

---

manuales

# **M**anual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos

Juan Francisco Pacheco  
Eduardo Contreras

Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación  
Económica y Social (ILPES)

Santiago de Chile, julio de 2008



Este documento fue preparado por Juan Francisco Pacheco, funcionario del Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública del ILPES y Eduardo Contreras, consultor del ILPES y profesor del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Esta publicación es parte de trabajos realizados por el ILPES y profesores de la Universidad de Chile, ha contado con apoyo valiosísimo de alumnos practicantes en el ILPES, como de tesis de la Universidad de Chile. En especial se agradece a la profesora Sara Arancibia de la Universidad Diego Portales, que gentilmente nos ha permitido usar parte de su material docente.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN versión impresa 1680-886X      ISSN versión electrónica 1680-8878

ISBN: 978-92-1-323231-6

LC/L.2957-P

N° de venta: S.08.II.G.71

Copyright © Naciones Unidas, septiembre de 2008. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Resumen</b> .....   | 7  |
| <b>Introducción</b> .....  | 9  |
| <b>Parte I</b> .....   | 11 |
| <b>1. Complejidad de la evaluación de proyectos</b> .....                        | 13 |
| <b>2. ¿Por qué y dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?</b> .....           | 15 |
| 2.1 ¿Por qué utilizarla?.....  | 15 |
| 2.2 ¿Dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?.....                            | 16 |
| <b>3. Gestión y administración de inversiones</b> .....                          | 21 |
| 3.1 Marco institucional del sistema Nacional de Inversión<br>Pública (SNIP)..... | 22 |
| 3.2 Proceso de planificación y ejecución de la inversión<br>pública .....        | 23 |
| <b>4. Actores: participación e involucrados</b> .....                            | 27 |
| 4.1 El capital social .....  | 27 |
| 4.2 El análisis de involucrados.....   | 28 |
| <b>5. Métodos de comparación</b> .....   | 33 |
| 5.1 Métodos cuantitativos puros.....   | 33 |
| 5.2 Métodos cualitativos puros.....  | 35 |
| <b>6. Métodos de Evaluación Multicriterio</b> .....                              | 39 |
| 6.1 El proceso de decisión .....   | 39 |
| 6.2 Clasificación de las técnicas multicriterios.....                            | 42 |
| 6.3 Construcción de jerarquías.....  | 43 |
| 6.4 Método Sencillo de Estandarización (01-Z).....                               | 45 |
| 6.5 Método AHP.....  | 49 |
| <b>Parte II</b> .....  | 57 |
| <b>7. Descripción del proceso para la Evaluación Multicriterio</b> .....         | 59 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Parte III</b> .....   | 67  |
| <b>8. Aplicación de Evaluación Multicriterio</b> .....                                     | 69  |
| 8.1 Ejemplo 1: selección de alternativas de proyectos de infraestructura educacional ..... | 69  |
| 8.2 Ejemplo 2: priorización de proyectos de deportes .....                                 | 90  |
| 8.3 Ejemplo 3: priorización de proyectos de infraestructura hidráulica .....               | 98  |
| <b>Bibliografía</b> .....  | 103 |
| <b>Anexos</b> .....  | 105 |
| <b>Serie manuales: números publicados</b> .....  | 111 |

### Índice de figuras

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 1  | ÁRBOL DE OBJETIVOS .....   | 18  |
| Figura 2  | DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....          | 24  |
| Figura 3  | ESQUEMA DISEÑO-EJECUCIÓN INVERSIÓN PÚBLICA Y MARCO LÓGICO .....                  | 25  |
| Figura 4  | IDENTIFICACIÓN DE INVOLUCRADOS .....   | 30  |
| Figura 5  | PROBLEMA DE DECISIÓN (ESQUEMA) .....   | 40  |
| Figura 6  | JERARQUÍA DEL PROBLEMA .....   | 45  |
| Figura 7  | JERARQUÍA SIMPLE .....   | 50  |
| Figura 8  | ESCALA DE SAATY .....  | 51  |
| Figura 9  | SÍNTESIS DEL MODELO .....  | 56  |
| Figura 10 | PROCESO DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO .....  | 60  |
| Figura 11 | IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS .....  | 61  |
| Figura 12 | JERARQUÍA DEL MODELO .....   | 62  |
| Figura 13 | CONSTRUCCIÓN DE LAS MATRICES DE COMPARACIONES .....                              | 63  |
| Figura 14 | ANÁLISIS DE LOS INDICADORES .....  | 64  |
| Figura 15 | RANKING DE ALTERNATIVAS DE PROYECTOS .....                                       | 65  |
| Figura 16 | ESTRUCTURA PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....                                  | 75  |
| Figura 17 | MODELO FINAL PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS (EDUCACIÓN) .....                 | 77  |
| Figura 18 | MODELO JERÁRQUICO PARA PRIORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA (EDUCACIÓN) .....         | 84  |
| Figura 19 | MODELO DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS (EDUCACIÓN) .....                            | 88  |
| Figura 20 | MODELO JERÁRQUICO PARA PRIORIZACIÓN (DEPORTES) .....                             | 95  |
| Figura 21 | MODELO JERÁRQUICO CON PONDERADORES GLOBALES Y LOCALES .....                      | 96  |
| Figura 22 | MODELO JERÁRQUICO PARA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA .....                          | 100 |
| Figura 23 | RESUMEN DE LAS PONDERACIONES DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA<br>HIDRÁULICA ..... | 101 |

### Índice de cuadros

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Cuadro 1  | RESUMEN DE LOS MÉTODOS .....                                     | 38 |
| Cuadro 2  | INDICADORES DE PROYECTO .....                                    | 46 |
| Cuadro 3  | MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE INDICADORES .....                 | 47 |
| Cuadro 4  | NORMALIZACIÓN DE INDICADORES .....                               | 47 |
| Cuadro 5  | MATRIZ DE JUICIOS DE IMPORTANCIA .....                           | 48 |
| Cuadro 6  | INDICADORES JERARQUÍA .....                                      | 48 |
| Cuadro 7  | MATRIZ DE COMPARACIÓN .....                                      | 52 |
| Cuadro 8  | ÍNDICES ALEATORIOS POR TAMAÑO DE MATRIZ .....                    | 55 |
| Cuadro 9  | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS GENERALES (EDUCACIÓN) .....   | 75 |
| Cuadro 10 | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS ESPECÍFICOS (EDUCACIÓN) ..... | 76 |
| Cuadro 11 | PONDERACIÓN DE SUBCRITERIOS DE CONTENIDOS (EDUCACIÓN) .....      | 76 |
| Cuadro 12 | PONDERACIÓN DE SUBCRITERIOS DE GESTIÓN (EDUCACIÓN) .....         | 76 |
| Cuadro 13 | PONDERACIONES GLOBALES DE SUBCRITERIOS (EDUCACIÓN) .....         | 77 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Cuadro 14 | COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS (EDUCACIÓN).....                    | 80  |
| Cuadro 15 | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA POR MONTO.....                          | 81  |
| Cuadro 16 | ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA POR POBREZA.....                        | 82  |
| Cuadro 17 | ASIGNACIÓN POR DENSIDAD POBLACIONAL.....                        | 82  |
| Cuadro 18 | ASIGNACIÓN POR CRECIMIENTO.....                                 | 83  |
| Cuadro 19 | ASIGNACIÓN POR URGENCIA.....                                    | 83  |
| Cuadro 20 | RANKING DE PROYECTOS.....                                       | 84  |
| Cuadro 21 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS).....          | 85  |
| Cuadro 22 | MATRIZ DE COMPARACIÓN PARA CRITERIOS POLÍTICOS-EMOCIONALES..... | 85  |
| Cuadro 23 | MATRIZ DE COMPARACIÓN PARA CRITERIOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS.....    | 85  |
| Cuadro 24 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (ADJUDICACIÓN HISTÓRICA).....             | 86  |
| Cuadro 25 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (NIVEL DE POBREZA).....                   | 86  |
| Cuadro 26 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (DENSIDAD POBLACIONAL).....               | 86  |
| Cuadro 27 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO).....            | 87  |
| Cuadro 28 | MATRIZ DE COMPARACIÓN (GRADO DE URGENCIA DEL PROYECTO).....     | 87  |
| Cuadro 29 | PONDERADORES GLOBALES (PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS).....          | 87  |
| Cuadro 30 | SÍNTESIS DE RESULTADO POR PROYECTO.....                         | 89  |
| Cuadro 31 | COMPARACIÓN DE RANKING.....                                     | 89  |
| Cuadro 32 | RESUMEN DE LOS DATOS.....                                       | 96  |
| Cuadro 33 | RESULTADOS POR ESCENARIO.....                                   | 98  |
| Cuadro 34 | DATOS REFERENCIALES DE LOS PROYECTOS EVALUADOS.....             | 101 |
| Cuadro 35 | RANKING PARA EMBALSES.....                                      | 102 |



## Resumen

---

Este documento contiene tópicos relacionados con la inversión pública y opciones metodológicas para la evaluación y jerarquización de proyectos y programas, revela además temáticas de las organizaciones públicas relacionadas con los Sistemas Nacionales de Inversión Pública (SNIP), y pretende aportar en el sentido de incorporar, en la evaluación y priorización de programas y proyectos, métodos basados en criterios de evaluación relacionados con múltiples objetivos en una métrica común.





## Introducción

---

La evaluación de proyectos, o evaluación de inversiones, o análisis costo - beneficio, ampliamente difundido hasta la fecha, consiste en comparar los costos (de inversión y operación) del proyecto con los beneficios que este genera, con el objeto de decidir sobre la conveniencia de su realización. El objetivo de este análisis, es detectar oportunidades de inversión que puedan crear valor, y contribuir así al crecimiento económico de una nación. Para poder llegar a comparar los costos con los beneficios, previamente es necesario identificarlos, medirlos y valorarlos.

La **identificación** de costos y beneficios, consiste en determinar, en forma cualitativa, los impactos positivos y negativos que genera el proyecto. Por ejemplo: la construcción de una central hidroeléctrica permitirá entre otras cosas: disminuir las tarifas, aumentar la potencia instalada y mejorar la oferta de energía (beneficios), por el lado de los costos, identificamos entre otros: las obras civiles, movimientos de tierras, equipos, uso de recursos humanos altamente capacitados y la migración de algunas aves cuyo hábitat se localiza precisamente en el entorno del río que será utilizado para el embalse.

La **medición** de beneficios y costos se refiere a su cuantificación en unidades físicas, siguiendo con el ejemplo anterior: cuantos kilowatt-hora podrán ser generados, cuantas toneladas de materiales se necesitarán, cuantas máquinas, cuantos profesionales según especialidad deberán participar en el proyecto, y por último, cuántas aves deberán migrar.

La **valoración** de beneficios y costos, consiste en transformar las unidades físicas en indicadores económicos, mediante los precios de los bienes producidos y los recursos utilizados, este último paso del proceso es el que presenta dificultades en algunos casos. Siguiendo con el ejemplo anterior, la mayoría de los costos y beneficios identificados y medidos en la central hidroeléctrica son valorables, sin embargo, ¿qué costo tiene la migración de las aves?

Adicionalmente, como ilustra el ejemplo anterior, existen costos y beneficios que pueden ser identificados pero difícilmente pueden ser medidos (ex ante) en unidades físicas, por ejemplo, ¿cuánto mejorará el aprendizaje de los alumnos beneficiados por un proyecto de informática educativa?, podemos estimar cuántos alumnos se beneficiarán, pero resulta complejo predecir cuánto aumentará la calidad de su proceso educativo. Este tipo de impactos, ya sean “costos” o “beneficios” o impactos “positivos” o “negativos”, dan cuenta de dos temas centrales: la complejidad de la evaluación de proyectos y la necesidad de herramientas que consideren criterios adicionales a los económicos tradicionales.

Para abordar este tema, partiendo por la justificación de su necesidad, en la primera parte de esta publicación se presenta el tema de la complejidad en la evaluación de proyectos, inicialmente esta complejidad se trata en forma general, para luego presentar, de forma intuitiva, la evaluación multicriterio como una herramienta de apoyo a la gestión de dicha complejidad, se presentan ejemplos de ámbitos de aplicación de la herramienta en distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto. Así, este documento se estructura en tres partes:

En la primera parte (I) se muestran elementos y conceptos sobre la Evaluación Multicriterio y cuestiones como la complejidad de la evaluación de proyectos. La razón que justifica la introducción de diferentes criterios ante las limitaciones de la evaluación tradicional, la necesidad de una buena administración y gestión de inversiones, el marco institucional necesario, actores involucrados, para finalmente llegar a la presentación de algunos métodos de evaluación.

En la segunda parte (II), se presenta el proceso, entregando lineamientos para llevar a cabo una evaluación del tipo multicriterio.

En la tercera parte (III), se presenta casos donde se ha aplicado este tipo de evaluaciones, se muestran en específico un caso de educación, un caso de deportes y uno de infraestructura hidráulica.

De esta manera se pretende entregar una información que permita al lector introducirse en esta materia e intentar aplicarla en los ámbitos en que las herramientas mostradas lo permitan.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> En la realización de este trabajo se ha contado con la ayuda de diferentes personas, entre ellos alumnos que con su entusiasmo y dedicación han permitido reunir y ordenar información, notas de clases y los casos prácticos desarrollados que aquí se presentan, agradecemos los aportes de Carolina Guerrero, Francisco Espinoza, Gustavo Cabezas y los memoristas Marcelo A. Méndez, Pablo Torres y Sergio A. Mella.

## Parte I

---



## 1. Complejidad de la evaluación de proyectos

---

En la evaluación de proyectos o programas de inversión pública no se agota toda la información disponible sobre problemas o necesidades que estos pretenden solucionar, con la recopilación de información solamente económica. Existe una gran cantidad de factores que no pueden ser valorados para ser incluidos en un análisis Costo-Beneficio o que son excluidos en un análisis Costo-Eficiencia debido a la naturaleza de las variables que inciden en una situación en análisis.

Entendiendo que una variable es una característica de la realidad que puede ser determinada por observación y puede tomar diferentes valores de una unidad de observación a otra. En general, se establece que dependiendo de la naturaleza de la investigación y del tipo de información que trate, las variables pueden agruparse en dos tipos, cuantitativas y cualitativas. Una variable cuantitativa es aquella variable que representa una característica o propiedad del objeto de estudio que puede cuantificarse y puede ser expresada con números. Una variable cualitativa es una variable que representa una propiedad que hace referencia a cualidades del objeto de estudio y no puede ser expresada con “números”.

Cuando el objeto de estudio es la Sociedad, nos enfrentamos a ambos tipos de variables. Porque la manera en que se presentan los diversos factores que constituyen el sistema social y en particular el comportamiento del ser humano, indica que algunos factores pueden ser expresados cuantitativamente y otros no. Así, las decisiones se

deberían tomar considerando no sólo aspectos económicos, ya que no todos los factores que se modifican con una intervención son cuantitativamente expresables del modo tradicional o monetario. Las consecuencias políticas, su impacto ambiental, algunos efectos posteriores a la realización del proyecto, la consecución de objetivos estratégicos, el aporte a la descentralización, etc. son factores de difícil cuantificación y tienen un gran peso en proyectos y programas de inversión pública. Desde el diseño hasta la realización de un proyecto o programa, a lo largo de todo este proceso, factores como la percepción, intuición, experiencia y otros, son de capital importancia, por lo tanto el factor humano-cualitativo no puede ser excluido.

Por otra parte, un proyecto o programa muchas veces afecta no sólo a las variables que se pretende intervenir, sino que trae efectos adicionales, muchos de ellos no deseados o predichos, esto sucede porque el ambiente social es un sistema complejo y en su dinámica innumerables factores participan para obtener un resultado específico. Por lo tanto, para una buena evaluación surge la necesidad de incluir instrumental que abarque un espectro más amplio y que sea capaz de lidiar con múltiples objetivos y contradicciones.

Consideremos el siguiente ejemplo. Supongamos que un municipio desea reducir la delincuencia en una zona de su comuna. Para esto evalúa dos alternativas de proyecto, una cancha de football o una plaza con áreas verdes. Decide por una de ellas en función de una evaluación económica, la que posee un VAN, TIR, etc. social mayor. La decisión adoptada por el municipio sería la “correcta” si el sesgo obligatorio, en esta, fuera la rentabilidad económica. Sin embargo esa no es toda la información disponible para la evaluación y la toma de decisiones. Existe un grupo de criterios cualitativos que se pueden agregar al análisis antes expuesto, tales como: polarización por equipo de football en la zona del proyecto, rango de edad de las personas envueltas en ilícitos, nivel de drogadicción en la zona, etc. Estos criterios hacen la diferencia al momento de evaluar una alternativa de proyecto, así si el grado de polarización en las preferencias por equipos de football es alta, no sería conveniente construir la cancha de football, pues en un ambiente de alta delincuencia podría conducir a mayores niveles de violencia. Por el contrario si el nivel de drogadicción juvenil es alta, es preferible construir la cancha en vez de la plaza, aunque posea un VAN menor relativo. La obviedad del ejemplo indica que sería necesario incluir los aspectos antes descritos para mejorar la toma de decisiones, sin embargo el gran número de factores y naturaleza de algunos de ellos hace difícil su inclusión en las formas tradicionales de evaluación de proyectos. Por su parte, las técnicas de Evaluación Multicriterio permiten trabajar con varios criterios a la vez, identificar la importancia relativa de cada uno y evaluar entre distintas alternativas de proyecto, independiente de la naturaleza de los factores que están implícitos en una situación específica.

