEE	34
4.2.1. Información entre los criterios	36
4.2.2. Información dentro de cada criterio	37
4.2.3. Clasificación I y II de PROMETHEE	40
4.2.3.1. Índice de preferencia agregados	40
4.2.3.2. Flujo de preferencia agregada	41
4.2.3.3. La clasificación parcial PROMETHEE I	42
4.2.3.4. La clasificación completa PROMETHEE II	43
CAPITULO 5. APLICACIÓN DEL MÉTODO MULTICRITERIO PROMETHEE	44
5.1. Los criterios de evaluación empleados	44
5.2. Construcción de la matriz de evaluación	46
5.3. Resultados empleando Decision Lab 2000	48
CAPITULO 6. ANÁLISIS DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	53
6.1. Análisis de sensibilidad y discusión de resultados	53
6.2. Conclusiones	74
REFERENCIAS	77
ANEXO A1	79
A1.1. La reunión de planeación participativa (RPP)	79
A1.1.1. Procedimiento	81
A1.1.2. Comentarios y sugerencias	89
A1.2. Ejemplo de aplicación (Transporte carretero)	90
ANEXO A2	111
A2.1. Ejemplo de aplicación (Planta hidroeléctrica)	111
A2.2. Ejemplo simplificado de la aplicación de la RPP	124

## **RESUMEN**

Es evidente que el agua es vital para el uso doméstico, industrial, de servicios y la producción de alimentos. También es evidente que las inundaciones y las sequías pueden producir situaciones de emergencia si no son previstas a tiempo o atendidas con oportunidad. Por ello la gestión integrada del agua es un imperativo que requiere de una visión sistemática y de métodos estructurados de planeación.

En el año 2006 se realizó una Reunión de Planeación Participativa (RPP) donde los actores que integran el sector hídrico propusieron las líneas estratégicas relacionadas a la Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (IDTyFRH) por donde deberían orientarse en los próximos treinta años.

A finales del año 2007 se publicó oficialmente el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007 – 2012, cuyo capítulo cinco está integrado por ocho objetivos y cincuenta y una líneas estratégicas en materia de Investigación Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (IDTyFRH).

El Programa Nacional Hídrico (PNH) no presenta una jerarquización de las líneas estratégicas. Es muy importante ofrecer opciones de jerarquización, ya que la asignación de recursos financieros se realiza con base en el grado de importancia de las líneas. En este trabajo, se jerarquizan las líneas estratégicas en materia de IDTyFRH que se generaron en la RPP aplicando el método PROMETHEE y con base en estos resultados se sugieren las principales líneas estratégicas en las que debería poner mayor atención el PNH.



## **INTRODUCCIÓN**

La política nacional de los últimos años ha estado encaminada a incrementar significativamente la competitividad del país. Se ha considerado que para lograrla se requiere construir una plataforma que permita el impulso económico y la manera de construirla ha sido promoviendo algunas reformas estructurales en los ámbitos laboral, educativo, de las telecomunicaciones y energéticos.

El tema del agua no es considerado a ese mismo nivel como estratégico, se ha venido conceptualizando de manera aislada y no sistémica. El agua recibe atención sólo cuando causa situaciones de emergencia por su escasez, su exceso o calidad.

Es innegable que el agua en su cantidad, calidad y costo es vital para el uso doméstico, industrial, de servicios y la producción de alimentos. También es evidente que el agua puede ser nociva en las inundaciones y las sequías y producir situaciones de emergencia si no son previstas a tiempo o atendidas con oportunidad [1]. En pocas palabras, el agua está involucrada en prácticamente todas las actividades humanas y en particular en las productivas. Si el país requiere romper las inercias del rezago económico para incrementar significativamente los niveles de competitividad debe modificar su concepto del agua y atenderla integralmente con otros aspectos relevantes como los tan mencionados cambios estructurales; de esta manera la gestión integrada del agua es un imperativo que requiere de una visión sistémica y de métodos estructurados de planeación [1].

Con esta idea, en octubre del año 2006 se realizó una Reunión de Planeación Participativa (RPP) en la que asistieron expertos del sector hídrico en México. Durante dos días se dedicaron a definir las líneas estratégicas por dónde debería transitar el sector en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (IDTyFRH) en los siguientes treinta años.

A finales del año 2007 se publicó oficialmente el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012, cuyo capítulo cinco está integrado por ocho objetivos y cincuenta y una líneas estratégicas en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (IDTyFRH). El PNH no presenta una jerarquización de las líneas estratégicas, siendo que es muy importante el hacerlo, ya que la asignación de recursos financieros se realiza con base en el

grado de importancia de las líneas.

Es aquí donde centra su interés el presente trabajo. Lo deseable es que el PNH ofreciera la prioridad de las líneas estratégicas que propone y además que fuesen congruentes con las líneas que los expertos señalaron un año antes en la RPP.

## **OBJETIVO**

Obtener la jerarquización de las principales líneas estratégicas de la Reunión de Planeación Participativa (RPP) en materia de Investigación Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos (IDTyFRH) y así sugerir las Principales líneas estratégicas en las que debería poner mayor atención el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012.

## **ALCANCE**

Emplear PROMETHEE como metodología de análisis multicriterio, donde se propone su uso para la toma de decisiones futuras dentro del sector hídrico.

# Capítulo 1

## **PROBLEMÁTICA DEL SECTOR HÍDRICO MEXICANO**

A continuación se presenta un panorama general del sector hídrico mexicano con algunas cifras importantes, el por qué de la necesidad de tomar decisiones racionales, correctas y planeadas y además los principales problemas que se tienen en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.

### **1.1 Cifras del Sector Hídrico en México**

En México el agua ha sido reconocida, además de recurso estratégico y económico, como factor de seguridad y soberanía nacionales. En este sentido, su gestión resulta crucial para el desarrollo de la nación. De hecho, el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 considera el agua como fuente de vida, cuya disponibilidad condiciona el desarrollo de varias regiones del país.

Algunos especialistas consideran que, en México, 89 de cada 100 mexicanos que viven en zonas urbanas, cuentan con el servicio de agua potable, mientras que 37 de cada 100 que viven en zonas rurales, cuentan con el servicio de alcantarillado [2]. Dicho de otra manera, en México existen 33 millones de personas que no benefician del servicio de agua potable y alcantarillado, 10 millones no benefician de una red de agua potable y otros 23 millones no tienen acceso a un servicio de alcantarillado.

El territorio mexicano es un tapiz de contrastes. Primero, la disponibilidad de agua per cápita en el sureste es siete veces mayor que la del centro, norte y noroeste del país. Segundo, el norte y centro del país concentran 77% de la población nacional, mientras que el sur concentra 23%. Tercero, la capacidad productiva del norte y centro del país equivale a 85 % del producto interno bruto nacional, cuando estas regiones sólo poseen alrededor de 32% de los recursos hídricos del país [2]. Por su parte, el sureste del país posee 68% de los recursos hídricos, pero su contribución al PIB es de sólo 15% [2]. Además, es importante

señalar que el territorio nacional posee en total 653 acuíferos [2], de los cuales 104 ubicados en la zona norte y centro del país, han sido ya sobreexplotados [2]. Algunos datos relevantes que tienen que ver con la problemática del sector los podemos ver en las siguientes figuras:

- En la Figura 1.1 podemos observar cómo ha sido la evolución de la disponibilidad del agua en México desde el año de 1950 hasta el 2006 [3].



Figura 1.1. Evolución de la disponibilidad del agua en México

- En la Figura 1.2 podemos observar el comportamiento que ha tenido la precipitación pluvial normal media mensual histórica desde el año de 1941 hasta el 2006 [3].

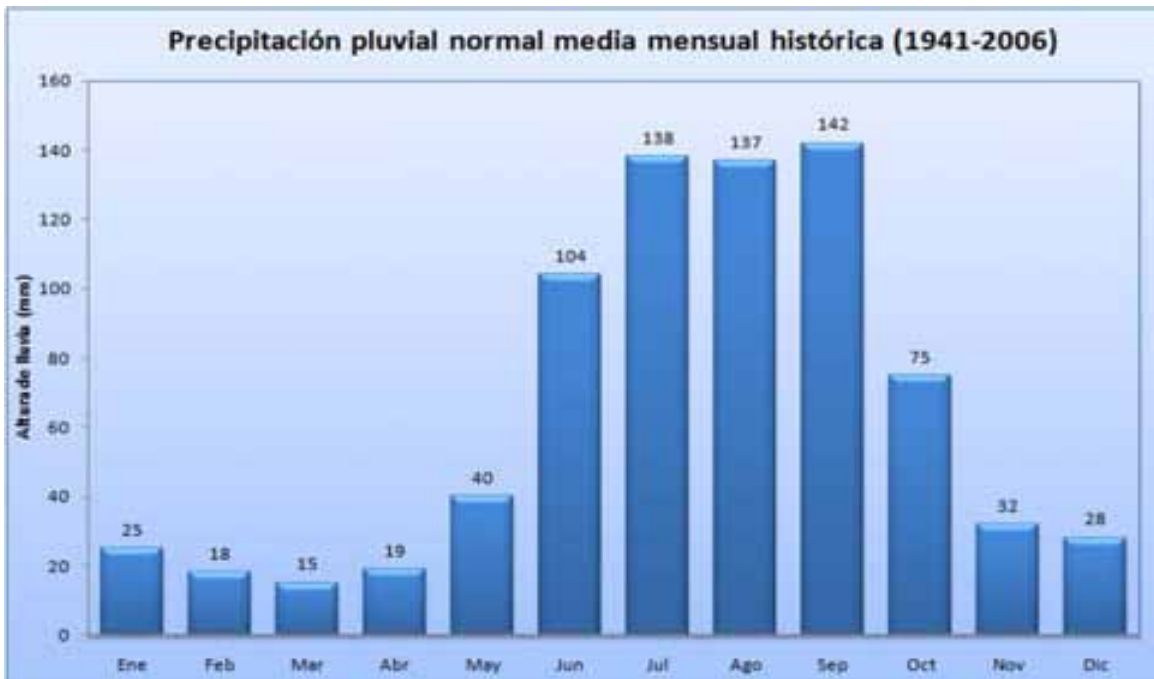


Figura 1.2. Precipitación pluvial normal media mensual histórica

- En la Figura 1.3. podemos observar el comportamiento que ha tenido el crecimiento poblacional en México desde el año de 1910 hasta el 2005 [3].



Figura 1.3. Evolución de la población en México

A partir del estudio de las tres variables presentadas en las figuras anteriores -disponibilidad del agua, precipitación pluvial media mensual histórica y la evolución de la población- podemos decir que en México, la problemática de la gestión del agua deriva de la disponibilidad de los recursos en agua, de la concentración de la población y del aporte a la economía.

En primer lugar, el país cuenta actualmente con 103'263.388 habitantes y con 653 acuíferos, ambos fuertemente concentrados en ciertas regiones [2]. Según el II Censo de población y vivienda 2005, sólo siete estados concentran en su conjunto la mitad de la población nacional [2]. Además, más de 79% del total de la población corresponde a la población urbana. De este porcentaje, 45% se encuentra asentada en apenas 23 ciudades de la zona norte y centro del país, zona en la que se encuentran precisamente los 104 acuíferos en estado de sobreexplotación. Por otro lado, 4,9% de la población urbanizada se encuentra en sólo 8 ciudades de la zona sureste del país, la cual cuenta con una alta concentración de recursos en agua lo que se traduce en una alta disponibilidad de agua por habitante 13.290 m<sup>3</sup>/año. Por el contrario, en la región centro-norte y norte del país [2] la oferta de agua es baja 1.835 m<sup>3</sup>/hab/año, pero la concentración de la población es bastante fuerte así como la contribución a la economía nacional [2].

## **1.2 La necesidad de tomar decisiones racionales y planeadas.**

Dicha problemática mencionada anteriormente podría ser la causa directa del grado de explotación de los acuíferos y por ende, de los contrastes económicos e industriales que muestran entre sí las regiones norte y sur. Podemos decir tanto el crecimiento generalizado de la población, como el peso económico de las regiones, o de ciertas ciudades en particular, inciden directamente en la disponibilidad y en el estado de los recursos hídricos [1]. Además, las situaciones de stress hídrico, más allá de representar una amenaza de escasez del recurso o de ser el resultado de las deficiencias tecnológicas o hidrológicas, son principalmente el resultado de las debilidades de las políticas públicas y de los fracasos institucionales en la gestión del agua.

Un desafío para el gobierno, en donde la capacidad institucional y administrativa para hacer el balance adecuado de estas dimensiones es necesaria para conciliar la relación inversa entre población, recursos hídricos y crecimiento económico [1]. Mantener los recursos hídricos; equilibrar el desarrollo económico y la explotación del acuífero; abatir el rezago en aprovisionamiento en agua y concienciar la población, así como a la industria sobre los usos del agua, son aspectos estratégicos en la gestión del recurso hídrico en México. La serie de políticas que el gobierno mexicano considere para lograr una mejor gobernabilidad

del recurso, debe incluir las polaridades de la distribución geo-natural del mismo, los aspectos de su sustentabilidad y equidad, y su importancia en la mejora de los niveles nacionales de desarrollo económico.

Si no se llevan a cabo las decisiones adecuadas el país se puede ver afectado en diferentes aspectos, como por ejemplo:

- Se podrían ver afectados los ingresos públicos y el volumen del déficit [1]; ello por su parte deterioraría la calificación del país, lo que generaría incrementos en las tasas de interés y en el servicio de la deuda interna, todo lo cual agravaría el déficit presupuestario. La inversión, por parte del sector privado, aumentaría en aquellos sectores que históricamente eran cubiertos por el estado y sería canalizada a los sectores de alto rendimiento relativo; los sectores productivos ganarían poder negociador con el gobierno con base en el manejo del empleo.
- En cuanto se refiere al crecimiento demográfico del país, este se atenuaría a raíz de una reducción continua en la tasa de crecimiento poblacional y se prevería el mantenimiento del proceso de urbanización [4].
- En cuanto al desarrollo tecnológico se aumentaría la brecha que separa al país de los países desarrollados en cuanto a profesionales y técnicos en tareas de investigación y desarrollo, patentes de inversión propias o exportación de tecnología. El control de déficit presupuestario llevaría al estado a reducir, o a mantener en el mejor de los casos, el actual presupuesto de las actividades de investigación y desarrollo, marginando la participación de los pocos centros de investigación del sector; y en la actividad privada sólo se verificarían acciones complementarias de las desarrolladas en los países centrales [1].
- En cuanto al desarrollo social las tasas de desempleo serían altas [1], con lo que se verificarían procesos de progresiva marginación de capas importantes de población. Se intensificarían las desigualdades en la distribución del ingreso; los grandes centros urbanos cambiarían paulatinamente su estilo tradicional, desarrollándose nuevos centros periféricos, aislados y fuertemente protegidos debido a problemas de seguridad. Progresivamente las capas sociales dominantes se volverían más cerradas y excluyentes; los grupos de poder, cada vez en mayor medida, tenderían a definir políticas congruentes con sus intereses, olvidando al grueso de la población.
- En cuanto al sector hídrico, si no se toman las medidas correctas, la población podría sufrir escasez severa del líquido "agua" en diferentes partes del país, principalmente en toda la región norte-centro, donde se concentra la mayor cantidad de población, y por ende, el principal aporte económico. Esto podría conducir a un problema social, como levantamientos armados, enfrentamientos o lucha por el líquido vital.

### **1.3 La problemática que tiene el sector hídrico en materia de Investigación Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.**

La problemática más relevante en materia de Investigación Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos radica en lo siguiente:

- Se carece de una estructura que permita coordinar de manera integral los esfuerzos desarrollados por las organizaciones dedicadas a estas tareas [3].
- Existe una fuerte centralización de la capacidad e infraestructura para la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos.
- La inversión en ciencia y tecnología es insuficiente, lo que dificulta el establecimiento y mantenimiento de programas y acciones a mediano y largo plazos y coloca a nuestro país en una situación desventajosa, originando una fuerte dependencia en términos de conocimiento y tecnología [3].
- Existe una pérdida acelerada de capital intelectual en el sector, la cual se agrava por la carencia de una política que incentive la formación de cuadros de jóvenes investigadores; cabe mencionar que desde hace más de 20 años no se incrementa la plantilla de los centros de investigación y desarrollo tecnológico.
- Se carece de un diagnóstico completo y confiable que permita determinar con mayor claridad cuáles son las áreas de conocimiento y las tecnologías particulares en las que se debiera concentrar la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos [3].
- La divulgación del conocimiento y la transferencia de tecnología han sido insuficientes, además de que se presta poca atención a tecnologías y conocimientos generados en el ámbito local, mismos que pueden aportar soluciones creativas y sobre todo, apropiadas, para resolver muchos de los problemas, particularmente en comunidades rurales e indígenas [3].

Con el objeto de resolver los problemas mencionados y prever los que pudieran presentarse en el futuro, surge la creación del Programa Nacional Hídrico, que se presenta en el siguiente capítulo.



# Capítulo 2

## **EL PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO**

A continuación se presenta un breve resumen del Programa Nacional Hídrico 2007-2012, el cual es resultado de la experiencia acumulada en nuestro país. También se presenta la importancia que tiene el tema de la Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos dentro del PNH.

### **2.1 Resumen del Programa Nacional Hídrico**

El Programa considera las reflexiones y conceptos que se manifestaron en el IV Foro Mundial del Agua, celebrado en nuestro país, así como las propuestas que ha impulsado nuestra nación en el concierto internacional.

El Programa toma como punto central el Desarrollo Humano Sustentable y la visión que específicamente sea planteado el gobierno planteado en relación con el agua.

El Programa está formado por ocho objetivos y en cada uno de ellos se han establecido las estrategias asociadas y sus metas [3].

A continuación se presentan los ocho objetivos rectores del PNH:

1. Mejorar la productividad del agua en el sector Agrícola.
2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.
4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector Hidráulico.

5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.
6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y atender sus efectos.
7. Evaluar los del cambio climático en el ciclo hidrológico.
8. Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa.

El Programa Nacional Hídrico también propone la construcción del Túnel Emisor Oriente, el cual tendrá una capacidad de desfogue de 150 metros cúbicos por segundo [3], lo cual reducirá el peligro de inundaciones.

En el Programa se pretende invertir alrededor de 227 millones de pesos que se utilizarán para llevar agua potable al 95% de los mexicanos, además de garantizar el sistema de drenaje al 88% de la población y tratar el 60% de las aguas residuales [3].

En nuestro país se tiene un mal manejo de las aguas contaminadas, pues la mayoría de ellas desembocan en los mares, ríos y lagunas, incrementando el nivel de aguas contaminadas y disminuyendo drásticamente el volumen de agua que podemos consumir, por lo que también se creó el Fondo Nacional para el Tratamiento de Aguas Residuales, el cual con 2 mil 200 millones de pesos, que se le otorgaran este año se pretende tratar más de la mitad de aguas contaminadas [3].

Los fondos se repartirán en la contracción y rehabilitación de infraestructura y plantas de tratamiento, así como operación y mantenimiento de plantas de tratamiento locales y municipales.

En el mismo sentido otro de los objetivos centrales del PNH es la modernización y tecnificación de 1.2 millones de hectáreas agrícolas [3], que implica cada vez en mayor medida el desarrollo de sistemas de riego que hagan eficiente el uso del agua en la agricultura.

## **2.2 El PNH en lo que se refiere al tema de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.**

Este trabajo se enfocó directamente al capítulo 5 del PNH, donde se informa que la agenda nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector hidráulico, llevó a cabo un foro virtual y dos talleres presenciales con investigadores y académicos expertos en el sector, tanto del propio Instituto como de otras instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, a fin de revisar y definir lo que la ciencia y la tecnología pueden aportar al logro de los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2007-2012 [3].

Como parte de los trabajos realizados para definir una Agenda Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, en apoyo a los objetivos del Programa Nacional Hídrico, también se revisaron los resultados obtenidos de otros ejercicios participativos, tales como el Encuentro Universitario del Agua, organizado por la Universidad Nacional Autónoma de México y diversos documentos vinculados con el desarrollo científico y tecnológico del sector. Las líneas en materia de investigación y desarrollo tecnológico, calificadas como de alta relevancia para cada objetivo son [3]:

### **Objetivo 1. Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola.**

- Desarrollo e implantación de sistemas de información sobre la disponibilidad, uso y aprovechamiento del recurso.
- Metodologías para determinar el valor económico del agua por regiones y por cuencas.
- Desarrollo de patrones de cultivo adecuados a las condiciones de disponibilidad del agua en cada cuenca.
- Desarrollo de sistemas de riego de alta eficiencia parcelaria.
- Diseño y desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales para reuso en la agricultura.
- Mejoramiento tecnológico y adaptación de tecnologías de agricultura controlada y de precisión.
- Diseño de nuevos dispositivos de medición y supervisión de la distribución del agua de riego.

**Objetivo 2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.**

- Metodologías, técnicas, equipos y dispositivos para el fortalecimiento e incremento de la eficiencia global de servicios de agua potable y saneamiento.
- Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas para el abastecimiento, almacenamiento, potabilización, aprovechamiento y tratamiento integral del agua a zonas marginadas.
- Desarrollo y adaptación de plantas y equipos de bombeo de bajo costo y mínimo consumo de energía.
- Desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Mejoramiento de dispositivos para el uso eficiente del agua en viviendas.
- Desarrollo de tecnología para captar y conducir el agua pluvial en ciudades hacia zonas de recarga de acuíferos.
- Diseño de nuevos procesos industriales ahorradores de agua.

**Objetivo 3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.**

- Elaboración de balances y estudios de disponibilidad hídrica superficial y subterránea.
- Implantación de modelos integrados a nivel de cuenca para el control de la contaminación en cuerpos de agua.
- Desarrollo de sistemas de información de base geográfica en cuencas y acuíferos.
- Desarrollo de técnicas de estabilización de acuíferos.
- Reglamentación de la explotación y protección de acuíferos y cuencas hidrográficas.
- Desarrollo de modelos de simulación y optimización para establecer políticas óptimas de asignación de agua.
- Formulación de programas hídricos de cuenca y acuíferos con enfoque de gestión integrada del agua.
- Definición y reglamentación del cálculo del caudal de reserva ecológica en cauces.
- Metodologías e instrumentos para mejorar la comunicación e impulsar la participación social.

- Diseño de esquemas novedosos de financiamiento.
- Mejoramiento y desarrollo de nuevos instrumentos de regulación.

**Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.**

- Diseño de mecanismos económicos y de esquemas financieros a partir de los conceptos de valor y precio del agua, con el correspondiente desarrollo de los instrumentos jurídicos para hacer obligatoria su aplicación.
- Fortalecimiento y ampliación de los programas de especialidad y posgrado en ciencias y tecnologías del agua.
- Diseño de reformas a las leyes que hagan accesible a los usuarios su cumplimiento, impulsen la descentralización regional y el fortalecimiento por cuencas.
- Bancos de datos para la captura y registro continuo de información.

**Objetivo 5. Consolidar la participación de los usuarios y de la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.**

- Evaluación y desarrollo de mecanismos para fortalecer la operación de los consejos consultivos del agua.
- Diseño e implantación de estrategias nacionales y regionales de comunicación de largo plazo para posicionar al agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional y crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del agua.
- Definición e implantación de la estrategia para la inclusión del conocimiento y el análisis del agua en la curricula de educación preescolar, primaria y secundaria.
- Impulso de la investigación sobre la gobernabilidad del agua en los ámbitos nacional y regional.
- Desarrollo de métodos y mecanismos de planeación participativa en apoyo a la toma de decisiones.

**Objetivo 6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.**

- Desarrollo de sistemas integrales de pronóstico hidrometeorológico.
- Desarrollo de sistemas integrales de control de inundaciones.
- Estudio de la inestabilidad de laderas.

- Diseño de obras de protección con enfoque integral de cuencas.
- Evaluación y diseño de redes de medición climática, meteorológica e hidrométrica.
- Desarrollo de criterios y métodos para completar los registros de las redes de medición.

**Objetivo 7. Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.**

- Formación de recursos humanos especializados en el tema de cambio climático en el sector hidráulico.
- Desarrollo de grupos interdisciplinarios para evaluar los efectos del cambio climático en los recursos hidráulicos.
- Desarrollo, implantación y adaptación de indicadores de cambio climático.
- Desarrollo de escenarios climáticos a nivel de cuenca.
- Implantación de sistemas de información sobre cambio climático asequibles tanto a públicos especializados como a la sociedad en general.
- Implantación de programas de educación formal sobre cambio climático en todos los niveles educativos.
- Desarrollo y puesta en marcha de medidas de adaptación al cambio climático en el manejo de los recursos hidráulicos a nivel de cuenca.

**Objetivo 8. Hacer cumplir las obligaciones fiscales y administrativas que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales.**

- Análisis y evaluación del impacto del cobro de agua al uso agrícola.
- Diseño de un Registro Público de Derechos del Agua que proporcione información confiable sobre las condiciones en tiempo real, de los aprovechamientos.
- Planteamiento y desarrollo de esquemas de incentivos para reducir las descargas contaminantes, reforzando las acciones penales y punitivas al que contamine.
- Análisis y diseño de instrumentos regulatorios, de comando y control, para el manejo y preservación del agua.
- Desarrollo de estudios legislativos para el seguimiento y actualización permanente del marco jurídico.

En el tema de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos, las actividades de las instituciones y organizaciones dedicadas a estas labores deben incidir de manera más contundente en la construcción de capacidades y en la aportación de soluciones para impulsar el desarrollo sustentable del país, teniendo siempre en mente mejorar la calidad de vida de los mexicanos, particularmente de los grupos de mayor marginación social [3].

Aún cuando se han logrado avances importantes para fortalecer el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo sustentable del país, como es el caso de la reciente modificación a la Ley de Ciencia y Tecnología [3], en lo que corresponde al sector hidráulico se requiere organizar y aprovechar la capacidad institucional de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, de las universidades e incluso de las empresas privadas, con el fin de generar y aplicar el conocimiento que permita enfrentar y dar solución a los problemas del agua en el país.

Es importante considerar también que la producción científica y tecnológica de las instituciones y centros de investigación vinculados con el sector no se ha aprovechado cabalmente para impulsar el avance tecnológico, la competitividad y el desarrollo de las organizaciones [3].

La investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos son elementos clave para lograr las metas establecidas en el Programa Nacional Hídrico.

En el siguiente capítulo se verá lo que fue la Reunión de Planeación Participativa realizada en el 2006, que se considera una versión previa al PNH en lo que se refiere al tema de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.

# Capítulo 3

## **LA REUNION DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA**

A continuación se presenta en qué consiste la Reunión de Planeación Participativa y cómo se llevo a cabo, así como un análisis de las versiones tanto de la RPP como del PNH.

### **3.1 La reunión de planeación participativa del 2006**

El documento de la reunión de planeación participativa del 2006 es el derivado de la cuarta fase de la RPP. Participaron 63 expertos integrados en cinco mesas temáticas de trabajo, en cada una de ellas, mediante el diálogo y la reflexión, se generaron 5 propuestas, mismas que integraron los 20 programas estratégicos de acción. Una de las mesas, agua y medio ambiente, elaboró propuestas que ya estaban desarrolladas por otras mesas, por lo que no fueron consideradas.

El documento de la agenda preliminar de IDT y FRH. Se integró en una reunión a la que asistieron inicialmente 24 participantes y concluyeron 6. En pleno se seleccionaron 8 programas estratégicos con sus respectivos objetivos y 45 líneas de investigación. Para la selección se empleó ponderación simple.

Durante la RPP no se realizó una definición explícita de los criterios y de las calificaciones de los participantes para integrar una matriz de evaluación PROMETHEE, sin embargo, para formular las líneas estratégicas propuestas en la reunión los participantes de cada mesa de trabajo las analizaron y compararon de manera participativa y bajo ciertos criterios. Por tal motivo, a partir de la información generada en la RPP se estiman los posibles criterios que se pudieron haber empleado. Los criterios se encuentran de manera intrínseca en las conclusiones de cada fase de la RPP. Asimismo se estiman las posibles calificaciones que realizaron para contrastar los programas a partir de las preferencias que los participantes de la reunión registraron en el llenado de los cuadros que contenían los factores relevantes de cada fase.



Tanto la explicación de la metodología de la Reunión de Planeación Participativa (RPP) como el ejemplo de aplicación de esta, se puede ver en el Anexo A1.

### **3.2 Resumen del documento de la RPP del 2006**

El Documento que se generó durante la Reunión de Planeación Participativa se dividió en 5 grandes temas [4], que son:

- 1) Riego y Drenaje.
- 2) Agua Potable y saneamiento.
- 3) Agua y Medio Ambiente.
- 4) Fenómenos Extremos.
- 5) Gestión Integrada De Los Recursos Hídricos.

Para cada uno de los temas anteriores se presentaron en el documento de la Reunión de la planeación participativa para la investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos del sector hídrico en México (IDRTH) los resultados directos de cada una de las primeras cuatro fases de trabajo participativo en los cinco diferentes temas.

Se llevaron a cabo para cada uno de los temas, las primeras cuatro fases de la técnica de reunión de planeación participativa.

- I. Para la Primera fase que se refiere a la exploración del medio ambiente futuro, el grupo se ubicó 30 años en el futuro y respondió a las siguientes dos preguntas [4]:
  - ❖ De continuar las tendencias actuales, estime ¿Cómo se encontrará el sistema y su entorno en el año 2030?
  - ❖ ¿Cuáles serán los factores externos que habrán impulsado o restringido al sistema?
- II. Para la Segunda fase que se refiere a la situación actual y capacidad de respuesta el grupo se ubicó en el presente y respondió las siguientes dos preguntas [4]:
  - ❖ ¿Cuál es la situación actual y qué factores la generaron?
  - ❖ ¿Cuál es la capacidad de respuesta del sistema para afrontar las crisis y aprovechar las restricciones y las oportunidades que se visualizaron en la primera fase?

- III. Para la Tercera fase que se refiere a la Imagen del estado deseado, el grupo se ubicó en el presente y respondió las siguientes preguntas [4]:
- ❖ Independientemente de la situación actual y las posibilidades tendenciales, ¿Cuál es la imagen del sistema que desearíamos tener en el año 2030?
  - ❖ ¿Qué aspectos deberían considerarse en el sistema y su entorno para hacer realizable el estado deseado?
- IV. Para la cuarta fase que se refiere a las Restricciones y oportunidades, donde se proponen las acciones estratégicas, propuestas, el grupo se ubica en el presente y responde las siguientes dos preguntas [4]:
- ❖ ¿Cuáles son las principales restricciones y oportunidades para transitar de la situación actual al estado deseado?
  - ❖ ¿Cuáles son las cinco mejores acciones estratégicas que conjuntamente podemos emprender para avanzar hacia el estado deseado?