## 2. ¿Por qué y dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?

---

### 2.1 ¿Por qué utilizarla?

La visión racionalista –positivista– cartesiana, ha dominado el sistema de pensamiento de la civilización occidental desde que la filosofía clásica griega sistematizó el uso del análisis, el juicio y la argumentación. El racionalismo en el mundo moderno asume que para cualquier problema de toma de decisiones existe una solución óptima precisa y que es posible encontrarla razonando respecto al problema y modelándolo adecuadamente.

Un supuesto subyacente en esta visión es la tangibilidad de las variables y atributos que inciden en la toma de decisiones. La teoría tradicional de evaluación de proyectos, se enmarca básicamente dentro de la tradición racionalista, en efecto, hemos supuesto siempre que los individuos maximizan su utilidad, y que la sociedad maximiza el bienestar social, que podemos conocer toda la información (o al menos la mayor parte) necesaria para la toma de decisiones y que la tangibilidad de esta información nos permite medir (todos los costos y beneficios) para llegar a un criterio único (VAN) que nos permite tomar la decisión en forma racional.

De esta manera, la “*Evaluación de Proyectos*”<sup>2</sup> supone la capacidad de identificar, medir y valorar, todos los costos y beneficios involucrados, cuestión que en la práctica no siempre es posible. Así,

---

<sup>2</sup> Enfoque de eficiencia.

los beneficios y costos que se deben identificar, medir y valorar, son aquellos que resulten relevantes desde el punto de vista del inversionista que desea llevar a cabo el proyecto. Típicamente se distinguen dos puntos de vista, uno es el del inversionista privado (Evaluación Privada), y otro es el de todos los agentes económicos que conforman la comunidad nacional (caso en el que se estará efectuando una Evaluación Social de proyectos). Con frecuencia este último análisis se aplica a políticas y programas que tienen tipos de productos fuera del mercado como, por ejemplo, los mejoramientos en la calidad ambiental.

El estatus y el papel del análisis costo beneficio en los proyectos públicos y en la toma de decisiones sobre políticas públicas ha sido tema de continuas discusiones como también de conflictos políticos y administrativos. Las entidades públicas asesoras han sido criticadas con frecuencia por utilizar el análisis costo-beneficio para la determinación del presupuesto. Algunos ejecutivos públicos y dirigentes políticos han adoptado la posición de que el análisis costo-beneficio constituye un intento de frustrar el proceso de discusión, la participación ciudadana, la democracia y la toma de decisiones políticas que tendrá lugar alrededor de potenciales programas y proyectos públicos. En la práctica la evaluación social de proyectos en Latinoamérica, ha estado centrada en la evaluación costo beneficio bajo el enfoque de eficiencia, y en bienes y servicios en los que existen mercados observables.<sup>3</sup> Uno de los riesgos que se corre con el uso de este método es que la tendencia a cuantificar los efectos sobreenfatice aquéllos que son valorizables, aún cuando otros efectos intangibles no cuantificados o valorizados pueden ser tanto o más importantes.

Lo anterior nos plantea varios desafíos, tales como: buscar consensos en torno a la evaluación de proyectos, incorporar las variables no cuantificables o factores subjetivos que pesan en las decisiones de los agentes económicos, incorporar procesos de toma de decisiones que son crecientemente grupales. Sin embargo, esto no nos deja en un “mundo sin herramientas de apoyo para la toma de una decisión”, por el contrario, esas herramientas en parte son las que proporcionan los métodos multicriterio.

Una visión caricaturesca de estos métodos, se puede representar, por contraste, con la toma de decisiones en base a quién golpea más fuerte la mesa (método lamentablemente muy en boga, en particular en el ámbito político). Si vamos a tomar decisiones en base a quien golpea la mesa (y cómo la golpea), hagámoslo entonces de forma consistente, evitando contradicciones, sin perder de vista los objetivos y facilitando los consensos con mayor transparencia de información. En síntesis, explicitar y cuantificar los criterios que están detrás de los golpes a la mesa.

En materia de decisiones de inversión ¿significa todo esto que debemos descartar el análisis tradicional? (maximizar VAN social o privado suponiendo que podemos cuantificar todos los costos y beneficios relevantes). A nuestro juicio la respuesta es no, más bien debemos complementarlo. La siguiente pregunta es ¿Dónde y cómo?.

## 2.2 ¿Dónde utilizar la Evaluación Multicriterio?

Si pensamos en el ciclo de vida de un proyecto (idea, perfil, prefactibilidad, factibilidad, ejecución), podemos identificar aplicaciones interesantes, de estos métodos, al menos en las siguientes etapas del ciclo:

### A. Identificación de ideas

Dada cierta misión, o ciertos objetivos, con métodos multicriterio podemos analizar de manera estructurada las formas de alcanzarlos, identificando acciones, algunas de las cuales eventualmente se traducirán en proyectos de inversión.

---

<sup>3</sup> Serie Manuales N. 34. ILPES. Pág. 31.



Posteriormente estos métodos también nos permitirán hacer rankings de ideas y descartar las malas antes de cualquier estudio (ni siquiera de perfil).

Esta aplicación es útil a nivel de la función de administración (Ministerios y empresas del estado) dentro del esquema general del Sistema Nacional de Inversiones (S.N.I.) presentado en el capítulo 3.

## **B. Análisis de alternativas (en cualquier etapa de preinversión: perfil, prefactibilidad, factibilidad)**

Esta es una sub etapa tradicional en evaluación de proyectos (luego del estudio de mercado, el diagnóstico y la optimización de la situación actual). Sobre todo en estudios de nivel de prefactibilidad y factibilidad, i.e., estudios cuyo costo es significativo, en aquellos proyectos en que sea necesario evaluar muchas alternativas, podemos abordar dicha evaluación con métodos multicriterio.

En el caso particular de un estudio de factibilidad, se sabe que a este nivel generalmente se trabaja con una sola alternativa dado los costos de evaluar, se intenta en general seleccionar sólo una a nivel de prefactibilidad, si esa selección no fue posible vía VAN, es posible elegir la alternativa a evaluar a nivel de factibilidad con herramientas como la Evaluación Multicriterio

Esta aplicación se debería hacer con la participación tanto de las unidades encargadas de la administración de los proyectos, como de las unidades encargadas de la asesoría e involucrados, disminuyendo así posibles conflictos en la selección de alternativas.

## **C. Priorización de carteras (post evaluación de proyectos con VAN)**

Enfrentados a una cartera de proyectos rentables, con restricción de presupuesto, el análisis tradicional de optimización del VAN conjunto, o de uso del IVAN, puede ser complementado con una jerarquización multicriterio, que tome en cuenta variables como la contribución a la estrategia general de la empresa, la complementariedad con otras inversiones en marcha, o en el caso de la evaluación para la inversión pública, los aspectos ambientales y redistributivos.

En este caso los agentes que deberían participar en la aplicación, deberían ser los responsables de la función de administración, los de la función de gobierno (Ministerio de Hacienda y Consejos Regionales o Comunales) e involucrados. También dentro del ámbito público, para seleccionar en forma consensuada proyectos y programas que postulan a fondos concursables.

En este ámbito se han desarrollado experiencias al menos en los sectores de educación y en deportes. La aplicación de este tipo de método contribuye en este caso a mejorar la transparencia de la asignación de recursos en concursos, disminuyendo la posibilidad de asignaciones discrecionales.

## **D. Para evaluar propuestas en procesos de licitaciones**

En los procesos de licitación en Latinoamérica que suelen utilizar métodos que típicamente se ponderan la experiencia de la empresa proponente, del equipo, el plan de trabajo propuesto, los costos, etc. Sólo que la determinación de las ponderaciones en la mayor parte se hace en forma arbitraria, o sea, no se utilizan métodos para definir con alguna rigurosidad los ponderadores.

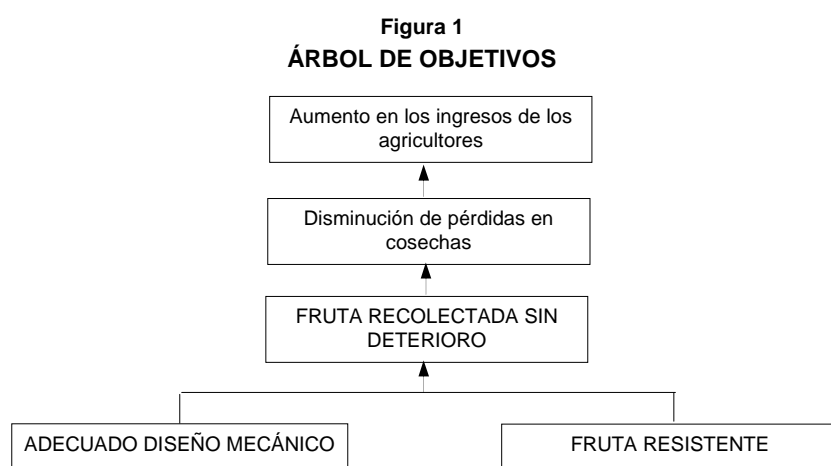
En esta aplicación, para eliminar arbitrariedad y lograr una mayor inclusión, deberían participar directamente las instituciones de la función de administración, no necesariamente con la participación de los organismos asesores y de gobierno, pero sí incorporando a agentes

representativos de las áreas de actividad en cuestión: mundo del arte, de las ciencias, etc., según corresponda. Consiguiendo así ponderaciones más rigurosas y participativas.

## E. Para programas de inversión en el sector público

Dentro del sector público ha alcanzado gran difusión la metodología de marco lógico (Serie Manuales N° 42. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. ILPES). Esta herramienta para la formulación y seguimiento de programas, guarda relación con los enfoques multicriterio. En efecto, un método como la Evaluación Multicriterio, permite agregar resultados.

Se presenta a continuación un ejemplo (tomado de una presentación de Héctor Sanín sobre árboles de problemas y árboles de objetivos).<sup>4</sup> Con las técnicas de árboles de problema y árboles de objetivos, se llega a lo siguiente:



Fuente: Héctor Sanín, presentación en el Curso de Marco Lógico, 2001.

Suponiendo que tenemos que optar y que no podemos ejecutar a la vez el diseño mecánico y la variedad de fruta resistente, algunos criterios posibles para la selección de alternativas, podrían ser los siguientes:

- Problemas e intereses de los involucrados.
- Recursos y mandatos de los involucrados.
- Recursos a disposición del proyecto.
- Probabilidad de alcanzar los objetivos.
- Horizonte del proyecto.
- Factibilidad política.
- Análisis de costo-beneficio.
- Costo-efectividad de la estrategia.
- Efecto sobre el flujo de caja.
- Criterios ambientales.
- Criterios de género.

<sup>4</sup> Héctor Sanín, Curso de Marco Lógico, 2001 (presentación power point).

- Riesgos sociales.
- Sustentabilidad.
- Otros.....

Hasta aquí suelen llegar los análisis con marco lógico. Pero ¿y cómo tomamos una decisión a partir de todos estos criterios? ¿Cómo podemos identificar alternativas que permitan aumentar los ingresos de un grupo de agricultores?

Una vez más, una posible solución es la evaluación multicriterio, que en general permitiría complementar el análisis del marco lógico con una agregación de actividades, componentes y propósitos, de manera de obtener una métrica única de contribución al fin.

## **F. Para la construcción de indicadores de desempeño del personal a cargo de los proyectos**

Esta es una aplicación relevante para las etapas de ejecución y operación del proyecto, posterior a la evaluación ex ante. Se puede generalizar dicha aplicación a la construcción de indicadores de control de gestión durante la implementación del proyecto.

En todos los casos anteriores se necesita agregar varios criterios para llegar a un solo índice que permita tomar la decisión. En base a la experiencia presentada en este documento, parece conveniente seguir explorando la aplicación de la Evaluación Multicriterio en otros ámbitos de decisión, investigar la aplicabilidad a programas, al diseño de productos, a los procesos de licitación y a la formulación de proyectos.



### **3. Gestión y administración de inversiones**

---

Hoy en día las inversiones públicas se ejecutan en el marco de algún Sistema Nacional de Inversión Pública. Entendidos estos como el “conjunto de normas, instrumentos y procedimientos comunes para el sector público y entidades del sector privado que ejecuten inversión pública, mediante los cuales se relacionan y coordinan entre sí, para preparar, evaluar, priorizar, financiar, dar seguimiento y ejecutar los proyectos de inversión pública, en el marco de las políticas, planes y programas de desarrollo”.<sup>5</sup> Está constituido por un conjunto de instituciones del Estado relacionadas a través de procedimientos, que tienen como núcleo a un órgano rector, en base a cuerpos legales que definen sus competencias y roles para cada una.

El marco institucional del Sistema Nacional de Inversiones representa un ordenamiento legal necesario para la realización de las políticas públicas con transparencia, coordinación y apego a las normas. Su existencia fomenta una política clara de inversión en un marco homogéneo, sistemático y coherente. Y, asegura que los proyectos financiados representen los intereses y valores definidos previamente para el bienestar de la sociedad y el uso eficiente de los recursos destinados para ello.

---

<sup>5</sup> ILPES, Serie Manuales N° 34, página 13.

### 3.1 Marco institucional del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

La evaluación multicriterio para la inversión pública sólo puede ser realizada con éxito si esta se hace bajo una estructura organizacional que permita la articulación y coherencia entre objetivos organizacionales de diferentes niveles. Para esto, el SNIP entrega el marco institucional necesario, a través de sus distintas instancias, para que el sistema en su conjunto pueda funcionar y dirigirse hacia el o los objetivos deseados.

La enorme diversidad y cantidad de variables que son necesarias para la evaluación de los distintos proyectos y programas de inversión pública, requiere de un sistema que pueda articularlas en cuanto a funciones y procesos. De tal modo que exista una articulación eficaz desde las políticas definidas a nivel macro hasta la acción micro.

El marco institucional define, por ejemplo, las siguientes entidades genéricas:

- Entidades rectoras: son los organismos que dictan normas, instrucciones, diseñan procesos y procedimientos para ser considerados en la toma de decisiones. Realizan funciones de asesoría y coordinación. Tienen que ver con la dirección del proceso.
- Entidades vinculadas: son sistemas que cruzan horizontalmente la gestión del aparato público y que participan activamente en el proceso de inversión.
- Entidades incorporadas: son las entidades del sector público que pueden presentar proyectos y programas de investigación para su aprobación y posterior ejecución.
- Entidades de orden territorial: corresponde a la participación de entidades distintas a las de nivel central.

En la organización del Sector Público, para los SNIP es posible distinguir 3 tipos de funciones genéricas dentro del proceso de inversión pública.

#### *De Gobierno (decisión)*

Este nivel adopta decisiones y prioriza acerca de qué proyectos o estudios realizar, en base a las recomendaciones técnico-económicas proporcionadas por el nivel asesor.

La función de Gobierno reside en el Poder Ejecutivo a través del Presidente de la República; y por descentralización y desconcentración territorial, en los Ministros, los Intendentes Regionales; y a nivel local en los Alcaldes.

#### *De administración (ejecución)*

Es una acción técnica que se traduce en la identificación, formulación, evaluación y ejecución, a través de la contratación de estudios y obras, de los proyectos de inversión pública.

La función de Administración es realizada por los ministerios, servicios, empresas e instituciones públicas, como asimismo por las municipalidades y servicios regionales.

#### *De asesoría (coordinación)*

A esta función le corresponde la coordinación y compatibilización de las decisiones de inversión, entre los niveles de Gobierno y Administración. Debe realizar la revisión técnica de los estudios y proyectos de los organismos públicos (Ministerios, Organismos Regionales, Empresas del Estado, etc.) que postulan a financiamiento público, y emitir la correspondiente recomendación técnico-económica.

Las instituciones que se vinculan con el SNIP se pueden agrupar de acuerdo con sus características funcionales en instancias de coordinación horizontal.<sup>6</sup>

**Instancia de Gobierno:** se refiere a la articulación en términos de asesoría que presta el órgano rector a las autoridades de Gobierno y al poder legislativo. Este corresponde a un apoyo recíproco, de tal modo que se mejora la toma de decisiones y se fortalecen los sistemas de inversión.

#### *Instancia de planificación*

La importancia de esta instancia depende de los marcos legales-institucionales de cada país. La planificación puede venir estructurada a nivel nacional o se pueden definir estrategias que guían la inversión, entre otros casos.

#### *Instancia presupuestaria*

Corresponde al vínculo intra el sistema de los organismos encargados del presupuesto, normalmente esta función está a cargo de los ministerios del presupuesto o hacienda.

#### *Instancia inversora*

Corresponde a la relación entre las instituciones inversoras y los organismos rectores. En ciertos casos la jerarquización de los proyectos está a cargo de las instituciones inversoras, luego de que el órgano rector haya aprobado un conjunto de estos.

#### *Instancia decisional*

Se refiere a la toma de decisiones respecto de los montos y tipos de inversión. Esta se puede encontrar a nivel nacional, subnacional o sectorial. La asignación de recursos está definida normalmente por reglas, aprobaciones y métodos utilizados para evaluar la viabilidad de los proyectos.

#### *Instancia de control*

Se refiere a los controles de la legalidad de los procedimientos que siguen los inversores. Existen diferentes niveles de control según las etapas y el producto de los proyectos, pero generalmente están orientados a las etapas de pre-inversión.

Estas distintas instancias y funciones permiten una coordinación entre los organismos encargados de formular, evaluar y ejecutar las inversiones, la existencia de este sistema institucional permite coordinar la aplicación de nuevos métodos de evaluación dentro del proceso administrativo, y en el caso particular, el sistema se fortalece con una herramienta que incluye y articula niveles y objetivos, tanto jerárquicos como territoriales.

## **3.2 Proceso de planificación y ejecución de la inversión pública**

En un sistema de gobierno se pueden distinguir tres niveles de funcionamiento. En primer lugar se encuentra el nivel estratégico, donde se definen los lineamientos de políticas públicas para todo el país. Comprende a aquellas instituciones responsables de las decisiones de carácter estratégico, políticas y legislativas que orientan y regulan la acción pública con una visión de largo plazo.

Luego se encuentra el nivel programático. Corresponde a los organismos de nivel intermedio encargados de definir los planes y los programas intersectoriales e intrasectoriales. Constituyen el nexo entre la parte más alta de la institucionalidad y lo más bajo de la administración pública.

---

<sup>6</sup> La modernización de los sistemas nacionales de inversión pública: análisis crítico y perspectivas (CEPAL, Serie Manuales N° 23).

Al final se encuentra el nivel operativo, donde se ejecutan los programas y proyectos que responden a metas sectoriales específicas, pero orientadas por los niveles superiores.

La planificación y la ejecución de proyectos o programas de inversión pública comparten una misma estructura. Ambos se rigen y están constituidos por:

- políticas públicas definidas, son lineamientos generales que sirven como guía para las acciones de todo el sistema.
- objetivos que representan los logros que se pretenden alcanzar. Estos, son de radical importancia, porque permiten hacer comparaciones entre lo planeado y lo ejecutado.
- criterios técnicos para la evaluación de las alternativas y la selección de aquellas que satisfacen determinados parámetros.
- proyectos y programas diseñados que responden a necesidades específicas de zonas determinadas.

Sin embargo, la planificación y la ejecución poseen una diferencia funcional importante. Cuando se lleva a cabo el diseño de la inversión pública el proceso se realiza en sentido descendente. A nivel estratégico se definen los lineamientos de políticas públicas para todo el país, en un nivel macro, que sirve de guía y referencia para la elaboración de los objetivos a nivel programático. En el nivel operativo se especifican las metas a alcanzar y ejecutan los programas y proyectos.

Por el contrario, cuando se ejecutan los programas o proyectos de inversión pública, estos se realizan en forma ascendente. Las unidades operacionales formulan proyectos de acuerdo a metas que desean alcanzar respondiendo a las necesidades que han identificado, estos son presentados en los niveles intermedios quienes los evalúan y filtran en base a los objetivos y criterios definidos, los que a su vez responden a políticas públicas establecidas en los niveles superiores.

Esta estructura se replica para cada de las partes constituyentes del esquema del SNIP, así el nivel local está constituido por los niveles estratégico, programático y operacional, de manera funcional. De igual modo los niveles nacional y regional.

A su vez, el esquema del SNIP contiene los mismos niveles como estructura constituyente. El nivel nacional correspondería al estratégico, el nivel regional corresponde al programático y el nivel municipal al operativo.

**Figura 2**  
**DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROGRAMAS**  
**Y PROYECTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**



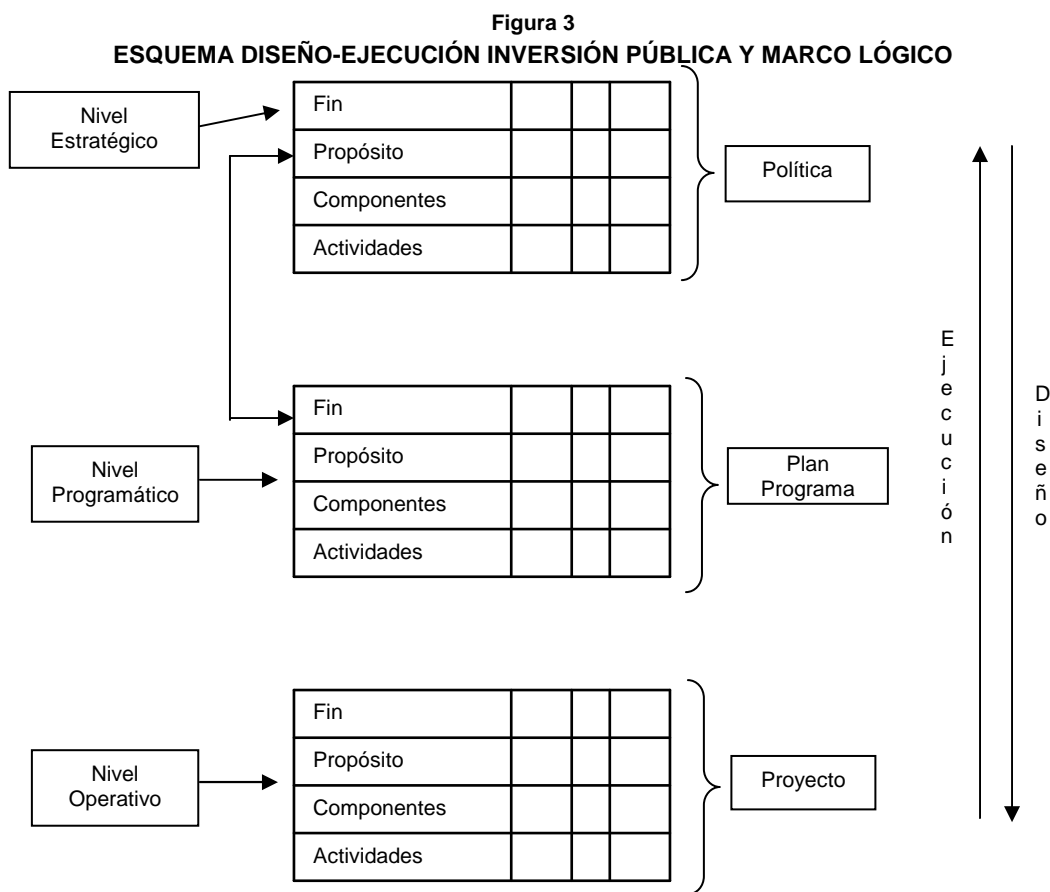
Fuente: Elaboración propia ajustado de Políticas Públicas Asociadas al Fomento Productivo en Chile, 2001.



El diseño y ejecución de proyectos o programas de inversión pública requiere de la coordinación, complementación y retroalimentación de los distintos estamentos definidos: estratégico, programático y operacional.

La imbricación entre los diferentes niveles de decisión o planificación necesitan de algún instrumental adecuado que faciliten el análisis en sus distintas jerarquías, una metodología que sobresale por su amplia difusión y eficiencia, es la Metodología Marco Lógico.<sup>7</sup> Ella es capaz de articular en forma completa, pero concisa, y transparentando todos los procesos necesarios para la coordinación inter-niveles del diseño y la ejecución de la inversión pública.

El traslape entre los diferentes niveles decisionales/funcionales utilizando Matrices de Planificación se presenta en el esquema a continuación, donde se muestra una forma de relacionar y coordinar los tres niveles funcionales del Sistema Nacional de Inversiones. Además, esquematiza el proceso de diseño y ejecución de la inversión pública. Gracias a esta funcionalidad es posible verificar si los objetivos de un determinado proyecto están en correspondencia con los objetivos especificados por los niveles superiores siguiendo una relación de causalidad desde el fin a nivel operativo hasta la política declarada por el nivel estratégico.



Fuente: Juan Francisco Pacheco, Presentación. Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES

<sup>7</sup> Metodología de marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas, Edgar Ortigón, Juan Francisco Pacheco y Adriana Prieto. (LC/L.2350; LC/IP/L.259)

Esta concatenación de objetivos (fines y propósitos) de distintos niveles (operativos, programáticos y estratégicos) plantea también una dimensión de complejidad en la evaluación de proyectos. A modo de ejemplo, en la evaluación de un proyecto desde un nivel estratégico, deberá considerarse la contribución de este a los objetivos de un programa del nivel superior, y finalmente su contribución al logro de los objetivos de una política.

La metodología del marco lógico plantea la construcción de indicadores, tanto para la medición del logro de fines y propósitos, como para la medición del avance de las componentes y actividades de un proyecto. Estos indicadores pueden ser cuantitativos, pero normalmente están medidos en diferentes unidades, lo que nos lleva a la siguiente pregunta: ¿cómo se puede obtener una métrica única de avances y logros de los proyectos que permita compararlos unos con otros? La evaluación multicriterio puede dar una respuesta en este ámbito de la complejidad de la evaluación.

## 4. Actores: participación e involucrados

---

Uno de los aspectos importantes en la formulación de un proyecto es la participación y obviamente el respectivo análisis de involucrados, en particular creemos que en la evaluación de los proyectos tanto en las etapas ex-ante como posteriores, la participación es posible y se facilita con el uso de los métodos aquí expuestos, al mismo tiempo de ir generando elementos que contribuyan a crear puentes entre los beneficiario y las instituciones a cargo. Desde el punto de vista de los proyectos es indisoluble el vínculo que existe entre Participación, las técnicas de Análisis de Involucrados, la creación y fortalecimiento de Capital Social. La adopción de métodos que incorporen esta dimensión desde la preinversión, creemos que facilita el buen desarrollo de un programa o proyecto. Por este motivo hemos incorporado los tópicos siguientes.

### 4.1 El capital social

Los proyectos se articulan dentro de espacios territoriales donde la comunidad dispone de un capital social y una cultura que afectan las dinámicas que le permiten o no llevar una vida que se juzgue como justa y valedera. Llevar una vida justa, desde el punto de vista ético, significa que las personas están dotadas de un mínimo que contempla cierta cantidad de ingresos, de una educación que le permita incorporarse al mercado laboral, de una salud acorde al medio donde se desempeña y dispone de un lugar donde vivir dignamente.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Este punto está tomado casi íntegramente del anexo 6 de Ortegón, Pacheco y Roura, 2005, “Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública”. Serie Manuales CEPAL, N° 39

En esta tarea, uno de los elementos que explican el desarrollo de las comunidades es la presencia del capital social, concepto fuertemente asociado a la confianza y la participación. Junto al capital construido, el capital natural y el capital humano son las cuatro formas básicas de capital. De acuerdo a Kliksberg (2000:28) “el capital natural está constituido por la dotación de recursos naturales con que cuenta un país; el capital construido es aquel generado por el ser humano que incluye diversas formas de capital (infraestructura, bienes de capital, financiero, comercial, etc.); el capital humano está determinado por los grados de nutrición, salud y educación de su población”.

El BID ha reconocido en sus múltiples actividades el rol del capital social en el desarrollo, incluyendo los valores éticos y la cultura como parte del concepto de capital social. Esta misma institución ha manifestado, a través de sus experiencias, que la participación tiene sentido como fin en sí misma y como instrumento del desarrollo (Yámada, 2001).

Ahora bien, el capital social dispone de un marco conceptual disperso, sin embargo, ofrece estrategias alternativas de superación de la pobreza, tanto en los diagnósticos actuales de las causas de la persistencia de la pobreza como en las nuevas alternativas de política actualmente bajo consideración.

Entre algunos teóricos del capital social encontramos al norteamericano Robert Putnam y al francés Pierre Bourdieu, quienes identificaron que ciertos aspectos como la confianza depositada en las relaciones humanas –capital social– dentro de las comunidades redundan en un mayor desarrollo de sí misma, transformándola en capital económico, es decir, la existencia de capital social afecta positivamente el desarrollo económico de las comunidades.

En síntesis, para describirlo, se ha asociado a conceptos tales como la confianza, la participación social, el empoderamiento (empowerment) y la reciprocidad. Y es uno de los elementos que permitiría facilitar tanto el crecimiento como la movilidad social de las personas. Sin embargo, ¿cómo enfrentarnos el problema económico cuando hay recursos intangibles como el capital social que están distribuidos inequitativamente?, ¿cómo hacer cuando lo que hace falta no es en primer lugar la educación ni los ingresos ni la salud, sino la confianza entre las personas dentro de una comunidad?.

En el ámbito de la evaluación de proyectos existen al menos dos formas de contribuir a la formación de capital social:

i) No destruyéndolo, lo que se logra por la vía de la participación de los involucrados desde la etapa de preinversión, evitando así futuros conflictos entre los involucrados a raíz del proyecto, alineando intereses y voluntades.

ii) Impulsando la participación, el empoderamiento y la confianza, lo que se logra incorporando a los involucrados no sólo en los estudios y diseños previos, sino también en la ejecución y operación de los proyectos públicos.

Esto último puede materializarse en aportes de los beneficiarios, ya sea pecuniarios u otros tales como aportes de trabajo, infraestructura, terrenos, materiales, etc.

La idea es que a la vez que se refuerza el éxito de la ejecución y operación de los proyectos gracias a un mayor compromiso y alineamiento de los involucrados en el mismo, se contribuya a la formación de capital social.

## 4.2 El análisis de involucrados

El análisis de involucrados,<sup>9</sup> es un ámbito dentro de la preparación y evaluación de proyectos que nos permite conocer los diferentes comportamientos que seguirán, en diferentes momentos quienes están relacionados con un proyecto.

<sup>9</sup> Ver anexo. Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. (LC/L.2326-P; LC/IP/L.257).2005.

Los beneficios de este análisis son: fijar estrategias a seguir de acuerdo con los resultados del análisis con cada involucrado y conocer cual alternativa es mejor recibida por ellos.

Sabemos que existen dinámicas de distinto orden asociadas a la relación entre actores y los vínculos de estos asociados a una intervención. En la etapa de planeación de un proyecto este análisis de involucrados puede jugar un rol importante en la comprensión de estas dinámicas. El cuidado que se preste a esto puede significar en parte el éxito o fracaso del proyecto. Es en esta etapa donde se debe detectar como se movilizarán los distintos actores según sus intereses y por lo tanto los enfoques participativos son fundamentales para obtener mayor certidumbre.

Muchas veces el paso de una posición neutra a otra de compromiso (movilización de los actores) no se manifiestan hasta la ejecución del proyecto. La dificultad de esto es que si hay mucha resistencia de parte de los involucrados, puede obligar a cambios en el proyecto.

Esto significa introducir modificaciones a algo ya establecido y acordado, lo que puede tener incidencias sobre los costos del proyecto o puede significar mermas en la satisfacción que pretende el proyecto. Por lo tanto, avistar tempranamente las posición que adoptará cada involucrado permite que sea más fácil la gestión futura de quién dirija el proyecto.

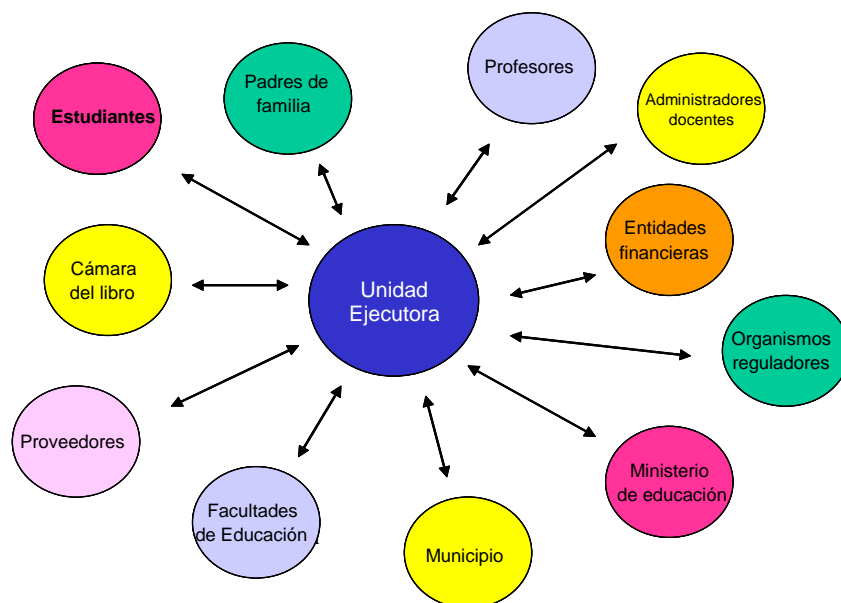
Para este tipo de análisis se pueden seguir los pasos siguientes:

1. Identificar involucrados.
2. Clasificar involucrados.
3. Definir para cada uno:
  - Posición.
  - Fuerza.
  - e Intensidad del involucrado.
4. Comparar alternativas.
5. Generar estrategias.

Descripción de los pasos para el análisis de involucrados.

i) Identificar los involucrados: Esto significa conocer que actor se movilizará en relación al proyecto, no sólo debe tenerse en cuenta la posición actual, sino que debe también considerarse la futura. Es conveniente utilizar un listado de actores, el que se puede obtener a partir del conocimiento del grupo que está haciendo el proyecto o, utilizando un análisis de relaciones de acuerdo con el diseño del proyecto, generar una lista de actores. Una vez hecho el listado es recomendable expresarlo en un diagrama como el siguiente.

**Figura 4**  
**IDENTIFICACIÓN DE INVOLUCRADOS**



Fuente: Gestión de proyectos. Segunda regla: Relaciónese con los involucrados. 2005. Héctor Sanín. Presentación.