### 3.2.1. Estrategias relevantes de la RPP

Las estrategias relevantes de la RPP se obtuvieron respondiendo la siguiente pregunta ¿Cuáles son las cinco mejores acciones estratégicas que conjuntamente podemos emprender para avanzar hacia el estado deseado? [4] a cada uno de los temas que conforma la RPP.

Fue a través de esta pregunta que se obtuvieron las estrategias o programas a realizar para solucionar la problemática del sector hídrico durante los próximos 30 años, estas propuestas se muestran a continuación:

#### Riego y Drenaje

- E1) Fortalecer y desarrollar las capacidades institucionales del sistema para la atención al sector hídrico.
- E2) Generar y transferir tecnologías adecuadas para:
- Modernizar los sistemas de riego
  - Estabilización de acuíferos
  - Reuso de agua residual
  - Recuperar suelos ensalitrados
  - Redimensionar las zonas de riego

- Medir y supervisar la distribución de agua
- E3) Desarrollar esquemas de capacitación y asistencia técnica a productores y empresas.
- E4) Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje.
- E5) Generar criterios técnico-ambientales para el establecimiento de políticas de apoyo financiero.

### **Agua Potable y Saneamiento.**

- E6) Revisar, modificar y armonizar el marco jurídico para establecer políticas públicas y una regulación apropiada que fortalezca el sistema y su entorno.
- E7) Fortalecimiento de planes, programas y estrategias para la investigación de desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos (Incrementar la capacidad y la vinculación del sistema con su entorno).
- E8) Adecuación del sistema para la investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos "IDTRH" en el marco del sistema nacional y de planeación (Participación más activa en el sistema de planeación).
- E9) Incrementar y eficientar el porcentaje de inversión para el sistema "IDRTH" del PIB (Establecer mecanismos en el propio sector para fortalecer el sistema).
- E10) Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores (Se debe destinar un porcentaje para el sistema).

### **Fenómenos Extremos.**

- E11) Programa de información de recursos humanos y generación de capacidad en tomadores de decisiones.
- E12) Proyecto para definir el valor socioeconómico de la información climática incluyendo su difusión entre la sociedad y los tomadores de decisiones.
- E13) Elaboración de proyectos piloto de principio a fin, para la reducción de la vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos extremos.
- E14) Desarrollo de un sistema de información climática considerando diversos requerimientos.
- E15) Identificación de fuentes de financiamiento nacional e internacional.

### Gestión Integrada De Los Recursos Hídricos.

- E16) Propuesta de arreglos institucionales mejoradas para la gestión integral de recursos humanos y gestión de conflictos.
- E17) Elaboración de sistema de indicadores de gestión coherente que incluya dimensiones ambiental, económica y social.
- E18) Aplicación de sistemas de soporte a las decisiones medición (BD, SIG, modelos de aguas superficiales y subterráneas, calidad del agua, gestión integral del agua).
- E19) Sistema de formación y certificación de recursos humanos en todos los ámbitos de la gestión integral de recursos humanos.
- E20) Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos.

### 3.2.2. Criterios relevantes de la RPP

Los criterios de evaluación se obtuvieron de acuerdo a la información recabada en las memorias de la RPP del 2006, estos no fueron planteados directamente en el archivo final, si no, una vez que se estudiaron completamente los documentos, estos se infirieron.

Los criterios se infirieron principalmente de los factores relevantes, estos se encuentran en cada uno de los cinco temas principales de la reunión [4].

Los criterios que se escogieron, para llevar a cabo la jerarquización de las líneas estratégicas planteadas en la reunión, se muestran en la Tabla 3.1.

<b>Criterios</b>
C1 Participación social
C2 Sistemas de información y difusión
C3 Marco legal y normativo
C4 Investigación y desarrollo tecnológico
C5 Capacitación y formación de recursos humanos

C6 Tarifas
C7 Financiamiento
C8 Gestión del recurso hídrico
C9 Transferencia tecnológica
C10 Infraestructura
C11 Inversión
C12 Crecimiento demográfico

**Tabla 3.1 Criterios obtenidos de la RPP del 2006**

### **3.3 Agenda preliminar de la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos del sector hídrico en México “IDT y FRH”.**

Esta agenda preliminar fue el primer resultado del análisis de la RPP, derivado de emplear Ponderación Simple, para así integrar el PNH 2007-2012. Esta agenda se dividió en 8 grandes objetivos y a cada uno de estos se le asignaron las estrategias y las líneas de propuestas a seguir [5]. Éstas se muestran a continuación:

#### **Objetivo 1) Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola.**

<b>Estrategias</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
1. Promover que los volúmenes concesionados estén acorde con la disponibilidad sustentable de las fuentes de abastecimiento.	3.4 Desarrollo de sistemas de información para actualizar los inventarios de aprovechamiento y monitoreo de concesiones.
7. Propiciar la valoración económica del agua en el riego.	7.1 Desarrollo de metodologías para determinar el valor económico del agua de manera regional y por cuencas.
6. Promover la reconversión de cultivos en función de la disponibilidad del agua.	6.1 Desarrollo de patrones de cultivo apropiados al agua disponible en cada cuenca.

1. Modernizar la infraestructura y tecnificar las superficies agrícolas en coordinación con usuarios y autoridades locales.	1.2 Desarrollo de sistemas de riego de alta eficiencia parcelaria.
2. Incentivar el cambio de agua de primer uso por agua residual tratada.	2.4 Desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales para reúso en la agricultura.

**Tabla 3.2 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 2) Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
7. Fomentar tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia.	7.5 Mejoramiento de equipos y dispositivos para la detección y control sistemáticos de fugas.
4. Suministrar los servicios de agua potable y saneamiento a las comunidades rurales con tecnologías apropiadas.	4.1 Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas para el abastecimiento, disposición, almacenamiento, potabilización, consumo, aprovechamiento y tratamiento integrales del agua en zonas marginadas (captación de aguas de lluvia, cisternas de concreto con alma de acero, bombas, manuales abastecimiento con energía alternativa, desinfección solar, biofiltros, biodigestores, etc.); tanto a nivel unifamiliar como comunitario.
6. Proporcionar mejores servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en las comunidades urbanas.	6.1 Desarrollo y adaptación de plantas y equipos de bombeo, de bajo costo y mínimo consumo energético, para incrementar y regular las presiones en las redes, y desarrollo de esquema de operación para avanzar al suministro continuo.
7. Fomentar tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia.	7.2 Desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento sanitario domiciliario.
7. Fomentar tecnologías que ofrezcan mayor eficiencia.	7.1 Mejoramiento de dispositivos para el uso eficiente del agua en viviendas.
2. Incrementar la cobertura de agua potable y alcantarillado en las comunidades urbanas.	2.4 Desarrollo de tecnología para captar y conducir agua pluvial en las ciudades hacia zonas de recarga de acuíferos.

**Tabla 3.3 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 3) Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
1. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	1.10 Desarrollo de balance y estudios de disponibilidad hídrica conjunta de los recursos superficiales y subterráneos.
2. Reducir la contaminación de los cuerpos de agua más afectados.	2.6 Implementación de modelos integrales a nivel de cuenca para el control de la contaminación en los cuerpos de agua.
6. Publicar la disponibilidad de agua en los acuíferos y cuencas del país.	6.1 Desarrollo de sistemas de información de base geográfica en cuencas y acuíferos.
1. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	1.1 Técnicas de estabilización de acuíferos.

**Tabla 3.4 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 4) Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hídrico.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
1. Incrementar y eficientar los recursos y mecanismos financieros destinados al sector hidráulico.	1.2 Desarrollo de métodos innovadores para establecer el precio del recurso hídrico.
5. Consolidar el proceso de descentralización de funciones, programas y recursos que realiza la federación hacia los estados, municipios y usuarios para lograr un mejor manejo del agua.	5.1 Elaboración de propuestas para la adecuación del marco legal para promover la descentralización.
7. Mejorar el sistema de información estratégica e indicadores del sector hidráulico.	7.1 Definición de las variables e indicadores más importantes con las bases para su recopilación y actualización.
1. Incrementar y eficientar los recursos y mecanismos destinados al sector hidráulico.	1.1 Diseño de mecanismos y esquemas de financiamiento e instrumentos económicos y jurídicos.

2. Fortalecer las capacidades técnica, financiera y de gestión de la Comisión Nacional del Agua.	2.1 Creación de la especialidad de gerencia del aprovechamiento del agua a niveles federal, estatal, de cuenca y municipal.
6. Modernizar e incluir leyes, reglamentos y auditorías que fortalezcan el buen manejo del agua.	6.1 Identificación de huecos y excesos legislativos para llenarlos o bien, eliminarlos.
10. Identificar y evaluar los riesgos que pueden afectar a la organización.	10.1 Impulsar políticas que promuevan el trabajo en el principio de la confianza y aplicar programas que la reconozcan, aumenten y consoliden.

**Tabla 3.5 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 5) Consolidar la participación de los usuarios y de la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
9. Consolidar la operación del Consejo Consultivo del Agua.	9.2 Evaluar la operación del Consejo Consultivo del Agua para potenciar mecanismos de mediación con un enfoque de ética del agua.
1. Crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del agua.	1.1 Diseño e implementación de estrategias nacional y regionales de comunicación de largo plazo.
4. Posicionar al tema dl agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	4.1 Diseño e implementación de una estrategia de comunicación social de largo plazo.
4. Posicionar al tema dl agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	4.2 Definición e implementación de una estrategia conjunta SEP/Semarnat para la inclusión del conocimiento y el análisis del agua en la curricula de educación.



8. Fortalecer los procesos de atención interinstitucional para la prevención, manejo y solución (administración) de conflictos derivados de la explotación, uso y aprovechamiento del agua.	8.5 Impulso de la investigación sobre la gobernabilidad del agua en los ámbitos nacional y regional.
11. Incidir en las percepciones de la sociedad orientado a una visión sistemática del recurso, la satisfacción de los usuarios y la transparencia de la gestión del agua.	11.1 Desarrollo de métodos y mecanismos de planeación participativa en apoyo a la toma de decisiones.

**Tabla 3.6 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 6) Prevenir los riesgos derivados de fenómenos hidrometeorológicos y atender sus efectos.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
2. Proporcionar a la población información oportuna y confiable sobre la ocurrencia y evolución de los eventos hidrometeorológicos extremos.	2.1 Sistemas integrales de pronóstico hidrometeorológico.
6. Consolidar y revisar periódicamente los sistemas de alerta ante fenómenos hidrometeorológicos.	6.1 Sistemas integrales de control de inundaciones.
1. Promover el desalojo de asentamientos humanos en zonas de riesgo.	1.1 Inestabilidad de laderas.
8. Mantener, conservar y ampliar la infraestructura hidráulica para la protección de centros de población y áreas productivas.	8.1 Diseño de obras de protección con enfoque integral de cuencas y tipos de obra de control.
3. Modernizar el Servicio Meteorológico Nacional.	3.1 Evaluación y diseño de nuevas redes de medición climática, meteorológica e hidrométrica.
3. Modernizar el Servicio Meteorológico Nacional.	3.22 Desarrollo de criterios y métodos para completar registros.

**Tabla 3.7 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 7) Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
4. Promover y apoyar la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, en materia de medidas de adaptación al cambio climático.	4.5 Formación de recursos humanos en el tema de cambio climático en el sector hídrico.
4. Promover y apoyar la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, en materia de medidas de adaptación al cambio climático.	4.3 Desarrollo de un grupo interdisciplinario para evaluar los efectos de cambio climático en los recursos hídricos y ser un promotor de la puesta en marcha de las medidas de adaptación en México.
1. Evaluar los efectos del cambio climático en las variables del ciclo hidrológico.	1.3 Implementación de un sistema de información sobre cambio climático.
5. Impulsar campañas de información y concientización que incidan en el incremento del conocimiento de las causas y efectos del cambio climático.	5.3 Implementación de programas de educación formal sobre cambio climático en todos los niveles educativos.
1. Evaluar los efectos del cambio climático en las variables del ciclo hidrológico.	1.1 Desarrollo de escenarios climáticos de alta resolución utilizando técnicas de reducción de escala, a nivel de cuenca, para actualizar y mejorar los escenarios físicos regionales de cambio climático en México.
1. Evaluar los efectos del cambio climático en las variables del ciclo hidrológico.	1.2 Desarrollo, implementación y adaptación de indicadores de cambio climático, tomando como referencia los de IPCC.

**Tabla 3.8 Estrategias y líneas propuestas**

**Objetivo 8) Hacer cumplir las obligaciones fiscales y administrativas que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales.**

<b>Estrategia</b>	<b>Líneas Propuestas</b>
5. Incrementar la presencia fiscal y administrativa entre los contribuyentes de aguas nacionales.	6.2 Análisis y evaluación del impacto del cobro de agua al uso agrícola.
5. Actualizar periódicamente los padrones de usuarios y contribuyentes de aguas nacionales.	4.4 Diseño de un Registro Público de Derechos del agua descentralizado, eficiente, y que dé la información necesaria y confiable al usuario y a terceros sobre las condiciones, entiendo real, de los aprovechamientos.
6. Revisar el esquema recaudatorio en materia de descargas con el fin de transferir a los usuarios el costo que implica contaminar el recurso.	1.4 Planteamiento de esquemas de incentivos para reducir las descarga contaminantes, reforzando las acciones penales y punitivas al que contamine.
7. Fortalecer los instrumentos regulatorios y de orden y control para propiciar un adecuado manejo y preservación del agua.	1.3 Análisis y diseño de instrumentos regulatorios, de comando y control, para el manejo y preservación del agua.
2. Fortalecer los instrumentos regulatorios y de orden y control para propiciar un adecuado manejo y preservación del agua.	1.4 Estudios legislativos para el seguimiento y actualización permanente del marco jurídico.

**Tabla 3.9 Estrategias y líneas propuestas**

### **3.4. Análisis de las versiones (RPP y PNH)**

Los participantes que integraron la versión preliminar de la agenda en su mayoría fueron participantes en la RPP.

Las líneas estratégicas de la Agenda del PNH son más ambiguas si las comparamos con las generadas en la RPP, las derivadas de la reunión son más precisas y se orientan más a la acción.

Las estrategias de la RPP y las del PNH consideran prácticamente las mismas áreas temáticas: Riego y drenaje, Agua potable, alcantarillado y saneamiento, Agua y medio ambiente, Fenómenos extremos, Cambio climático, Investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, Financiamiento, Participación social, Normatividad y legislación, Gestión integrada del recurso hídrico.

Lo interesante es que en la RPP se llegó a una jerarquización que sugiere una determinada asignación de recursos, en cambio en la Agenda que integra el PNH no existe una jerarquización. Ante la escasez de recursos, un programa requiere determinar prioridades para la adecuada programación y presupuestación de los proyectos y las acciones.

En el siguiente capítulo se presentan los conceptos básicos de los métodos multicriterio y además la explicación de la metodología PROMETHEE.

# Capítulo 4

## **LA JERARQUIZACIÓN DE ESTRATEGIAS A PARTIR DE MÉTODOS MULTICRITERIO (PROMETHEE)**

A continuación se presenta una introducción de los métodos multicriterio y además se explica la metodología del método PROMETHEE.

### **4.1. Los métodos multicriterio para la toma de decisiones**

Los métodos de análisis multicriterio, también llamados “métodos de análisis con criterios múltiples”, tienen por objetivo, proporcionar a los tomadores de decisión, herramientas que les permitan resolver un problema donde varios puntos de vista (criterios), la mayoría de las veces contradictorios, deben tomarse en cuenta. La primera constatación que debe hacerse, cuando se abordan este tipo de problemas, es que no existe forzosamente una decisión que sea la mejor simultáneamente para todos los puntos de vista (criterios).

Este método constituye una forma de modelizar los procesos de decisión, en los que entran en juego: una decisión a ser tomada, los eventos desconocidos que pueden afectar el o los resultados, los posibles cursos de acción, y/o los resultados mismos [6]. Mediante los modelos multicriterio el decisor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada curso de acción, de modo a obtener una mejor comprensión de las vinculaciones entre sus acciones y sus objetivos.

Las técnicas de métodos multicriterio se clasifican principalmente en dos grupos [7]:

1. Teoría de la utilidad de múltiples criterios (MAUT) (por sus siglas en ingles).

Estos métodos consisten en la agregación de factores desde el punto de vista de una función objetivo, la cual será optimizada. La función objetivo, para el

tomador de decisiones, es el punto principal para el análisis. Los procedimientos para construir la función objetivo para el tomador de decisiones requieren de un análisis cuidadoso y consistente, sobre las preferencias del tomador de decisiones.

La suposición que subyace es que las funciones son restrictivas. Sin embargo, si la función de utilidad está disponible para el tomador de decisiones, el problema se reduce a un simple caso de maximización directa de la función objetivo. MAUT, esta soportada por paquetes de computo, tales como: "Logical Decision"; para el Análisis Jerárquico Multicriterio (AHP), "Expert Choise" y "Criterium decision Plus". [Saaty, 1994]

## 2. Métodos de sobre clasificación OM (Out ranking Methods).

OM: Generalmente, se construyen a través de una relación de sobre clasificación, la cual representa las preferencias del tomador de decisiones.

Los Métodos de sobre clasificación (OM), suponen que el tomador de decisiones puede, quiere y sabe definir los cambios entre los objetivos [Roy et al, 1993], lo anterior implica que, la no agregación de la función de utilidad puede ser derivada. Los rangos entre los cuales se analizan los criterios, estarán en base a la comparación entre pares de éstos. Los paquetes de cómputo que utilizan este tipo de metodología son: PROMCALC-GAIA, DECISION LAB [Brans et al, 1984], ELECTRE [Roy, 1973], MACBETH [Bana e Costa, 1997], entre otros.

Un ejemplo de un problema multicriterio es la compra de un auto. El criterio más importante a considerar es el precio. Sin embargo, en la compra de un auto no se considera solamente el precio, en realidad se consideran otros criterios como confort, velocidad, consumo de combustible, potencia, equipamiento, entre otros.

En problemas de este tipo se desea maximizar algunos criterios (velocidad, confort, potencia, equipamiento) y se desea minimizar los criterios restantes (precio, consumo de combustible).

En el mercado existen varias alternativas, autos para éste ejemplo, en las cuales el tomador de decisiones evalúa los criterios considerados. Como es de suponerse, no existe un auto que satisfaga todos los criterios, esto quiere decir que la solución del problema depende de las preferencias del tomador de decisiones.

Bajo la notación donde  $a_i$ = i-esima alternativa y  $g_j$ = evaluación del criterio j, entonces  $g_j(a_i)$  representa la evaluación del criterio j sobre la i-esima alternativa.

Los datos básicos de un problema multicriterio consisten [6] en la evolución de la Tabla 4.1.

a	$g_1(\cdot)$	$g_1(\cdot)$	---	$g_J(\cdot)$	---	$g_k(\cdot)$
$a_1$	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	---	$g_J(a_1)$	---	$g_k(a_1)$
$a_2$	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	---	$g_J(a_2)$	---	$g_k(a_2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$a_3$	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$	---	$g_J(a_i)$	---	$g_k(a_i)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$a_n$	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	---	$g_J(a_n)$	---	$g_k(a_n)$

**Tabla 4.1. Tabla de evaluación.**

Las relaciones de dominancia asociadas con un problema multicriterio son:

$$\begin{cases}
 g_j(a) \geq g_j(b) \\
 g_k(a) > g_k(b)
 \end{cases}
 \Leftrightarrow aPb$$

$$g_j(a) = g_j(b) \Leftrightarrow aIb$$

$$\begin{cases}
 g_s(a) > g_s(b) \\
 g_r(a) < g_r(b)
 \end{cases}
 \Leftrightarrow aRb$$

**Figura 4.1. Relaciones de dominancia**

donde P, I, y R indican preferencia, indiferencia e incomparabilidad, respectivamente.

La incomparabilidad se explica de la siguiente manera; si una alternativa es mejor que otra en un criterio  $s$ , y ésta última es mejor que la primera en un criterio  $r$ , es imposible decidir cuál es mejor sin información adicional, ambas alternativas son por lo tanto incomparables. Como información adicional se puede tener:

- Pesos que asignan una importancia relativa de los criterios

- Agregar una función que reúna todos los criterios y sea de una sola variable, tal que sea posible obtener un problema mono-criterio, para el cual si existiría una solución óptima.

El propósito de todos los métodos multicriterio es reducir el número de incomparabilidades (R). Una manera de lograr esto es construyendo relaciones de rangos, ya sea de superioridad o de inferioridad. En tal caso no todas las incomparabilidades son eliminadas pero la información es fidedigna.

#### 4.1.1. Requisitos a considerar para construir un adecuado método de resolución de problemas multicriterio

Para construir un adecuado método de resolución de problemas multicriterio algunos requisitos deben ser considerados [6]:

**Requisito 1.** La amplitud de las desviaciones entre la evaluación de las alternativas dentro de cada criterio debe ser tomada en cuenta:

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \quad (4.1)$$

**Requisito 2.** Como la evaluación  $g_j(a)$  de cada criterio esta expresada en sus propias unidades, los efectos de escala deben ser completamente eliminados. No es aceptable obtener conclusiones dependiendo de la escala en la cual las evaluaciones están expresadas.

**Requisito 3.** En el caso de comparaciones entre pares de alternativas, en método multicriterio apropiado debe proveer la siguiente información:

$a$  es preferente que  $b$   
 $a$  y  $b$  son indiferentes  
 $a$  y  $b$  son incomparables

Esto tiene como propósito reducir tanto como sea posible el número de incomparabilidades (R), pero solo cuando esto sea realista.

**Requisito 4.** Diferentes métodos multicriterio necesitan diferente información adicional y operan bajo diferentes procesos de cálculo. Es por lo tanto importante



desarrollar métodos que sean entendibles para el tomador de decisiones.

**Requisito 5.** Un procedimiento adecuado no debe incluir parámetros técnicos que no tengan significado para el tomador de decisiones.

**Requisito 6.** Un método apropiado debe proveer información sobre la naturaleza contradictoria de los criterios.

**Requisito 7.** A muchos de los métodos multicriterio les son asignados pesos de relativa importancia del criterio. Usualmente el tomador de decisiones titubea fuertemente al asignar los pesos. Un método apropiado debe ofrecer herramientas de sensibilidad para probar fácilmente conjuntos o series de pesos.

## 4.2. El método PROMETHEE

El método de análisis de multicriterio llamado PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), desarrollado por Brans y Mareschal, debido a que es un procedimiento adecuado para la ordenación de alternativas, por su facilidad de uso, la importancia de la interpretación de sus parámetros y la estabilidad de los resultados. Para los cálculos, se empleará el programa denominado Decisión Lab 2000 [8].

El procedimiento de la técnica PROMETHEE consta de seis pasos como se muestra en la Figura 4.2., describiéndose a continuación.

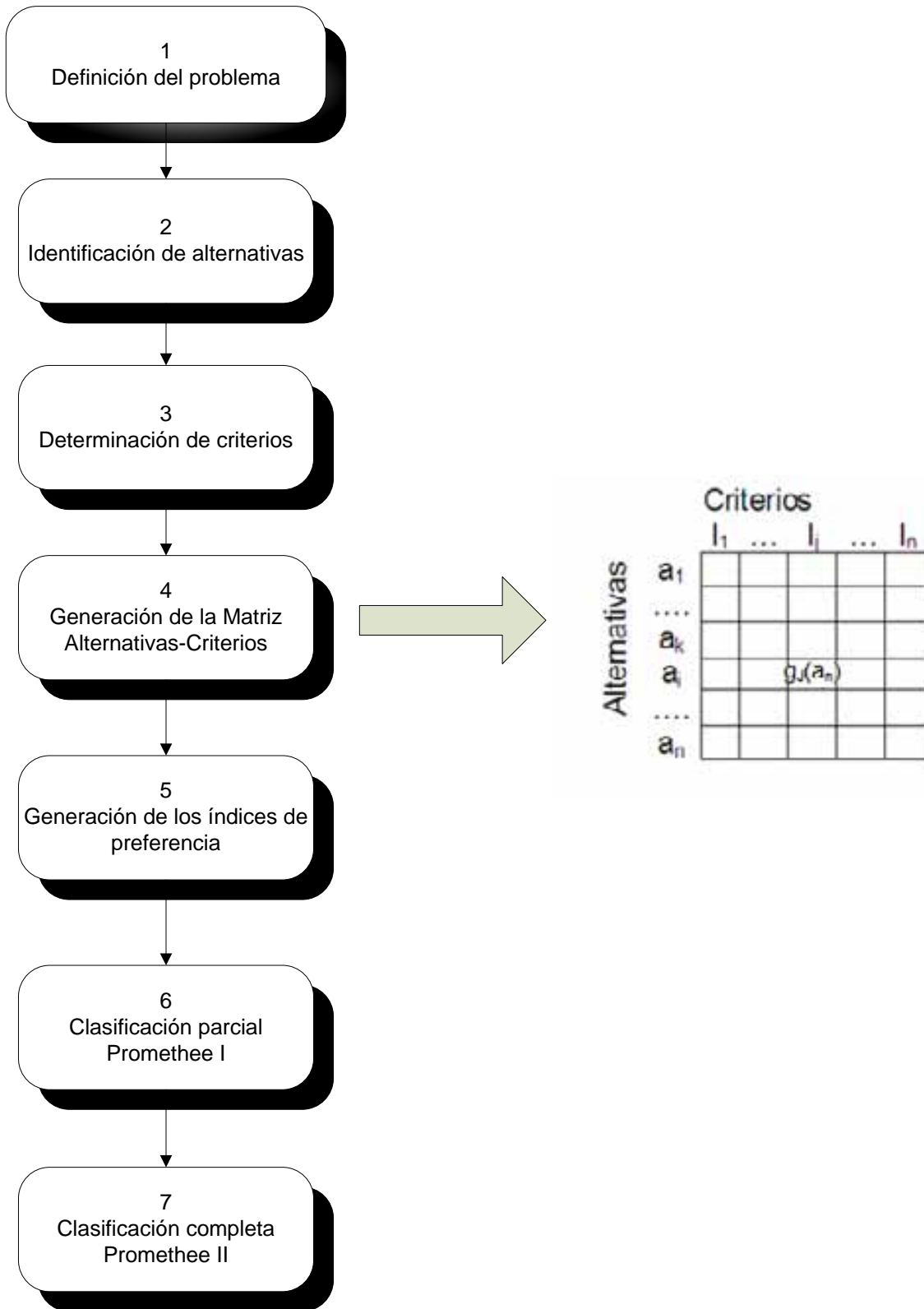


Figura 4.2. Procedimiento de la técnica PROMETHEE

Este procedimiento es uno de los más recientes en la categoría de los métodos de relaciones de superación, cuyo principal propósito es ayudar al decisor en los problemas de selección o de jerarquización de alternativas posibles, que están sometidas a una evaluación donde, generalmente, existen criterios que se encuentran en conflicto.

Dado que al considerar varios criterios no es posible establecer un orden total y que, por tanto, no existe una solución óptima que satisfaga simultáneamente todos los criterios, el método que emplearemos proporciona dos posibilidades: un preorden parcial (PROMETHEE I) y un preorden completo (PROMETHEE II), ambos sobre el conjunto de alternativas factibles. Para ello, PROMETHEE realiza una comparación binaria de las alternativas, para ordenarlas según su dominio o debilidad con respecto a las demás.

La información adicional que se requiere para emplear PROMETHEE es particularmente clara y entendible, ésta consiste en:

- Información entre los criterios
- Información dentro de cada criterio.

#### 4.2.1. Información entre los criterios

La Tabla 4.2 debe ser completada, donde  $w_j$  representa los pesos de relativa importancia de los diferentes criterios. Estos pesos deben ser números positivos, e independientes de las unidades de medición de los criterios

$g_1(\cdot)$	$g_2(\cdot)$	...	$g_j(\cdot)$	...	$g_k(\cdot)$
$w_1$	$w_2$	...	$w_j$	...	$w_k$

**Tabla 4.2. Pesos**

El peso más elevado, representa el criterio con más importancia. Estos pesos deben estar normalizados, es decir que:

$$\sum_{j=1}^k w_j = 1 \quad (4.2)$$

En los softwares de PROMETHEE y Decision Lab, el usuario tiene permitido introducir arbitrariamente los números para los pesos sin estar normalizados, haciendo más fácil expresar la importancia relativa de los criterios

[8]. En éstos software los números son divididos por su suma, es decir los pesos son normalizados automáticamente.

Evaluar los pesos de los criterios no es sencillo. Esto envuelve prioridades y percepciones del tomador de decisiones. La selección de los pesos representa el espacio de libertad que el tomador de decisiones tiene. Decision Lab incluye varias herramientas de sensibilidad para experimentar con diferentes grupos de pesos con la finalidad de ayudar a fijarlos [9].

#### 4.2.2. Información dentro de cada criterio

La estructura de preferencias de PROMETHEE está basada en comparaciones de pares de alternativas evaluadas en los criterios. Se considera la desviación entre las evaluaciones de dos alternativas. Para desviaciones pequeñas, el tomador de decisiones asignará una preferencia pequeña para la mejor alternativa, e incluso puede considerar que no hay preferencia alguna si él considera que la desviación es insignificante.

PROMETHEE considera que las preferencias son números reales que varían entre 0 y 1. Esto significa que para cada criterio el tomador de decisiones tiene en mente una función del tipo:

$$P_j(a,b) = F_j[d_j(a,b)] \quad (4.3)$$

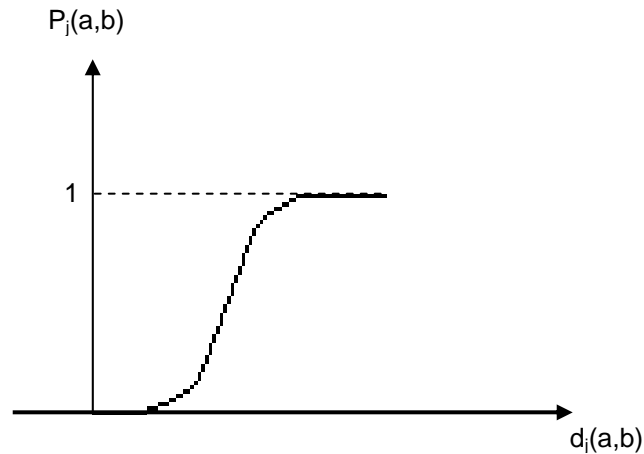
Donde

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \quad (4.4)$$

y, para la cual:

$$0 \leq P_j(a,b) \leq 1 \quad (4.5)$$

En el caso de que el criterio deba ser maximizado, ésta función daría la preferencia de  $a$  sobre  $b$ , debido a las desviaciones observadas entre sus evaluaciones sobre el criterio  $g_j(\cdot)$ . Ésta función debe tener la forma que indica la Figura 4.3.