Este diagrama nos permite visualizar los distintos actores involucrados y cuáles podrían ser las categorías de actores a utilizar dependiendo de las características comunes de cada actor (por ejemplo. Instituciones públicas como Municipio, Ministerio de Educación y organismos reguladores, podrían quedar en esa categoría).

ii) Clasificar los involucrados; significa agruparlos de acuerdo a ciertas características como: si pertenecen a instituciones públicas, privados, organizaciones o la relación que tengan con el proyecto si se refiere al entorno o si son internos al proyecto (contratistas y empleados). Si están cercanos o lejanos al proyecto y toda otra característica que pueda ser de utilidad. Es evidente que algunas categorías de involucrados podrían tener una relación parecida en términos de tratamiento. En el ejemplo del punto uno, es posible pensar que las Instituciones públicas respaldarán el proyecto y si su relación con el proyecto está enmarcada en un plano normativo de responsabilidades que podría afectar positiva o negativamente el proyecto. Para esta categoría las estrategias estarán enmarcadas dentro de lo normativo institucional.

iii) Definir posición; esto indicará cuál es el apoyo u oposición al proyecto o alternativa de proyecto por parte del involucrado, se utilizará signo positivo o negativo en la comparación de las alternativas.

iv) Definir fuerza; esto se hace de acuerdo al involucrado y su poder para afectar el proyecto. Esto nos muestra la importancia que el involucrado tiene para el proyecto.

v) Definir intensidad; indica el grado de involucramiento que se tenga con el proyecto, es la importancia que el involucrado le da al proyecto.

vi) Comparación de alternativas; para esto se construye un análisis de Fuerza e Intensidad para cada involucrado en cada alternativa, lo que permite tener una aproximación sobre la alternativa que tiene más apoyo.

vii) Generar estrategias; significa que con la información que se obtiene de la comparación entre alternativas, dependiendo del interés de quién realice o beneficie el proyecto, se deben diseñar acciones que permitan algún nivel de convergencia, acuerdo o mayor aceptación de una alternativa frente a otras.

Este análisis no debe entenderse como estático, debe considerar todas las fases del ciclo del proyecto. Por otra parte, un buen análisis permite los enfoques participativos desde el inicio de la planeación del proyecto.

Desde el punto de vista de la Gerencia del Proyecto, los involucrados inciden fuertemente en la identificación de los supuestos que harán viable un proyecto, lo que equivale a decir que continuamente se deberá interactuar con los involucrados, de forma de intentar anticiparse a cualquier desafección respecto al proyecto, para introducir a tiempo las mejoras que se consideren necesarias.

Toda esta nueva dimensión de complejidad en la gestión moderna de proyectos, es también abordable con herramientas de apoyo. En particular en la evaluación *ex ante*, en las etapas de preinversión, dentro de los agentes que deberán participar en la aplicación de la metodología multicriterio que se presenta a continuación, debe considerarse al menos a los principales involucrados del proyecto. Dentro de este tipo de involucrados, entre los de mayor intensidad de vinculación, siempre están los beneficiarios, ellos deberán participar por lo tanto como uno de los principales expertos a consultar para la aplicación de la metodología.





## 5. Métodos de comparación

---

Teniendo en cuenta las menciones hechas sobre diferentes aspectos tanto metodológicos como institucionales y de administración de la inversión pública, repasaremos sucintamente algunos métodos de comparación existentes, intentando una clasificación de ellos.

Los métodos de comparación en la jerarquización o priorización o selección alternativas proyectos responden a distintos tipos de evaluación que pueden ser clasificados en dos grupos, dependiendo de la cantidad de objetivos con los que puedan trabajar. Los métodos simples, son aquellos que realizan análisis a partir de un solo objetivo y los métodos complejos que pueden trabajar con varios objetivos simultáneamente. Los que a su vez se agrupan en métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos.

### 5.1 Métodos cuantitativos puros

Los métodos cuantitativos son aquellos que capturan una realidad estática y objetiva, estudiando las relaciones entre variables cuantificadas, que pueden ser de tipo ordinales, de intervalos lineales o de razón. Sus resultados poseen el carácter de ser generalizables.

#### A. Métodos simples

##### Indicadores económicos

El empleo de indicadores económicos es uno de los métodos más usados para la selección y determinación de prioridades de proyectos. Indicadores de este tipo son por ejemplo: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio/costo, el período de recuperación del capital, etc.

Aun cuando este tipo de indicadores es el más recomendable si se desea asegurar una máxima eficiencia en el uso de los recursos, como se ha señalado, usualmente no se cuenta con información suficiente para un cálculo confiable de ellos, se presentan beneficios y costos que se pueden identificar pero que no resulta posible valorar. Por ello la aplicación de estos indicadores se ve limitada tan solo a cierto tipo de proyectos. Presentan además la desventaja de excluir todos aquellos criterios que no pueden expresarse en términos monetarios.

Una buena aplicación de ellos consiste en fijar ciertos niveles mínimos que deben cumplir los proyectos (para los cuales pueden ser calculados) a fin de ser aceptables (por ejemplo una TIR superior al costo del capital). Luego se efectúa la jerarquización de aquellos que cumplan con los requisitos mínimos a través de otro método.

## **B. Métodos complejos**

### **Dominancia entre proyectos**

Este tipo de métodos se aplica en condiciones de incertidumbre y trata de determinar dominancia entre proyectos desde el punto de vista de los resultados esperados. Es decir, analiza los posibles resultados de un proyecto bajo distintos escenarios y la probabilidad asociada a cada uno de ellos, y los compara con los correspondientes a otros proyectos.

Si en cualquier escenario posible se da que el peor resultado de un proyecto A es igual o mejor al mejor resultado de un proyecto B, existirá dominancia absoluta del primero sobre el segundo y será recomendable emprender el proyecto A. Existirá dominancia probabilística de un proyecto A sobre un proyecto B cuando para cualquier escenario posible la probabilidad de obtener un cierto resultado (deseable) sea mayor para el proyecto A que para el B.

La aplicación de este tipo de modelos es conveniente para la determinación de la alternativa óptima para un determinado proyecto o selección de proyectos alternativos en condiciones de incertidumbre. Su uso para la selección de los proyectos a incluir en un programa de inversiones es limitado. Ello ya que para proyectos de distintos sectores será muy difícil establecer si un determinado resultado de uno de ellos es más o menos deseable que el resultado del otro proyecto bajo el mismo escenario.

Además, su uso se ve complicado por la dificultad para estimar en forma confiable la probabilidad asociada a cada resultado posible del proyecto.

### **Programación lineal**

Frente al problema de tratar de alcanzar objetivos múltiples con recursos limitados y sujeto a numerosas restricciones, se ha intentado aplicar modelos de programación lineal a la selección de paquetes de proyectos.

La función objetivo seleccionada suele ser maximizar la suma de los valores actuales netos sociales de los proyectos incluidos en el programa de inversiones. Las restricciones reflejan limitaciones de recursos (fundamentalmente dinero), límites a la inversión por sector, región y/o institución y relaciones de dependencia, complementariedad o exclusividad entre proyectos.

Sin embargo, la aplicación de este método requiere contar con una evaluación social de cada proyecto que postule al programa de inversiones. Ello limita seriamente al modelo ya que en la práctica se suele contar con evaluaciones de este tipo solo para solo unos pocos proyectos (mayoritariamente los de infraestructura, ya que los sectores sociales tienden a evaluarse con métodos de costo – efectividad). Además, el problema se torna rápidamente tan complejo que no es posible encontrar una solución por procedimientos sencillos.

En efecto, la indivisibilidad de los proyectos obliga a recurrir a programación entera. Además, las relaciones entre proyectos y las limitaciones de disponibilidad de fondos y de su distribución sectorial y espacial, generan un gran número de restricciones. Por último, el número de proyectos y alternativas de proyectos a considerar torna el problema aún más complejo y difícil de solucionar.

Por lo tanto, aun reconociendo el potencial de instrumentos de este tipo, no es posible pensar en su empleo para la determinación de programas de inversiones cuando figuren en ellos gran número de pequeños proyectos para los cuales no se cuente con información o metodologías para el cálculo de su VAN. La recolección y preparación de información, el planteamiento del modelo y su solución podrían tomar fácilmente mucho más tiempo que el elaborar el programa de inversiones a mano.

## 5.2 Métodos cualitativos puros

Los métodos cualitativos son aquellos que estudian las relaciones entre variables cualitativas. Otorgan información sobre juicios, actitudes o deseos. Esta puede originarse a partir de encuestas, observación, dinámicas de grupo, entrevistas o técnicas proyectivas. Aportan información sobre aspectos no considerados en los métodos cuantitativos, por lo tanto es complementaria, permitiendo una evaluación integral y holística. Tienen la propiedad de enriquecer y matizar la información cuantitativa. Aunque no poseen la objetividad propia de este. Pueden adquirir la capacidad de cuantificación si se les asigna un valor para indicar mayor o menor grado del atributo en el objeto.

### A. Métodos simples

#### Lista de verificación

Este procedimiento permite juzgar en forma sencilla y rápida si un proyecto cumple o no con los objetivos que se haya fijado el país o la institución. Para su aplicación es necesario definir claramente los objetivos a base de los cuales se juzgará el proyecto. Para cada objetivo se establece una escala en la cual se clasifica el proyecto. En cada escala se fijan niveles mínimos que el proyecto deberá cumplir a fin de ser seleccionado.

La principal ventaja de este procedimiento radica en su sencillez. Sin embargo no es posible emplearlo para jerarquizar proyectos. En efecto, no es posible saber si el no cumplimiento de un criterio puede ser compensado por un muy buen cumplimiento de otros criterios. En consecuencia el método solo sirve para descartar rápidamente proyectos que no cumplen ciertas condiciones mínimas.

#### Aporte a metas

Estos modelos pretenden medir el aporte que realiza un proyecto al logro de determinadas metas. A diferencia del método basado en una puntuación de acuerdo a la concordancia del proyecto con el objetivo, en este caso se pretende obtener una estimación del avance porcentual hacia el logro de determinada meta debido a la realización del proyecto.

Por ejemplo, si la meta es dotar de viviendas dignas a 1000 familias de escasos recursos y el proyecto contempla la construcción de 100 casas, el porcentaje de aporte a la consecución de la meta será de un 10%.

Tras estimar el aporte porcentual del proyecto a cada una de las metas propuestas, se sumarán dichos valores, eventualmente ponderando según la importancia de la meta. Se obtendrá así un indicador del aporte general del proyecto a la obtención de las metas nacionales.

Aun cuando este método aparece como muy lógico, su aplicación práctica resulta casi imposible. En efecto, rara vez será posible encontrar metas claramente definidas en función de las

cuales se pueda medir el aporte de los proyectos. Además, aun cuando dichas metas se conocieran, sería bastante difícil estimar el aporte efectivo de cada proyecto a las distintas metas.

### **Q- sorting (interacción nominal)**

Este procedimiento para la jerarquización de proyectos se basa en el trabajo sistematizado de un grupo de evaluadores, como producto del cual se obtiene una clasificación de los proyectos según su aporte a los objetivos de la organización. El procedimiento combina etapas de trabajo individual con etapas de trabajo en grupo.

El procedimiento se inicia pidiéndole a cada evaluador que clasifique los proyectos de acuerdo a su prioridad. Para ello puede aplicarse un procedimiento de "Q-sorting". Este procedimiento consiste en una secuencia de pasos destinados a facilitar la clasificación de los proyectos en distintas categorías según la prioridad atribuida a él por el evaluador.

Cada evaluador recibe un conjunto de cartillas en que cada una representa un proyecto. Su tarea consiste en clasificarlas en dos grupos, uno representando proyectos de alta prioridad y otro representando proyectos de baja prioridad. En el siguiente paso se le solicita separar del grupo de proyectos de baja prioridad aquellos de prioridad intermedia y los de muy baja prioridad. Asimismo, debe separar de los proyectos de alta prioridad los de prioridad intermedia y los de muy alta prioridad. Se obtiene así una clasificación de los proyectos en cinco categorías según el nivel de prioridad atribuido a ellos por el evaluador.

Luego sigue una etapa de interacción nominal en que los resultados obtenidos por cada uno de los evaluadores son presentados en una sesión de grupo, sin identificar quien ha entregado cada clasificación. El modo de presentación consiste en indicar cuantos "votos" obtuvo cada proyecto en cada categoría. Estos resultados son discutidos por el grupo con el objeto de aumentar la coherencia de los juicios en el caso de aquellos proyectos en que se observe una alta dispersión entre las distintas categorías.

Enseguida se realiza, en forma individual, una segunda ronda de "Q-sorting". Sus resultados vuelven a ser presentados al grupo y son discutidos. El procedimiento se repite hasta alcanzar un adecuado nivel de coherencia acerca de la prioridad asignada a cada uno de los proyectos.

## **B. Métodos complejos**

Método Delphi, es un método para estructurar un proceso de comunicación grupal de tal manera que pueda ser resuelto, por el grupo, un problema complejo. Usualmente es aplicado para la predicción de eventos bajo condiciones de incertidumbre.

El método consiste en la realización de una serie de encuestas anónimas a un grupo seleccionado de expertos con el fin de recoger posibles convergencias de opiniones y consensos. La esencia de este método es reducir los espacios intercuartiles para precisar la mediana, esto significa que las sucesivas encuestas y el anonimato permiten recoger todas las opiniones en procesos sucesivos hasta obtener un resultado fruto del consenso del grupo.

En un primer momento el método realiza encuestas para calcular cuáles son las diferencias entre las opiniones, luego se realiza un debate transdisciplinario para acercarse al consenso y así sucesivamente hasta obtener un resultado.

Las fases necesarias para enfrentar un problema son la definición del mismo, la selección de los expertos, la elaboración y lanzamiento de los cuestionarios y finalmente, el desarrollo práctico y explotación de los resultados.

Una de las ventajas de este método es la casi certeza de obtener un consenso, sin embargo esto no asegura la coherencia del resultado. Por otro lado se enfrenta a la desventaja de ser costoso y largo, además ser más bien intuitivo que racional.

### C. Métodos mixtos

Los métodos mixtos son procesos capaces de recolectar, analizar y vincular datos de tipo cualitativo y cuantitativo. Poseen la ventaja de dar una visión más precisa y adquirir un mayor grado de comprensión del fenómeno en estudio, la posibilidad de una multiplicidad de observaciones permite un análisis más acabado del problema y una mayor variedad de perspectivas de análisis.

#### Modelos de puntuación

Este tipo de modelos es básicamente una extensión del modelo de aporte a metas. Se agrega al procedimiento señalado la determinación de ponderaciones para cada objetivo. Empleando dichas ponderaciones y la puntuación obtenida por el proyecto frente a cada objetivo, se determina un puntaje único para el proyecto. Para ello pueden emplearse modelos aditivos, multiplicativos u otras funciones matemáticas. Un ejemplo de modelo aditivo es:

$$P_j = \sum_i (w_i * s_{ij})$$

Donde:  $P_j$  = puntaje del proyecto j

$w_i$  = ponderación del objetivo i

$s_{ij}$  = puntuación del proyecto j frente al objetivo i

Estos modelos presentan la ventaja de permitir la jerarquización de proyectos según su aporte a objetivos preestablecidos. Sin embargo, salvo que los ponderadores y las escalas de puntuación que se diseñen y apliquen de modo de cumplir con las propiedades de una escala proporcional ("ratio scale"), no es posible afirmar si un proyecto es mejor o peor que otro en un determinado porcentaje. Este método es eminentemente práctico y sencillo de usar pero es necesario tener presente la limitación antes indicada.

#### AHP (Analytic Hierarchy Process)

El proceso analítico jerárquico (AHP), es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty.

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

Esta fundado sobre una base teórica simple pero sólida. Esta metodología propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual destacan tres principios:

- Construcción de las jerarquías
- Establecimiento de prioridades
- Consistencia lógica

En capítulo siguiente se presentará el detalle de la teoría y el método para aplicar estos tres principios pero previamente se propone un método sencillo para cumplir el requerimiento de que las escalas de puntuación se diseñen y apliquen de modo de cumplir con las propiedades de una escala proporcional ("ratio scale"), y para determinar ponderadores de los criterios de una forma que refleje las preferencias de los involucrados, es el método que hemos denominado O1 – Z.

Para sintetizar los métodos presentados hasta este punto, se incluye la siguiente Tabla Resumen.

**Cuadro 1**  
**RESUMEN DE LOS MÉTODOS**

|               | Simple   | Complejos   |
|---------------|--|---|
| Cuantitativos | Indicadores económicos                               | Programación lineal<br>Dominancia entre proyectos |
| Cualitativos  | Lista de verificación<br>Aporte a metas<br>Q-sorting | Delphi  |
| Mixtos        |  | AHP<br>Modelos de puntuación                      |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

## **6. Métodos de Evaluación Multicriterio**

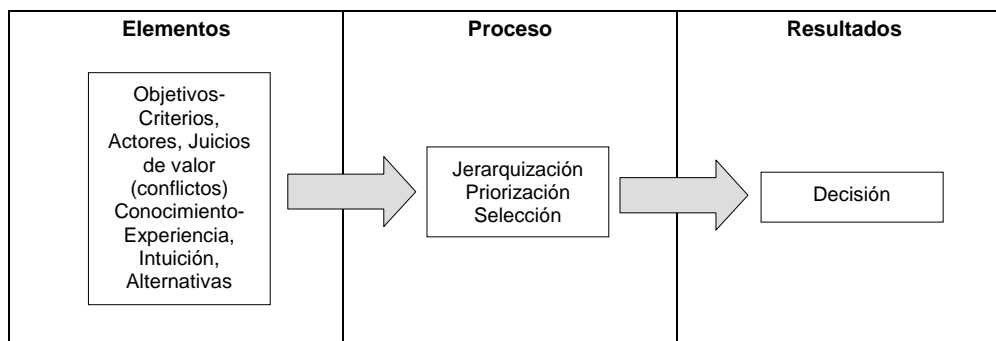
---

Los métodos multicriterio se fundamentan a partir del proceso decisorio que requiere de la aplicación de métodos de comparación para apoyar al tomador de decisiones de tal manera que sus decisiones sean plenamente consistentes con algún marco de racionalidad adoptado. Así, la descripción de los métodos multicriterio presentados en este trabajo se inicia con la explicación sobre el proceso de decisión.