**Figura 4.3. Función de preferencia**

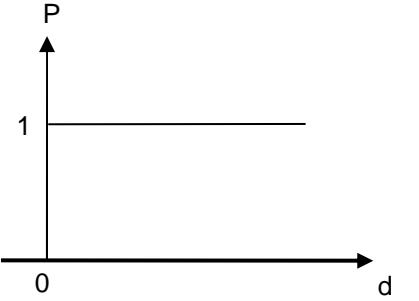
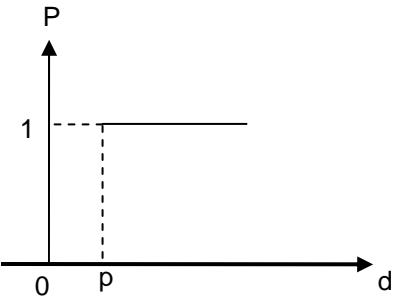
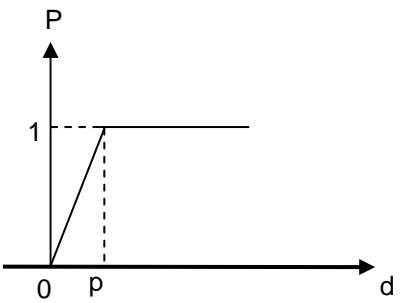
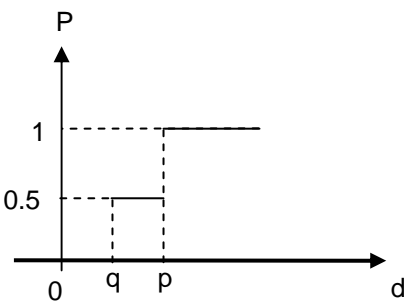
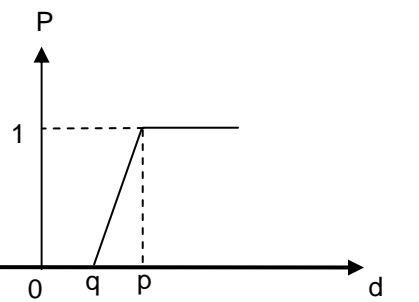
Las preferencias son iguales a cero cuando las desviaciones son negativas. Cuando los criterios deben ser minimizados, la función de preferencia debe invertirse:

$$P_j(a,b) = F_j[-d_j(a,b)] \quad (4.6)$$

El par  $\{g_j(\cdot), P_j(a,b)\}$  es llamado criterio generalizado asociado al criterio  $g_j(\cdot)$ , para cada criterio debe ser definido el criterio generalizado.

Decision Lab proponen seis tipos de funciones de preferencia [6], las cuales se muestran en la Tabla 4.3. En cada caso necesitan ser definidos 0, 1 ó 2 parámetros cuyo significado es claro:

- $q$  es el límite de la indiferencia; es decir, es la desviación más grande que se considera insignificante por el tomador de decisiones.
- $p$  es el límite estricto de la preferencia; es decir, es la desviación más pequeña que se considerada como suficiente para generar una preferencia amplia.
- $s$  es un valor intermedio entre  $p$  y  $q$ , éste define el punto de inflexión de la función de preferencia. Se recomienda determinar primero  $q$  y  $p$ , para después obtener  $s$  como un valor intermedio entre estos parámetros.

Tipo de función	Forma de función	Definición	Parámetros necesarios
1	 <p>A graph with a vertical axis labeled 'P' and a horizontal axis labeled 'd'. The origin is marked '0'. A horizontal line is drawn at P=1 for all d &gt; 0.</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	--
2	 <p>A graph with a vertical axis labeled 'P' and a horizontal axis labeled 'd'. The origin is marked '0'. A horizontal line is drawn at P=1 for all d &gt; q. A dashed vertical line connects the point (q, 0) on the d-axis to (q, 1) on the P-axis.</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
3	 <p>A graph with a vertical axis labeled 'P' and a horizontal axis labeled 'd'. The origin is marked '0'. A line segment goes from (0, 0) to (p, 1). A dashed vertical line connects (p, 0) on the d-axis to (p, 1) on the P-axis. For d &gt; p, the function is constant at P=1.</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
4	 <p>A graph with a vertical axis labeled 'P' and a horizontal axis labeled 'd'. The origin is marked '0'. The function is 0 for d &lt; q, jumps to 0.5 at d=q, jumps to 1 at d=p, and remains at 1 for d &gt; p. Dashed vertical lines connect (q, 0) to (q, 0.5) and (p, 0) to (p, 1) on the P-axis.</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q
5	 <p>A graph with a vertical axis labeled 'P' and a horizontal axis labeled 'd'. The origin is marked '0'. The function is 0 for d &lt; q, increases linearly from (q, 0) to (p, 1), and remains at 1 for d &gt; p. Dashed vertical lines connect (q, 0) to (q, 1) and (p, 0) to (p, 1) on the P-axis.</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p, q

6		$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$	S
---	--	--	---

**Tabla 4.3. Funciones de preferencia.**

En cuanto los pesos  $w_j$  y los criterios generalizados  $\{g_j(\cdot), P_j(a, b)\}$  estén definidos para  $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$ , el procedimiento PROMETHEE puede ser aplicado.

### 4.2.3. Clasificación I y II de PROMETHEE.

Para explicar la clasificación I y II de PROMETHEE es necesario definir dos conceptos, índices de preferencia agregados y flujos de categoría superior [8].

#### 4.2.3.1. Índice de preferencia agregados

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j \end{cases} \quad (4.7)$$

$\pi(a, b)$  expresa con que grado  $a$  es preferente que  $b$  sobre todos los criterios y  $\pi(b, a)$  expresa como  $b$  es preferente que  $a$ . En muchos de los casos hay criterios en los cuales  $a$  es mejor que  $b$ , y también hay criterios para los cuales  $b$  es mejor que  $a$ , por consiguiente  $\pi(a, b)$  y  $\pi(b, a)$  son usualmente positivos.

Cuando  $\pi(a, b)$  es prácticamente igual a 0 implica una frágil preferencia global de  $a$  sobre  $b$ , y cuando  $\pi(a, b)$  es prácticamente igual a 1 implica una fuerte preferencia global de  $a$  sobre  $b$ .

Una vez que  $\pi(a, b)$  y  $\pi(b, a)$  son calculados para cada par de alternativas de  $A$  ( $A$  =conjunto de alternativas) puede construirse una gráfica donde se representan los índices de preferencias agregadas de cada criterio.

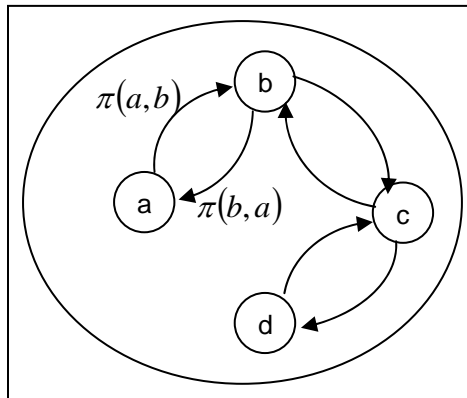


Figura 4.4. Grafico de índices de preferencias agregadas.

#### 4.2.3.2. Flujo de preferencia agregada

Cada alternativa  $a$  es comparada contra  $(n-1)$  otras alternativas del conjunto de alternativas  $A$ , de donde se definen los dos siguientes flujos de categoría:

- Flujo de categoría positivo

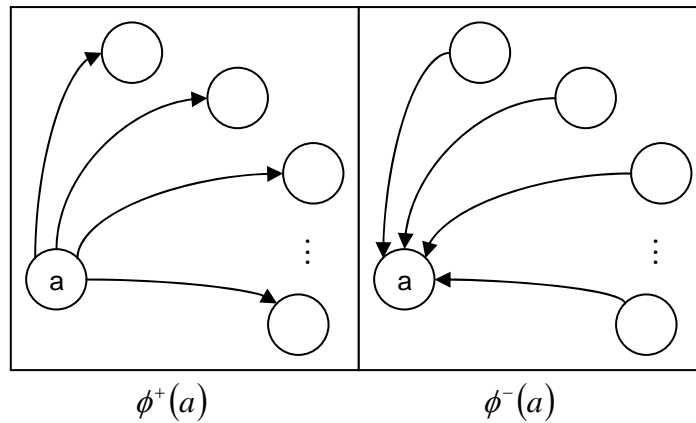
$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (4.8)$$

- Flujo de categoría negativo

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (4.9)$$

donde  $x$  son todas las alternativas diferentes de  $a$ .





**Figura 4.5. Flujos de categorías**

$\phi^+(a)$  expresa como una alternativa  $a$  es de categoría superior que todas las demás alternativas. Éste es su poder, su carácter dominante.

$\phi^-(a)$  expresa como una alternativa  $a$  es de categoría inferior que todas las demás alternativas. Ésta es su debilidad, su carácter de inferioridad.

#### 4.2.3.3. La clasificación parcial PROMETHEE I

La clasificación parcial PROMETHEE I ( $P^I, I^I, R^I$ ) es obtenida de los flujos de categorías superior e inferior [8]. Ambos flujos usualmente no inducen hacia la misma clasificación, PROMETHEE I obtiene sus conclusiones en base a las siguientes relaciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} aP^I b \quad \text{si} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ ó} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ ó} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{array} \right. \\ aI^I b \quad \text{si} \quad \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b) \\ aR^I b \quad \text{si} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) > \phi^-(b), \text{ ó} \\ \phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

**Figura 4.6. Relaciones de PROMETHEE I**

donde ( $P^I, I^I, R^I$ ) representan, respectivamente, preferencia, indiferencia e incomparabilidad en la clasificación PROMETHEE I.

Cuando  $aP^I b$ , un alto poder o dominancia de  $a$  es asociado a una baja debilidad de  $a$  con respecto a  $b$ . La información de ambos flujos de categoría es consistente y puede por lo tanto ser considerada segura.

Cuando  $aI^I b$ , ambos flujos, positivo y negativo, son iguales.

Cuando  $aR^I b$  la alternativa  $a$  es bueno en algunos criterios donde  $b$  es débil, y de manera inversa  $b$  es bueno en algunos otros criterios donde  $a$  es débil. En tales casos la información que ambos flujos proveen no es consistente. PROMETHEE I es prudente y no decide cual alternativa es mejor en tales casos, el tomador de decisiones debe cargar con esta responsabilidad.

#### 4.2.3.4. La clasificación completa de PROMETHEE II

PROMETHEE II se encarga de hacer una clasificación completa ( $P^{II}$ ,  $I^{II}$ ) [8]. El flujo neto de dominancia puede ser considerado como:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (4.10)$$

Éste es el balance entre los flujos de dominancia positivo y negativo

$$\begin{cases} aP^{II} b & \text{si } \phi(a) > \phi(b) \\ aI^{II} b & \text{si } \phi(a) = \phi(b) \end{cases} \quad (4.11)$$

Cuando PROMETHEE II es considerado, todas las alternativas son comparables, pero la información obtenida puede ser más discutible, debido a que mucha información se pierde por considerar la diferencia de la Ecuación 4.10.

Los ejemplos de aplicación de la metodología PROMETHEE pueden verse en el Anexo A2.

En el próximo capítulo se presenta la aplicación de la jerarquización de las principales líneas estratégicas en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos a través del método PROMETHEE.

# Capítulo 5

## **APLICACIÓN DEL MÉTODO MULTICRITERIO PROMETHEE**

A continuación se aplica el método PROMETHEE con base en la información obtenida en la RPP. Para esto se requiere precisar las líneas estratégicas que hay que jerarquizar (las cuales ya se precisaron en el apartado 3.1.1), los criterios (los cuales ya se precisaron en el apartado 3.1.2), sus pesos relativos con los cuales se van a comparar, las calificaciones entre las líneas con base en los criterios y sus pesos establecidos.

### **5.1. Los criterios de evaluación empleados**

Los criterios se infirieron principalmente de los factores relevantes, estos se encuentran en cada uno de los cinco temas principales de la reunión. Los factores se clasificaron de acuerdo a un grado de importancia, el cual, se tomó como el peso para cada uno de los criterios.

La función de preferencia que se utilizó para cada uno de los criterios fue la Usual, ya que como no se tienen datos históricos que nos permitan interpretar el tipo de comportamiento de cada uno de los criterios con respecto al tiempo, no se podría utilizar otro tipo de función, por lo que, el decidir entre qué proyecto es mejor uno contra otro con respecto a un criterio, se dio escogiendo el que tuviera al menos una pequeña diferencia, que es el comportamiento de la función escogida.

La escala de calificación para el grado de importancia para cada uno de los factores que propusieron los especialistas se presenta en la siguiente Tabla 5.1:

Parámetro	Peso	Peso (Número)
A	Muy alta	5
B	Alta	4
C	Regular	3
D	Baja	2
E	Muy baja	1

**Tabla 5.1. Escala de calificación.**

Los criterios que se escogieron, para llevar a cabo la jerarquización de las líneas estratégicas planteadas en la reunión, se muestran en la Tabla 5.2 con sus respectivos pesos que se otorgaron y el comportamiento que se requiere de cada uno de ellos:

Criterios	Pesos W	Comportamiento De los criterios
C1 Participación social	5	Maximizar
C2 Sistemas de información y difusión	5	Maximizar
C3 Marco legal y normativo	4	Maximizar
C4 Investigación y desarrollo tecnológico	4	Maximizar
C5 Capacitación y formación de recursos humanos	5	Maximizar
C6 Tarifas	5	Maximizar
C7 Financiamiento	4	Maximizar
C8 Gestión del recurso hídrico	5	Maximizar
C9 Transferencia tecnológica	5	Maximizar
C10 Infraestructura	5	Maximizar
C11 Inversión	4	Maximizar
C12 Crecimiento demográfico	3	Minimizar

**Tabla 5.2 Criterios con sus respectivos pesos y comportamientos.**

## 5.2. Construcción de la matriz de evaluación

Una vez que se integraron a la matriz las líneas estratégicas y los criterios de valoración, se llevó a cabo la escala de evaluación para poder calificar el grado de importancia que tiene cada una de las líneas conforme a cada uno de los criterios, esta escala se muestra a continuación en la Tabla 5.3:

<b>Escala de evaluación</b>	
Bajo	1
Medio	2
Alto	3
Muy alto	4

**Tabla 5.3. Escala de evaluación**

Posteriormente se llevó a cabo la evaluación de las líneas, conforme a la escala de evaluación; para esto, se realizaron tres matrices, las cuales fueron llenadas por expertos que se encontraron dentro de la RPP. De estas tres se obtuvo un promedio para obtener los datos que se utilizaron para la jerarquización de las líneas a través del método PROMETHEE, estos se muestran en la Tabla 5.4:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
<b>E1)</b> Fortalecer y desarrollar las capacidades institucionales del sistema para la atención al sector hídrico.	2	5	4	3	4	4	5	4	3	3	3	2
<b>E2)</b> Generar y transferir tecnologías adecuadas para modernizar los sistemas de riego, estabilización de acuíferos, reúso de agua residual, recuperar suelos, redimensionar las zonas de riego ensalitrados, medir y supervisar la distribución de agua.	2	4	2	5	4	3	4	4	5	5	3	2
<b>E3)</b> Desarrollar esquemas de capacitación y asistencia técnica a productores y empresas.	4	5	3	3	5	3	4	4	3	2	4	2
<b>E4)</b> Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje.	4	2	3	3	4	3	3	4	3	2	2	2
<b>E5)</b> Generar criterios técnico-ambientales para el establecimiento de políticas de apoyo financiero.	2	3	3	3	3	4	5	3	4	3	4	2
<b>E6)</b> Revisar, modificar y armonizar el marco jurídico para establecer políticas públicas y una regulación apropiada que fortalezca el sistema y su entorno.	4	3	5	3	2	5	4	4	3	3	4	2
<b>E7)</b> Fortalecimiento de planes, programas y estrategias para la investigación de desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos (Incrementar la capacidad y la vinculación del sistema con su entorno).	3	3	3	5	5	3	4	5	3	3	4	3
<b>E8)</b> Adecuación del sistema para la investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos "IDTRH" en el marco del sistema nacional y de planeación (Participación más activa en el sistema de planeación).	3	4	3	5	5	3	4	4	4	3	3	2
<b>E9)</b> Incrementar y eficientar el porcentaje de inversión para el sistema "IDRTH" del PIB (Establecer mecanismos en el propio sector para fortalecer el sistema).	2	1	2	4	4	3	3	4	3	4	5	3
<b>E10)</b> Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores (Se debe destinar un porcentaje para el sistema).	2	2	2	2	3	2	4	3	2	3	5	1
<b>E11)</b> Formación de recursos humanos especializados en fenómenos extremos y capacitación a tomadores de decisiones.	3	4	3	2	4	2	3	4	2	2	3	1
<b>E12)</b> Definir el valor socioeconómico de la información climática incluyendo su difusión entre la sociedad y los tomadores de decisiones.	3	4	2	4	3	2	4	3	4	3	2	1
<b>E13)</b> Reducción de la vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos extremos.	3	3	2	5	3	2	3	4	3	4	3	3
<b>E14)</b> Desarrollar un sistema de información climática considerando diversos requerimientos.	3	5	1	4	3	2	3	3	3	3	2	2
<b>E15)</b> Identificación de fuentes de financiamiento nacional e internacional.	2	3	2	3	3	5	5	4	3	4	5	3
<b>E16)</b> Propuesta de arreglos institucionales mejoradas para la gestión integral de recursos humanos y gestión de conflictos.	3	3	3	3	4	3	3	5	3	2	2	2
<b>E17)</b> Elaboración de sistema de indicadores de gestión coherente que incluya dimensiones ambiental, económica y social.	2	4	2	3	4	2	3	5	2	2	3	2
<b>E18)</b> Aplicación de sistemas de soporte a las decisiones medición (BD, SIG, modelos de aguas superficiales y subterráneas, calidad del agua, gestión integral del agua).	1	4	2	4	4	3	4	4	3	2	3	2
<b>E19)</b> Sistema de formación y certificación de recursos humanos en todos los ámbitos de la gestión integral de recursos humanos.	3	3	2	2	5	3	2	5	3	1	2	2
<b>E20)</b> Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos.	2	3	2	5	4	2	4	3	4	4	3	2

**Tabla 5.4. Calificaciones de las líneas estratégicas.**

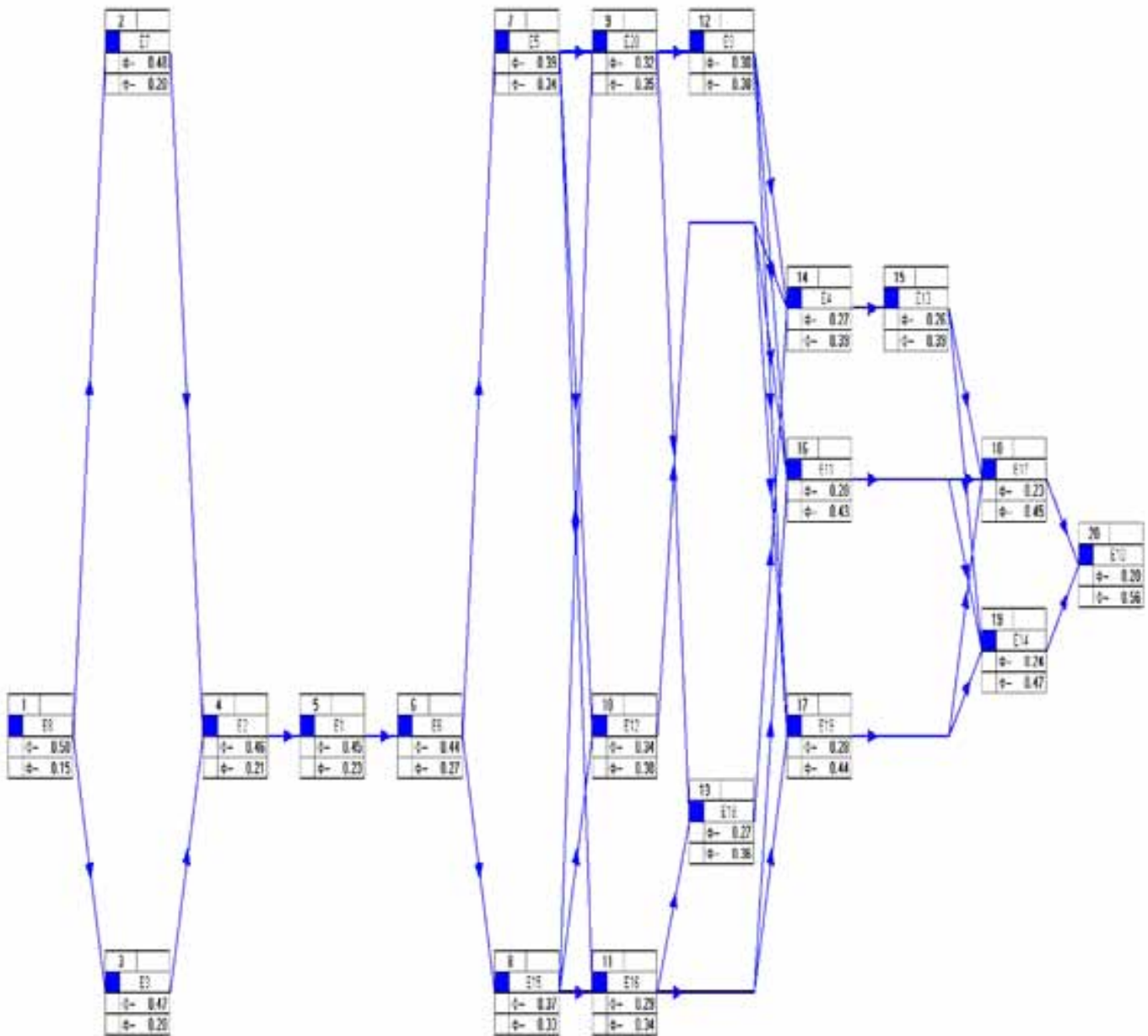
### 5.3.Resultados empleando Decision Lab 2000

Una vez que se obtuvieron todos los datos, estos se introdujeron al programa *Decision Lab*, como se muestran en la Figura 5.1:

	Participación en	Sistemas de Marco legal y	Investigación y de	Capacitación	Tarifas	Financiamiento	Gestión del	Transformación	Infraestructura	Inversión	Crecimiento	
Min/Max	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Minimize	
Weight	5.0000	5.0000	4.0000	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000	5.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000
Preference Function	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Indifference Threshold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preference Threshold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaussian Threshold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Threshold Unit	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute
Unit												
1)Fortalecer y desarrollar las capacidades institucionales del sistema para la atención	2.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000
2)Generar y transferir tecnologías adecuadas para modernizar los sistemas de riego	2.0000	4.0000	2.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	5.0000	5.0000	3.0000	2.0000
3)Desarrollar esquemas de capacitación y asistencia técnica a productores y emprendedores	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	2.0000
4)Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y saneamiento	4.0000	2.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	2.0000	2.0000	2.0000
5)Generar criterios técnico-ambientales para el establecimiento de políticas de apoyo	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	2.0000
6)Revisar, modificar y armonizar el marco jurídico para establecer políticas públicas	4.0000	3.0000	5.0000	3.0000	2.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	2.0000
7)Establecimiento de planes, programas y estrategias para la investigación de desarrollo	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000
8)Adecuación del sistema para la investigación científica, desarrollo tecnológico y transferencia	3.0000	4.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000	3.0000	2.0000
9)Incrementar y eficientar el porcentaje de inversión para el sistema "DRTH" del RB	2.0000	1.0000	2.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
10)Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para	2.0000	2.0000	2.0000	3.0000	3.0000	2.0000	4.0000	3.0000	2.0000	3.0000	5.0000	1.0000
11)Programa de información de recursos humanos y generación de capacidad en el sector	3.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	2.0000	3.0000	4.0000	2.0000	2.0000	3.0000	1.0000
12)Proyecto para definir el valor socioeconómico de la información climática incluyendo	3.0000	4.0000	2.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000	2.0000	1.0000
13)Elaboración de proyectos piloto de principio a fin, para la reducción de la vulnerabilidad	3.0000	3.0000	2.0000	5.0000	3.0000	2.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000
14)Desarrollo de un sistema de información climática considerando diversas requerencias	3.0000	5.0000	1.0000	4.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	2.0000
15)Identificación de fuentes de financiamiento nacional e internacional	2.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
16)Propuesta de arreglos institucionales mejorados para la gestión integral de recursos	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000	3.0000	2.0000	2.0000	2.0000
17)Elaboración de sistema de indicadores de gestión coherente que incluya dimensiones	2.0000	4.0000	2.0000	3.0000	4.0000	2.0000	5.0000	5.0000	2.0000	2.0000	5.0000	2.0000
18)Aplicación de sistemas de soporte a las decisiones mediante (3D, SIG, modelos climáticos)	1.0000	4.0000	2.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000	3.0000	2.0000
19)Sistema de formación y certificación de recursos humanos en todos los ámbitos	3.0000	3.0000	2.0000	2.0000	5.0000	5.0000	2.0000	5.0000	3.0000	1.0000	2.0000	2.0000
20)Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos	2.0000	3.0000	2.0000	5.0000	4.0000	2.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000

Figura 5.1. Introducción de Datos en Decision Lab.

Una vez introducidos todos los datos se realizó la primera corrida del programa, que originó los primeros resultados de la clasificación parcial PROMETHEE I, los cuales se muestran en la Figura 5.2:



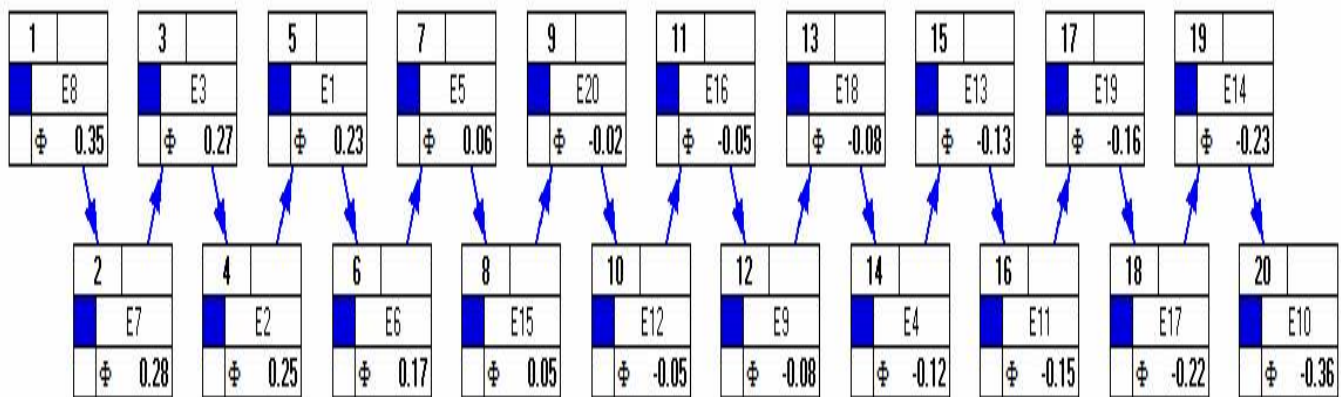
**Figura 5.2. Resultados de clasificación parcial PROMETHEE I**

En esta primera clasificación podemos observar que la primer línea a desarrollar sería E8 (Adecuación del sistema para la investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos “IDTRH” en el marco del sistema nacional y de planeación (Participación más activa en el sistema de



planeación)), le seguiría como segunda opción las siguientes tres líneas E7 y E3, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, como tercera opción le seguiría la línea E2, como cuarta opción le seguiría la línea E1, como quinta opción le seguiría la línea E6, como sexta opción le seguirían las líneas E5 y E15, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, como séptima opción le seguirían las líneas E20, E12 y E16, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, como octava opción le seguirían las líneas E9 y E18, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, como novena opción le seguirían las líneas E4, E11 y E19, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, como décima opción le seguiría E13, como onceava opción seguirían las líneas E17 y E14, de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas y finalmente como doceava opción le seguiría la línea E10.

Finalmente se continuó con la clasificación completa llamada PROMETHEE II, originando así los resultados finales que se muestran en la Figura 5.3:



**Figura 5.3. Resultados de la clasificación completa PROMETHEE II.**

En esta figura podemos observar que la primera línea a desarrollar sigue siendo E8, le seguiría como segunda opción E7, como tercera opción le seguirían E3, como cuarta opción le seguiría E2, como quinta opción le seguiría E1, como sexta opción le seguiría E6, como séptima opción le seguiría E5, como octava opción le seguiría E15, como novena opción le seguiría E20, como décima opción le seguiría E12, como onceava opción le seguiría E16, como doceava opción le seguiría E9, como treceava opción le seguiría E18, como catorceava opción le seguiría E4, como quinceava opción le seguiría E13, como dieciseisava opción le

seguiría E11, como diecisieteava opción le seguiría E19, como dieciochoava opción le seguiría E17, posteriormente seguiría E14 y finalmente E10.

A continuación se muestran jerarquizadas las líneas estratégicas a realizar de la RPP, cumpliendo así el objetivo propuesto en este trabajo; éstas se presentan en la siguiente tabla:

<b>Línea estratégica</b>		<b>Descripción</b>
<b>1</b>	<b>E8)</b>	Adecuación del sistema para la investigación científica, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos "IDTRH" en el marco del sistema nacional y de planeación (Participación más activa en el sistema de planeación).
<b>2</b>	<b>E7)</b>	Fortalecimiento de planes, programas y estrategias para la investigación de desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos (Incrementar la capacidad y la vinculación del sistema con su entorno).
<b>3</b>	<b>E3)</b>	Desarrollar esquemas de capacitación y asistencia técnica a productores y empresas.
<b>4</b>	<b>E2)</b>	Generar y transferir tecnologías adecuadas para modernizar los sistemas de riego, estabilización de acuíferos, reúso de agua residual, recuperar suelos, redimensionar las zonas de riego ensalitrados, medir y supervisar la distribución de agua.
<b>5</b>	<b>E1)</b>	Fortalecer y desarrollar las capacidades institucionales del sistema para la atención al sector hídrico.
<b>6</b>	<b>E6)</b>	Revisar, modificar y armonizar el marco jurídico para establecer políticas públicas y una regulación apropiada que fortalezca el sistema y su entorno.
<b>7</b>	<b>E5)</b>	Generar criterios técnico-ambientales para el establecimiento de políticas de apoyo financiero.
<b>8</b>	<b>E15)</b>	Identificación de fuentes de financiamiento nacional e internacional.
<b>9</b>	<b>E20)</b>	Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos.
<b>10</b>	<b>E12)</b>	Definir el valor socioeconómico de la información climática incluyendo su difusión entre la sociedad y los tomadores de decisiones.
<b>11</b>	<b>E16)</b>	Propuesta de arreglos institucionales mejorados para la gestión integral de recursos humanos y gestión de conflictos.

12	<b>E9)</b>	Incrementar y eficientar el porcentaje de inversión para el sistema "IDRTH" del PIB (Establecer mecanismos en el propio sector para fortalecer el sistema).
13	<b>E18)</b>	Aplicación de sistemas de soporte a las decisiones medición (BD, SIG, modelos de aguas superficiales y subterráneas, calidad del agua, gestión integral del agua).
14	<b>E4)</b>	Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje.
15	<b>E13)</b>	Reducción de la vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos extremos.
16	<b>E11)</b>	Formación de recursos humanos especializados en fenómenos extremos y capacitación a tomadores de decisiones.
17	<b>E19)</b>	Sistema de formación y certificación de recursos humanos en todos los ámbitos de la gestión integral de recursos humanos.
18	<b>E17)</b>	Elaboración de sistema de indicadores de gestión coherente que incluya dimensiones ambiental, económica y social.
19	<b>E14)</b>	Desarrollar un sistema de información climática considerando diversos requerimientos.
20	<b>E10)</b>	Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores (Se debe destinar un porcentaje para el sistema).

**Tabla 5.5. Líneas estratégicas jerarquizadas de la RPP**

En el siguiente capítulo se presenta el análisis de sensibilidad de los resultados y además las conclusiones de este trabajo.

# Capítulo 6

## ANÁLISIS DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se presenta el análisis de sensibilidad para los diferentes criterios propuestos y las conclusiones generales.

### 6.1. Análisis de sensibilidad y discusión de resultados

Por lo anterior expuesto en el capítulo 5 se realizó un análisis de sensibilidad para la jerarquización del método PROMETHEE.

En primer lugar se llevo a cabo la variación de los pesos otorgados a los criterios, como lo muestra la Tabla 6.1:

Criterio	%+
C1 Participación social	14.9%
C2 Sistemas de información y difusión	15.7%
C3 Marco legal y normativo	17.4%
C4 Investigación y desarrollo tecnológico	16.5%
C5 Capacitación y formación de recursos humanos	15.5%
C6 Tarifas	15.5%
C7 Financiamiento	17.5%
C8 Gestión del recurso hídrico	15.6%
C9 Transferencia tecnológica	14.8%
C10 Infraestructura	14.9%
C11 Inversión	15.9%
C12 Crecimiento demográfico	19.3%

**Tabla 6.1. Tabla de variación del peso de los criterios**

Al revisar los intervalos de estabilidad en Decision Lab que se muestran en la Figura 6.1, podemos apreciar que si va haber cambios en la jerarquización al cambiar los pesos en la ponderación de los criterios:

**Stability Intervals**

Stability Level: 20 first actions  AutoLevel

	Weight	Interval		% Weight	% Interval	
		Min	Max		Min	Max
<b>Participación social.</b>	5.0000	4.8889	5.5000	9.26%	9.07%	10.09%
Sistemas de información y difusión.	5.0000	4.8571	5.0370	9.26%	9.02%	9.32%
Marco legal y normativo.	4.0000	3.4118	4.1176	7.41%	6.39%	7.61%
Investigación y desarrollo tecnológico.	4.0000	3.8333	4.6190	7.41%	7.12%	8.46%
Capacitación y formación de recursos humanos.	5.0000	4.4667	5.1333	9.26%	8.35%	9.48%
Tarifas.	5.0000	4.1875	5.1250	9.26%	7.87%	9.47%
Financiamiento.	4.0000	3.8750	4.0625	7.41%	7.19%	7.51%
Gestión del recurso hídrico.	5.0000	4.7419	5.0645	9.26%	8.82%	9.37%
Transformación tecnológica.	5.0000	4.8750	5.5333	9.26%	9.05%	10.15%
Infraestructura.	5.0000	4.9615	5.5000	9.26%	9.19%	10.09%
Inversión.	4.0000	3.9474	5.0000	7.41%	7.32%	9.09%
Crecimiento demográfico.	3.0000	2.8750	3.0588	5.56%	5.34%	5.66%

**Figura 6.1. Intervalos de estabilidad**

Antes de llevar a cabo las influencias sobre los pesos en las evaluaciones podemos observar en la Figura 6.2 el porcentaje de los pesos de cada uno de los criterios al igual que la jerarquización de las estrategias de la RPP que va de la mejor estrategia a seguir a la peor:

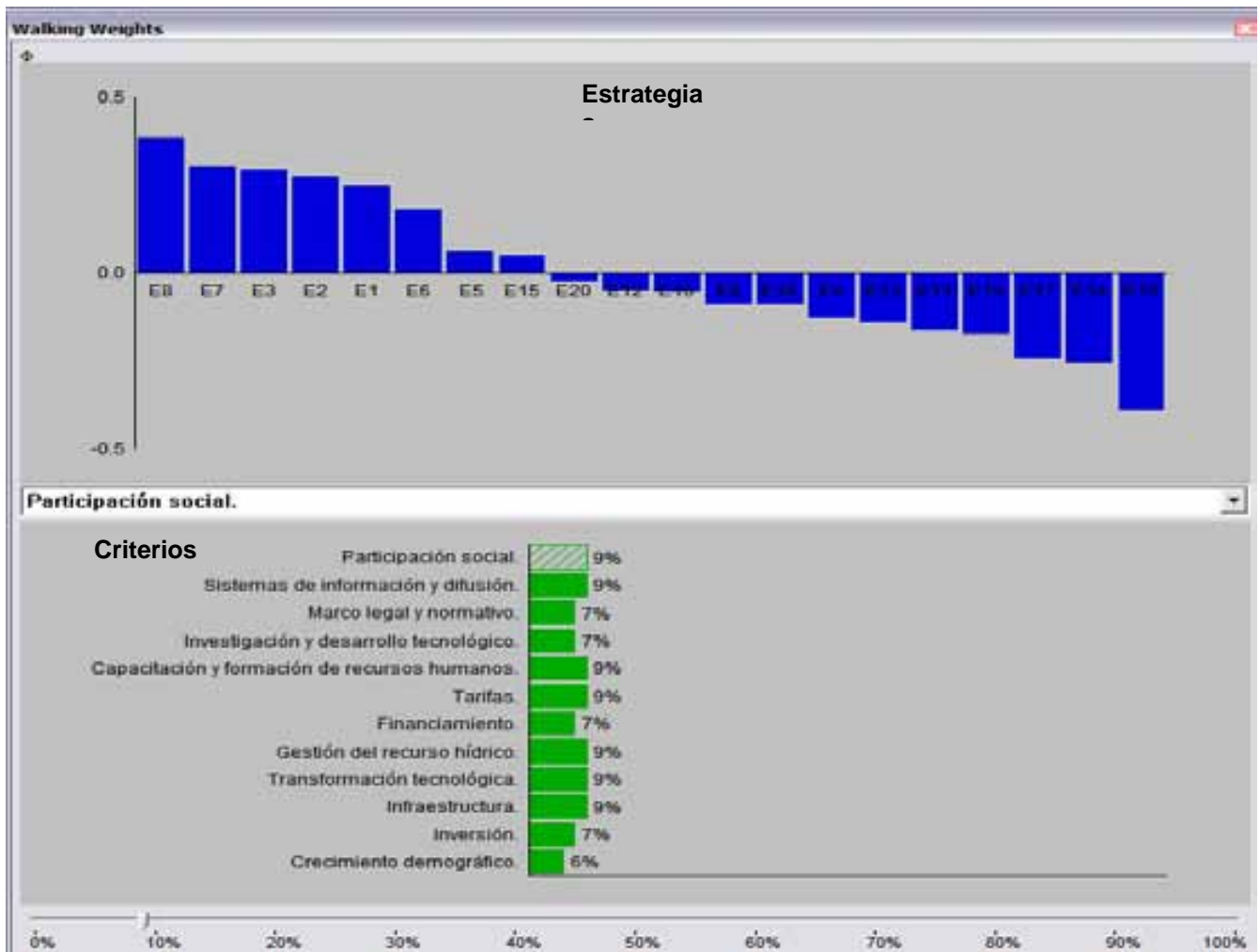
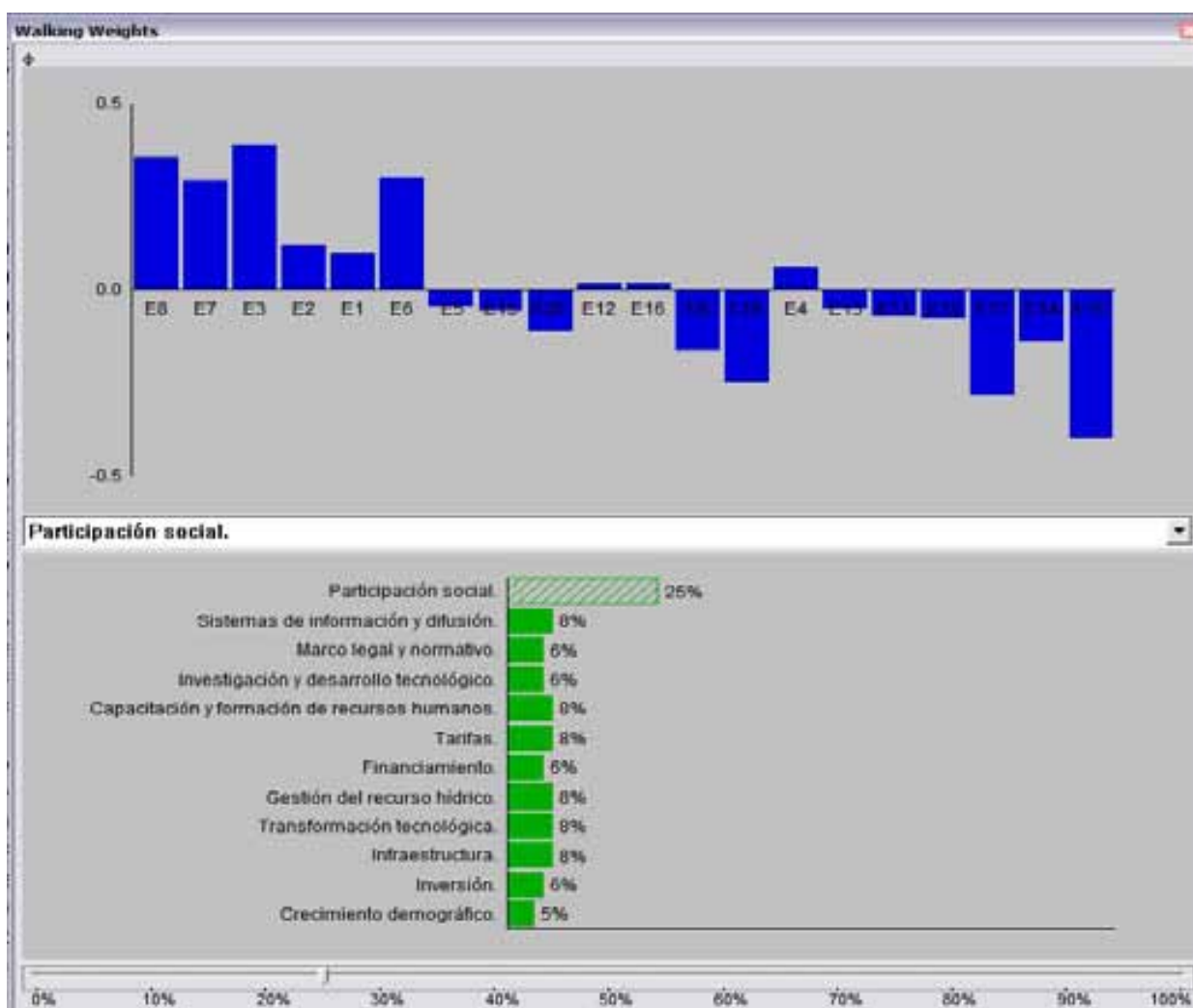


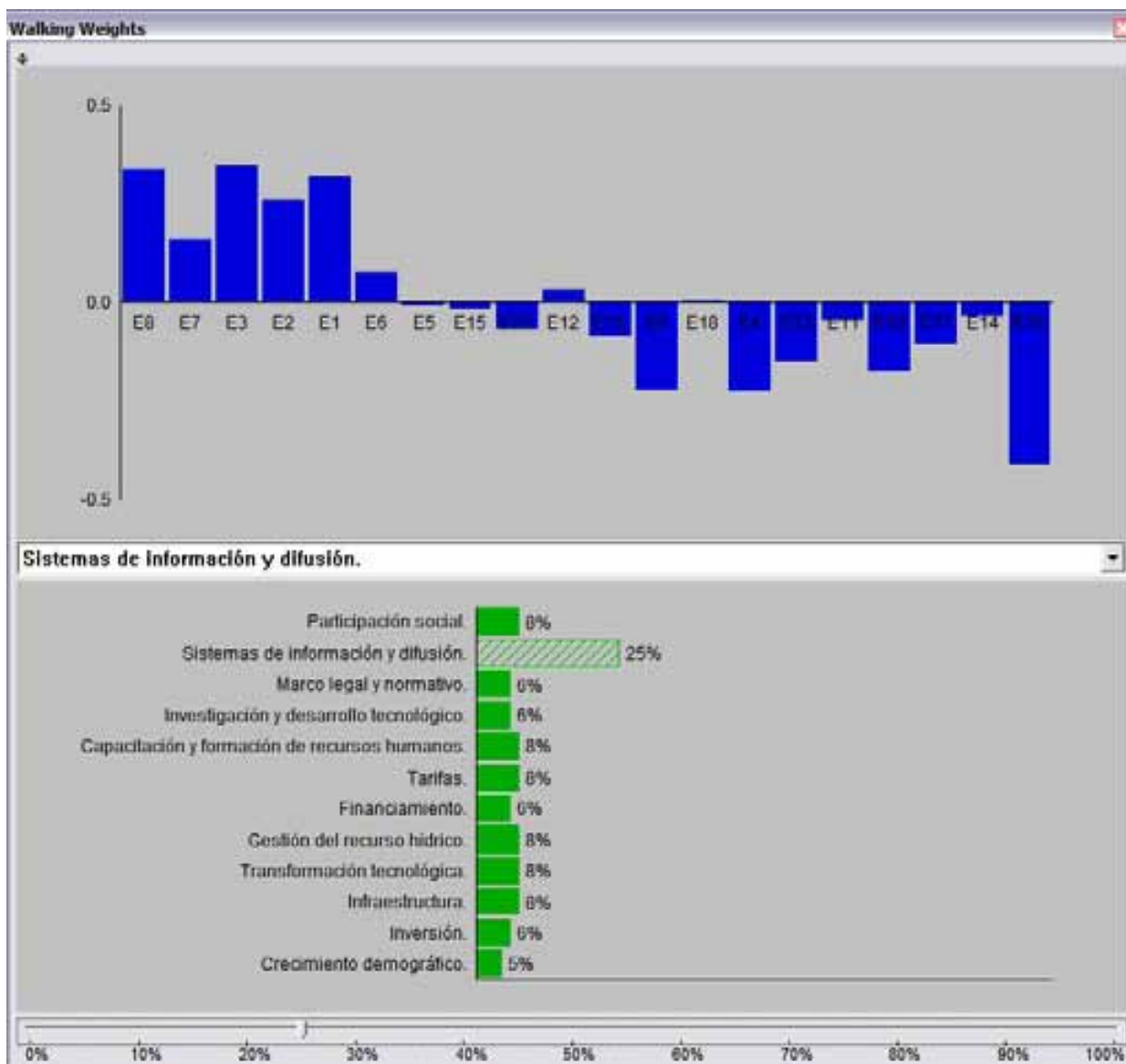
Figura 6.2. Estrategias y Pesos de los criterios sin modificar

La influencia en las evaluaciones fueron las siguientes:



**Figura 6.3. Análisis de sensibilidad modificando el criterio participación social**

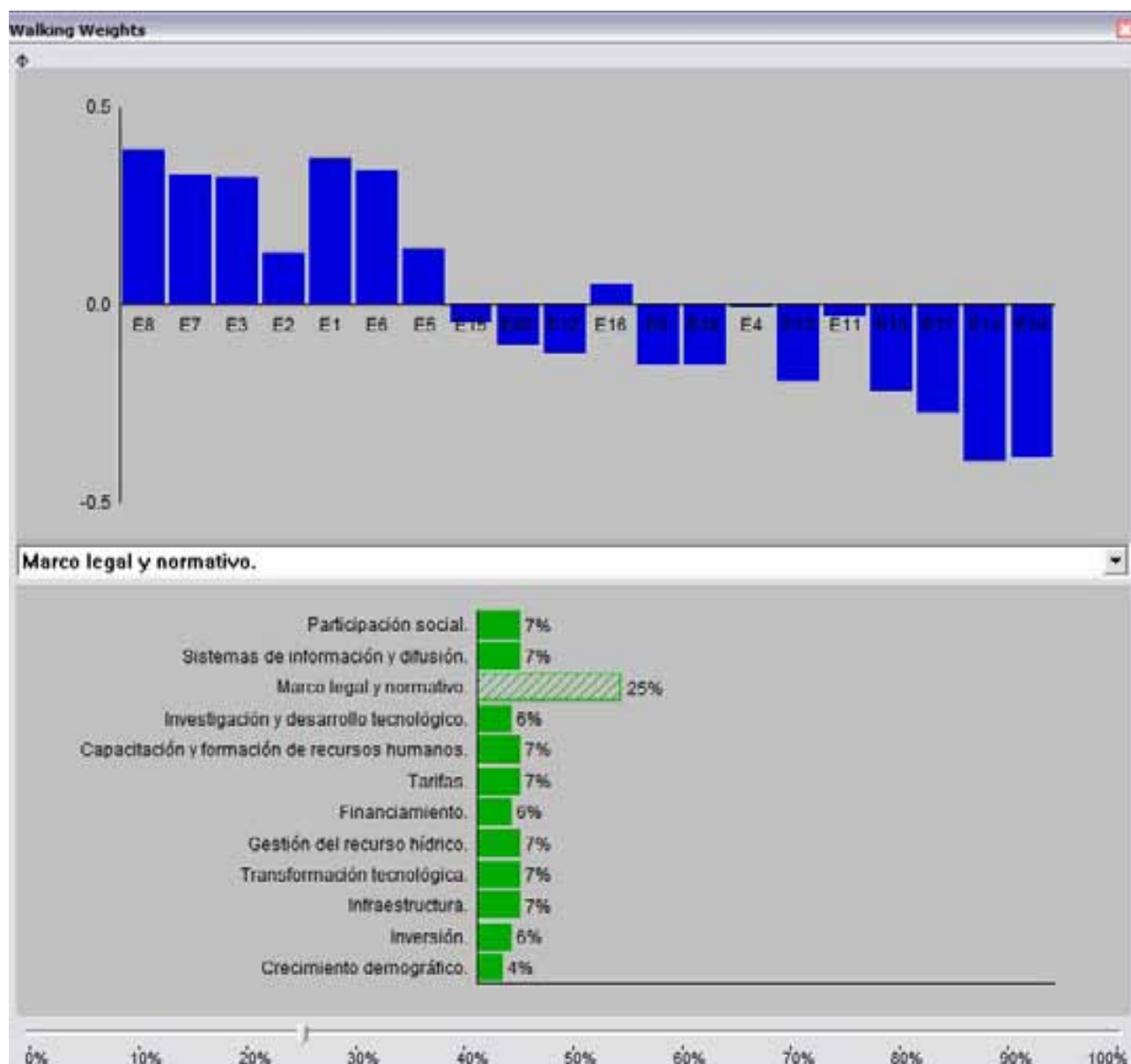
De la Figura 6.3 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original seis lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio de la participación a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E3<sup>1</sup>, E8<sup>2</sup>, E6<sup>3</sup>, E7<sup>4</sup>, E2<sup>5</sup>, E1<sup>6</sup>. Se puede apreciar que la decisión se inclina fuertemente hacia las primeras estrategias, donde se puede observar que se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH.



**Figura 6.4. Análisis de sensibilidad modificando el criterio sistemas de información y difusión.**

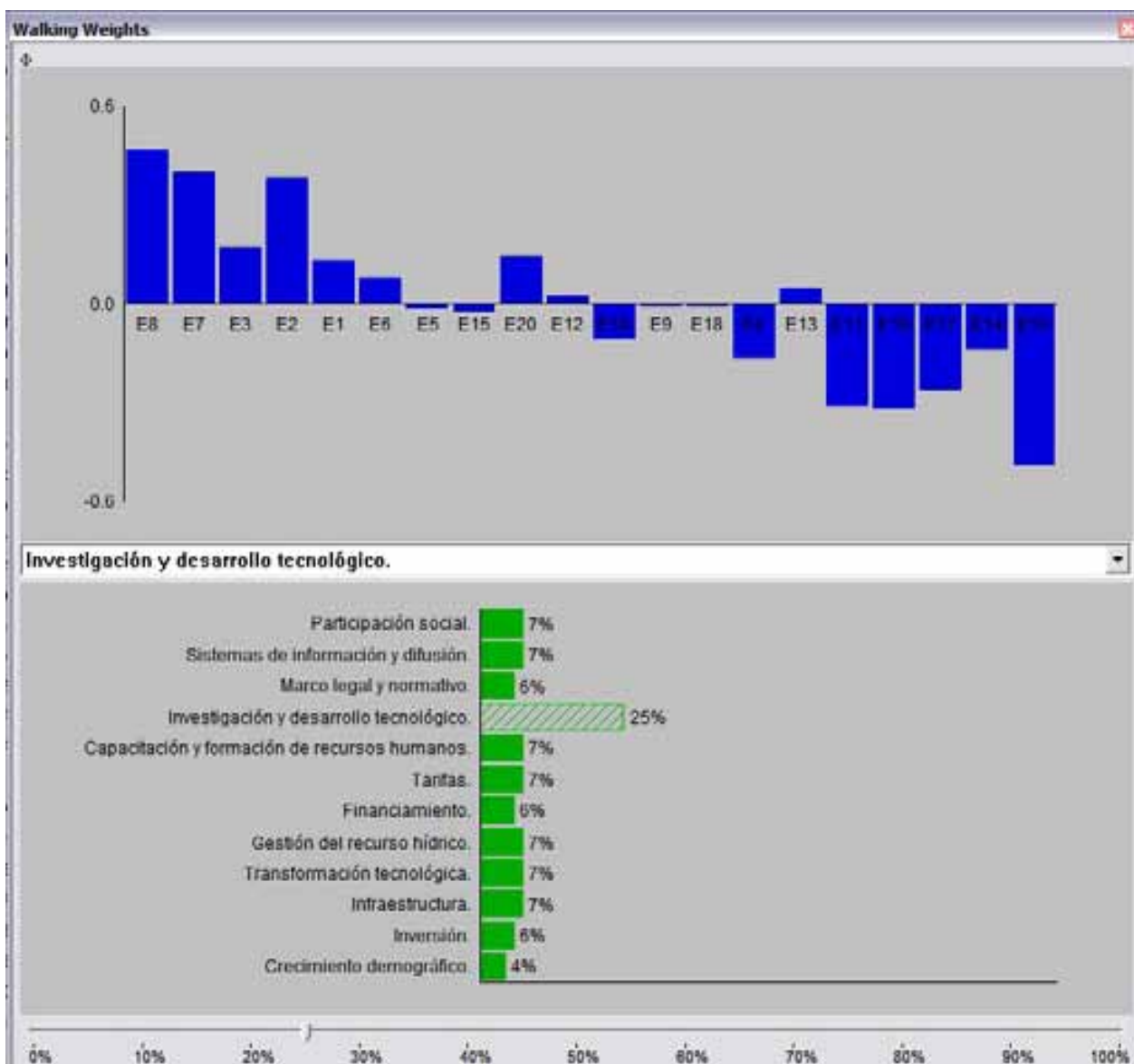
De la Figura 6.4 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original siete lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio de los sistemas de información y difusión a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E3<sup>1</sup>, E8<sup>2</sup>, E1<sup>3</sup>, E2<sup>4</sup>, E7<sup>5</sup>, E6<sup>6</sup>, E12<sup>7</sup>. Se puede apreciar que la decisión se inclina fuertemente hacia las primeras estrategias, donde se puede observar que se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.





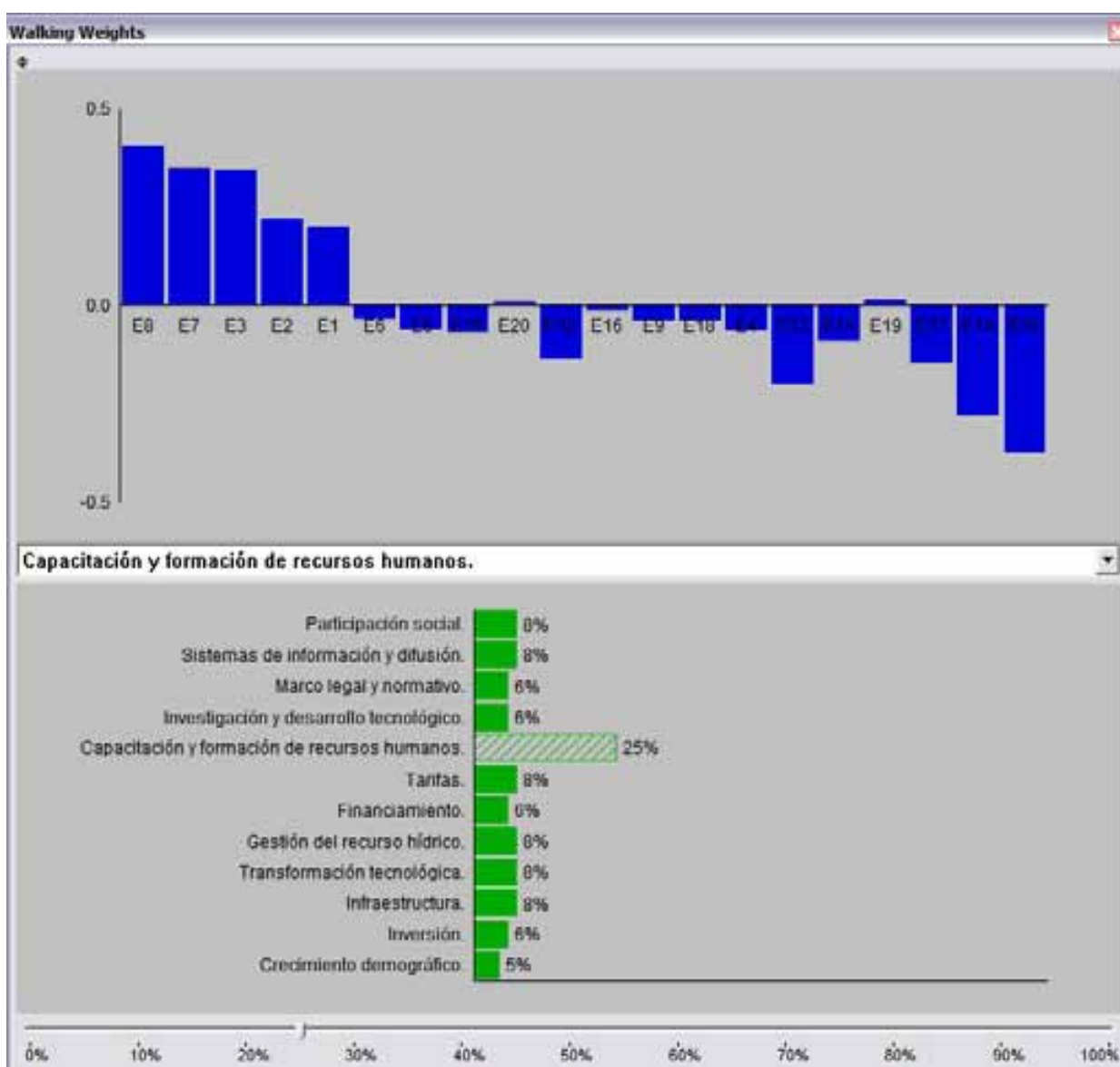
**Figura 6.5. Análisis de sensibilidad modificando el criterio marco legal y normativo.**

De la Figura 6.5 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original siete lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio de marco legal y normativo a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E8<sup>1</sup>, E1<sup>2</sup>, E6<sup>3</sup>, E7<sup>4</sup>, E3<sup>5</sup>, E5<sup>6</sup>, E2<sup>6</sup>. Se puede apreciar que la decisión se inclina fuertemente hacia las primeras estrategias, donde se puede observar que se orientan al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento directo de la IDTyFRH.



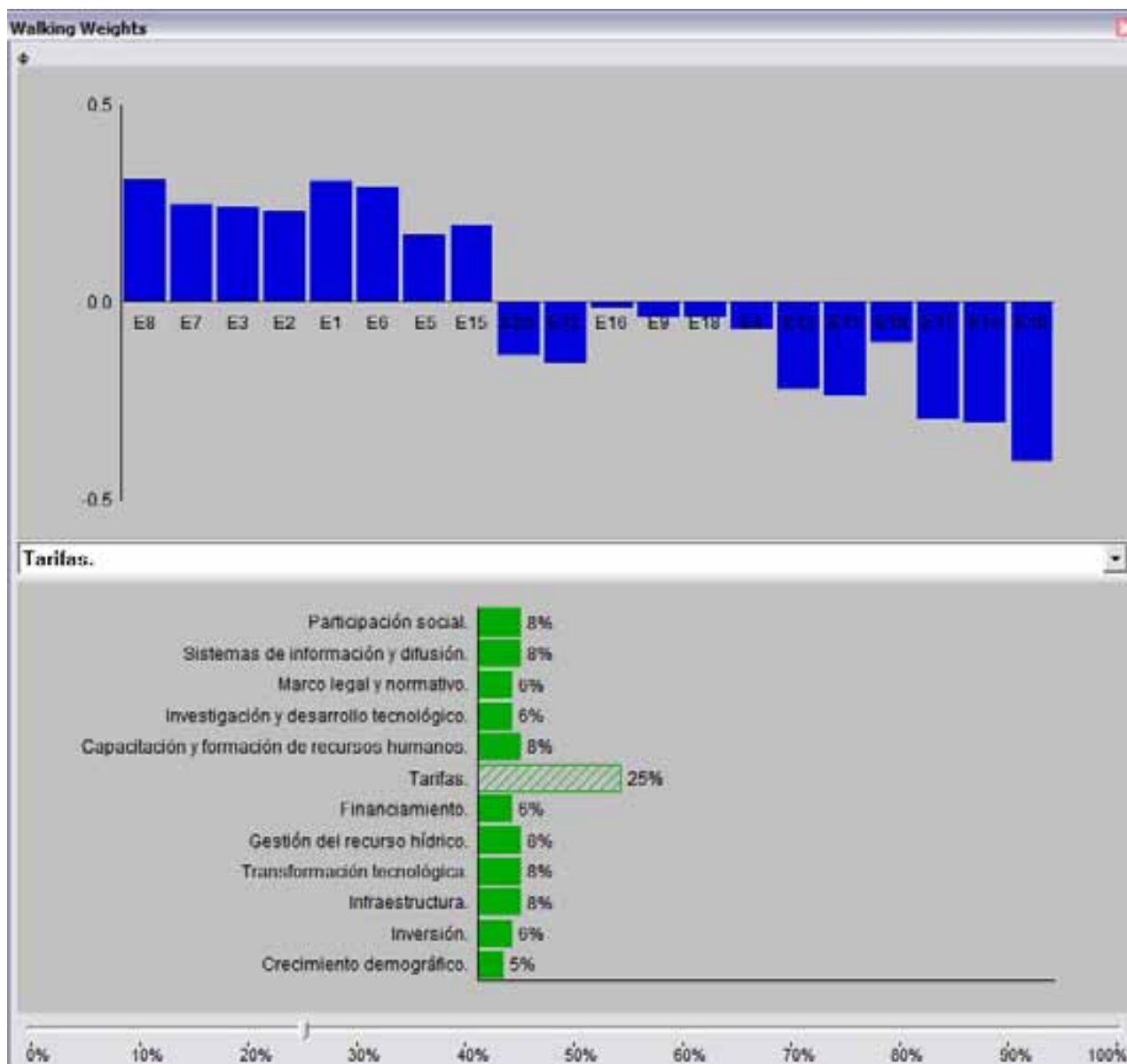
**Figura 6.6. Análisis de sensibilidad modificando el criterio investigación y desarrollo tecnológico.**

De la Figura 6.6 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original siete lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio de investigación y desarrollo tecnológico a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E8<sup>1</sup>, E7<sup>2</sup>, E2<sup>3</sup>, E3<sup>4</sup>, E20<sup>5</sup>, E1<sup>6</sup>, E6<sup>7</sup>. Se puede apreciar que la decisión se inclina fuertemente hacia las primeras estrategias, donde se puede observar que se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.