### **6.1 El proceso de decisión**

Un proceso de decisión implica, necesariamente, la comparación entre las alternativas sobre las que se puede optar frente a cierta disyuntiva presente, en primer lugar se hace necesario separar un problema de decisión en los elementos que lo componen, para la posterior comparación entre ellos, de esta manera la toma de decisión implica el hecho de comparar elementos que se traduce en la necesidad de realizar mediciones que permitan aplicar los criterios de comparación para establecer preferencias entre ellos, es decir, una jerarquía.

Figura 5  
PROBLEMA DE DECISIÓN (ESQUEMA)



Fuente: Arancibia, Sara y Contreras, Eduardo, 2006. Evaluación Multicriterio, Aplicaciones al ámbito público. Presentación.

La figura anterior, muestra como se constituye un problema de decisión y lo fundamental que puede ser contar con un proceso adecuado para el uso de los elementos, ya que si se desea tener una herramienta eficaz y eficiente que apoye las decisiones, es de importancia contar con la mayor cantidad de elementos de análisis y utilizar el proceso más adecuado para ello. Grafica, además, tanto los elementos, el proceso y los resultados (decisión), el sistema indica unos input (elementos) y output del proceso (decisión) estos tres componentes tienen la siguiente descripción:

**Elementos:** están compuestos por los objetivos, criterios, actores involucrados, juicios de valor (conflictos), conocimiento, experiencia, intuición, alternativas. Los elementos que participan en un proceso de decisión por lo general se miden en escalas diferentes (peso, distancia ó tiempo por ejemplo), por lo que se requiere transformar estas unidades en una unidad abstracta que sea válida para todas las escalas.

**Proceso:** esta integrada por la jerarquización y priorización.

- Jerarquización: Relación de orden entre las alternativas, se requiere de un modelo de decisión.
- Priorización: Razón de proporcionalidad, en términos de cuánto mejor es una alternativa que otra; se requiere de un proceso de evaluación.

**Resultado:** es la decisión sobre selección de una alternativa, jerarquización o priorización de proyectos.

Así, a partir de lo anterior, en el análisis de un problema podemos incorporar sus distintas dimensiones (criterios), ésta es una forma de acercar el modelo a la realidad (multidimensionalidad). Sin embargo, la dificultad que presenta considerar más de una dimensión, es que surgen preguntas como; ¿Cuál es ahora el proyecto más adecuado?, ¿Cómo determinamos la importancia de estos factores, y cómo sintetizamos luego toda esta información para tomar la mejor decisión? Esto implica en primer lugar, reconocer la complejidad del proceso de toma de decisiones sean individuales o grupales. Además de reconocer también, que participan en el proceso muchas variables intangibles imposibles de cuantificar en medidas tradicionales, aspectos políticos, sociales y ambientales por ejemplo, que deben verse representados por una escala común. Y que estas variables son de difícil medición en términos económicos lo cual limita el uso de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos.

La forma de resolver este problema típico es el uso de un conjunto de teorías, métodos, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones aplicable no sólo al análisis de



inversiones sino a una amplia gama de problemas en la gestión tanto privada como pública tales como: Análisis de posicionamiento de marcas en el mercado, medición de percepciones de clientes y selección de tecnologías. Se hace necesaria una metodología que logre combinar las distintas dimensiones, objetivos, actores y escalas que se hallan envueltos en el proceso, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y consenso en los resultados. En respuesta, una de las características principales de las metodologías multicriterio es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. Su particularidad está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, para comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad. Así, permiten agregar efectos de un proyecto en una métrica común.

Estas técnicas indican que se deben seguir algunos pasos para aplicar ordenadamente diferente instrumental, para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Se deben definir los criterios (objetivos intermedios), y sus respectivas restricciones.
2. Definir tipos de variables: discretas o continuas.
3. Modelamiento de las preferencias. Existen básicamente dos alternativas: optimizar por separado para cada objetivo y luego agregar los subconjuntos de soluciones ó asignar pesos a los distintos objetivos y encontrar una sola solución.
4. Definir si se usan modelos determinísticos (sin incertidumbre) ó aleatorios.

En el último caso se aplica la Teoría de preferencias sobre contingencias:

- programación dinámica.
  - simulación.
  - análisis probabilístico.
5. Si se opta por agregar objetivos se deben definir los métodos de agregación, tales como:
    - Método de "juicio de expertos"
    - Funciones de utilidad multiatributadas: transforman los múltiples criterios en uno sólo.
    - Factor analysis
    - Escalamiento Multidimensional
    - Analytic Hierarchy Process (AHP)
    - Otros

En esencia, la Decisión Multicriterio es una optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un único agente decisor. Esto puede formularse matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{máx. } F(\mathbf{x}); \quad x \in X$$

Donde:

**x:** Es el vector  $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$  de las variables de decisión. El problema de decisión es el de asignar los "mejores".

**X:** Es la denominada región factible del problema (el conjunto de posibles valores que pueden tomar las variables)

**F(x):** Es el vector  $[f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)]$  de las  $p$  funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos del problema.

## 6.2 Clasificación de las técnicas multicriterios

Para clasificar las técnicas multicriterio es necesario ver como fluye la información entre los actores, esta observación nos permite hacer una primera diferenciación entre las técnicas existentes. Así, fijándose en el flujo de información existente entre dos de los actores más destacados del proceso de toma de decisiones, el analista y el decisor (Moreno- Jiménez, 1989), las técnicas multicriterio pueden clasificarse en:

1. Técnicas sin información a priori (generadoras): Son aquellas en las que el flujo de información va desde el analista al decisor. Entre estas técnicas destacan: el método de ponderaciones, el de la  $\varepsilon$ -restricción y el simplex multicriterio.
  2. Técnicas con información a priori: El flujo de información es en el sentido contrario, del decisor al analista. Dentro de este grupo de técnicas se suele hacer otra distinción, según el número de alternativas que tenga el problema: finito o infinito. Si el conjunto de alternativas es infinito se suelen aplicar aproximaciones basadas en optimización, en las que se supone que los distintos objetivos pueden ser expresados en un denominador común mediante intercambios. Destacan en este apartado los métodos de Programación por Compromiso o Programación por Metas. Si el conjunto de alternativas es discreto, hacemos la siguiente diferenciación:
    - i. Métodos de Agregación: En este tipo de Métodos se modelizan las preferencias a través de una función valor:
      - Directos: Teoría de Utilidad Multiatributo (MAUT). Busca expresar las preferencias del decisor sobre un conjunto de criterios en términos de la utilidad que le reportan. Se fundamenta en los siguientes axiomas: 1) Maximización de la función de utilidad: todo decisor intenta maximizar una función que agrupa todos los criterios relevantes.
      - 2) Tricotomía: todo par de acciones son susceptibles de ser comparadas, entonces existe un ordenamiento de las preferencias bien definido.
      - 3) Transitividad: el orden de las preferencias es transitivo. La técnica consiste en medir la utilidad parcial de cada criterio respecto de cada alternativa y luego agregarlas en una función de utilidad global.
    - Jerarquía: Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process: AHP).
  - ii. Métodos basados en relaciones de orden: Se modelan las preferencias a través de un sistema de relaciones binarias:
    - Métodos de Superación (MS): Se comparan dos alternativas respecto a todos los criterios a través de relaciones binarias. Se busca determinar si una alternativa supera a otra buscando criterios suficientes que señalen su supremacía. Las relaciones que se establecen no son necesariamente transitivas.
3. Técnicas en las que el flujo de información es en los dos sentidos, dando lugar a las denominadas técnicas interactivas. Dentro de este conjunto de métodos, los más utilizados han sido: STEM y Método de Ziots-Wallenius. En la actualidad, casi todos los métodos pueden considerarse dentro de este último grupo, bastando para ello que el decisor revise sus juicios dentro del proceso de toma de decisiones.

Respecto de los tres métodos discretos mencionados anteriormente, se puede indicar que, a pesar de los duros enfrentamientos que han tenido los respectivos seguidores, recientemente se está buscando la integración de las mismas, o por lo menos, la integración de las dos técnicas consideradas de la escuela americana (MAUT y AHP).

Aquellos problemas en los que el conjunto de alternativas es finito, además de discreto y, cuya decisión se basa en las diversas características o atributos de las alternativas respecto de los criterios de decisión relevantes, se denominan Decisión Multicriterio Discreta y les son aplicables algunos de los métodos de la Decisión Multiobjetivo.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), una de las metodologías multicriterio, con fundamentos matemáticos, más utilizadas, puede caracterizarse como un método de evaluación multicriterio, de variables discretas, con medición de preferencias por agregación de criterios y determinístico (no considera incertidumbre).

### 6.3 Construcción de jerarquías

La evaluación multicriterio permite emplear una amplia gama de objetivos, tanto en número como en tipos de criterios, para la *comparación* de las alternativas o de proyectos. Permitiendo manejar toda la información a nuestra disposición empleando métodos que permitan el trabajo con los múltiples objetivos.

Comparación (evaluación) ¿Por qué y para qué?

- Los recursos siempre son escasos, y es por eso que la comparación ayuda a discriminar, entre proyectos, sobre la prioridad en la asignación de recursos.
- Hace más eficiente la asignación de recursos.
- Apoya la toma de decisiones

Tanto el paso de los proyectos de una etapa a otra a lo largo de su ciclo de vida como la elaboración de programas de inversiones requieren previamente una selección de alternativas y priorización de los proyectos en espera de financiamiento, esto implica establecer métodos de comparación que permitan desarrollar un buen proceso evaluativo, a fin de determinar cuales serán financiados y en que período. Para el desarrollo de este proceso es posible emplear distintos procedimientos, cada uno de los cuales presenta ciertas ventajas y limitaciones.

De esta manera cualquier evaluación de la índole que nos importa debe comprender dos grandes fases; la primera referida a la utilización de algún enfoque o técnica que permita la comprensión de un sistema complejo y la segunda, a la elección de un método que permita medir los diferentes aspectos asociados al mismo.

Los sistemas complejos, ya se ha dicho, pueden ser mejor comprendidos mediante su descomposición en elementos constituyentes, la estructuración de dichos elementos jerárquicamente, y la composición o sintetización de los juicios, de acuerdo con la importancia relativa de los elementos de cada nivel de jerarquía, ascendiendo o descendiendo de un nivel a otro.

Así, cada conjunto de elementos en una jerarquía como la antes mencionada ocupa un nivel. El nivel superior llamado Foco, consta solamente de un elemento: el objetivo amplio y global (equivalente al propósito respecto de los componentes en la metodología de Marco Lógico) que regirá toda la evaluación. Los niveles siguientes pueden tener cada uno diversos elementos, aunque su cantidad es generalmente pequeña –entre cinco y nueve elementos. Debido a que los elementos de un nivel deberán compararse uno con el otro en función de un criterio del nivel superior siguiente, los elementos de cada nivel deben ser del mismo orden de magnitud.

#### **Objetivo (Goal):**

- Es lo que se espera resolver
- Es el Objetivo principal

**Criterios:**

- Son los elementos que definen el objetivo principal

**Subcriterios:**

- Son los elementos que definen el criterio debajo del cual ellos se encuentran. Estos deben ser cuantificables.

**Alternativas:**

- Estas son diferentes soluciones o cursos de acción

**Foco, criterios y subcriterios**

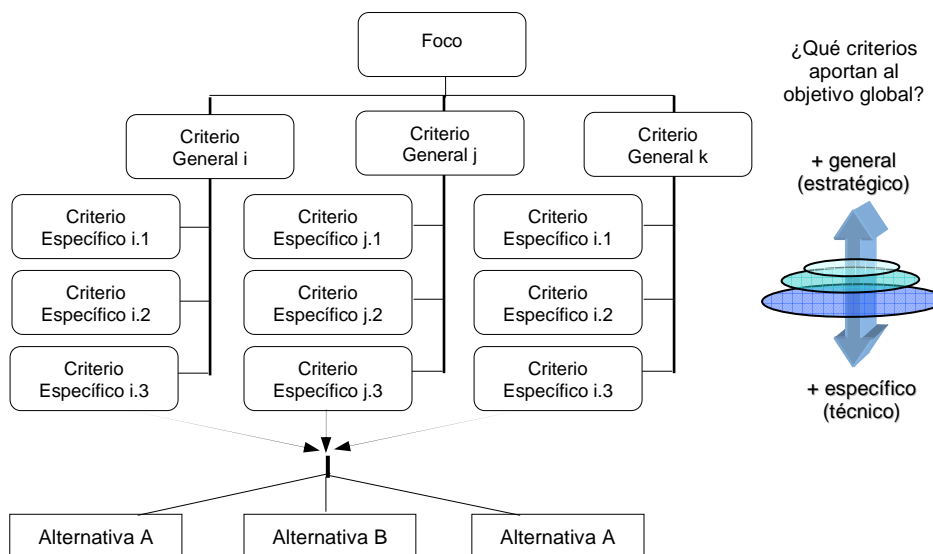
Cuando se construye una jerarquía para la evaluación de un programa o proyecto de inversión pública el foco, los criterios y subcriterios no surgen espontáneamente del consenso de los expertos.

El foco representa un objetivo puntual que se desea lograr. Este se enmarca en los fines del nivel superior al que se desea contribuir en la mayor medida posible. Debido a la naturaleza jerárquica administrativa (nacional, regional y local) y funcional (políticas, planes, programas y proyectos), el foco y los criterios deben estar dirigidos por el nivel superior. De este modo los criterios a nivel de planes deben estar en línea con las políticas, los programas con los planes y los proyectos con los programas.

A su vez los criterios y subcriterios deben poseer las siguientes características:

- **Deben ser específicos para cada sector.** Siguiendo la lógica vertical, los criterios y subcriterios deben ser específicos para cada área de desarrollo, sectorial o territorial, para la cual se le haya definido una política, plan o programa. Luego todos los proyectos que pertenezcan a un mismo sector deben ser evaluados con los mismos criterios y ponderaciones.
- **Deben ser permanentes en el tiempo.** Los criterios no sólo deben ser constantes para un mismo sector, sino que también deben serlo a través del tiempo. Para dar seguimiento y comparar los proyectos a través del tiempo, el “cristal” bajo el cual fueron evaluados debe ser el mismo, así se puede asegurar que los proyectos en distintas épocas pueden ser evaluados y comparados para análisis posteriores. No obstante, esto último no impide que puedan ser sometidos a revisión los criterios y los ponderadores una vez que se haya determinado la evaluación.
- La construcción de jerarquías u ordenamiento jerárquico de los elementos de un problema, puede ser graficado de acuerdo con la figura 6, este esquema nos permite visualizar la relación entre los distintos elementos del problema y además da pie para aplicar los métodos de evaluación que propondremos en este trabajo.

**Figura 6**  
**JERARQUÍA DEL PROBLEMA**



Fuente: Arancibia, Sara y Contreras, Eduardo, 2006. Evaluación Multicriterio. Aplicaciones al ámbito público. Presentación.

Así, partiendo de la construcción de jerarquía de un problema seleccionamos un método de análisis. Para este trabajo presentamos dos posibles, uno sencillo y práctico y otro más complejo que corresponde al método AHP. Este proceso es denominado priorización o jerarquización.

## 6.4 Método Sencillo de Estandarización (01-Z)

Este método es una forma sencilla de evaluación multicriterio, capaz de identificar la importancia relativa entre criterios e integrar una variedad de indicadores cuantitativos como cualitativos. Se distingue por el uso de una matriz de comparaciones de criterios y el uso de la herramienta estadística Z.

A través de una matriz de comparaciones se pregunta si el criterio “i” es más importante que el criterio “j”, si este es el caso se le asigna un valor 1 a la celda correspondiente a la fila que contiene el criterio “i” y la columna con el criterio “j”, y 0 (cero) en caso contrario (la diagonal de esta matriz no se completa). De este modo es capaz de asignar ponderadores para cada criterio en la evaluación.

La forma de calcular los ponderadores es muy sencilla. Se deben sumar las filas y calcular qué porcentaje representan respecto del total.

Por otro lado, es capaz de comparar los distintos indicadores de los proyectos o alternativas de proyectos, en cada uno de sus criterios, a través de la estandarización de sus valores.

La estandarización (Z) es una técnica que permite la homogenización de las escalas de medida para la comparabilidad de estas.

A continuación se presenta un ejemplo del método 01-Z con las siguientes características:

- Se utilizará un método que combina métodos cualitativos y cuantitativos.
- Se medirá en base a indicadores cuantitativos (P, Q, R y S) y puntajes de cumplimiento con objetivos (Concordancia)

- La priorización se hará en base a puntajes ponderados obtenidos de los valores normalizados de los indicadores

### Ejemplo: priorización de proyectos

Para el área de salud se seleccionan tres alternativas desde el Banco de Proyectos. El objetivo es mejorar la salud en una zona geográfica.

El siguiente cuadro resume la información disponible para cada uno.

**Cuadro 2**  
**INDICADORES DE PROYECTO**

| Proyecto | Valor de los indicadores del proyecto |         |        |        | Concordancia |
|----------|---------------------------------------|---------|--------|--------|--------------|
|          | P                                     | Q       | R      | S      |              |
| A        | 0,008                                 | -0,0403 | 0,0075 | 73 857 | 80           |
| B        | 0,0096                                | -0,0364 | 0,845  | 58 745 | 50           |
| C        | 0,0056                                | -0,0625 | 0,0074 | 36 783 | 90           |

Fuente. Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

El cuadro entrega información sobre los indicadores P, Q, R y S. Indicadores cuantitativos cualquiera relevantes para la evaluación.