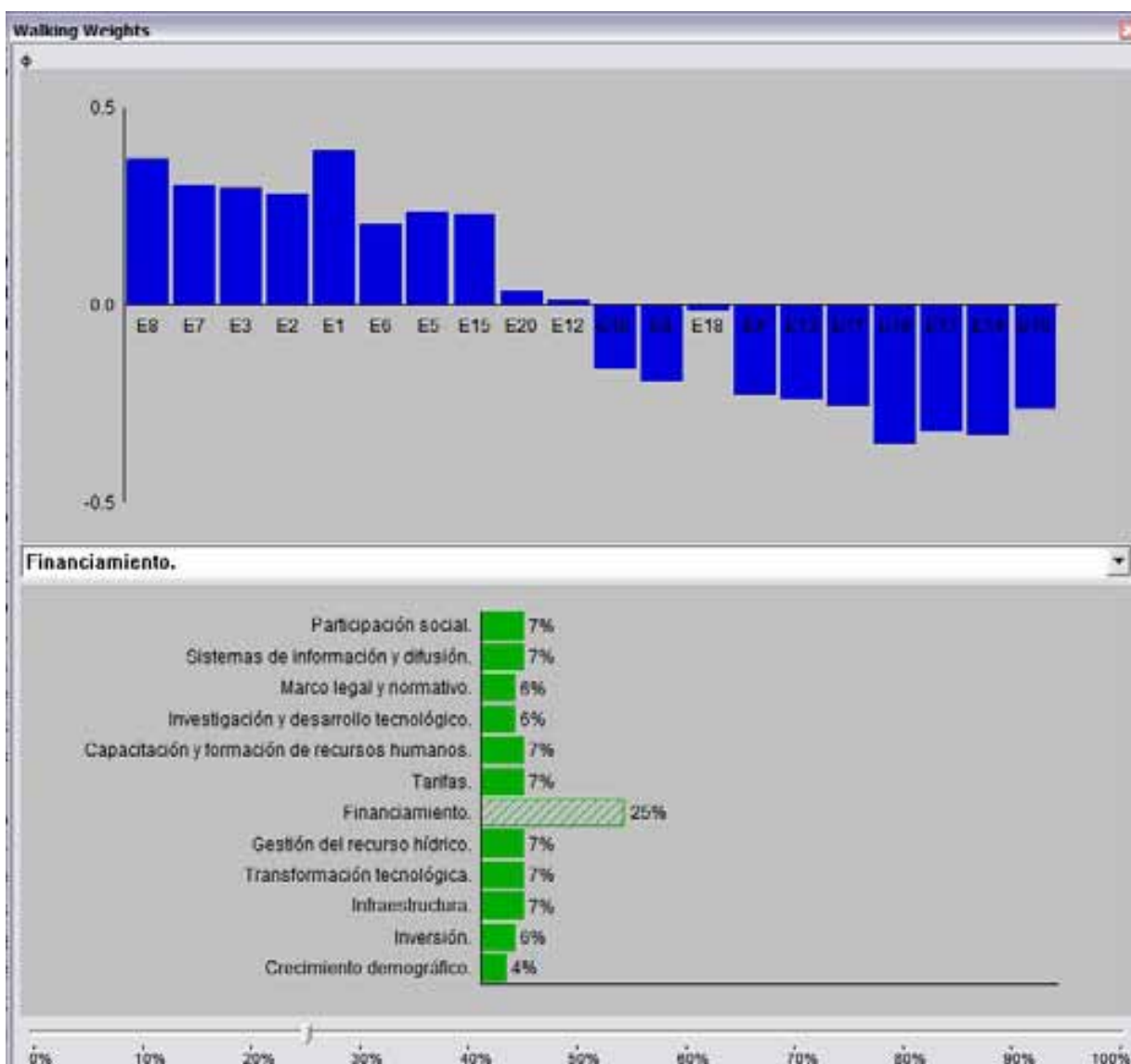
**Figura 6.7. Análisis de sensibilidad modificando el criterio capacitación y formación de recursos humanos.**

De la Figura 6.7 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original cinco lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio capacitación y formación de recursos humanos a un 25%, quedando el mismo orden de jerarquización como sigue: E8<sup>1</sup>, E7<sup>2</sup>, E3<sup>3</sup>, E2<sup>4</sup>, E1<sup>4</sup>. Se puede apreciar que la decisión se inclina fuertemente hacia las primeras estrategias, donde se puede observar que se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH y al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE.



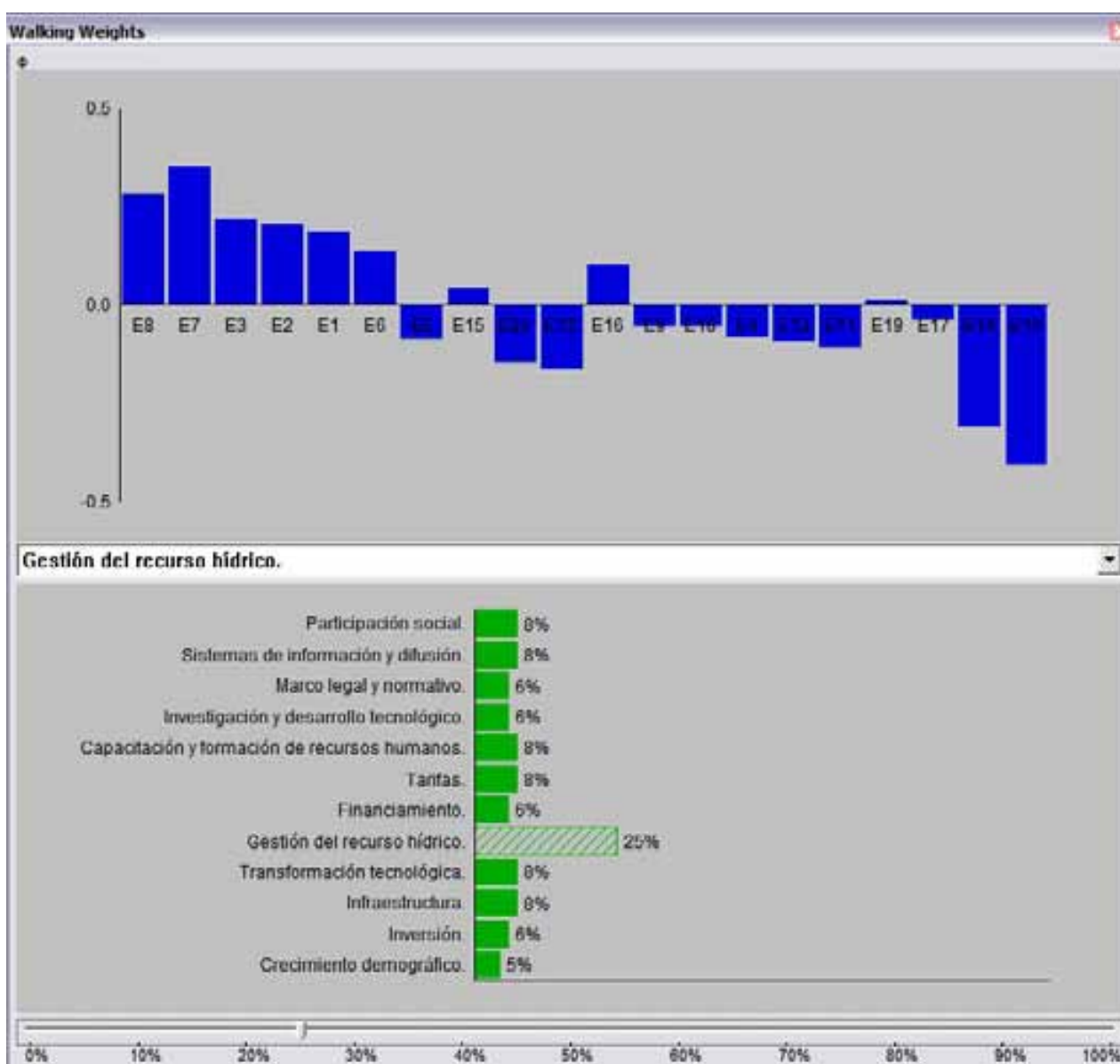
**Figura 6.8. Análisis de sensibilidad modificando el criterio tarifas.**

De la Figura 6.8 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original ocho lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio tarifas a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E8<sup>1</sup>, E1<sup>2</sup>, E6<sup>3</sup>, E7<sup>4</sup>, E3<sup>5</sup>, E2<sup>6</sup>, E15<sup>7</sup>, E5<sup>8</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH y al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE.



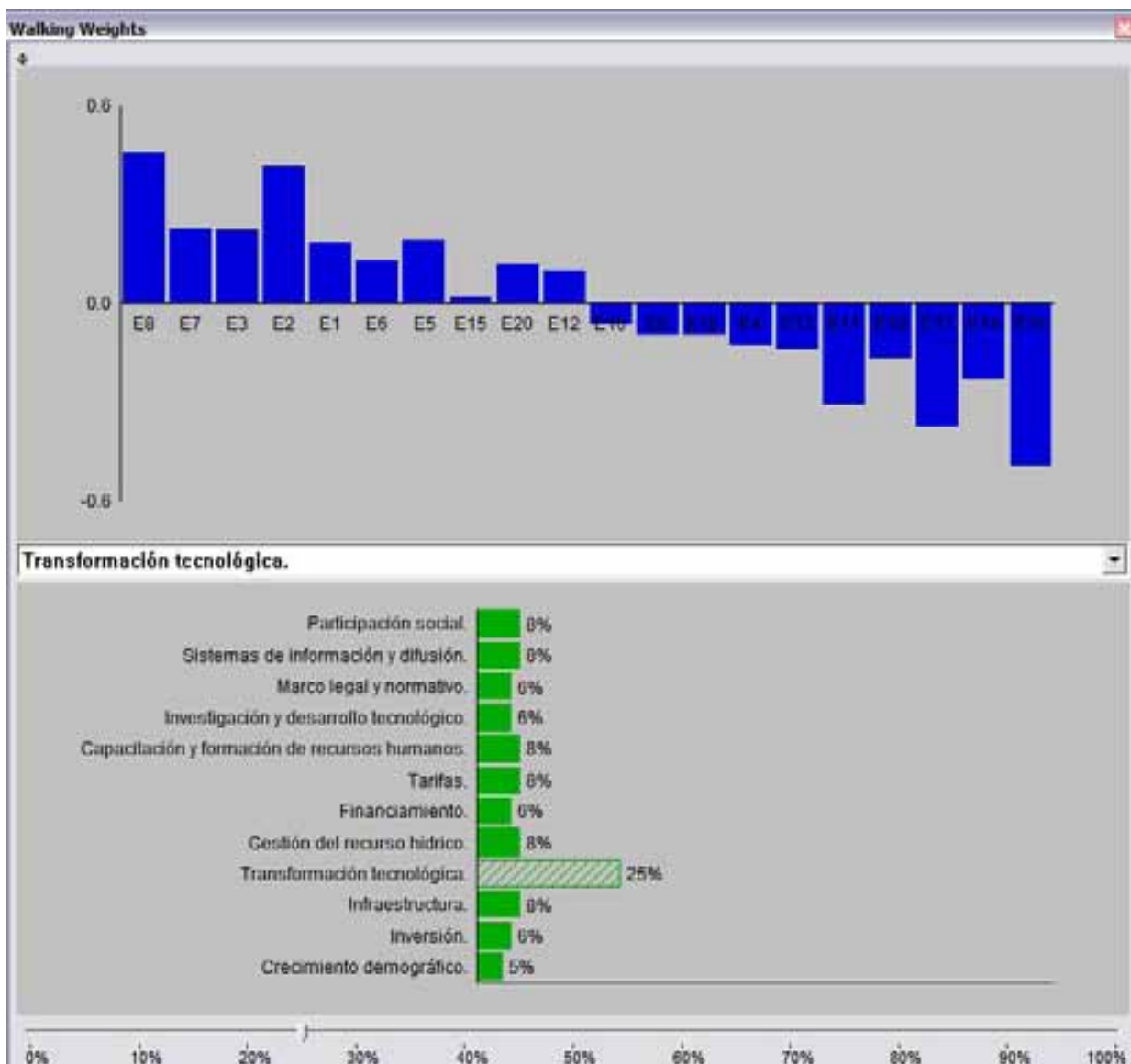
**Figura 6.9. Análisis de sensibilidad modificando el criterio financiamiento.**

De la Figura 6.9 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original estas siguen siendo las principales al cambiar el peso relativo del criterio financiamiento a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E1<sup>1</sup>, E8<sup>2</sup>, E7<sup>3</sup>, E3<sup>4</sup>, E2<sup>5</sup>, E5<sup>6</sup>, E15<sup>7</sup>, E6<sup>8</sup>, E20<sup>9</sup>, E12<sup>10</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.



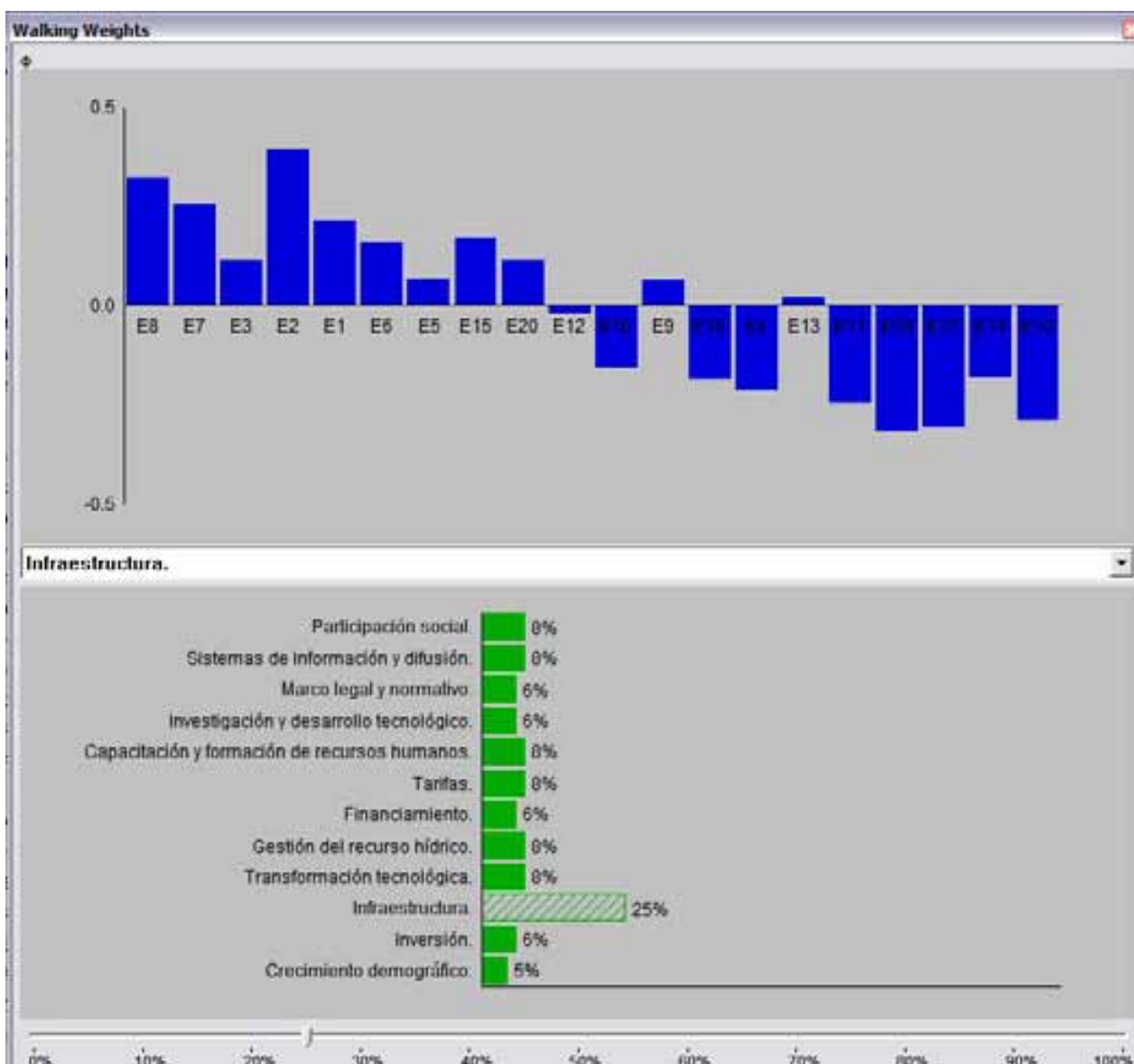
**Figura 5.10. Análisis de sensibilidad modificando el criterio gestión del recurso hídrico.**

De la Figura 6.10 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original seis lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio gestión del recurso hídrico a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E7<sup>1</sup>, E8<sup>2</sup>, E3<sup>3</sup>, E2<sup>4</sup>, E1<sup>5</sup>, E6<sup>6</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH y al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE.



**Figura 6.11. Análisis de sensibilidad modificando el criterio transformación tecnológica.**

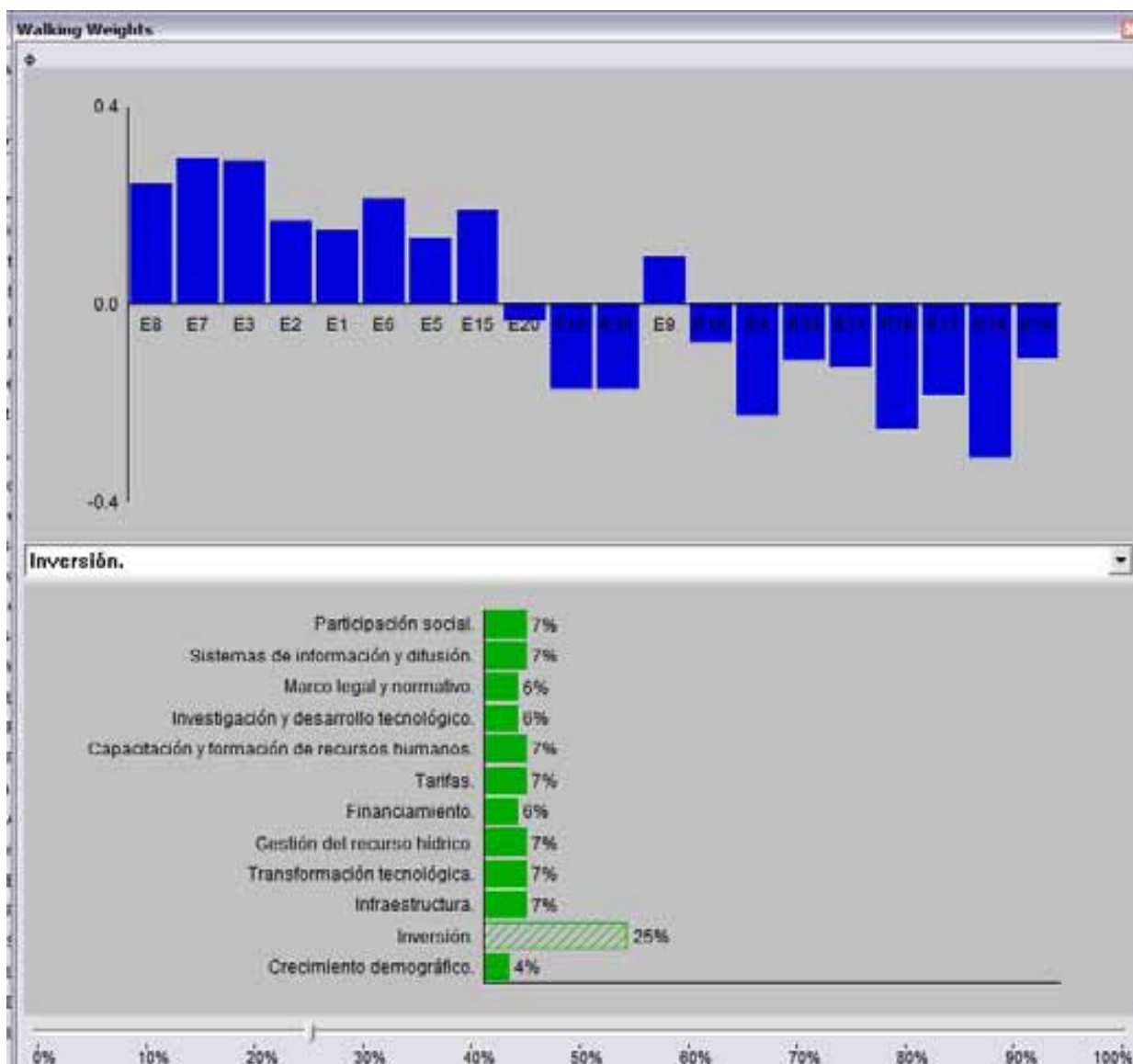
De la Figura 6.11 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original estas siguen siendo las principales al cambiar el peso relativo del criterio transformación tecnológica a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E8<sup>1</sup>, E2<sup>2</sup>, E7<sup>3</sup>, E3<sup>4</sup>, E5<sup>5</sup>, E1<sup>6</sup>, E6<sup>7</sup>, E20<sup>8</sup>, E12<sup>9</sup>, E15<sup>10</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.



**Figura 6.12. Análisis de sensibilidad modificando el criterio infraestructura.**

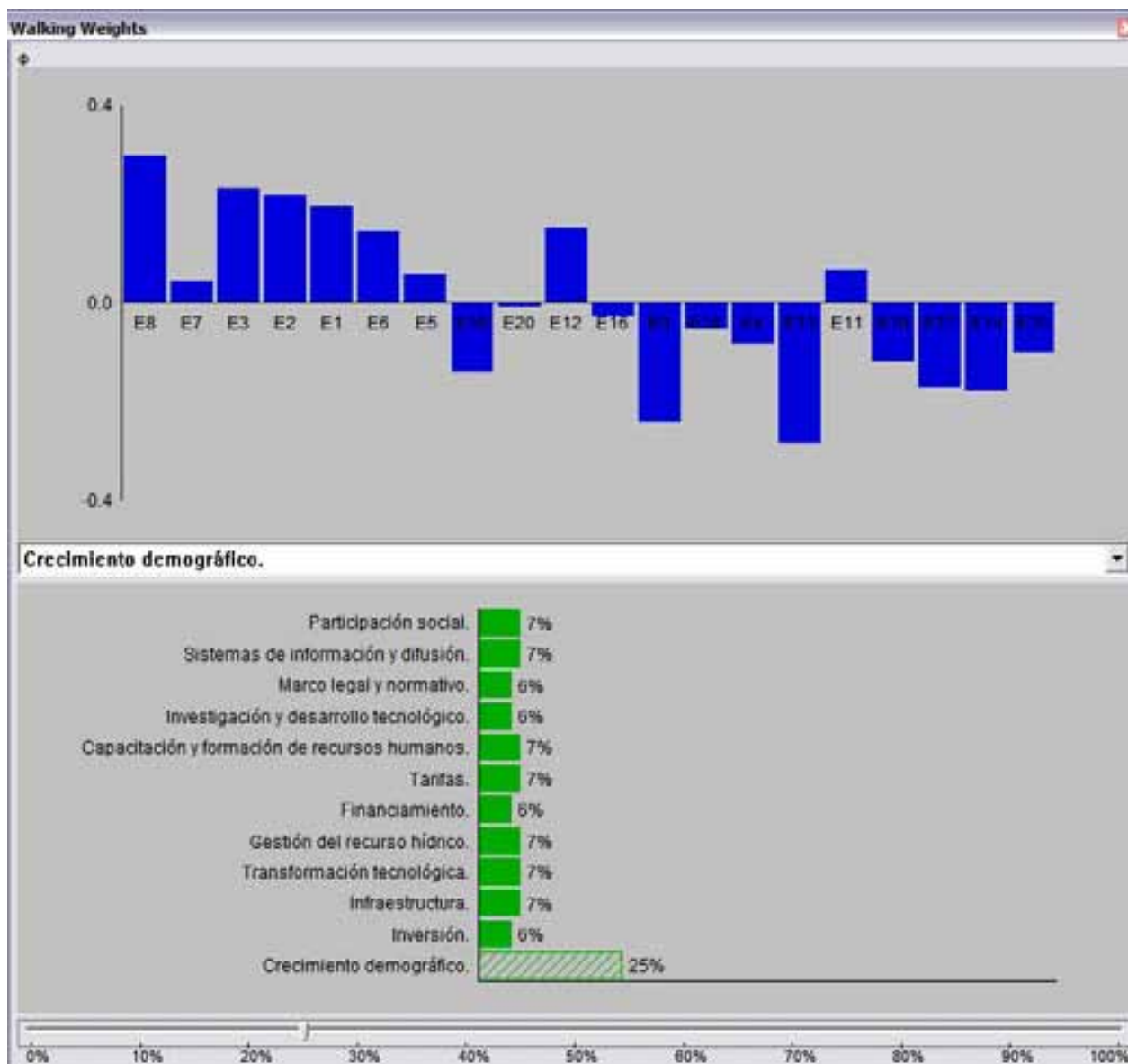
De la Figura 6.12 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original nueve lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio infraestructura a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E2<sup>1</sup>, E8<sup>2</sup>, E7<sup>3</sup>, E1<sup>4</sup>, E15<sup>5</sup>, E6<sup>6</sup>, E20<sup>7</sup>, E3<sup>8</sup>, E5<sup>9</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.





**Figura 6.13. Análisis de sensibilidad modificando el criterio inversión.**

De la Figura 6.13 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original ocho lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio inversión a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E7<sup>1</sup>, E3<sup>2</sup>, E8<sup>3</sup>, E6<sup>4</sup>, E15<sup>5</sup>, E2<sup>6</sup>, E1<sup>7</sup>, E5<sup>8</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH y al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE.



**Figura 6.14. Análisis de sensibilidad modificando el criterio crecimiento demográfico.**

De la Figura 6.14 podemos decir que de las 10 mejores alternativas en la jerarquización original seis lo siguen siendo al cambiar el peso relativo del criterio crecimiento demográfico a un 25%, aunque cambió el orden de jerarquización, quedando como sigue: E8<sup>1</sup>, E3<sup>2</sup>, E2<sup>3</sup>, E1<sup>4</sup>, E12<sup>5</sup>, E6<sup>6</sup>. Se puede apreciar que estas estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.

Del análisis de sensibilidad, podemos concluir que la decisión fluctúa entre las estrategias mostradas en la siguiente tabla:

Peso de criterio (%)	Ordenamiento de las primeras 5 estrategias	Descripción del cambio en la alternativa
Mejor alternativa	E8, E7, E3, E2, E1	Las primeras cinco estrategias que son las principales, dentro de estas, las primeras cuatro se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH y la última se orienta al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C1 Participación social (25%)	E3, E8, E6, E7, E2	La primera, segunda, cuarta y quinta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la tercera se orienta al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C2 Sistemas de información y difusión (25%)	E3, E8, E1, E2, E7	La primera, segunda, cuarta y quinta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la tercera se orienta al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C3 Marco legal y normativo (25%)	E8, E1, E6, E7, E3	La primera, cuarta y quinta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la segunda y tercera se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C4 Investigación y desarrollo tecnológico (25%)	E8, E7, E2, E3, E20	La primera, segunda, tercera y cuarta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la quinta se orienta al fortalecimiento de la búsqueda de fuentes de financiamiento.
C5 Capacitación y formación de recursos humanos (25%)	E8, E7, E3, E2, E1	La primera, segunda, tercera y cuarta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la quinta se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.

C6 Tarifas (25%)	E8, E1, E6, E7, E3	La primera, cuarta y quinta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la segunda y tercera se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C7 Financiamiento (25%)	E1, E8, E7, E3, E2	La primera estrategia se orienta al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector, mientras la segunda, tercera, cuarta y quinta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH,
C8 Gestión del recurso hídrico (25%)	E7, E8, E3, E2, E1	La primera, segunda, tercera y cuarta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la quinta se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C9 Transferencia tecnológica (25%)	E8, E2, E7, E3, E5	La primera, segunda, tercera y cuarta estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la quinta se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C10 Infraestructura (25%)	E2, E8, E7, E1, E15	La primera, segunda, y tercera estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la cuarta y quinta se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C11 Inversión (25%)	E7, E3, E8, E6, E15	La primera, segunda, y tercera estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, mientras la cuarta y quinta se orientan al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector.
C12 Crecimiento demográfico (25%)	E8, E3, E2, E1, E12	La primera, segunda, y tercera estrategias se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, la cuarta se orienta al fortalecimiento del marco legal y al manejo integral del sector y la quinta estrategia se orienta a la búsqueda de fuentes de financiamiento.

**Tabla 6.2. Resumen del análisis de sensibilidad**

De la Tabla 6.2, podemos observar que para cada criterio modificado al 25% se presenta un orden de jerarquización de las diferentes estrategias del sector hídrico. Si estudiamos el orden que presentan las estrategias en cada uno de los criterios podemos explicar lo siguiente:

Si observamos la primera estrategia que gana en cada uno de los criterios de la Tabla 6.2 sale favorecida la estrategia E8 en la mayoría de las veces exactamente en 6 ocasiones, posteriormente se favorece la E3 empatada con la E7 principalmente con 2 ocasiones y finalmente la E1 empatada con la E2 fundamentalmente con 2 ocasiones esto se puede observar de mejor manera en la Tabla 6.3.