Adicionalmente se conoce la correspondencia de cada proyecto con los objetivos que se buscan alcanzar. La variable Concordancia corresponde a la valoración cualitativa de los juicios, expresados cuantitativamente, de expertos respecto a la contribución que hacen los proyectos. Se elaboró a partir de juicios y su correlativo numérico se obtuvo a partir de un rango de 0 a 100. Donde 100 es máximo aporte al objetivo y 0 es ningún aporte. Los valores intermedios indican mayor o menor grado de contribución del proyecto.

Hasta este momento conocemos algunos indicadores y cuál proyecto concuerda en mayor medida con nuestro objetivo. El paso siguiente consiste en integrar todos los criterios tal que sirva para la toma de decisiones.

El primer paso es estandarizar los indicadores de la primera tabla. Hasta el momento cada uno está en distinto orden de magnitud, por lo tanto es dificultoso determinar como incorporarlos en una medida única.

Esto es posible por medio de una normalización de los indicadores a través de medidas de tendencia central, de este modo los datos serán comparables, ya que lo que hacemos es ver las distancias relativas de cada indicador, en la colección, a la media. De ese modo nos olvidamos de las magnitudes.

Para esto se debe calcular la media y la desviación estándar de cada indicador. Es importante recordar que estamos trabajando con la población y no con una muestra de proyectos.

Las formulas para la media y la desviación estándar son las siguientes:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum x_{j,i}}{n} \quad S_j = \sqrt{\frac{\sum (x_{j,i} - \bar{x}_j)^2}{n}}$$

Donde:

$\bar{x}_j$ : es la media aritmética del indicador j-ésimo.

$x_{j,i}$ : es el i-ésimo dato del indicador j-ésimo.

$S_j$ : es la desviación estándar del indicador j-ésimo.

$n$ : es el número de proyectos.

$j = 1, \dots, m$ . Donde  $m$  es el m-ésimo indicador que se dispone con información sobre un proyecto.

$i = 1, \dots, n$ .

El siguiente cuadro resume los resultados.

**Cuadro 3**  
**MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE INDICADORES**

| Proyecto   | Valor de los indicadores del proyecto |          |          |         | Concordancia |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|---------|--------------|
|            | P                                     | Q        | R        | S       |              |
| A          | 0,008                                 | -0,0403  | 0,0075   | 73 857  | 80           |
| B          | 0,0096                                | -0,0364  | 0,845    | 58 745  | 50           |
| C          | 0,0056                                | -0,0625  | 0,0074   | 36 783  | 90           |
| Media      | 0,007733                              | -0,0464  | 0,286633 | 56 4617 | 73 333       |
| Desv. Est. | 0,001644                              | 0,011495 | 0,394825 | 15 2213 | 16 9967      |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

Una vez que hemos obtenido la media y la desviación estándar se puede proceder con la estandarización de los datos. Se construye el estadístico Z de la siguiente manera:

$$Z_{j,i} = \frac{x_{j,i} - \bar{x}_j}{S_j}$$

Donde:

$Z_{j,i}$ : es el valor normalizado de  $x_{j,i}$ .

Con la normalización estamos suponiendo que el indicador j está distribuido Normal con media cero y varianza uno ( $N \sim (0,1)$ ). Con esto se puede saber cuánto se aleja de la media cada proyecto para un determinado indicador. Además tenemos la seguridad de que cada indicador posee la misma distribución, por lo tanto todos los valores en la tabla son comparables. Los resultados de la normalización se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4**  
**NORMALIZACIÓN DE INDICADORES**

| Proyecto | Valor de los indicadores normalizados del proyecto |         |         |         | Concordancia |
|----------|--|---------|---------|---------|--------------|
|          | P  | Q       | R       | S       |              |
| A        | 0,1624   | 0,5307  | -0,7070 | 1,1428  | 0,3923       |
| B        | 1,1356   | 0,8699  | 1,4142  | 0,1500  | -1,3728      |
| C        | -1,2974  | -1,4006 | -0,7072 | -1,2928 | 0,9806       |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

Ahora es posible integrar todos los criterios de evaluación en uno solo y elegir el mejor proyecto. Es necesario, antes, conocer las ponderaciones de cada indicador, esto es cuán importante es un criterio respecto de los otros. Estos se obtienen a partir de una matriz que compara a pares los criterios. La matriz se completa respondiendo a la pregunta: ¿es el criterio de la fila más importante que el de la columna?

**Cuadro 5**  
**MATRIZ DE JUICIOS DE IMPORTANCIA**

|          | P | Q | R | S | Concordancia |
|----------|---|---|---|---|--------------|
| P        |   | 1 | 0 | 1 | 0            |
| Q        | 0 |   | 1 | 0 | 0            |
| R        | 1 | 0 |   | 1 | 1            |
| S        | 0 | 1 | 0 |   | 0            |
| Concord. | 1 | 1 | 0 | 1 |              |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

Se suman las filas: P=2, Q=1, R=3, S=1 y Concordancia=3. Luego se suman estos resultados (2+1+3+1+3=10) y se calcula el porcentaje que representa el criterio P respecto del total (10), e igual para el resto. Los resultados se muestran a continuación:

$$\begin{pmatrix} P \\ Q \\ R \\ S \\ Concord \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.20 \\ 0.10 \\ 0.30 \\ 0.10 \\ 0.30 \end{pmatrix}$$

Se ha establecido que las ponderaciones son las siguientes: P (0.2), Q (0.1), R (0.3), S (0.1) y Grado de concordancia (0.3).

El cuadro final muestra cada proyecto ponderado por cada indicador. Luego se agregaron los valores y se estableció la jerarquía.

**Cuadro 6**  
**INDICADORES JERARQUÍA**

| Proyecto | P      | Q      | R      | S      | Concordancia | Total  | Prioridad |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|-----------|
|          | 0.2    | 0.1    | 0.3    | 0.1    | 0.3          |        |           |
| A        | 0,033  | 0,053  | -0,212 | 0,114  | 0,118        | 0,106  | 2         |
| B        | 0,227  | 0,087  | 0,424  | 0,015  | -0,412       | 0,341  | 1         |
| C        | -0,260 | -0,140 | -0,212 | -0,129 | 0,294        | -0,447 | 3         |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

Con este procedimiento se ha logrado establecer la prioridad de los proyectos que fueron evaluados. Además se han integrado con éxito variables cualitativas tales como juicios sobre la importancia de un indicador por sobre otro o el grado de concordancia con los objetivos. Y se ha llegado a la conclusión que el Proyecto B es el mejor evaluado y se recomienda su ejecución por sobre los otros.

### **Comentarios sobre el método**

Uno de los principales aspectos a destacar es la simplicidad con la que se pueden calcular los ponderadores de los criterios, tan solo con un par de sumas y divisiones. Sin embargo este método



carece de formas para comprobar si los juicios ingresados en la matriz que compara los criterios son consistentes, es decir, que representan opiniones informadas y coherentes. Además, no nos permite diferenciar entre los grados de importancia de los criterios, esto es, responder a la pregunta de cuánto más importante es un criterio respecto de otro.

Otro aspecto débil del método es al momento de jerarquizar los criterios. En nuestro ejemplo se hace evidente, Q y S tienen la misma ponderación, de igual modo R y Concordancia. La manera de resolver esto es observando en la misma matriz cuál de los dos es más importante (en este caso es S, por lo tanto en la jerarquía iría primero que Q).

Sin embargo, se debe destacar de este método el uso del estadístico Z, ya que si no nos fuera posible establecer ponderaciones que discriminen la importancia de los criterios y tuviéramos que trabajar con una ponderación igual para todos, de todos modos podríamos jerarquizar los criterios solamente usando Z. Ya que nos permite comparar las diferentes escalas de medidas y realizar operaciones sobre ellas.

## 6.5 Método AHP

El método Analytic Hierarchy Process es capaz de hacerse cargo de los problemas que posee el método anterior, además de tener una serie de ventajas, como se verá a continuación.

El método AHP posee, como ya se ha mencionado, tres principios rectores:

- Construcción de las jerarquías
- Establecimiento de prioridades
- Consistencia lógica

Estos principios, en términos generales guían el proceso de evaluación. A continuación se explican cada uno de ellos.

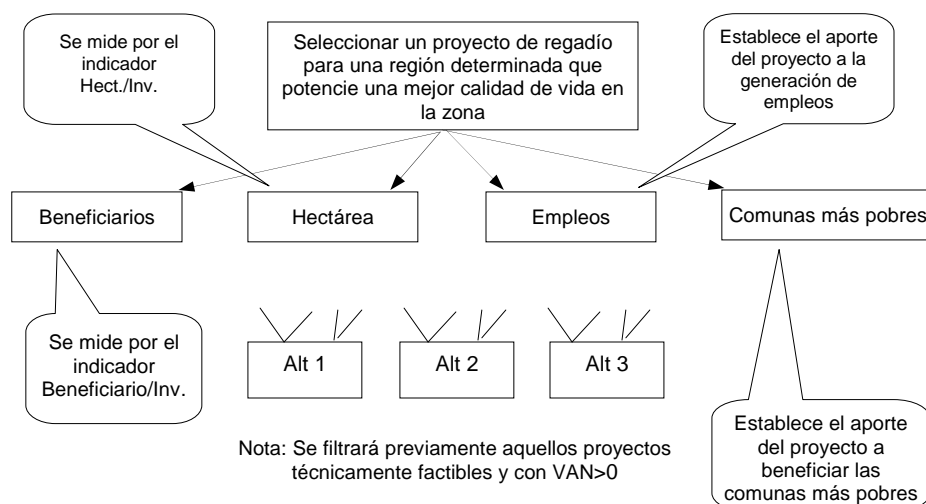
### A. Principio de construcción de jerarquías

Las jerarquías que trata el método de AHP son aquellas que conducen un sistema hacia un objetivo deseado como la solución de conflictos, un desempeño eficiente o la felicidad total.

La construcción de jerarquías sigue los mismos lineamientos explicados en la sección anterior. El esquema jerárquico está compuesto por:

- Objetivo o foco
- Criterios
- Subcriterios
- Alternativas.

**Figura 7**  
**JERARQUÍA SIMPLE**



Fuente: Arancibia, Sara y Contreras, Eduardo, 2006. Evaluación Multicriterio, presentación.

El ejemplo muestra cómo se podría estructurar la elección de un proyecto, en este caso un proyecto de riego para una determinada zona geográfica.

Primero se establece un foco, que es el objetivo general y principal: seleccionar un proyecto de riego para que este mejore la calidad de vida de una zona geográfica específica. Una vez que ya tenemos claro el foco, se pueden definir los criterios, que son los elementos que permiten conocer los ámbitos involucrados en la consecución del objetivo. Se ubican un nivel más abajo: Beneficiarios, Hectáreas, Empleos y Comunidades más pobres.

Diferentes proyectos aportan en diferente medida a cada criterio, ahí radica la importancia de diseñar la jerarquía, porque una vez evaluados y filtrados aquellos proyectos que sean técnicamente factibles y con VAN positivo, pueden ser evaluados en función de los criterios seleccionados.

Las distintas alternativas son evaluadas según los criterios establecidos que son relevantes para el objetivo principal. Así es como el criterio Beneficiarios representa cuánto dinero se invierte por persona. Hectárea mide el monto invertido por hectárea. Empleo, mide la generación de empleos como resultado de la inversión y Comunidades más pobres, establece cuánto aporta el proyecto a beneficiar las comunas más pobres de la zona.

Así, con estos criterios y sus indicadores podemos seleccionar la alternativa que mejor satisfaga al logro del objetivo planteado.

## B. Principio de establecimiento de prioridades

El cálculo de la prioridad se realiza en función de comparaciones a pares con respecto a un criterio dado. Para comparar los elementos se forma una matriz y se pregunta: ¿Cuánto supera este elemento (o actividad) al elemento con el cual se está comparando- en la medida en que posee la propiedad, contribuye a ella, la domina, influye sobre ella, la satisface, o la beneficia?

El segundo principio que destaca de este método multicriterio es el establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía. Se propone una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen entre sus componentes. Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a

pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición (que es reflejo de la experiencia), etc. Los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores.

Figura 8  
ESCALA DE SAATY

| <b>Intensidad</b>                   | <b>Definición</b>                        | <b>Explicación</b>  |
|-------------------------------------|--|---|
| <b>1</b>                            | De igual importancia                     | 2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo  |
| <b>3</b>                            | Moderada importancia                     | La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra                    |
| <b>5</b>                            | Importancia fuerte                       | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra                    |
| <b>7</b>                            | Muy fuerte o demostrada                  | Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica  |
| <b>9</b>                            | Extrema                                  | La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara           |
| <b>2,4,6,8</b><br><b>Recíprocos</b> | Valores intermedios<br>$a_{ij}=1/a_{ji}$ | Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes<br>Hipótesis del método |

Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Tipos de Comparaciones Pareadas:

- (1) Importancia: Apropiado cuando se comparan criterios entre sí.
- (2) Preferencia: Apropiado cuando se comparan alternativas.
- (3) Más probable: Usado cuando se compara la probabilidad de los resultados, ya sea con criterios o alternativas.

Crear una matriz para cada criterio o subcriterio de la jerarquía que permita determinar la prioridad  $P_{ij}$ , de los elementos de su nivel inmediatamente inferior. Comparar de a pares estos elementos del nivel inferior, usando una escala de proporciones. (Escala de Saaty)

Es deseable que el establecimiento de prioridades, cuando hay más de un experto involucrado, se logre a través del consenso entre ellos. Sin embargo, en ocasiones no es posible sostener una serie de entrevistas junto con todos los involucrados. Saaty resolvió este inconveniente integrando los juicios a través de la media geométrica de la siguiente forma:

$$A_{ij} = \sqrt[n]{\prod_1^n a^n_{ij}}$$

Donde:

$A_{ij}$ : es el resultado de la integración de los juicios para el par de criterios  $i, j$ .

$a^n_{ij}$ : es el juicio del involucrado para el par de criterios.

$n= 1, \dots, n$ . Corresponde al número de involucrados que expresan sus juicios sobre los criterios.

### Ejemplo: Importancia relativa de los criterios

Para solucionar un problema se ha propuesto un determinado objetivo (foco), para este se definieron los siguientes criterios: Ambiental (representa el impacto en el medio ambiente), Social (representa cómo se verán afectadas las costumbres del grupo social afectado) y Económico (cuál es el beneficio económico para la zona donde se ejecutará el proyecto).

Luego, se estableció la importancia relativa para cada criterio. En el cuadro inferior se puede observar que el criterio económico es cuatro veces más importante que el ambiental (si vemos la segunda columna y cuarta fila), de igual modo se podría decir que el criterio Ambiental posee un cuarto de la importancia del criterio Económico (si vemos la cuarta columna y segunda fila).

**Cuadro 7**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN**

|           | Ambiental | Social | Econ. |
|-----------|-----------|--------|-------|
| Ambiental | 1         | 1/2    | 1/4   |
| Social    | 2         | 1      | 1/2   |
| Econ.     | 4         | 2      | 1     |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública, ILPES.

De acuerdo a lo establecido anteriormente sobre el proceso analítico jerárquico, una vez que se ha construido el modelo jerárquico, en donde se incorporen los diferentes criterios y alternativas relevantes para el proceso de decisión en cuestión y se han ingresado los juicios correspondientes a la comparaciones a pares entre los diferentes elementos del modelo, el problema se reduce al cálculo de valores y vectores propios los que representarán las prioridades y el índice de consistencia del proceso respectivamente.

Una vez completada la Matriz, el problema se transforma en un problema de Vectores y Valores propios:

$$A * w = \lambda * w$$

Donde

A=Matriz recíproca de comparaciones a pares (Juicios de importancia/ preferencia de un criterio sobre otro)

w= Vector propio que representa el ranking u orden de prioridad

$\lambda$ =Máximo valor propio que representa una medida de la consistencia de los juicios

### Ejemplo: Cálculo de prioridades con el método de aproximación

Continuamos con el ejemplo anterior. En primer lugar se debe simplificar la matriz de comparaciones, transformando las fracciones en números decimales, con el fin de simplificar el desarrollo.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.25 \\ 2 & 1 & 0.5 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Luego, se calcula el cuadrado de la matriz simplificada (la que contiene números decimales) y se suman los elementos para cada fila.

$$\begin{pmatrix} 3 & 1.5 & 0.75 \\ 6 & 3 & 1.5 \\ 12 & 6 & 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} 5.25 \\ 10.5 \\ \underline{21} \end{matrix}$$

Los valores obtenidos para cada fila se suman ( $5.25+10.5+21=36.75$ ). Posteriormente, cada uno de estos valores es dividido por la suma resultante. Para así obtener el vector propio, que representa el vector de prioridades para cada criterio.

$$\begin{matrix} 5.25/36.75 & 0.142857 \\ 10.5/36.75 & \Rightarrow 0.285714 \\ 21/36.75 & 0.571429 \end{matrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} Amb \\ Social \\ Econ \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{pmatrix}$$

Este procedimiento se repite (obtener la matriz cuadrada, sumar los elementos de cada fila, dividir esos resultados por la suma de los mismos y obtener los vectores propios) hasta que la diferencia entre los vectores propios de dos procesos consecutivos sea muy pequeña o cero. En este caso, si se repite el proceso, se obtendrá el mismo vector propio.

De esta forma hemos establecido el orden de las prioridades o ponderación de las variables. En primer lugar se encuentra el criterio económico, le sigue el social y finalmente el ambiental.

Para conocer otra forma de hacer este cálculo ver anexo 1.

### C. Principio de consistencia lógica

Los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean consistentes – es decir, que se relacionen bien entre sí y sus relaciones muestren congruencia. En este sentido consistencia implica dos cosas: transitividad y proporcionalidad; la primera es que deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos, es decir, si A es mayor que C y C es mayor que B entonces la lógica dice que A es mayor que B. La segunda es que las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido. Por ejemplo si A es 3 veces mayor que C y C es dos mayor que B entonces A debe ser 6 veces mayor que B, este sería un juicio 100% consistente (se cumple la relación de transitividad y de proporcionalidad).

La escala a que se hace referencia existe en el inconsciente, no está explícita y sus valores no son números exactos, lo que existe en el cerebro es un ordenamiento jerárquico para los elementos. Dada la ausencia de valores exactos para esta escala la mente humana no está preparada para emitir juicios 100% consistentes (que cumplan las relaciones de transitividad y proporcionalidad). Se espera que se viole la proporcionalidad de manera tal que no signifique violaciones a la transitividad.

La consistencia tiene relación con el grado de dispersión de los juicios del actor.

Los juicios consistentes imponen 2 propiedades en forma simultánea:

A) Transitividad de las preferencias: Si C1 es mejor que C2 y C2 es mejor que C3 entonces se espera que C1 sea mejor que C3.

B) Proporcionalidad de las preferencias: Si C1 es 3 veces mejor que C2 y C2 es 2 veces mejor que C3 entonces se espera que C1 sea 6 veces mejor que C3

Por supuesto, es necesario, cierto grado de consistencia en la fijación de prioridades para los elementos o actividades con respecto de algún criterio para obtener resultados válidos en el mundo real.

El AHP mide la inconsistencia global de los juicios mediante la Proporción de Consistencia, que es el resultado de la relación entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio. El Índice de Consistencia es una medida de la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones a pares y el Índice Aleatorio es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala de 1 hasta 9.

El valor de esta proporción de consistencia no debe superar el 10%, para que sea evidencia de un juicio informado. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares.

### Ejemplo: Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Se sigue con el mismo ejemplo que hemos ido resolviendo. En un principio habíamos definido el problema como:  $A*w=\lambda*w$ . Sin embargo resolver la ecuación anterior es bastante complejo. Saaty definió una nueva relación que ofrece cálculos mucho más sencillos.

$$\lambda_{Max} = V * B$$

Donde:

$\lambda_{Max}$ : es el máximo valor propio de la matriz de comparaciones a pares.

V: es el vector de prioridades o vectores propios, que ya obtuvimos, de la matriz de comparaciones.

B: es una matriz fila, correspondiente a la suma de los elementos de cada columna de la matriz de comparaciones a pares. Es una matriz de  $m \times 1$ , donde m es el número de columnas de la matriz de comparaciones.

$$B = (7 \quad 3.5 \quad 1.75)$$

Reemplazando por los valores en la relación definida y resolviendo, nos queda:

$$\lambda_{Max} = (7 \quad 3.5 \quad 1.75) * \begin{pmatrix} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_{Max} = 3$$

En este caso el máximo valor propio es igual al rango de la matriz de comparaciones. En caso donde pueda existir inconsistencia en los juicios el valor propio tiende a ser mayor.

Con este resultado se puede calcular el Índice de Consistencia.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} = \frac{3 - 3}{2} = 0$$

Para finalmente obtener la Relación de Consistencia, necesitamos antes el Índice Aleatorio. Para este existe una tabla elaborada por Saaty que muestra los Índices de Consistencia para una serie de matrices aleatorias con recíprocos forzados:

**Cuadro 8**  
**ÍNDICES ALEATORIOS POR TAMAÑO DE MATRIZ**

| Tamaño de la Matriz | 2 | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|---------------------|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Índice Aleatorio    | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Entonces se define y resuelve la Relación de Consistencia como:

$$RC = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0.58} = 0$$

Es evidencia de un juicio informado una Relación de Consistencia menor a 0.1, por lo tanto no es necesario reevaluar los juicios expresados en la matriz de comparaciones. En caso contrario, si la Relación de Consistencia fuera mayor, se haría necesario reevaluar los juicios. Esto significaría que se vuelva a consultar a los expertos.

### **Procedimiento para el análisis jerárquico**

Para determinar la mejor decisión, el método AHP requiere:

1. Definición del problema: En esta etapa debe quedar claramente definido el objetivo general del proceso de decisión junto con los actores involucrados en él. Además se debe entregar una descripción del ambiente en que se desarrollará el estudio, sus características socio-económicas, ambientales, culturales, etc. dependiendo de los parámetros afectados por los proyectos en cuestión.

2. Definición de actores: Los participantes involucrados en el proceso de decisión, deben ser cuidadosamente seleccionados, ya que de estos depende la representatividad del resultado del modelo.

3. Estructurar el problema de decisión en un modelo de jerarquía (Jerarquizar):

En esta etapa se debe construir una estructura jerárquica que involucre todos los aspectos de interés, para la jerarquización de las alternativas.

4. Identificación de las alternativas factibles: Dentro de todas las posibilidades de proyectos alternativos se seleccionan aquellos que son factibles de realizar bajo un punto de vista de análisis general, donde se consideran criterios tales como la factibilidad técnica o económica.

5. Construcción del modelo jerárquico: Se estructura el problema planteado en una jerarquía de criterios y alternativas. Para esto es necesario definir en una primera instancia los criterios estratégicos que participan en la decisión (Políticos, económicos, sociales, medioambientales, etc.). Por lo general estos criterios son a nivel macro y representan los objetivos perseguidos por el proyecto. Una vez hecho esto, se procede a desglosar cada uno de los criterios definidos en la etapa anterior hasta llegar a un nivel de especificación que permita un fácil análisis y la comparación de las alternativas.

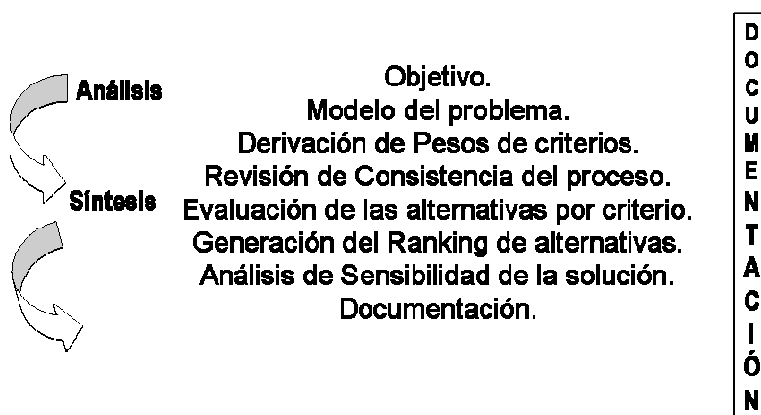
6. Ingreso de los juicios: En base a la información obtenida o a la percepción de los actores del proceso se ingresan los juicios para cada par de elementos. Se comienza del primer nivel, dónde se encuentran los criterios estratégicos, se compara su importancia relativa con respecto del logro del objetivo general, luego se desciende en los niveles jerárquicos, siempre realizando comparaciones de

a pares referidos al nivel inmediatamente superior, hasta llegar al último nivel donde se encuentran las alternativas, las que son evaluadas en base a criterios técnicos más fáciles de tratar.

7. Síntesis de los resultados: Como se explicó en los párrafos anteriores, por medio de comparaciones entre pares de elementos con respecto a su nivel inmediatamente superior y, gracias a la propiedad de transitividad entre los elementos, es posible establecer un ranking de prioridades para las diferentes alternativas, ranking que, dependiendo de la problemática, enfrentada representa la decisión a adoptar.

8. Validación de la decisión: Para otorgar mayor confiabilidad a la decisión se debe establecer el rango de variación del peso relativo de los criterios estratégicos que soporta la decisión sin cambiar de alternativa propuesta, para esto se realiza un análisis de sensibilidad dónde se analizan diversos escenarios posibles, determinando los puntos de corte para el peso de cada uno de los criterios.

Figura 9  
SÍNTESIS DEL MODELO.



Fuente: Arancibia, Sara y Contreras, Eduardo, 2006. Evaluación Multicriterio. Presentación

El Análisis Jerárquico de Procesos integra aspectos cualitativos y cuantitativos en un proceso único de decisión, en el que es posible incorporar simultáneamente valores personales y pensamiento lógico en una única estructura de análisis. De este modo se puede convertir el proceso que ocurre naturalmente en nuestra mente en uno explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterios y con resultados más objetivos y confiables.

### Ventajas de la Metodología

Esta metodología es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que permite:

- Definir el problema que se desea resolver.
- Identificar los criterios discriminantes en la toma de decisiones.
- Trabajar con un equipo multidisciplinario.
- Estructurar los criterios y subcriterios en una jerarquía.
- Determinar la importancia de cada criterio en términos de ponderadores y sintetizar toda esta información para tomar la mejor decisión.
- Llegar a un resultado en consenso.



## Parte II

---



## **7. Descripción del proceso para la Evaluación Multicriterio**

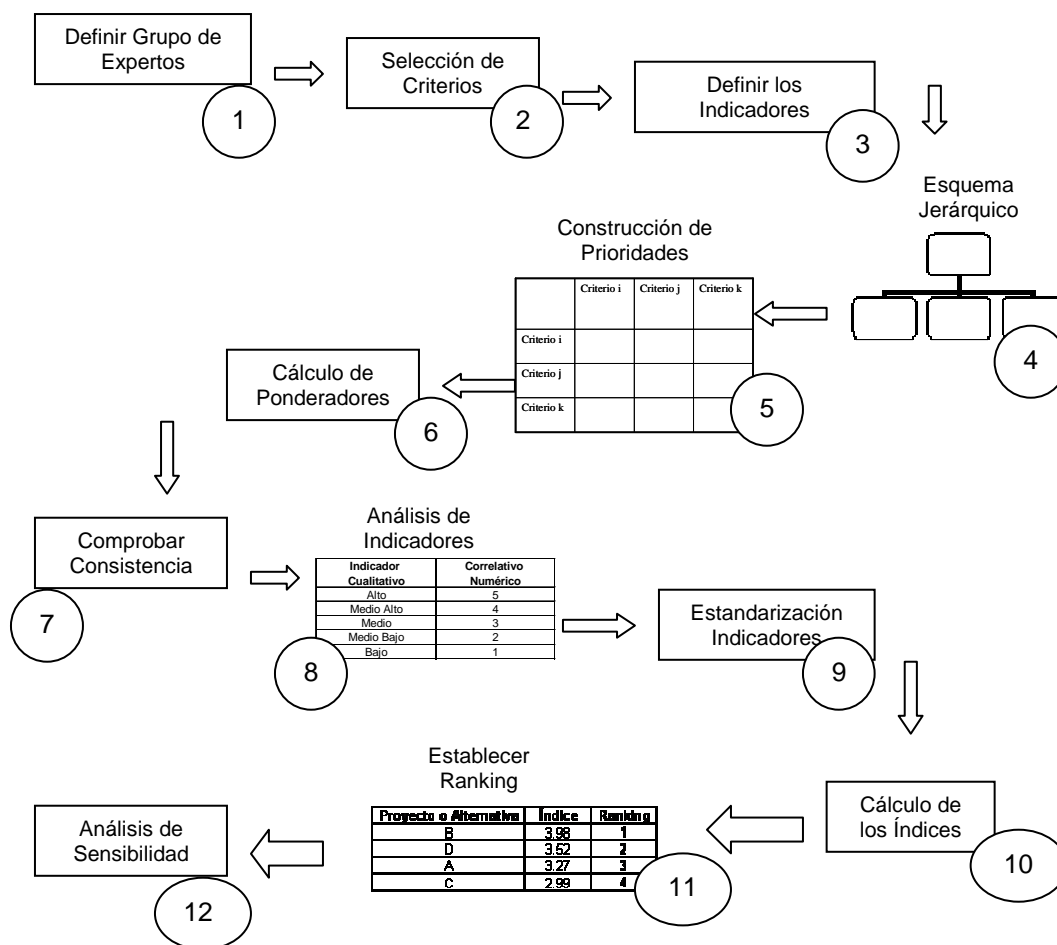
---

El objetivo del presente capítulo es definir una estructura que sirva de pauta metodológica para la evaluación multicriterio de proyectos. En este se especificarán los pasos necesarios y los cursos de acción frente a las dificultades que se presenten en la evaluación.

Se describe esta metodología empleando ambos tipos de evaluaciones multicriterio que se presentaron en la última parte de la sección anterior. El método simple de estandarización, su caso especial y el AHP.

Los pasos que se describirán a continuación son válidos tanto para casos de jerarquización como de priorización de proyectos en el área de inversión pública.

**Figura 10**  
**PROCESO DE UNA EVALUACIÓN MULTICRITERIO**



Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES.

### Paso 1. Defina un grupo de expertos

Si es posible establecer un equipo de expertos para la construcción del modelo, deberá chequear los elementos que se mencionan a continuación. Sin embargo depende de la envergadura de las iniciativas, las posibilidades de financiamiento y otros. Por lo tanto es posible que sea un grupo reducido de expertos.

#### *Establecimiento del equipo de trabajo.*

El método multicriterio requiere de la construcción de un modelo que sirva para la evaluación de los proyectos. Este modelo se realiza a partir del estudio de los objetivos relevantes. Por lo tanto es necesario que seleccione a un grupo de expertos que sepan identificarlas para la construcción del modelo de decisión.

#### *Características del equipo de trabajo*

Las personas que debe elegir para la construcción del modelo deben ser profesionales en el área donde se realizará la intervención. Con sólidos conocimientos y experiencia en la elaboración

de proyectos, con características de expertos en la materia. De preferencia personas que trabajen como expertos en la elaboración y evaluación de proyectos de inversión pública.

### *Entrevistas con los expertos*

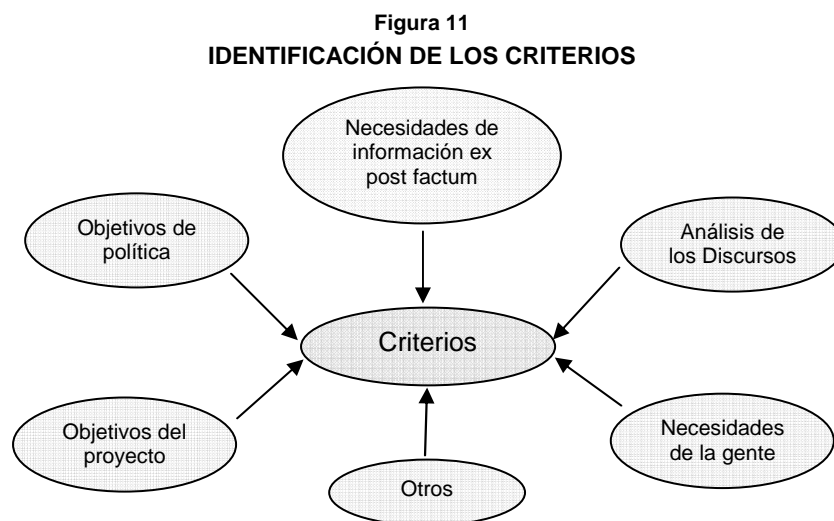
Es necesario que defina las entrevistas con los expertos. Sería ideal que se pudieran organizar reuniones con todos en varias ocasiones, para que los resultados que se obtengan de ellos sean fruto del consenso. Sin embargo, es muy probable que se enfrente a dificultades para lograrlo, por lo tanto planifique las reuniones y procure un mecanismo que le permita facilitar el proceso de diálogo y acuerdo entre los expertos.

## **Paso 2. Selección de criterios**

### *Identifique los criterios*

La identificación de los criterios es relevante para la evaluación. Dependerá del nivel jerárquico donde se quiera implementar la iniciativa cuáles objetivos se deben considerar, ya sea de política, planes, programas y los del propio proyecto. Si estos no están definidos previamente puede recurrir a lo siguiente para su elección:

- Elija criterios que permitan recolectar la información necesaria para medir ex post factum.
- Realice análisis de los discursos de las autoridades relevantes.
- Observe las necesidades de la gente.
- Estudie los objetivos de las políticas.



Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES.

### *Definir los criterios*

Defina con claridad los criterios que se aplicarán para la evaluación. El significado que posea cada criterio es fundamental para, posteriormente, definir cuáles serán sus variables y sus indicadores.

### *Número de criterios*

De preferencia, por motivos prácticos, no emplee un número elevado de criterios para la evaluación. Si cuenta con el software adecuado, como el Expert Choice, la tarea se hará más sencilla. Sin embargo, por motivos de racionalidad es preferible no incluir más de diez.

### *Verificar los criterios*

Los criterios deben estar en correspondencia con los objetivos planteados por las distintas instituciones encargadas de ello en los diferentes estamentos jerárquicos. Por lo tanto, es fundamental que los criterios sean una herramienta para medir los aportes que las iniciativas propuestas hacen al logro de los objetivos del SNIP. Debe verificar la relación causal entre los criterios y los objetivos especificados por esas instituciones.

### **Paso 3. Especifique las variables e indicadores**

Una vez que se han identificado los criterios, necesita definir cómo serán medidos. Para la construcción de los indicadores que serán empleados, se requiere que los objetivos sean desglosados en variables que puedan ser “medidas” y evaluadas.