Estrategia	Criterios	Total de los criterios
E8	C3, C4, C5, C6, C9, C12	6
E3	C1, C2	2
E7	C8, C11	2
E1	C7	1
E2	C10	1

**Tabla 6.3. Explicación para la primera estrategia de cada criterio**

De lo anterior podemos explicar que la estrategia E8 es la mejor opción a realizar, mientras que del resto de las estrategias (E3, E7, E1, E2) no podemos declarar nada hasta este momento.

Si observamos la segunda estrategia en cada uno de los criterios de la Tabla 6.2 sale favorecida la estrategia E8 en la mayoría de las veces exactamente en 5 ocasiones, posteriormente se favorece la E3 empatada con la E1 y la E7 principalmente con 2 ocasiones y finalmente la E2 fundamentalmente con 1 ocasión esto se puede observar de mejor manera en la Tabla 6.4.

Estrategia	Criterios	Total de los criterios	Suma total de los criterios de la Tabla 6.3 y 6.4
E8	C1, C2, C7, C8, C10	5	11
E3	C11, C12	2	4
E1	C3, C6	2	4
E7	C4, C5	2	3
E2	C9	1	2

**Tabla 6.4. Explicación para la segunda estrategia de cada criterio**

De lo anterior podemos reafirmar que la estrategia E8 es la mejor opción a realizar por lo que se dejara de seguir comparando y sumando en las siguientes opciones, mientras que del resto de las estrategias (E3, E7, E1, E2) no podemos declarar nada hasta este momento.

Si observamos la tercera estrategia en cada uno de los criterios de la Tabla 6.2 salen favorecidas las estrategias E7, E6 en 3 ocasiones, posteriormente se favorece la E2 empatada con la E3 principalmente con 2 ocasiones y finalmente la E8 fundamentalmente con 1 ocasión esto se puede observar de mejor manera en la Tabla 6.5.

Estrategia	Criterios	Total de los criterios	Suma total de los criterios de la Tabla 6.3, 6.4 y 6.5
E7	C7, C9, C10	3	7
E6	C1, C3, C6	3	3
E3	C5, C8	2	6
E2	C4, C12	2	4
E1	C2	1	4
<b>E8</b>	C11	1	

**Tabla 6.5. Explicación para la tercera estrategia de cada criterio**

De lo anterior podemos afirmar que la estrategia E7 es la segunda mejor opción a realizar, también podemos decir que la E3 es la tercera

mejor opción a realizar por lo que estas se dejaron de comparar y sumar en las siguientes opciones, mientras que del resto de las estrategias (E6, E1, E2) no podemos declarar nada hasta este momento.

Si observamos la cuarta estrategia en cada uno de los criterios de la Tabla 6.2 salen favorecidas las estrategias E7, E2 y E3 en 3 ocasiones, posteriormente se favorece la E1 principalmente con 2 ocasiones y finalmente la E6 fundamentalmente con 1 ocasión esto se puede observar de mejor manera en la Tabla 6.6.

Estrategia	Criterios	Total de los criterios	Suma total de los criterios de la Tabla 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6
E7	C1, C3, C6	3	
E2	C2, C5, C8	3	7
E3	C4, C7, C9	3	
E1	C10, C12	2	6
E6	C11	1	4

**Tabla 6.6. Explicación para la cuarta estrategia de cada criterio**

De lo anterior podemos afirmar que la estrategia E2 es la cuarta mejor opción a realizar, también podemos decir que la E1 es la quinta mejor opción a realizar y la E6 es la sexta mejor opción a realizar por lo que estas se dejaron de compararse y sumarse en las siguientes opciones.

Si observamos la quinta estrategia en cada uno de los criterios de la Tabla 6.2 salen favorecidas las estrategias E2, E3, E1 y E15 en 2 ocasiones, posteriormente se favorece la E7, E20, E5 y E12 principalmente con 1 ocasión esto se puede observar de mejor manera en la Tabla 6.7.

Estrategia	Criterios	Total de los criterios	Suma total de los criterios de la Tabla 6.7.
E2	C1, C7	2	
E3	C3, C6	2	
E1	C5, C8	2	
E15	C10, C11	2	2
E7	C2	1	
E20	C4	1	1
E5	C9	1	1
E12	C12	1	1

**Tabla 6.7. Explicación para la quinta estrategia de cada criterio**

De la Tabla 6.7 podemos deducir que ninguna de las estrategias (E15, E20, E5 y E12) es mejor que otra hasta este momento.

Podemos afirmar que la tendencia continuará de la misma manera por lo que la estrategia E5 será la sexta mejor opción a realizar, posteriormente la estrategia E15 será la octava mejor opción a realizar, subsiguientemente la estrategia E20 será la novena mejor opción a realizar y finalmente la estrategia E12 será la décima mejor opción a realizar.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y una vez realizados los análisis de sensibilidad pertinentes, podemos concluir que se ha llegado a una jerarquización sólida para las 10 primeras estrategias jerarquizadas de la RPP, que se muestran en la Tabla 5.5 del Capítulo 5.



## 6.2. Conclusiones

- A. Se puede concluir que a través del método PROMETHEE se pudieron modelar los procesos de decisión y con esto se obtuvo una mejor comprensión de las vinculaciones entre las estrategias y los objetivos del sector.
- B. Tanto el método PROMETHEE como el software Decision Lab 2000, al utilizarlos como herramienta para la jerarquización de las estrategias de la RPP, ayudaron a alcanzar el objetivo.
- C. Tanto el método PROMETHEE como el software Decision Lab 2000 también pueden ser utilizados para:
- ✓ Asesoría financiera (selección de acciones)
  - ✓ Planificación estratégica (priorización de proyectos)
  - ✓ La banca (evaluación de crédito), etc.
- D. El software Decision Lab 2000 es una herramienta muy fácil y sencilla de utilizar, ya que los datos que requiere se pueden introducir de una manera rápida; su presentación gráfica es muy útil para la interpretación de los resultados, cuenta con herramientas de comparación, lo que facilita hacer pruebas de sensibilidad y además se puede manejar como un programa desde Windows XP y Vista.
- E. El número de criterios que se utilizaron para la jerarquización fueron los necesarios, ya que con estos se logró abarcar el estudio del sector hídrico en materia de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos.
- F. Las líneas estratégicas de la Agenda que presenta el PNH 2007 – 2012 son más ambiguas si las comparamos con las generadas en la RPP, las derivadas de la reunión son más precisas.

- G. Las líneas estratégicas de la RPP y las del PNH en materia de IDTyFRH consideran prácticamente las mismas áreas temáticas: Riego y Drenaje, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Agua y Medio Ambiente, Fenómenos Extremos, Cambio Climático que son las que normalmente se consideran para el estudio del sistema hídrico.
- H. Además, de manera similar tocan temas que podríamos llamar transversales como: Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos, Financiamiento, Participación Social, Normatividad y Legislación, Gestión Integrada del Recurso Hídrico.
- I. El PNH sí identifica el problema financiero y sugiere incrementar la inversión en ciencia y tecnología al 1 % del PIB y en particular destinar el 1% del PNH. Ahora es importante que de manera explícita se ofrezca una jerarquización de las líneas que integran la Agenda del PNH y su correspondiente aplicación al corto y mediano plazos.
- J. Las diez líneas más importantes de la RPP se muestran en la Tabla 5.10 y además fueron éstas a las que se les aplicó el análisis de sensibilidad.
- K. De las 51 líneas propuestas por el PNH 2007–2012 en materia de IDTyFRH, las 10 con mayor prioridad que debería atender al corto plazo de acuerdo a lo obtenido en la jerarquización con las de la RPP son:
1. Impulso de la investigación sobre la gobernabilidad del agua en los ámbitos nacional y regional.
  2. Formación de recursos humanos especializados en el tema de cambio climático en el sector hidráulico.
  3. Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas para el abastecimiento, almacenamiento, potabilización, aprovechamiento, tratamiento integral del agua en zonas marginadas y adaptación de tecnologías de agricultura controlada y de precisión.
  4. Fortalecimiento y ampliación de los programas de especialidad y posgrado en ciencias y tecnologías del agua.
  5. Evaluación y desarrollo de mecanismos para fortalecer la operación de los consejos consultivos del agua.

6. Desarrollo de estudios legislativos para el seguimiento y actualización permanente del marco jurídico.
  7. Diseño de reformas a las leyes que hagan accesible a los usuarios su cumplimiento, impulsen la descentralización regional y el fortalecimiento por cuencas.
  8. Diseño de un registro público de derechos del agua que proporcione información confiable sobre las condiciones en tiempo real, de los aprovechamientos.
  9. Diseño de mecanismos económicos y de esquemas financieros a partir de los conceptos de valor y precio del agua, con el correspondiente desarrollo de los instrumentos jurídicos para hacer obligatoria su aplicación.
  10. Diseño de esquemas novedosos de financiamiento.
- L. Tanto con las diez primeras líneas estratégicas obtenidas de la RPP, como con las diez propuestas anteriormente para el PNH, se puede concluir que: las primeras cuatro estrategias las más importantes, se orientan al fortalecimiento directo de la IDTyFRH, las siguientes cuatro en importancia se asocian al fortalecimiento del marco legal y manejo integral del sector, la GIRHE y finalmente, el siguiente grupo en importancia es el que se refiere al financiamiento.

Si bien, es vital el financiamiento para la realización de la IDTyFRH, los expertos ven más importante fortalecer el sistema de IDTyFRH por dentro y luego los aspectos externos que lo impactan. Esta conclusión es consistente con la respuesta a una pregunta que se les planteó a los expertos en la RPP: si en este momento, por instrucciones se duplicara o triplicara el presupuesto asignado al sector y en particular a la IDTyFRH ¿sabrían ustedes en qué ejercer esos recursos extraordinarios?. La respuesta unánime fue que no. Afortunadamente el PNH considera un aumento significativo para el sector y en particular para la IDTyFRH, lo que sigue es marcar prioridades.

## REFERENCIAS

---

- [1] IMTA (1999) “Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año 2020, y acciones tendientes para lograr el balance entre la oferta y la demanda del recurso a través del desarrollo tecnológico”. México.
  
- [2] Luzma Fabiola Nava (2006) “Cuando la gestión del agua se vuelve problemática: el caso de México”, La Chronique des Amériques, Montreal Canada.
  
- [3] Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2007) “Programa Nacional Hídrico 2007 – 2012”. SEMARNAT – CONAGUA.
  
- [4] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2006) “Reunión de Planeación Participativa para la Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos en el Sector Hídrico”. México.
  
- [5] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2007) “Agenda de la Investigación, Desarrollo Tecnológico y Formación de Recursos Humanos en el Sector Hídrico de México”, México.
  
- [6] Sevilla Juárez Edgar (2007) “Jerarquización de equipo de proceso para la aplicación de mantenimiento preventivo. Caso de estudio: circuito de carga de una hidrodeshulfuradora de naftas típica”. México.
  
- [7] Colín Miranda Israel (2007) “Evaluación de las alternativas de subcontratación de la actividad logística para vedia comercial”. México.
  
- [8] Brans, J.P., Mareschal, B. and Vincke, P.H. (1984) “PROMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis”. En J.P. Brans (ed.) Operational Research '84, North-Holland, pp. 477-490.

- [9] Canadian Company Visual Decision Inc. (2000) "Decision Lab 2000".
- [10] Sánchez, G. N. (2003) "Técnicas Heurísticas para la Planeación". Fundación ICA, México.
- [11] Mareschal Bertrand (2007) "Course of Multicriteria decision aid, PROMETHEE & GAIA methods, Decision Lab 2000 software". Facultad de Química, México.

# Anexo

## A1

### **A1.1. La reunión de planeación participativa (RPP)**

En 1960 Fred Emery y Eric Trist, científicos sociales del Instituto Tavistock de Inglaterra, diseñaron un método de planeación participativa al que llamaron Conferencia de Búsqueda. Este método fue probado por primera vez en la Bristol Siddeley Aircraft Engine Company y posteriormente se perfeccionó e impulsó en Canadá y Australia [10].

Desde entonces, el método se ha ido mejorando y adaptando a las condiciones culturales y circunstanciales de las organizaciones, manteniendo sus propósitos iniciales. La Reunión de Planeación Participativa se deriva de la Conferencia de Búsqueda y es el resultado de un proceso de adecuación a las características socio-culturales de nuestro país.

El método propone una nueva manera de hacer planeación y de abordar los problemas entre grupos de personas, organizaciones o entes sociales que interactúan de manera parcial en un medio ambiente turbulento común (llamado dominio), y cuando la interdependencia de ellos está siendo afectada por las mismas fuerzas y fuentes de incertidumbre. Es un método para generar conciencia, comprensión y apoyo mutuo; a partir de lo cual se definen rumbos y acciones a seguir.

La Reunión de Planeación Participativa es un proceso participativo convergente, estructurado y sistemáticamente conducido, por medio del cual, uno o varios grupos de personas pertenecientes al mismo dominio e interesadas en un tema o problema complejo, participan activamente en la exploración y comprensión de manera amplia de las múltiples y variadas dimensiones del problema, así como en la búsqueda de alternativas y soluciones deseables para ellos mismos, generando una estrategia conjunta para alcanzarlo. La reunión se orienta a un futuro de 10 a 15 años.

Los propósitos de la reunión son:

- Asegurar la participación plural de los involucrados en el problema y generar una conciencia social de la dinámica del dominio.
- Visualizar de manera conjunta un futuro deseado y descubrir opciones factibles para aproximarlo.
- Promover el aprendizaje en grupo y la formación de una estructura organizativa para la formación de alianzas estratégicas capaz de unificar y conducir los esfuerzos de los participantes.

Los resultados de la reunión son:

- Una memoria de la reunión, que es la integración de los trabajos de los grupos participantes. La memoria además incluye la descripción de la metodología y el directorio de los participantes.
- Una percepción común del dominio, que permite descubrir la ubicación del papel que juega cada uno de los participantes dentro del dominio y su potencial para producir cambios de manera conjunta dentro del mismo.
- Proyectos de acción, que son los proyectos delineados por los grupos en la fase final de la reunión. Son la base para la unificación y acción consecuente del grupo.
- Una organización en red, incubada durante la reunión y activada a partir de la realización posterior de los proyectos.

Las características operativas de la reunión son:

- La selección de los participantes, debe reflejar la composición del dominio. Regularmente participan de 30 a 60 personas.
- En la reunión todos los participantes tienen el mismo nivel jerárquico. Su participación es como individuos, ya que lo que importa son sus percepciones y planteamientos.
- El evento debe realizarse en condiciones de “aislamiento social” con una duración de tres a cinco días.
- Debe establecerse una atmósfera de confianza que permita reunirse a los involucrados.

- Los participantes deben asistir la totalidad del tiempo.
- Los participantes se sientan alrededor de mesas de cinco a diez personas, con los materiales y equipos necesarios para la reunión: con una laptop, pizarrón o rotafolio, plumones, marcadores, hojas y cinta adhesiva, etc. Conviene que los grupos trabajen en aulas distintas y se reúnan en sesiones plenarios en un auditorio.
- La integración de los grupos conviene que sea homogénea; por temas, por intereses o disciplinas.

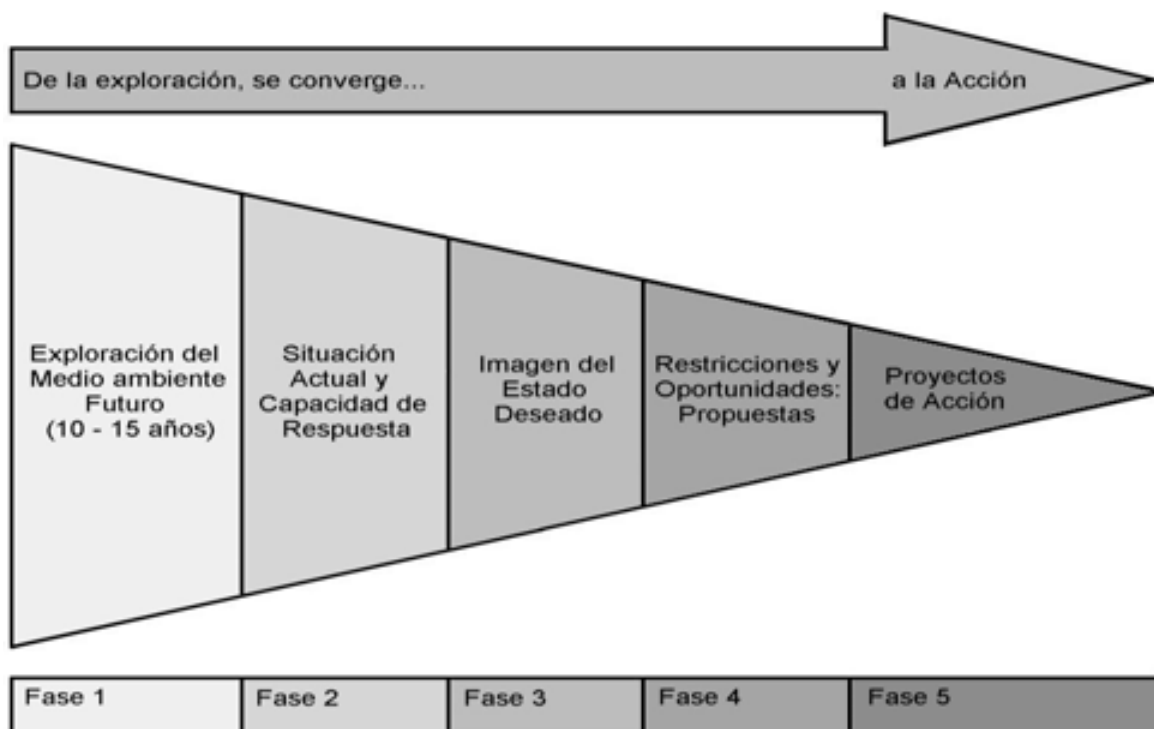
### **A1.1.1 Procedimiento**

El cliente y el grupo de planeación, quien dirigirá el método, precisan el tema general y el objetivo del evento [10]. Posteriormente se seleccionan los participantes de la reunión y se establecen fechas y horarios, la ubicación y las comidas, etc.

El evento se inicia con una ceremonia, y al término de la misma se ofrece una explicación general de los propósitos de la reunión, su metodología y los lineamientos generales de participación. Los participantes se organizan en grupos y temas específicos. A cada grupo se le asigna un facilitador cuya función es conducir y facilitar el proceso de aprendizaje del grupo, sin influir en el contenido.

El proceso se integra en cinco fases como se muestra a continuación en la Figura A1.1:





**Figura A1.1. Fases para la realización de una Reunión de Planeación Participativa.**

A su vez, el trabajo en las fases 1 a 4 se integra en tres etapas como a continuación se muestra en la Figura A1.2:

**TRABAJO EN LAS FASES 1-4**

PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA			TERCERA ETAPA
SESION PLENARIA	TRABAJO EN GRUPO			SESIÓN PLENARIA
PRESENTACIÓN DE LA DE LA FASE	ANÁLISIS DEL TEMA POR PARTE DEL GRUPO (RESPUESTA A LAS PREGUNTAS)	FORMACIÓN DE SUBGRUPOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS RESULTADOS	CONCLUSIONES (RELATORIA)	PRESENTACIÓN DE LAS CONCLUSIONES Y EL DIBUJO POR PARTE DE UN REPRESENTANTE
			IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE FACTORES	
			REALIZACIÓN DE UN DIBUJO	

**Figura A1.2. Trabajo en las fases 1 a 4.**

## **Primera fase. Exploración del medio ambiente futuro**

### **Contenido de la fase**

El grupo se ubica X años en el futuro y responde las siguientes dos preguntas [10]:

- ¿Cómo está el dominio o situación en el año X?

Pueden explorarse entre uno y tres escenarios futuros. Es conveniente analizar el periodo del año inicial al año X y reflexionar acerca de las tendencias del dominio.

- ¿Cuáles fueron los factores externos que generaron la situación presente?

Los factores externos que pueden tener mayor influencia en la conformación de los futuros que se visualizan, pueden ser económicos, tecnológicos, sociales, políticos o culturales.

### **Productos esperados**

Con buena redacción se elabora una síntesis de dos a tres páginas sobre las conclusiones a que llegó el grupo. Se realiza un dibujo que “capture” la esencia y sentir de las conclusiones. Se elabora una lista de los principales factores detectados, con una apreciación sobre su importancia, probabilidad de ocurrencia y efecto. De tener oportunidad, estos factores y sus probabilidades se pueden analizar en tiempo real mediante un análisis de impacto – cruzado.

### **Organización de la fase**

- El facilitador explica el contenido, productos esperados y la dinámica de la fase.
- Se realiza el trabajo en grupo.
- Se integran tres subgrupos para elaborar: las conclusiones, el dibujo y los factores. Asimismo se designa un expositor de los resultados.
- Se elaboran los resultados.
- Se presentan las conclusiones y el dibujo en la sesión plenaria.

## **Técnicas de apoyo**

El facilitador puede hacer uso de mapas conceptuales y algunas otras técnicas de visualización.

## **Segunda fase. Situación actual y capacidad de respuesta**

### **Contenido de la fase**

El grupo se ubica en el presente y responde las siguientes tres preguntas [10]:

- ¿Cómo estamos?

Que es un análisis de la situación presente.

- ¿Cómo llegamos a estar como estamos?

Que es un análisis histórico del problema. El grupo se ubica X años en el pasado y examina los factores que produjeron la situación presente.

- ¿Cuál es la capacidad de respuesta del dominio para afrontar las crisis y asir las oportunidades que se visualizaron en la primera fase?

Aquí, el grupo hace una recapitulación de los factores, crisis y oportunidades detectadas en la primera fase.

### **Productos esperados**

Con buena redacción se elabora una síntesis de dos a tres páginas sobre las conclusiones a que llegó el grupo. Se realiza un dibujo que “capture” la esencia y sentir de las conclusiones. Se elabora una lista de los principales factores detectados, con una apreciación sobre su importancia. Se valoran los factores relevantes de la situación actual y de la capacidad de respuesta. De tener oportunidad, estos factores y sus valoraciones se pueden analizar en tiempo real mediante un análisis de impacto – cruzado.

### **Organización de la fase**

- El facilitador explica el contenido, productos esperados y la dinámica de la fase.
- Se realiza el trabajo en grupo.
- Se integran tres subgrupos para elaborar: las conclusiones, el dibujo, y los factores. Asimismo, se designa un expositor de los resultados.
- Se elaboran los resultados.
- Se presentan las conclusiones y el dibujo en la sesión plenaria.

### **Técnicas de apoyo**

El facilitador puede hacer uso de diagramas causales, agrupamiento de ideas, y algunas otras técnicas de análisis.

### **Tercera fase. Imagen del estado deseado**

#### **Contenido de la fase**

[10]: El grupo se ubica en el presente y responde las siguientes tres preguntas

- ¿Cuál es la imagen o estado ideal del dominio que deseáramos tener en este momento?

Consiste en un ejercicio de visualización y donde no hay restricciones en cuanto a su construcción. Conviene reflexionar respecto a la razón de ser de sistema ideal y en la manera en que el sistema incidirá en su ambiente para llevar a la práctica el estado ideal establecido.

- ¿Cuáles son las características de ese estado deseado?
- ¿Cómo debe ser el sistema que pueda hacer realizable el estado deseado?

Con las respuestas a las preguntas el grupo debe elaborar un boceto de cómo desearía funcionar hoy el dominio. El sistema generado debe ser viable y capaz de sobrevivir a corto y mediano plazo.

### **Productos esperados**

Con buena redacción se elabora una síntesis de dos a tres páginas sobre las conclusiones a que llegó el grupo. Se realiza un dibujo que “capture” la esencia y sentir de las conclusiones. Se elabora una lista de las características detectadas, con una apreciación sobre su importancia y viabilidad.

### **Organización de la fase**

- El facilitador explica el contenido, productos esperados y la dinámica de la fase.
- Se realiza el trabajo en grupo.
- Se integran tres subgrupos para elaborar: las conclusiones, el dibujo, y las características detectadas. Asimismo, se designa un expositor de los resultados.
- Se elaboran los resultados.
- Se presentan las conclusiones y el dibujo en la sesión plenaria.

### **Técnicas de apoyo**

El facilitador puede hacer uso del diseño idealizado, análisis morfológico, y algunas otras técnicas sintéticas de generación de ideas.

## **Cuarta fase. Restricciones y oportunidades: propuestas**

### **Contenido de la fase**

El grupo se ubica en el presente y responde las siguientes dos preguntas [10]:

- ¿Cuáles son las principales restricciones y oportunidades para transitar de la situación actual al estado deseado?

Hasta ahora, el grupo ha reflexionado respecto a su presente y su pasado. Ha analizado su futuro posible (tendencial) y diseñado su futuro deseado. Por lo mismo, ha adquirido una conciencia de sus potencialidades y sus problemas y ha identificado las restricciones (del ambiente y las autoimpuestas) y las oportunidades que le permitirá sobrevivir, funcionar efectivamente y aproximarse al estado deseado. Es el momento en que el grupo debe hacer un esfuerzo de síntesis, de pasar de la exploración a la acción respondiendo la segunda pregunta:

- ¿Cuáles serían las mejores acciones o proyectos que podríamos emprender, para avanzar hacia el estado deseado?

### **Productos esperados**

En esta fase, para las conclusiones se elabora una lista con las restricciones y las oportunidades identificadas por el grupo. Se genera una lista de propuestas de acción, no mayor de diez. Se elabora una lista de los factores detectados, con una apreciación sobre su importancia, efecto y probabilidad de superación (para las restricciones) o de aprovechamiento (para las oportunidades). Se realiza un diagrama que muestre las propuestas y sus relaciones.

### **Organización de la fase**

- El facilitador explica el contenido, productos esperados y la dinámica de la fase.
- Se realiza el trabajo en grupo.
- Se integran cuatro subgrupos para elaborar: las conclusiones, que son las restricciones y las oportunidades, los factores y el diagrama. Asimismo, se designa un expositor de los resultados.
- Se elaboran los resultados.
- Se presentan la lista de propuestas y el diagrama en la sesión plenaria.

### **Técnicas de apoyo**

El facilitador puede hacer uso del análisis de fuerzas, matrices de análisis, análisis morfológico, y algunas otras técnicas de innovación y valoración.

## Quinta fase. Proyectos de acción

### Selección de las propuestas

En sesión plenaria los grupos seleccionan las propuestas más relevantes con el propósito de trabajar después en el desarrollo de las mismas. Para esto se procede a realizar un proceso de selección como el empleado en la técnica de grupo nominal [10]. El procedimiento es como sigue:

A cada participante se le entregan cuatro tarjetas, en las cuales escribirán las propuestas que les parecen más atractivas, anotando una en cada tarjeta.

- Anotan el número 4 al reverso de la tarjeta con la propuesta que consideren más relevante entre las cuatro seleccionadas.
- De las tres que quedan, eligen a la que les parece menos relevante y anotan en el reverso el número 1.
- A continuación, eligen la más relevante de las dos que les quedan y anotan el número 3.
- En la última tarjeta anotan en el reverso el número, 2.

Una vez concluido el proceso se recogen las tarjetas y, de manera pública, el grupo facilitador procede a contabilizar los puntos asignados a las propuestas por parte de los participantes. Las propuestas con mayor puntuación son identificadas como las más relevantes y son aquellas que serán seleccionadas para su desarrollo.

### Generación de grupos de proyecto

- Como siguiente paso, se pide a los participantes que elijan dos propuestas de las que fueron seleccionadas y en las cuales les gustaría participar. Se les distribuyen dos tarjetas y en ellas escriben el número y título de cada propuesta. A cada tarjeta le dan una prioridad, 1 será más prioritario que 2. Finalmente anotan su nombre en cada una de las tarjetas.
- Posteriormente, el equipo facilitador procede a formar grupos por proyecto, procurando respetar las primeras o segundas prioridades. Es conveniente que los nuevos grupos tengan de cinco a nueve integrantes. Si un grupo rebasa el límite se forman dos grupos. Si un tema tiene menos de dos personas, se busca incorporar a otra persona

al menos.

- A continuación, se informa a los participantes sobre los grupos de trabajo y los temas.
- Por último, los grupos por proyecto, y sin facilitadores, proceden de manera autónoma a desarrollar los lineamientos generales de los proyectos seleccionados.
- Hay ocasiones que los grupos solicitan a los facilitadores una guía general o pautas para desarrollar los proyectos. Si esto ocurre, el facilitador puede proponer el uso de árboles de objetivos, matrices de interacción, diagramas de flujo, y algunas otras técnicas para auxiliarlos en la formulación de los proyectos.

### **Sesión plenaria de conclusión de la reunión**

En una sesión plenaria cada grupo presenta los lineamientos generales del proyecto desarrollado. Frecuentemente esto incluye: el nombre del proyecto, sus objetivos y resultados esperados, el tiempo de realización, el contenido general del mismo y sus actividades principales, los participantes que lo integran y los mecanismos de seguimiento.

En esta sesión pueden asistir, como invitados, personalidades del dominio interesadas en las conclusiones de la reunión. El evento se clausura con una ceremonia.

### **A1.1.2 Comentarios y sugerencias**

La Reunión de Planeación Participativa requiere de una cuidadosa programación, presupuestación y coordinación de las actividades debido a su duración y número de participantes [10].

Es conveniente que los participantes de los subgrupos que se integran en cada fase, vayan rotándose en sus actividades. Esto induce un mayor compromiso y cohesión en el grupo.



## **A1.2. Ejemplo de aplicación (Transporte carretero)**

### **La seguridad y la competitividad del transporte carretero**

Presentamos los resultados de un grupo de seis que integró una Reunión de Planeación Participativa donde los expertos involucrados en el transporte carretero, analizaron la seguridad y competitividad del transporte carretero al año 2008. El tema que este grupo analizó fue La Oferta – Demanda del Autotransporte y Retos de Operación [10].

Además se presentan los lineamientos generales del proyecto 5 y 15 (de la fase 5) que fue un proyecto seleccionado por los todos los participantes.

### **Fase 1. Exploración del medio ambiente al año 2008**

#### **Conclusiones**

##### **OFERTA – DEMANDA**

##### **a) TRANSPORTE DE CARGA:**

- Las regulaciones serán menos y se cumplirán más eficientemente.
- El autotransporte de carga estará dominado por empresas extranjeras formando oligopolios.
- Se dará una concentración económica y especialización en el autotransporte.
- El déficit de oferta para satisfacer el crecimiento futuro de la demanda será cubierta por empresas grandes, tecnificadas, principalmente extranjeras.
- El autotransporte nacional de carga incrementará la participación del hombre – camión.
- Las pocas empresas mexicanas que sobrevivan atenderán mercado de carácter regional.
- Existirá una mayor integración logística y de los modos de transporte.
- La competencia estará dada por la calidad del servicio y no por la tarifa.

**b) TRANSPORTE DE PASAJEROS:**

- La oferta será adecuada y suficiente para cubrir la demanda de pasajeros.
- Se consolidará la participación de las empresas mexicanas en el servicio de transporte interurbano de pasajeros.
- Mejorarán las condiciones de servicio de transporte rural y suburbano.
- El autotransporte nacional se realizará a partir de los centros principales; en el aspecto internacional operarán mayoritariamente las empresas extranjeras con recorridos en circuitos regionales por el país.

**SEGURIDAD**

- Habrá un rezago importante en infraestructura, lo cual hará que el servicio sea inseguro e ineficiente.
- Habrá más accidentes como consecuencia de que los flujos serán mayores y la infraestructura será insuficiente.
- Los robos se incrementarán porque seguirá existiendo un gran rezago social.
- La aplicación de las regulaciones y los programas de prevención de accidentes mejorará, pero no a nivel suficiente para reducir la tasa de accidentes y robos.

## Factores relevantes

## PRIMERA FASE: ESCALA DE CALIFICACIÓN

Parámetros	A	B	C	D	E
Grado de importancia	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
Probabilidad de ocurrencia	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
Efecto	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo

Tabla A1.1. Escala de calificación de la primera fase

Factores relevantes	Grado de importancia	Probabilidad de ocurrencia	Efecto
INSEGURIDAD	A	B	A
TECNOLOGÍA	A	A	B
EMPRESAS TRANSNACIONALES	A	A	A
NICHOS REGIONALES	A	A	B
INFRAESTRUCTURA DEFICIENTE	A	B	B

Tabla A1.2. Factores relevantes de la primera fase

Dibujo [10]



Figura A1.3. Dibujo de la primera Fase

## Fase 2. Situación actual y capacidad de respuesta

### Conclusiones

#### a) SITUACIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA DEL AUTOTRANSPORTE: POR REGIONES O PRODUCTOS.

En la actualidad se estima un equilibrio razonable, donde el precio de servicio permite cubrir los costos de las empresas permitiendo un margen de beneficio.

La desregularización de 1990 pretendió erradicar el concepto de concesión de rutas favoreciendo el libre acceso de empresas a todos los mercados, no obstante permanecen vigentes los servicios en ruta preestablecida, como manifestación de la forma de operar y no propició la expansión y diversificación de servicios sino que generó mayor oferta a mercados probados por nuevos operadores y hombres - camión.

La competencia se basa en precio y no en la calidad de servicio en el transporte doméstico, mientras que las empresas extranjeras pretenden concentrarse en clientes clave desplazando a operadores mexicanos hacia renglones menos rentables.

Se inició el proceso de renovación de flota, generando la transferencia de vehículos antiguos a operadores y hombre - camión que incrementan la competencia en los distintos tipos de servicio, así la antigüedad de la flota en carga rebasa los 15 años promedio.

Actualmente se incrementa el acceso de transporte turístico transfronterizo con amplia participación de empresas extranjeras hacia la zona fronteriza y al interior del país, mientras que los autotransportistas mexicanos operan con menos presencia y en temporadas.

#### b) PROCESOS DE OPERACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL AUTOTRANSPORTE.

La productividad de las empresas es en general baja, producto de la atomización del sector que generó la desregulación, haciendo que los hombres - camión se desincorporasen de las empresas para actuar independientemente

junto con otros entrantes.

La relación de hombre - camión en el sector representa el 50% del parque vehicular, y la otra mitad está contenida en un gran número de empresas.

La concentración del parque vehicular se da en 5 estados del país, sobre todo representativas de los grandes centros urbanos de consenso y distribución, lo cual genera rutas direccionales de carga que propician un alto porcentaje de movimientos en vacío, afectando la productividad.

c) PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN CARRETERAS.

Se considera existe una falta de coordinación entre los diversos actores participantes y autoridades del sector autotransporte, para instrumentar una campaña permanente de prevención.

La ausencia de educación vial y señalización adecuada en carreteras son causas que inhiben la prevención real de accidentes.

Se requiere un banco de datos sobre accidentes para identificar las medidas efectivas que favorezcan el programa de prevención, así como la implementación de sanciones por reglamento a quienes no las observen.

d) RELACIÓN DE LA SEGURIDAD Y LA OPERACIÓN DE LAS EMPRESAS.

Los tres factores fundamentales que relacionan la seguridad y la cooperación son:

- El operador
- El vehículo
- La infraestructura

Para el operador/conductor no existe una capacitación técnica integral sino esfuerzos individuales por parte de las empresas; existe interés en elevar esa capacitación a nivel profesional en varios centros del país. Para el vehículo se integran aspectos normativos y otros dispositivos técnicos que incrementan la seguridad en la operación.

Respecto a caminos y carreteras no se cuenta con suficiencia de infraestructura de alta especificación, aunque la red de autopistas ha crecido notablemente.

e) **ÍNDICES E IMPACTOS ECONÓMICOS Y DE SEGURIDAD.**

Se han incrementado los índices delictivos en carreteras, causando problemas económicos a las empresas así como dificultad de aseguramiento de las cargas; o bien son condicionadas con altos costos, así como afectación a los usuarios como un problema a la sociedad.

La infraestructura se ve obstaculizada con la instalación excesiva de topes en las carreteras que permiten los asaltos, cuya mercancía robada se dirige al sector informal causando afectación general a la economía nacional.

**Factores relevantes**

**SEGUNDA FASE: ESCALA DE CALIFICACIÓN**

<b>Parámetros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Grado de importancia</b>	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
<b>Efecto</b>	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo

**Tabla A1.3. Escala de calificación de la segunda fase**

<b>Factores relevantes</b>	<b>Grado de importancia</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Efecto</b>
<b>FLOTA VEHICULAR OBSOLETA</b>	A	B	B
<b>INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN MAL ESTADO</b>	A	C	B
<b>CORRUPCIÓN</b>	A	A	A
<b>DELINCUENCIA</b>	A	B	A
<b>EN RELACION AL SERVICIO YA QUE SE MANEJA A BASE DE PRECIO</b>	B	A	A
<b>FALTA DE EDUCACION VIAL Y CAPACITACION</b>	A	B	B
<b>CAUSAS DE ACCIDENTES IMPUTABLES AL OPERADOR (FALTA DE PRECAUCION, ALCOHOLISMO, ETC.)</b>	B	B	B
<b>CAMPAÑAS DE PREVENCION DE ACCIDENTES</b>	A	C	B
<b>DIVERSIFICACION DE LAS EMPRESAS EN SUS SERVICIOS</b>	B	D	B

**Tabla A1.4. Factores relevantes de la segunda fase**



El dibujo presenta gráficamente estas expresiones.

Dibujo [10]



## Figura A1.4. Dibujo de la segunda fase

### Fase 3. Imagen del estado deseado

#### Conclusiones

- Mantener un sistema integral que satisfaga la creciente demanda de los modos de transporte, tanto regional como de productos con vehículos modernos seguros y competitivos.
- Integración de las cadenas productivas con los flujos de transporte existentes, diversificando y desconcentrando las operaciones de las empresas, atendiendo segmentos especializados de mercado y atendiendo segmentos regionales de mercado específicos.
- Evitar la competencia desleal, respetando los ámbitos de operación de las empresas de transporte.
- Fortalecer un sistema nacional de transporte que cubra las necesidades del mercado interno y esté en posibilidades de competir en el mercado externo.
- Fomentar la competencia a través de servicios de calidad y tarifas competitivas.
- Promover mercados para lograr una operación eficiente, productiva, incluyendo transferencias internacionales.
- Contar con una red eficiente y suficiente de carreteras inteligentes y vías férreas que faciliten la integración entre diferentes modos de transporte.
- Promover y crear centrales de acopio, comercialización y consolidación de carga como apoyo a la operación de empresas, hombres – camión, que faciliten la actividad logística de empresas industriales y transporte.
- Creación de empresas integrales y de servicio a los operadores independientes y empresas especializadas, como soporte a las acciones de incorporación de tecnología de punta, supervisión y mantenimiento y control de operaciones.
- Sostenimiento del programa de renovación de flota, con apego a regulaciones estrictas que promuevan una antigüedad de 5 años en promedio.
- Cumplimiento a los acuerdos de comercio externos, específicamente del TLCAN.
- Implantación y operación de un banco de datos que integre sistemas de control sobre accidentes, estado físico de vehículos y de los conductores. Este último soportado por la expedición de licencias y accidentes en que se vieron involucrados.

- Mantenimiento de un programa de educación y cultura vial, impartido en escuelas de educación básica.
- Obligatoriedad de contar con adecuada señalización en unidades motrices.
- Contar con infraestructura moderna y con la señalización adecuada.
- Contar con un sistema nacional de emergencias que contemple centros de información de apoyo a transportistas, sistemas de información geográfica y atención a usuarios en casos de accidentes y actos delictivos.
- Mantener un programa nacional de capacitación del operador integrando el concepto de conductor y vehículo seguro.
- Manejo de la bitácora del conductor y vehículo, incluyendo empresas y hombre – camión, certificación médica anual como parte del control de expedición de licencias.
- Mayor coordinación de autoridades para integrarse al Programa Nacional de Seguridad en Carreteras, para erradicar la impunidad, infracciones y actos delictivos.
- Contar con un programa de prevención de accidentes.
- Establecimiento de velocidades mínimas.

### Factores relevantes

#### TERCERA FASE: ESCALA DE CALIFICACIÓN

Parámetros	A	B	C	D	E
Grado de importancia	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
Probabilidad de ocurrencia	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
Efecto	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo

Tabla A1.5. Escala de calificación de la tercera fase

<b>Factores relevantes</b>	<b>Grado de importancia</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Efecto</b>
<b>VEHÍCULOS MODERNOS, SEGUROS Y DE CALIDAD</b>	A	B	A
<b>DESCENTRALIZAR Y ESP. EL TRANSPORTE INTEGRAL</b>	B	B	A
<b>PRECIO DE ACUERDO AL SERVICIO OTORGADO</b>	A	B	A
<b>DESARROLLO DE EMPRESAS DE LOGÍSTICA</b>	A	A	A
<b>DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA</b>	A	C	A
<b>INCORPORACIÓN DE TECN. EN LA OPERACIÓN</b>	A	B	A
<b>CUMPLIMIENTO DEL TLC</b>	B	B	B

**Tabla A1.6. Factores relevantes de la tercera fase**

Dibujo [10]

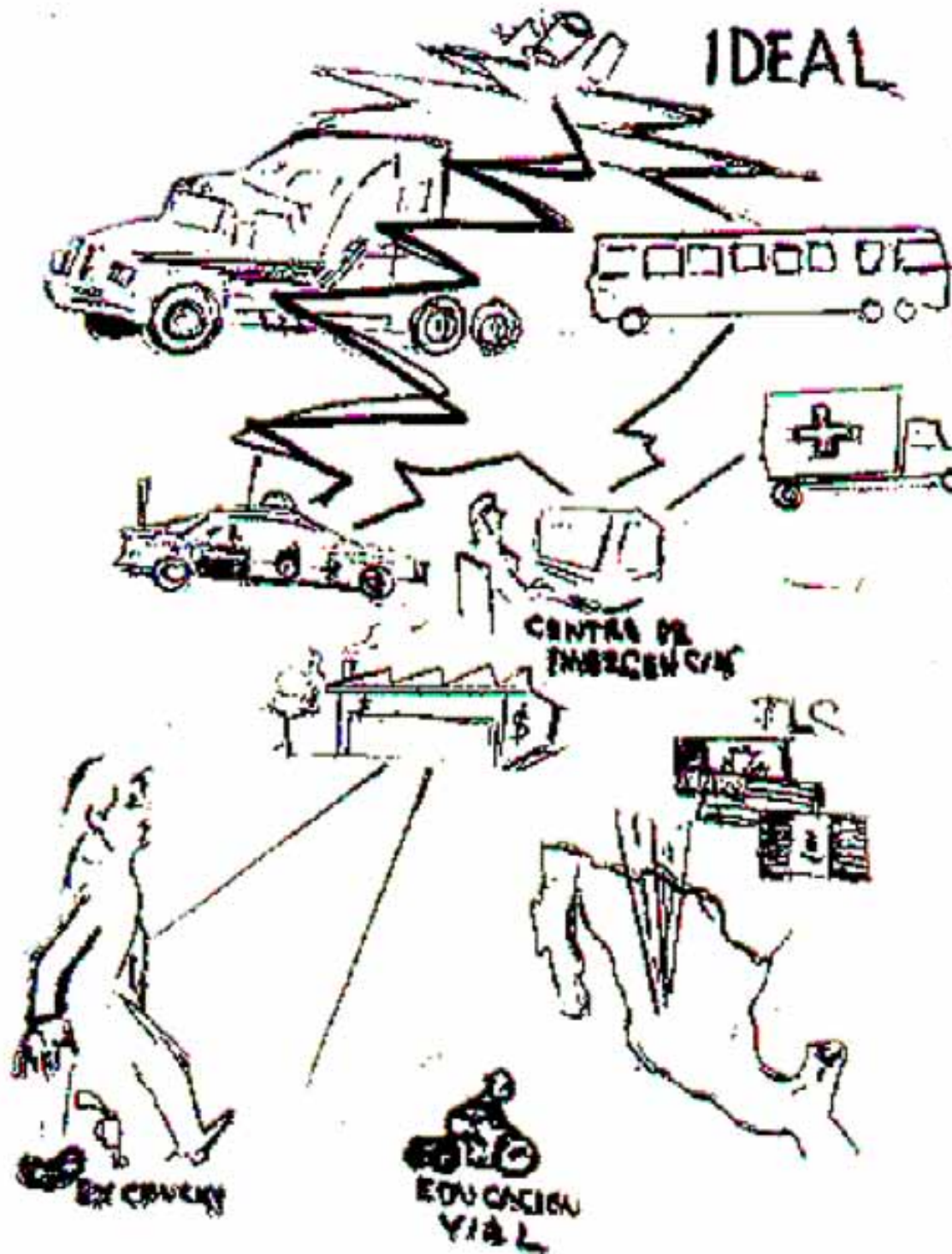


Figura A1.5. Dibujo de la tercera fase

## **Fase 4. Restricciones y oportunidades: propuestas**

### **Conclusiones**

#### **Restricciones**

1. ECONÓMICAS
2. REZAGO EN EDUCACIÓN
3. REZAGO EN TECNOLOGÍA
4. MANO DE OBRA

#### **Oportunidades**

1. REESTRUCTURACIÓN
2. AMPLIACIÓN DEL MERCADO
3. APERTURA ECONOMICA
4. TOMA DE CONSCIENCIA DE LAS ORGANIZACIONES EN LA PROBLEMÁTICA NACIONAL.

### **Propuestas de acción**

Acciones que podríamos emprender para avanzar hacia el estado deseado

1. PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA

**OBJETIVO:** Desarrollar un sistema eficiente de infraestructura carretera que atienda las necesidades de flujos de carga y pasaje, integrado a otros medios de transporte. Esto mediante la identificación de los flujos de transporte futuros y presentes, la infraestructura actual, los niveles de servicio actuales y deseados, los puntos de interconexión con otros modos de transporte y la evaluación y programación de proyectos.

## 2. FINANCIAMIENTO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL AUTOTRANSPORTE

OBJETIVO: Modernizar el autotransporte mediante sistemas de financiamiento que contemple tasas preferenciales y condiciones accesibles. Mediante: concertación con banca de desarrollo para crear cajones de financiamiento al considerar al autotransporte actividad prioritaria; negociar con las armadoras esquemas de financiamiento y en los que se compartan riesgos; canalizar recursos de banca de desarrollo a uniones de crédito; promoción del autofinanciamiento.

## 3. NUEVAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN PARA EL AUTOTRANSPORTE

OBJETIVO: Eficientar la operación y comercialización de servicios de autotransporte (empresas y hombres - camión). Mediante: promoción de agrupaciones de hombre - camión en empresas; creación de centros de negocios (centros de acopio, de comercialización y consolidación) para hombres - camión. Utilizar empresas de servicios logísticos; fomentar empresas integradoras que vinculen autoridades y a prestadores de servicios con actividades de certificación, supervisión, apoyo y financiamiento.

## 4. PROGRAMA DE ESTÍMULOS AL DESARROLLO DEL AUTOTRANSPORTE

OBJETIVO: Reconocer y estimular los esfuerzos de las compañías transportistas para mejorar la calidad de los servicios que brindan. Las estrategias consisten en la identificación de los campos en los que se brindaría el estímulo, la identificación de parámetros de valuación, la definición del cuerpo de evaluadores, el establecimiento de una campaña de difusión y la identificación del tipo de estímulo.

## 5. PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACIÓN DEL AUTOTRANSPORTE

OBJETIVO: Desarrollar e implementar un programa integral de capacitación con el que se obtengan conductores profesionales que permitan disminuir el índice de accidentes carreteros. Las estrategias consisten en la creación de la materia "Educación Vial" y de la carrera técnica de conductor, aprovechamiento de la tecnología con simuladores, CD y realidad virtual; y el cumplimiento y certificación de los programas de capacitación.

## 6. FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA NACIONAL DE SEGURIDAD EN CARRETERAS.

OBJETIVO: Establecer una campaña permanente orientada a fortalecer las acciones que permitan aumentar la seguridad vial y prevención delictiva en las carreteras.

## 7. SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE.

OBJETIVO: Desarrollar sistemas oportunos y eficaces de información que apoye la toma de decisiones para un desarrollo integral del transporte nacional. Mediante: identificación de áreas de oportunidad de subsistemas comunes de información; evaluación de sistemas de información mexicanos y extranjeros; establecer grupos expertos para evaluar sistemas.

### Factores relevantes

#### CUARTA FASE: ESCALA DE CALIFICACIÓN

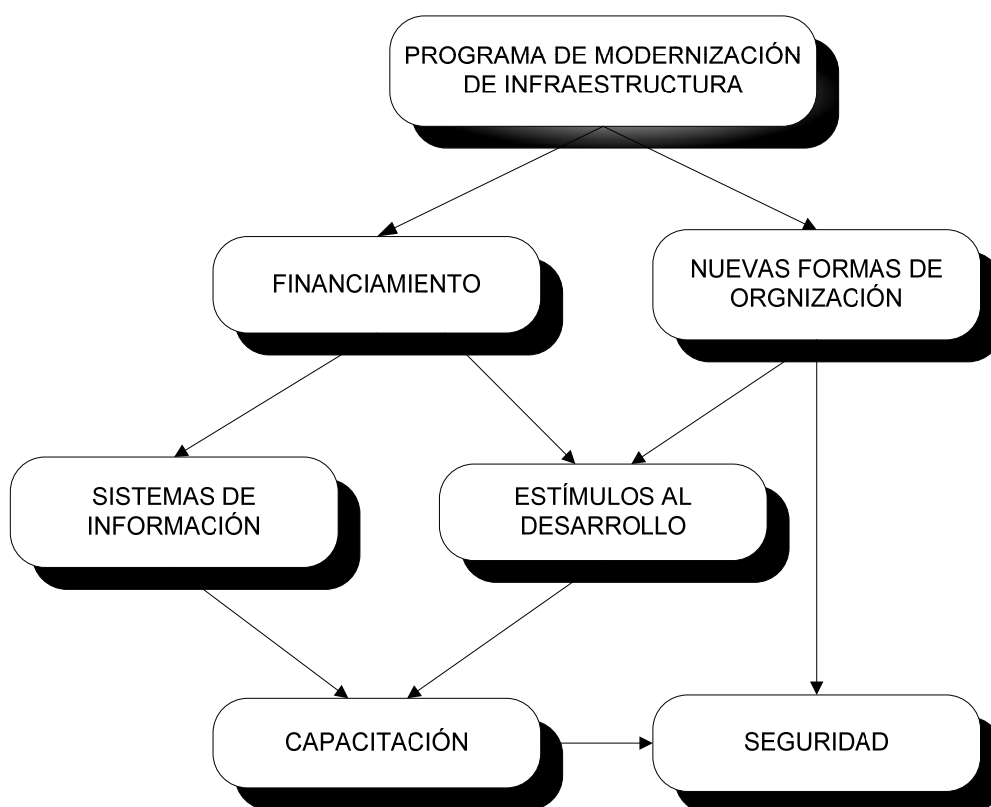
Parámetros	A	B	C	D	E
Grado de importancia	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo
Grado de urgencia	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo
Grado de reacción	Muy alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo

Tabla A1.7. Escala de calificación de la cuarta fase



<b>Propuestas de acción (nombre)</b>	<b>Grado de importancia</b>	<b>Grado de urgencia</b>	<b>Grado de reacción</b>
NUEVAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN PARA EL AUTOTRANSPORTE.	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
FINANCIAMIENTO PARA LA MODERNIZACION DEL AUTOTRANSPORTE	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION DEL AUTOTRANSPORTE	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
PROGRAMA DE ESTIMULOS A DESARROLLO DEL AUTOTRANSPORTE	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA NACIONAL DE SEGURIDAD EN CARRETERAS	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>C</b>
SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>

**Tabla A1.8. Factores relevantes de la cuarta fase**

**Diagrama [10]****RELACIONES ENTRE LAS PROPUESTAS DE ACCIÓN****Figura A1.6. Diagrama de la relación entre las propuestas de acción****Fase 5. Proyectos de acción****Selección de las propuestas**

Se sometieron a votación todas las propuestas de los grupos y se seleccionaron las siguientes:

## LAS OCHO PROPUESTAS DE ACCIÓN SELECCIONADAS

Número	Nombre
11	Fortalecimiento del programa nacional de seguridad en carreteras.
8	Revisar marco jurídico actual que a nivel federal regula el autotransporte.
2	Programa nacional de capacitación del autotransporte.
1	Programa de modernización de la infraestructura carretera.
5 y 15	Sistema nacional de información del transporte carretero.
7	Sistema inteligente de administración y operación carretera.
13	Nuevas formas de organización para el transporte.
12	Creación de un sistema de inteligencia empresarial para la seguridad.

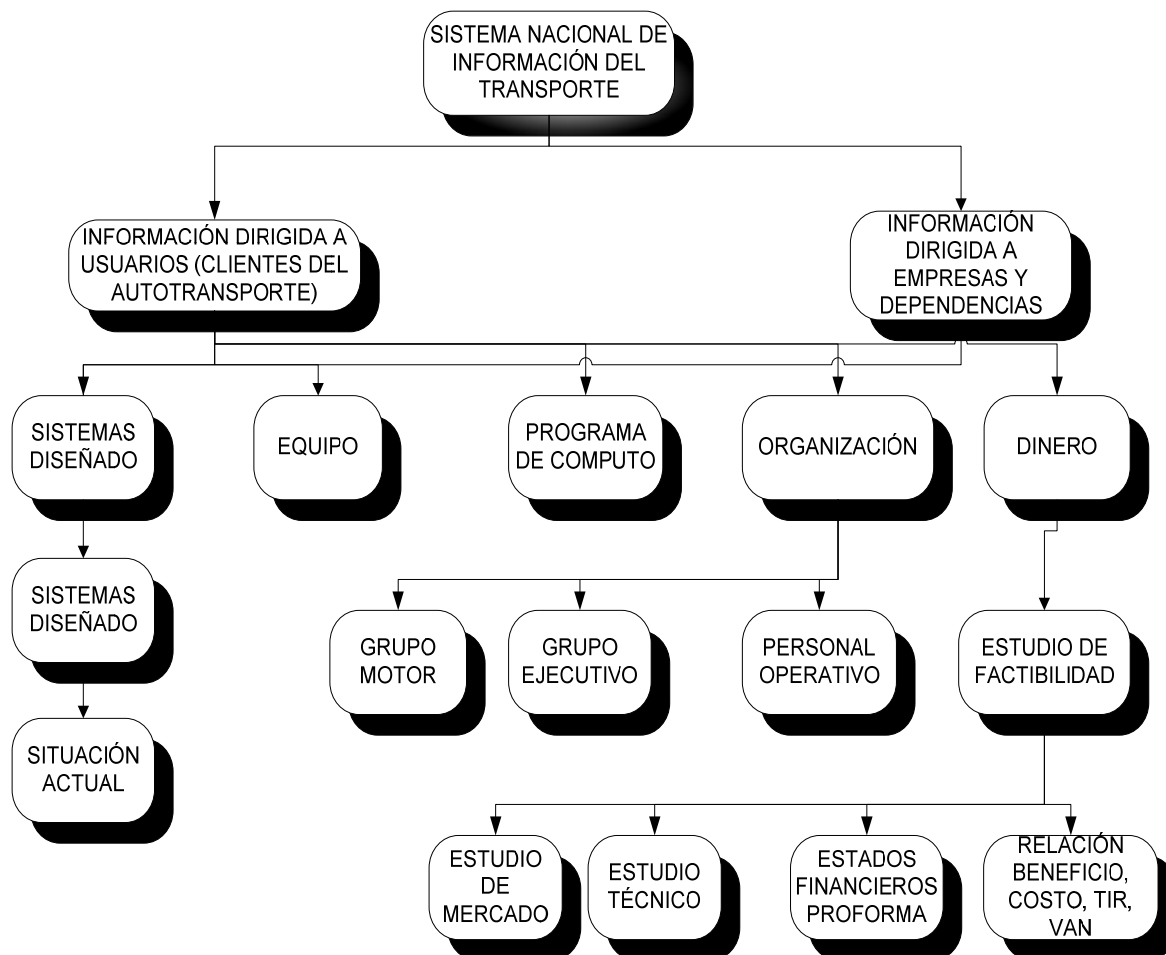
**Tabla A1.9. Propuestas de acción**

### **Generación y trabajo de grupos de proyecto**

A continuación se integraron grupos por proyecto para desarrollar los lineamientos generales de los mismos. Aquí presentamos el resultado del 5 y 15, los cuales fueron fusionados durante la sesión de selección.

Proyectos No. 5 y 15	
Nombre del proyecto: SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DEL TRANSPORTE CARRETERO	
Participantes: A B C D	E F G H I
<b>OBJETIVO:</b>  Generar y proporcionar información veraz y oportuna que beneficie a todos los sectores involucrados para promover y fortalecer el desarrollo del autotransporte federal.	
<b>BENEFICIOS</b>  1) Integrar los canales y bases de información en un sistema integral.  2) Ampliar la cobertura y calidad de la información.  3) Facilitar el acceso y consulta de la información.  4) Tener capacidad de respuesta en forma inmediata vía Internet de información específica y desglosada.  5) Apoyar las diversas funciones que realizan otras dependencias proporcionando información estadística.  6) Contar con datos estadísticos confiables para el desarrollo de proyectos y en la toma de decisiones.	

**Tabla A1.10. Generación y trabajo de grupos de proyecto**



**Figura A1.7. Diagrama del sistema nacional de información del transporte**

Posterior al evento los participantes continuaron con el seguimiento de los proyectos. Hubo algunos que después de algunos meses dejaron de participar. La mayoría permaneció en comunicación integrando una red social, pese a que algunos dejaron su puesto de trabajo y otros “desaparecieron” junto con algunas áreas de sus organizaciones [10].

## A2

### A2.1. Ejemplo de aplicación (Planta Hidroeléctrica)

#### PROCEDIMIENTO

El procedimiento a seguir se muestra en la siguiente figura:

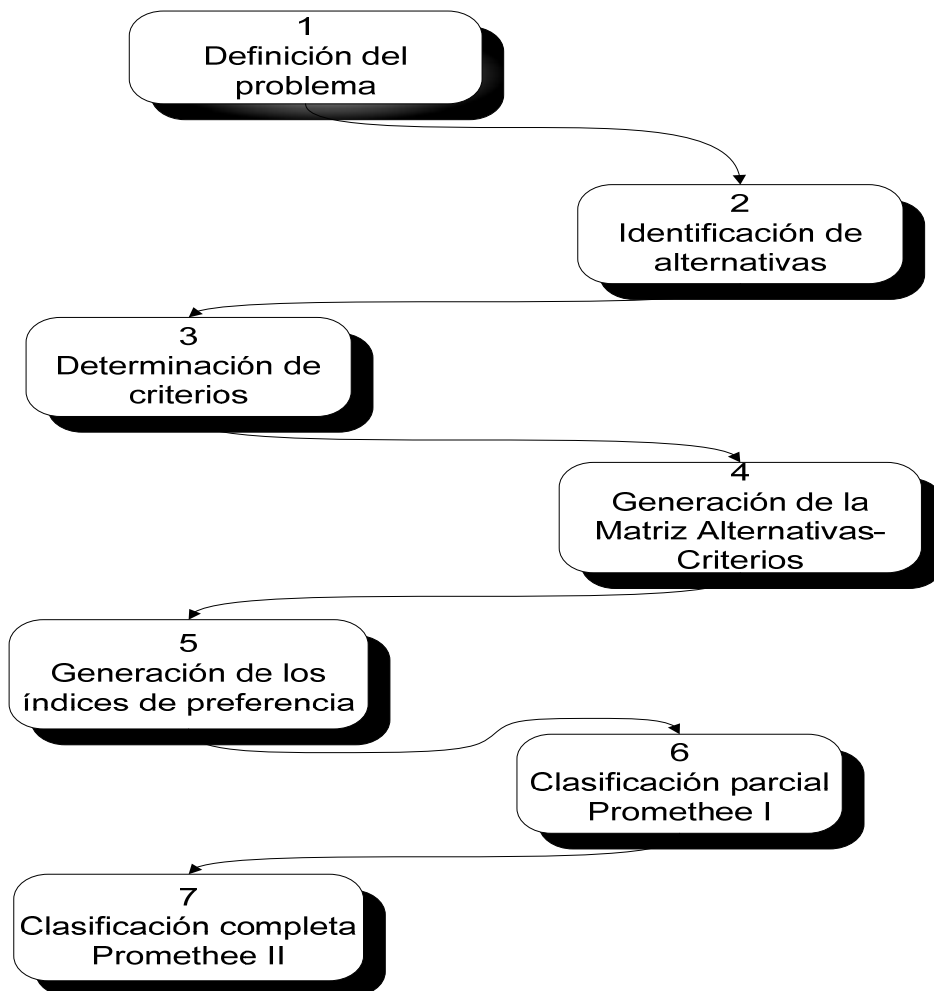


Figura A2.1. Procedimiento para aplicar PROMETHEE

## 1. Definición del problema

Debido al incremento continuo del consumo de energía eléctrica en Europa, han decidido construir una nueva planta hidroeléctrica [11].

Existen seis proyectos nacionales, que han sido propuestos por seis países Europeos, en donde se han definido seis criterios de evaluación por parte de la comisión Europea [11].

El problema es el decidir ¿cuál es el mejor proyecto para la construcción de la planta hidroeléctrica? y así saber en qué país debe ser construida.

## 2. Identificación de alternativas

Las posibles alternativas donde se puede construir la nueva planta hidroeléctrica [11] se muestran en la tabla A2.1.

Código	País
A1	Italia
A2	Bélgica
A3	Alemania
A4	Suecia
A5	Austria
A6	Francia

**Tabla A2.1. Alternativas**

### 3. Determinación de criterios

Se establecen los criterios más importantes que deben tomarse en cuenta dentro del proyecto, para que a partir de estos se tengan puntos de comparación con respecto a los diferentes países o alternativas y así poder deducir que proyecto es el más viable a desarrollar. Estos se muestran en la tabla A2.2.

Función de preferencia					
Criterio	Unidades	Peso (W)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$		Comportamiento del criterio
			1	d	
C1	Mano de obra	Trabajadores	1	Usual (Tipo I)	Minimizar
C2	Potencia	MW	1	Usual (Tipo I)	Maximizar
C3	Costo de construcción	M€	1	Usual (Tipo I)	Minimizar
C4	Costo de operación	M€	1	Usual (Tipo I)	Minimizar
C5	Casas que deben ser evacuadas	# Casas	1	Usual (Tipo I)	Minimizar
C6	Seguridad	Niveles	1	Usual (Tipo I)	Maximizar

**Tabla A2.2. Criterios**

Dentro de este paso se designan las unidades que tendrá cada criterio, también se designan los pesos y la función de preferencia con las que se evaluarán cada uno de estos.



Para este ejemplo los tomadores de decisiones decidieron que el valor de los pesos fuera de 1, lo que significa que no hay ningún criterio más importante que otro, es decir, todos los criterios tienen el mismo grado de importancia.

Los tomadores de decisiones decidieron usar la función de preferencia Usual (tipo I), lo que significa, que si existe una pequeña diferencia entre un criterio y otro se decidirá que es mejor aquel criterio que aporte el mejor beneficio por muy pequeño que sea.

Por último los tomadores de decisiones dan a conocer el comportamiento de cada uno de los criterios para su evaluación, es decir, decidirán si un criterio es mejor minimizarlo o maximizarlo de acuerdo al problema.

#### 4. Generación de la matriz alternativas-criterios

Una vez que se cuenta con toda la información de cada una de las alternativas, donde cada una de estas es un proyecto, se lleva a cabo el vaciado de la información como se muestra en la tabla A2.3.

País	Mano de obra (Trabajadores)	Potencia (MW)	Costo de construcción (M€)	Costo de operación (M€)	Casas a evacuar (# casas)	Seguridad (Nivel)
Italia	80	900	600	5.4	8	Medio
Bélgica	65	580	200	9.7	1	Bajo
Alemania	83	600	400	7.2	4	Alto
Suecia	40	800	1000	7.5	7	Muy Alto
Austria	52	720	600	2.0	3	Alto
Francia	94	960	700	3.6	5	Medio

**Tabla A2.3. Datos generales de cada uno de los proyectos**

<b>Tabla de los valores correspondiente a los niveles de seguridad</b>	
<b>Nivel</b>	<b>Valor</b>
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy bajo	1

**Tabla A2.4. Niveles de seguridad**

Para el proyecto de Italia, podemos observar que se necesita de 80 trabajadores para la mano de obra, que la planta tendrá una potencia de 900 MW, que el costo de construcción será de €600, 000,000, que el costo de operación será de €5, 000,000, que el número de casas a evacuar será de 8 y que el nivel de seguridad será medio.

## **5. Generación de los índices de preferencia**

Para nuestro ejemplo para poder sacar la tabla de índice de preferencia, primero se realizara con dos ejemplos:

En esta parte es muy importante conocer la función de preferencia con la que se evaluará, para este ejemplo se utilizó la Usual tipo I, así si el criterio de una alternativa es superior a la de otra, entonces se le dará el valor de 1, pero si no es superior entonces tendrá un valor de 0.

En la tabla A2.5. podemos observar que se está comparando la alternativa de Italia contra Bélgica, en la parte de en medio se encuentran cada uno de los criterios con su respectivo comportamiento, es decir, si este se quiere que se maximice o se minimice. Al lado de los criterios se encuentran los datos para cada alternativa, en este caso, del lado izquierdo están los datos de Italia y del lado derecho los datos de Bélgica.

Función de preferencia Pref(Ita,Bel)	Diferencia D	Italia		Bélgica	Diferencia d	Función de preferencia Pref(Bel,Ita)
0		80	Mano de obra (Minimizar)	65	-15	1
1	+320	900	Potencia (Maximizar)	580		0
0		600	C. construcción (Minimizar)	200	-400	1
1	-4.3	5.4	C. Operación (Minimizar)	9.7		0
0		8	Casas a evacuar (Minimizar)	1	-7	1
1	+2	3	Seguridad (Maximizar)	1		0

**Tabla A2.5. Comparación Italia vs Bélgica**

Para el primer criterio que es “mano de obra”, el comportamiento que se quiere es minimizar, por lo que la mejor alternativa es Bélgica teniendo una diferencia de -15 con respecto a Italia, es decir, se requieren 15 trabajadores menos en Bélgica que en Italia, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 1$  y  $\pi(Ita, Bel) = 0$ .

Para el segundo criterio que es “Potencia”, el comportamiento que se quiere es maximizar, por lo que la mejor alternativa es Italia teniendo una diferencia de +320 MW con respecto a Bélgica, es decir, la planta generadora en Italia generará 320 MW más que la de Bélgica, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 0$  y  $\pi(Ita, Bel) = 1$ .

Para el tercer criterio que es “Costo de construcción”, el comportamiento que se quiere es minimizar, por lo que la mejor alternativa es Bélgica teniendo una diferencia de -400 M€ con respecto a Italia, es decir, la construcción de la planta generadora en Bélgica tiene un costo menor que la de Italia, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 1$  y  $\pi(Ita, Bel) = 0$ .

Para el cuarto criterio que es “Costo de operación”, el comportamiento que se quiere es minimizar, por lo que la mejor alternativa es Italia teniendo una diferencia de -4.3 M€ con respecto a Bélgica, es decir, el costo de operación de la planta generadora de Italia es de menor costo que el de Bélgica, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 0$  y  $\pi(Ita, Bel) = 1$ .

Para el quinto criterio que es “Casas a evacuar”, el comportamiento que se quiere es minimizar, por lo que la mejor alternativa es Bélgica teniendo una diferencia de -7 con respecto a Italia, es decir, las casa evacuar en Bélgica para la construcción de la planta generadora es menor con respecto a Italia, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 1$  y  $\pi(Ita, Bel) = 0$ .

Para el sexto criterio que es “Costo de operación”, el comportamiento que se quiere es maximizar, por lo que la mejor alternativa es Italia teniendo una diferencia de +2 con respecto a Bélgica, es decir, el nivel de seguridad de la planta generadora de Italia es media con respecto al de Bélgica que es muy bajo, por lo tanto la función de transferencia  $\pi(Bel, Ita) = 0$  y  $\pi(Ita, Bel) = 1$ .

Para obtener el índice de preferencia de cada una de las alternativas anteriores se utiliza la ecuación 2.7:

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$$

No hay que olvidar que para el ejemplo, el valor de peso para todos los criterios es de  $w_j = 1$  y también que para obtener los índices de preferencia se debe normalizar la ecuación.

Si obtenemos el índice de preferencia para la alternativa de Italia contra Bélgica quedaría de la siguiente manera:

$$\pi(Ita, Bel) = \frac{0 \times 1 + 1 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 1}{6} = \frac{0 + 1 + 0 + 1 + 0 + 1}{6} = \frac{3}{6} = 0.5$$

Si obtenemos el índice de preferencia para la alternativa de Bélgica contra Italia quedaría de la siguiente manera:

$$\pi(Bel, Ita) = \frac{1 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 1 + 0 \times 1}{6} = \frac{1 + 0 + 1 + 0 + 1 + 0}{6} = \frac{3}{6} = 0.5$$

Si ahora comparamos la alternativa de Italia contra Austria que está en la tabla A2.6.

Función de preferencia Pref(Ita,Aus)	Diferencia d	Italia		Austria	Diferencia d	Función de preferencia Pref(Bel,Aus)
0		80	Mano de obra	52	-28	1
1	<b>+180</b>	900	Potencia	720		0
0		600	C. construcción	600		0
0		5.4	C. Operación	2.0	-3.4	1
0		8	Casas a evacuar	3	-5	1
0		3	Seguridad	4	+1	1

Tabla A2.6. Comparación Italia vs Austria

Si obtenemos el índice de preferencia para la alternativa de Italia contra Austria quedaría de la siguiente manera:

$$\pi(\text{Ita,Aus}) = \frac{0*1+1*1+0*1+0*1+0*1+0*1}{6} = \frac{0+1+0+0+0+0}{6} = \frac{1}{6} = 0.17$$

Si obtenemos el índice de preferencia para la alternativa de Austria contra Italia quedaría de la siguiente manera:

$$\pi(\text{Aus,Ita}) = \frac{1*1+0*1+0*1+1*1+1*1+1*1}{6} = \frac{1+0+0+1+1+1}{6} = \frac{4}{6} = 0.67$$

Poniendo los resultados anteriores a la tabla A2.7.

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia
Italia		<b>0.5</b>			<b>0.17</b>	
Bélgica	<b>0.5</b>					
Alemania						
Suecia						
Austria	<b>0.67</b>					
Francia						

Tabla A2.7. Índices de preferencia parcial

Para calcular todos los índices de preferencia de cada una de las alternativas restantes, se debe realizar como en los dos ejemplos anteriores y no se puede comparar una alternativa contra sí misma, por lo que el valor de esta casilla será de 0 como se muestra en la tabla A2.8.

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia
Italia	0	<b>0.5</b>	0.5	0.5	<b>0.17</b>	0.33
Bélgica	<b>0.5</b>	0	0.5	0.33	0.33	0.5
Alemania	0.5	0.5	0	0.5	0.17	0.67
Suecia	0.5	0.67	0.5	0	0.5	0.33
Austria	<b>0.67</b>	0.67	0.67	0.5	0	0.83
Francia	0.5	0.5	0.33	0.67	0.17	0

Tabla A2.8. Índices de preferencia

## 6. Clasificación parcial PROMETHEE I

Para Obtener la clasificación parcial PROMETHEE I es necesario obtener los flujos de categoría superior e inferior a partir de las ecuaciones 4.8 y 4.9 del capítulo 4 que son:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

Si obtenemos el flujo de categoría superior para la alternativa de Italia a partir de la tabla 2.20 quedaría de la siguiente manera:

$$\phi^+(Italia) = \frac{1}{5}(0 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.17 + 0.33) = 0.4$$

Si obtenemos el flujo de categoría superior para la alternativa de Italia a partir de la tabla A2.7. quedaría de la siguiente manera:

$$\phi^-(Italia) = \frac{1}{5}(0 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.67 + 0.5) = 0.53$$

Poniendo los resultados anteriores a la tabla A2.9.

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia	$\Phi_+(a)$
Italia	0	0.5	0.5	0.5	0.17	0.33	0.4
Bélgica	0.5	0	0.5	0.33	0.33	0.5	
Alemania	0.5	0.5	0	0.5	0.17	0.67	
Suecia	0.5	0.67	0.5	0	0.5	0.33	
Austria	0.67	0.67	0.67	0.5	0	0.83	
Francia	0.5	0.5	0.33	0.67	0.17	0	
$\Phi^-(a)$	0.53						

Tabla A2.9. Flujos de preferencia agregada parcial

Para calcular todos los flujos de preferencia agregada de cada una de las alternativas restantes, se debe realizar como en el ejemplo anterior y quedarían como se muestra en la tabla A2.10.

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia	$\Phi_+(a)$
Italia	0	0.5	0.5	0.5	0.17	0.33	<b>0.4</b>
Bélgica	0.5	0	0.5	0.33	0.33	0.5	<b>0.43</b>
Alemania	0.5	0.5	0	0.5	0.17	0.67	<b>0.47</b>
Suecia	0.5	0.67	0.5	0	0.5	0.33	<b>0.5</b>
Austria	0.67	0.67	0.67	0.5	0	0.83	<b>0.67</b>
Francia	0.5	0.5	0.33	0.67	0.17	0	<b>0.43</b>
$\Phi_-(a)$	<b>0.53</b>	<b>0.57</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.27</b>	<b>0.53</b>	

Tabla A2.10. Flujos de preferencia agregada Total

Una vez obtenidos todos los flujos de preferencia agregada, se realiza la clasificación parcial PROMETHEE I conforme a la Figura A2.2., esto se puede observar en la siguiente figura:

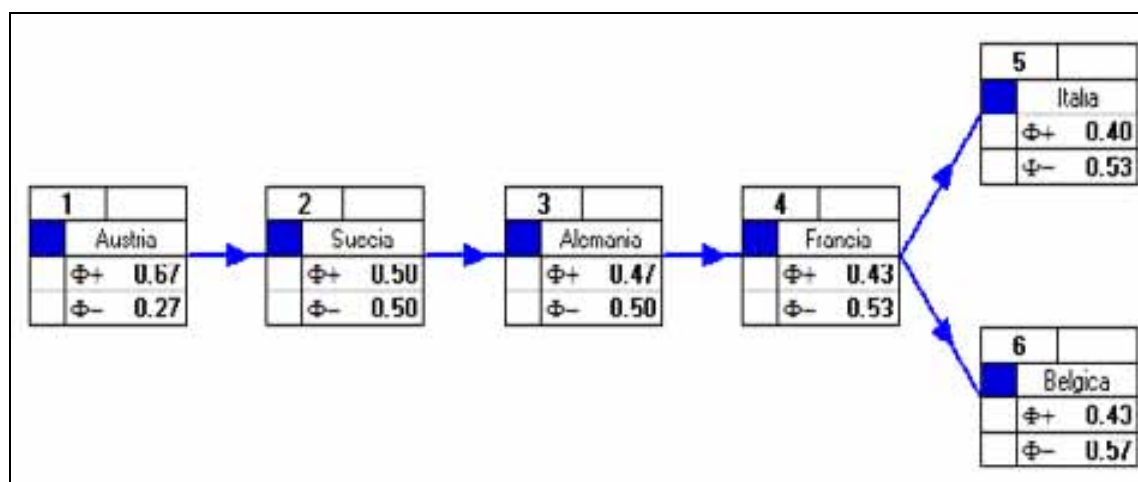


Figura A2.2. Clasificación parcial PROMETHEE I



Podemos observar en la Figura A2.2. que la mejor alternativa para construir la hidroeléctrica sería en Austria, le seguiría Suecia, posteriormente Alemania y finalmente Francia. La clasificación parcial PROMETHEE I no indica diferencia entre Italia o Bélgica, por lo que estas dos alternativas las pone al mismo nivel de importancia.

## 7. Clasificación Completa PROMETHEE II

Si se requiere saber el orden completo desde la mejor alternativa hasta la peor, se debe utilizar la clasificación completa PROMETHEE II.

La clasificación completa de PROMETHEE II se obtiene a partir del flujo neto de dominancia como se muestra en la ecuación 4.10 del capítulo 4 que es:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Por ejemplo para obtener el flujo neto de dominancia de Italia (Tabla A2.11.) se debe restar el flujo de categoría superior menos el flujo de categoría inferior como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\phi(\text{Italia}) = 0.4 - 0.53 = -0.13$$

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia	$\Phi^+(a)$
Italia	0	0.5	0.5	0.5	0.17	0.33	0.4
Bélgica	0.5	0	0.5	0.33	0.33	0.5	0.43
Alemania	0.5	0.5	0	0.5	0.17	0.67	0.47
Suecia	0.5	0.67	0.5	0	0.5	0.33	0.5
Austria	0.67	0.67	0.67	0.5	0	0.83	0.67
Francia	0.5	0.5	0.33	0.67	0.17	0	0.43
$\Phi^-(a)$	0.53	0.57	0.5	0.5	0.27	0.53	
$\Phi(a)$	<b>-0.13</b>						

Tabla A2.11. Flujo neto de dominancia parcial

Para calcular todos los flujos netos de dominancia de cada una de las alternativas restantes, se debe realizar como en el ejemplo anterior y quedarían como se muestra en la tabla A2.12.

$\Pi(a,b)$	Italia	Bélgica	Alemania	Suecia	Austria	Francia	$\Phi +(a)$
Italia	0	0.5	0.5	0.5	0.17	0.33	0.4
Bélgica	0.5	0	0.5	0.33	0.33	0.5	0.43
Alemania	0.5	0.5	0	0.5	0.17	0.67	0.47
Suecia	0.5	0.67	0.5	0	0.5	0.33	0.5
Austria	0.67	0.67	0.67	0.5	0	0.83	0.67
Francia	0.5	0.5	0.33	0.67	0.17	0	0.43
$\Phi -(a)$	0.53	0.57	0.5	0.5	0.27	0.53	
$\Phi (a)$	<b>-0.13</b>	<b>-0.14</b>	<b>-0.03</b>	<b>0</b>	<b>0.4</b>	<b>-0.1</b>	

Tabla A2.12. Flujos netos de dominancia total

Una vez obtenidos todos los flujos netos de dominancia, se realiza la clasificación completa PROMETHEE II conforme a las ecuaciones 4.11 del capítulo 4, esto se puede observar en la Figura A2.3.

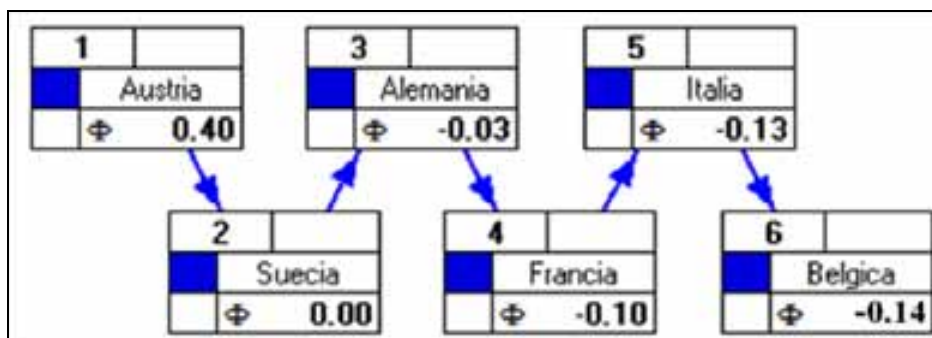
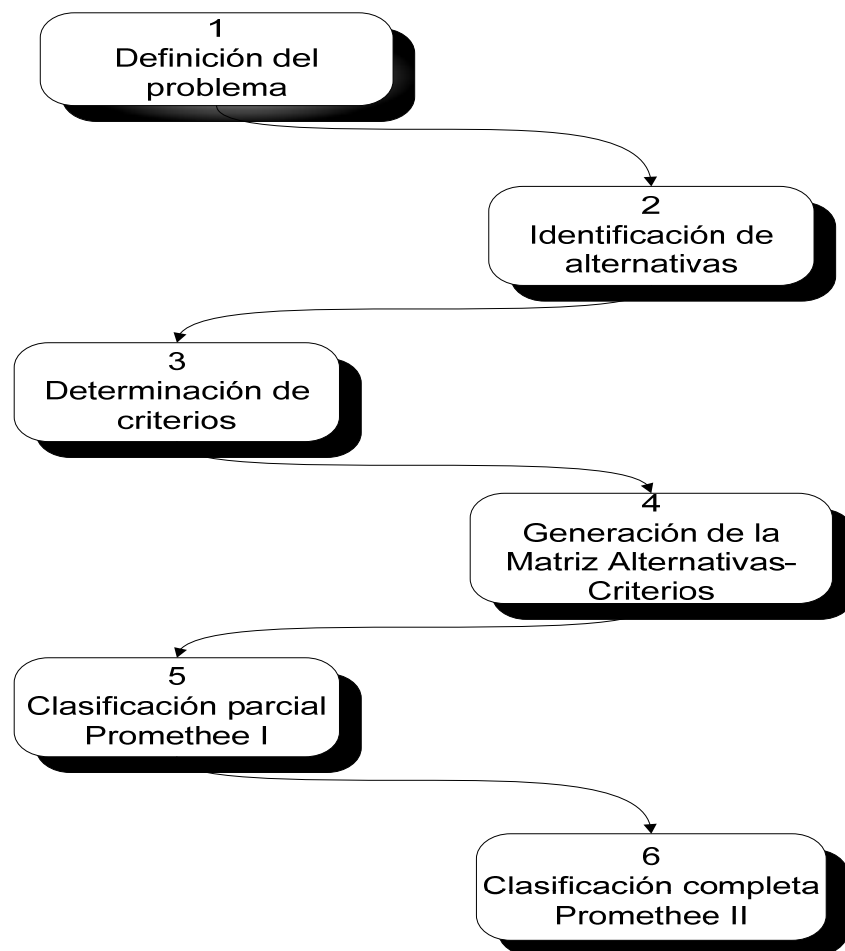


Figura A2.3. Clasificación completa PROMETHEE II

Podemos observar en la figura anterior que la mejor alternativa para construir la hidroeléctrica sería en Austria, le seguiría Suecia, subsiguientemente Alemania, detrás Francia, posteriormente Italia y finalmente con la peor opción Bélgica.

## A2.2. Ejemplo simplificado de la aplicación de la RPP

Para simplificar la explicación del método PROMETHEE, éste se ejemplificará solamente con tres alternativas y tres criterios tomados de la misma aplicación de la RPP que se presenta a partir del apartado 5.1. En este ejemplo se mostrará cada uno de los pasos que se muestran en la Figura A2.4.



**Figura A2.4. Procedimiento del método PROMETHEE.**

### 1. Definición del problema

En esta parte se define el problema a solucionar, que en este caso es responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es el orden que se debe tener, para llevar a cabo las diferentes alternativas o estrategias propuestas en la RPP del 2006? con el fin de que estas queden jerarquizadas por su grado de importancia.

## 2. Identificación de alternativas

Las líneas estratégicas que se tomaron en cuenta para el ejemplo, se muestran en la tabla A2.13:

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>E4</b>	Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje.
<b>E10</b>	Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores (Se debe destinar un porcentaje para el sistema).
<b>E20</b>	Esquema de financiamiento para la investigación, desarrollo tecnológico y recursos humanos.

**Tabla A2.13. Alternativas**

### 3. Determinación de los criterios

Los criterios que se tomaron en cuenta de la RPP del 2006 para este ejemplo se muestran en la tabla A2.14:

Función de preferencia				
Criterio	Peso (W)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$		Comportamiento del criterio
C2	Sistemas de información y difusión	5	Usual (Tipo I)	Maximizar
C5	Capacitación y formación de recursos humanos	5	Usual (Tipo I)	Maximizar
C12	Crecimiento demográfico	3	Usual (Tipo I)	Minimizar

**Tabla A2.14. Criterios**

Dentro de este paso se designan los pesos y la función de preferencia con las que se evaluarán cada uno de los criterios.

Para este ejemplo los tomadores de decisiones decidieron que el valor de los pesos fuera con forme a la tabla A2.15.

Parámetro	Peso	Peso (Número)
A	Muy alta	5
B	Alta	4
C	Regular	3
D	Baja	2
E	Muy baja	1

**Tabla A2.15. Valor de los pesos**

Los tomadores de decisiones decidieron usar la función de preferencia Usual (tipo I), lo que significa, que si existe una pequeña diferencia entre un criterio y otro se decidirá que es mejor aquel criterio que aporte el mejor beneficio por muy pequeño que sea.

Por último los tomadores de decisiones dan a conocer el comportamiento de cada uno de los criterios para su evaluación, es decir, decidirán si un criterio es mejor minimizarlo o maximizarlo de acuerdo al problema.

#### 4. Generación de la matriz alternativas-criterios.

Una vez que se cuenta con toda la información de cada una de las líneas estratégicas, donde cada una de estas es una alternativa, se lleva a cabo el vaciado de la información como se muestra en la tabla A2.16.

<b>Criterios</b>  <b>Alternativas</b>	<b>C2)</b> <b>Sistemas de información y difusión</b>	<b>C5)</b> <b>Capacitación y formación de recursos humanos</b>	<b>C12)</b> <b>Crecimiento demográfico</b>
<b>E4)</b> Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje.	2	4	2
<b>E10)</b> Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores (Se debe destinar un porcentaje para el sistema).	2	3	1
<b>E20)</b> Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos.	3	4	2

**Tabla A2.16. Matriz de evaluación alternativas-criterios**

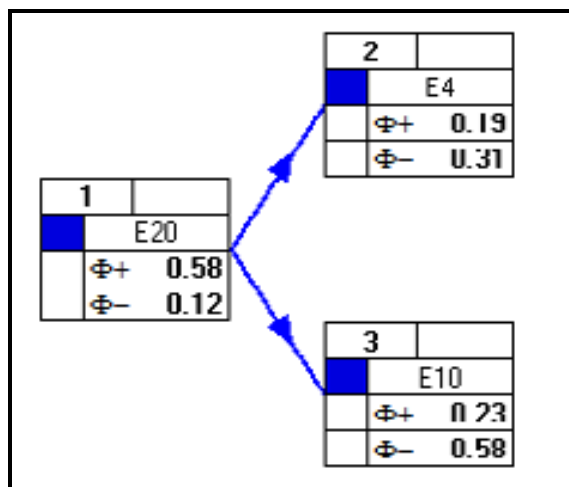
Todo método de jerarquización como el AHP, el Electre, PROMETHEE etc., comienzan a partir de la matriz de alternativas- criterios que en nuestro ejemplo para poder ser evaluada se llevó a cabo la escala de evaluación, para poder así calificar el grado de importancia que tiene cada una de las líneas conforme a cada uno de los criterios, esta escala se muestra a continuación en la tabla A2.17:

Escala de evaluación	
Bajo	1
Medio	2
Alto	3
Muy alto	4

**Tabla A2.17. Escala de evaluación**

### 5. Clasificación parcial PROMETHEE I

Utilizando el software Decision Lab, se realiza la clasificación parcial PROMETHEE I, esto se puede observar en la siguiente Figura A2.5:



**Figura A2.5. Clasificación parcial PROMETHEE I**

Podemos observar en la figura anterior que cada cuadro o casilla tiene 4 números, donde:

1. El primer número que se encuentra en la parte superior izquierda, nos indica la posición que PROMETHEE va dando a cada una de las alternativas o estrategias, que en este caso son **1, 2, 3**, es decir, las va enumerando conforme a los resultados que va obteniendo.



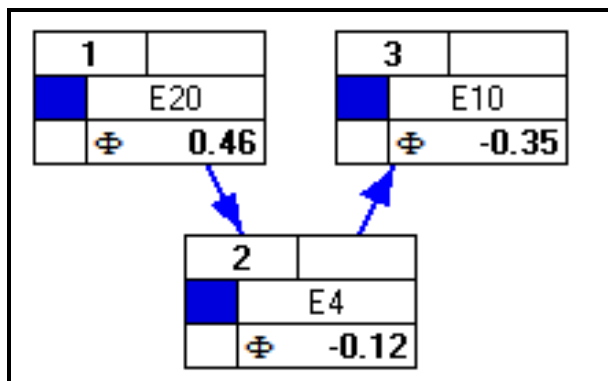
2. El segundo número indica la alternativa o estrategia que corresponde por casilla o cuadro, que en este caso son tres E20 (Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos), E4 (Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje) y E10 (Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores).
3. El tercer número que tiene el símbolo  $\Phi+$  se le llama flujo de categoría positivo, este expresa como una alternativa es de categoría superior que todas las demás alternativas. Éste es su poder, su carácter dominante, es decir, entre más grande sea es mejor la alternativa.
4. El cuarto número que tiene el símbolo  $\Phi-$  se llama flujo de categoría negativo, este expresa como una alternativa es de categoría inferior que todas las demás alternativas. Ésta es su debilidad, su carácter de inferioridad, es decir, entre más pequeño sea es mejor la alternativa.

De los cuatro puntos para la primera clasificación PROMETHEE I, podemos observar que la primera línea a desarrollar sería E20 (Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos) debido a que su flujo de categoría positivo es igual  $\Phi+=0.58$  y es mucho mayor que el de E4  $\Phi+=0.19$  y el de E10  $\Phi+=0.23$  además, su flujo de categoría negativo de E20 es igual  $\Phi- =0.12$  y es mucho menor que el de E4  $\Phi- =0.31$  y el de E10  $\Phi- =0.58$ .

Le seguiría como segunda opción las siguientes dos líneas E4 (Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje) y E10 (Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores), de estas podemos decir que PROMETHEE I se deslinda de jerarquizar estas líneas y las deja empatadas, debido a que el flujo de categoría positivo de E4  $\Phi+=0.19$  es menor que el de E10  $\Phi+=0.23$ , pero el flujo de categoría negativo de E4  $\Phi- =0.31$  es menor que el de E10  $\Phi- =0.58$ , para que la jerarquización de las alternativas en PROMETHEE I nos indicara que E4 debe ir antes que E10 el flujo de categoría positivo de E4 debería ser más grande que el de E10.

## 5. Clasificación completa PROMETHEE II

Finalmente se continuó con la clasificación completa llamada PROMETHEE II, originando así los resultados finales que se muestran en la siguiente Figura A2.6 a partir del software Decision Lab:



**Figura A2.6. Clasificación completa PROMETHEE 2**

Podemos observar en la figura anterior que cada cuadro o casilla tiene 4 números, donde:

1. El primer número que se encuentra en la parte superior izquierda, nos indica la posición que PROMETHEE va dando a cada una de las alternativas o estrategias, que en este caso son **1, 2, 3**, es decir, las va enumerando conforme a los resultados que va obteniendo.
2. El segundo número indica la alternativa o estrategia que corresponde por casilla o cuadro, que en este caso son tres E20 (Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos), E4 (Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje) y E10 (Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores).
3. El tercer número que tiene el símbolo  $\Phi$  se le llama flujo neto de dominancia, este expresa que todas las alternativas pueden ser comparables, es decir, entre más grande sea el flujo neto de dominancia es mejor la alternativa. Este se obtiene de realizar la diferencia entre el flujo de categoría positivo menos el flujo de categoría negativo.

En esta figura podemos observar que la primera línea a desarrollar sigue siendo E20 (Esquema de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico y recursos humanos) ya que su flujo neto de dominancia es el más grande  $\Phi=0.46$ , le seguiría como segunda opción E4 (Preparar la reforma al sistema educativo del sistema de riego y drenaje) con su flujo de neto de categoría  $\Phi= -0.12$  y como última opción le seguiría E10 (Integrar un fondo económico con recursos federales, estatales y municipales para el fortalecimiento para el fortalecimiento de la capacidad institucional de los organismos operadores) con un flujo neto de categoría  $\Phi= -0.35$ .