Defina con claridad y con la mayor rigurosidad posible cuáles serán las variables que serán empleadas para medir los objetivos. A partir de las variables definidas, para los criterios, construya indicadores que los representen adecuadamente, ya sean estos objetivos institucionales, programáticos o del proyecto.

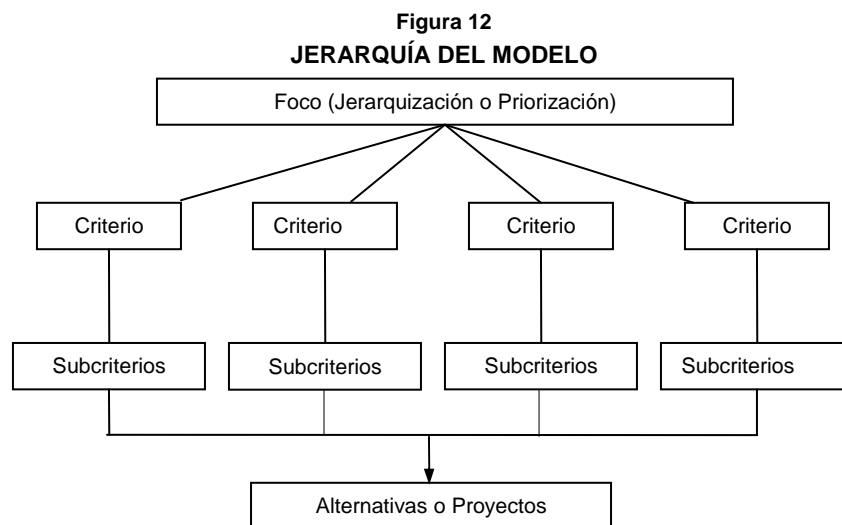
### **Paso 4. Esquema jerárquico**

#### *Construya la jerarquía del problema*

Cuando se hayan definido los criterios, construya el esquema jerárquico del modelo. Es de gran utilidad para el ordenamiento de la racionalidad del proceso.

Ordene los criterios por niveles, desde los más generales hasta los más específicos, estableciendo la jerarquía del problema:

- Defina el foco, el problema que desea resolver.
- Defina los criterios generales y los subcriterios para cada uno.
- En el nivel inferior defina las alternativas disponibles.



Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES.

## Paso 5. Construcción de las prioridades

### *Construya las matrices de comparaciones*

En este paso debe ingresar los juicios respecto de la importancia relativa de los criterios y sus subcriterios. Debe identificar cuales son sus posibilidades de establecer las relaciones de importancia entre ellos.

a) Si no es posible establecer la importancia relativa de los criterios, de todos modos podrá aplicar el multicriterio. Sin embargo, deberá saltarse este paso.

b) Si es capaz de determinar que un criterio es más importante que otro, pero sólo ordinalmente, utilice el método de estandarización sencillo para completar la matriz de comparaciones con ceros y unos según corresponda.

c) Si es posible determinar grados de importancia relativa entre los criterios complete las matrices de comparaciones con la escala propuesta por el método AHP. Si está trabajando con un grupo de personas o expertos, es posible que no logren llegar a un acuerdo respecto del grado de importancia relativa de los criterios. Resuelva este caso con el método de agregación a través de la media geométrica propuesta en la sección 6.5 letra B.

**Figura 13**  
**CONSTRUCCIÓN DE LAS MATRICES DE COMPARACIONES**

|            | Criterio i | Criterio j | Criterio k |
|------------|------------|------------|------------|
| Criterio i |            |            |            |
| Criterio j |            |            |            |
| Criterio k |            |            |            |

Lo que ingrese aquí dependerá de las posibilidades para definir la importancia relativa de los criterios

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES

## Paso 6. Cálculo de ponderadores

A partir de los juicios expresados en las matrices de comparaciones calcule los ponderadores correspondientes a cada criterio.

a) Para el caso en que no fue posible establecer la importancia relativa de los criterios asigne igual peso para todos ellos, calculado como la división de uno (1) por el número de criterios. Así obtendrá un ponderador igual para todos.

b) Si utilizó el método sencillo de estandarización realice el procedimiento indicado en la sección 6.4 (Ejemplo: de priorización de proyectos, Matriz de juicios de importancia), para obtener los ponderadores.

c) Si utilizó el procedimiento indicado por el método AHP para completar la matriz de comparaciones debe calcular los ponderadores de la forma propuesta en 6.5, letra B (Ejemplo: Cálculo de prioridades con el método de aproximación)

## Paso 7. Comprobar la consistencia

En el caso que se esté empleando el método AHP deberá verificar la consistencia de los juicios ingresados en las matrices de comparaciones. Si está empleando un software especializado, obtendrá un resultado de la Relación de Consistencia para cada matriz. Verifique que este sea inferior al 10%.

En el caso de que no se cuente con un software especializado, realice los procedimientos indicados en la sección 6.5 (Letra C) para el cálculo de la Relación de Consistencia. De igual modo esta debe ser inferior al 10%.

Si es que la Relación de Consistencia para alguna de las matrices es superior al 10%, debe reingresar los juicios en la o las matrices que demuestren inconsistencia y volver a calcular los ponderadores y la Relación de Consistencia hasta que sea menor a 10%.

### Paso 8. Análisis de los indicadores

Los indicadores de las iniciativas poseen diferentes características según sea la variable que estén describiendo. El trato que se le da a esta información será distinto según el método con el que se esté trabajando. Por lo tanto es importante, que antes de empezar a trabajar con la información que posee para los indicadores, observan con detención los datos para tener una idea de las posibilidades en este paso y el siguiente.

#### Construcción de tablas

La información cualitativa debe ser “cuantificada” para que sea aplicable a los métodos (esto es válido para los modelos que se están explicando). Para esto debe construir tablas que permitan su homologación numérica. En estas se deben establecer los grados del atributo y su correspondiente numérico.

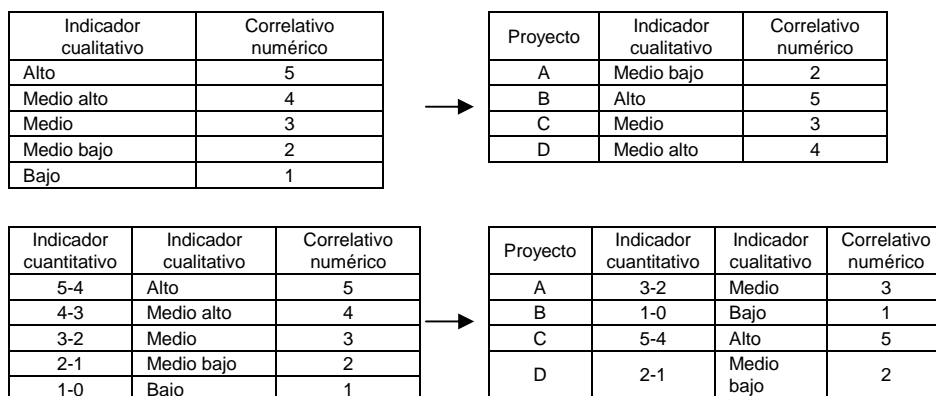
Es importante que la escala aplicada, que indica la cota superior, inferior y los valores intermedios, sea igual para todos los indicadores.

La información cuantitativa de los indicadores proviene de diferentes medidas, y por lo tanto, de diferentes escalas que hacen imposible una comparación objetiva entre ellas. Una de las formas posibles de hacerlas comparables, y es lo que se hace para el método AHP, es clasificar la información de cada indicador en tablas que indiquen los diferentes grados de la característica. Se debe crear una escala con valores mínimo, máximo e intermedios tales que agrupen todo el rango de valores del indicador cuantitativo.

Para el método AHP es importante que el rango de las escalas de las tablas, tanto cuantitativas como cualitativas, sea el mismo.

Figura 14

#### ANÁLISIS DE LOS INDICADORES



Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES.



### Paso 9. Estandarización de los indicadores

Si se está trabajando con el método sencillo de estandarización o con el caso en donde no fue posible establecer ningún tipo de importancia relativa entre los criterios, los indicadores deben ser estandarizados para su uso. Para hacer esto aplique el estadístico Z a todos los indicadores disponibles para la evaluación, tanto cuantitativos como cualitativos.

Si está empleando el método AHP, en el paso 7 ya realizó la estandarización de la información a través de la clasificación en tablas.

### Paso 10. Cálculo del índice

Calcule el índice que sintetiza los indicadores de cada uno de los criterios y sus ponderaciones.

En pasos anteriores ya definió un ponderador para todos los criterios que identificó y estandarizó los indicadores de esos criterios, por lo tanto ahora multiplique cada indicador normalizado por su correspondiente ponderador. Realice esto para cada una de las alternativas o proyectos que esté evaluando.

### Paso 11. Establezca un ranking

Ordene jerárquicamente los índices calculados para cada alternativa o proyecto de mayor a menor. Seleccione o dé preferencia a aquel que obtuvo el mayor valor en la evaluación.

**Figura 15**  
**RANKING DE ALTERNATIVAS O PROYECTOS**

| Proyecto o alternativa | Índice |
|------------------------|--------|
| A                      | 3,27   |
| B                      | 3,98   |
| C                      | 2,99   |
| D                      | 3,52   |

→

| Proyecto o alternativa | Índice | Ranking |
|------------------------|--------|---------|
| B                      | 3,98   | 1       |
| D                      | 3,52   | 2       |
| A                      | 3,27   | 3       |
| C                      | 2,99   | 4       |

Fuente: Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública. ILPES.

### Paso 12: Análisis de Sensibilidad

Realice análisis del comportamiento del ranking establecido frente a cambios en las ponderaciones relativas de los principales criterios.

Defina escenarios posibles y compárelos con el escenario actual de su evaluación. Establezca bajo qué condiciones la priorización o jerarquización de los proyectos o alternativas evaluadas se mantiene.



## **Parte III**

---



## 8. Aplicaciones de Evaluación Multicriterio

---

Los tres ejemplos que se presentan a continuación se enmarcan en una iniciativa desarrollada en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile<sup>10</sup> con el fin de sensibilizar a las instituciones públicas sobre el uso de aplicaciones multicriterio en la evaluación de proyectos de inversión pública, a través de trabajos de alumnos memoristas.

### 8.1 Ejemplo 1: selección de alternativas de proyectos de infraestructura educacional

A continuación se desarrolla un caso de evaluación donde se aplica al sector Educación en Chile, la metodología multicriterio propuesta por Saaty, Analytic Hierachy Process.<sup>11</sup> Se incorpora la metodología en dos instancias de decisión: la selección de alternativas de proyectos y la priorización de proyectos para infraestructura educacional.

La selección de alternativas de proyectos, consiste en proporcionarles a los sostenedores de las iniciativas un método que les permita evaluar y comparar las distintas alternativas de proyectos que generen para la superación del problema individualizado.

---

<sup>10</sup> Iniciativa de los docentes Sara Arancibia y Eduardo Contreras.

<sup>11</sup> Esta aplicación fue realizada en la memoria de título de Marcelo A. Méndez S., llamada “Análisis Multicriterio Discreto para la Formulación y Priorización de Proyectos de Infraestructura Educacional”

La priorización de proyectos se realiza una vez que los sostenedores educacionales hayan presentados los proyectos y que el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) haya dado su recomendación, los organismos encargados de administrar y repartir los fondos de inversión deben elegir los proyectos a financiar. En este caso se utiliza la metodología multicriterio para la selección de los proyectos.

## **A. Sistema institucional**

El proceso de inversión comienza con la preparación y envío, de parte de MIDEPLAN y de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (DIPRES), del documento “Procedimientos y Formularios para el Sistema de Estadísticas Básicas de Inversión” al SEBI. Con estas instrucciones las instituciones preparan los antecedentes para la presentación de sus proyectos. Dependerá de los montos y la fuente de financiamientos a los que postules, los antecedentes serán enviados al MIDEPLAN o a sus secretarías regionales (SERPLAC), para que emitan una recomendación técnico-económica.

Una vez asesorados y revisados los proyectos y si obtienen una recomendación técnico-económica, son enviados a las instituciones de gobierno encargadas de decidir su ejecución. Por el contrario si existen reparos en algún proyecto, este es devuelto a la institución solicitante para su reformulación.

## **B. Inversión en educación**

La inversión en Educación puede ser agrupada en tres categorías: proyectos, programas y estudios. Los proyectos son iniciativas en infraestructura educacional. Los programas, en cambio, son iniciativas cuyos resultados no son materiales tales como los proyectos de capacitación. Y los estudios son investigaciones que requieren de una inversión menor.

Las fuentes de los fondos de inversión para educación provienen de fondos sectoriales y fondos regionales, pudiendo incluso conseguir financiamiento un proyecto con una mezcla de ambos.

Los fondos sectoriales corresponden a los llamados que realiza anualmente el Ministerio de Educación, en el marco de la Reforma Educacional, llamados Aportes de Capital para financiar proyectos de infraestructura para el logro de la Jordana Escolar Completa (JEC). Su funcionamiento es a nivel ministerial, regional o nacional, y está sujeta a las bases del concurso.

Los fondos regionales corresponden al financiamiento que realiza el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) en cada región del país. Este fondo se divide en: FNDR “tradicional” y Provisiones del FNDR.

FNDR “tradicional” son fondos libres destinados para inversión en infraestructura en educación, salud y otros. Y los fondos que se denominan Provisiones del FNDR, son montos fijos determinados por la DIPRES para financiar proyectos en salud, servicios públicos, emergencia y educación. En el caso de educación, el fondo es cubierto por el Fondo de Infraestructura Educacional (FIE). Estos fondos se encuentran alineados con las políticas de desarrollo regional específicos para cada zona. De este modo la decisión sobre la inversión está a cargo de los gobiernos regionales (GORE) y del concejo regional (CORE).

Las pautas que se utilizan para la preparación de proyectos de infraestructuras están en el manual del ILPES “Guía para la identificación y formulación de proyectos de educación” del año 1994, el que fue revisado y modificado en conjunto con el MIDEPLAN al año siguiente.

## **C. Selección de alternativas de proyectos**

Para aplicar la metodología propuesta se eligió un proyecto presentado por la Ilustre Municipalidad de Buín a través de la Unidad de Estudios y Proyectos de su Secretaría Comunal de

Planificación (SECPLAC). Para el que se realizó una simulación agregando una alternativa al proyecto de tal modo que pudiera realizarse la evaluación.

El título del proyecto es: “**Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131**”. Comuna de Buín, provincia de Maipo.

## **D. Definición del problema**

Seleccionar entre un par de alternativas la mejor, es decir, aquella que satisface de mejor manera el problema educacional identificado, que en este caso corresponde a: **Déficit de Cobertura Educativa en la Comuna de Buín.**

Las causas del problema son:

- Aumento de la población en edad escolar de la comuna.
- Infraestructura educacional insuficiente por desvío de fondos hacia la Jornada Escolar Completa, recortando los fondos para la absorción del aumento de la demanda.

Los efectos que genera:

- Deserción escolar. Menores que deben abandonar la educación por insuficiencia de matrícula.
- Migración de alumnos hacia otros establecimientos en otras comunas, provocando aumentos en los costos de movilización y una mayor congestión vial.
- Competencia por matrícula que genera problemas de desigualdad de oportunidades.

Los medios:

- Creación de nuevas matrículas en la provincia para liberar matrículas en Buín.
- Mejoramiento de la infraestructura actual, para el que se estudiarán las alternativas.

Los fines:

- Matrícula suficiente para los niños y jóvenes de la comuna.
- Desplazamiento controlado que disminuya la congestión vial y refuerce la identidad local.
- Matrícula asegurada para la población local.

### **1. Identificación de los actores involucrados en el problema**

Se definen dos actores involucrados en el problema. Están quienes modelan el problema de decisión y el agente que decide en base al modelo.

El primero corresponde a los expertos en materia educacional quienes identificarán las variables que definen el problema y construirán el modelo según AHP. Los expertos fueron: Pamela Vera (Analista del Sector Educación, MIDEPLAN), Julia Standen (Analista del Sector Educación, SERPLAC) y Hugo Bordoli (Analista y Evaluador de Educación y Cultura, MINEDUC).

El agente decisor es quien formula la iniciativa, evalúa las alternativas en base al modelo y elige la mejor alternativa para resolver el déficit identificado. Es el sostenedor de la iniciativa de inversión

### **2. Modelamiento jerárquico del problema de decisión**

**Definir el foco del problema:** selección de alternativas de proyecto de infraestructura educacional.

**Identificación de los criterios de selección:** luego de sucesivas reuniones de acordaron los criterios de selección y una escala discreta común para todos los criterios, con el objeto de que los juicios del evaluador sean consistentes para la evaluación de cada uno de ellos. La escala va de 1 a

5, donde para cada criterio se definieron los significados de los valores, 1 (mínimo), 3 (medio) y 5 (máximo); permitiendo que sea el propio formulador quién asigne los valores intermedios 2 y 4.

A continuación se detallan los criterios empleados:

***Criterio general: Objetivos***

Las alternativas de proyectos deben ser comparadas de acuerdo a los objetivos específicos planteadas por cada una de ellas, se asume que las alternativas comparten su objetivo general, porque provienen de la identificación de un mismo déficit. Se compararán según los siguientes atributos:

***Pertinencia:***

Es el grado en que la alternativa resuelve mejor el déficit identificado. Debe evaluarse qué tan directamente relacionados están los objetivos específicos de cada alternativa con las causas últimas del problema identificado.

Escala de evaluación:

|   |  |
|---|--|
| 5 | Los objetivos específicos declarados atacan directamente las causas últimas del problema.  |
| 3 | No existe una clara relación entre los objetivos específicos de la alternativa y las raíces del problema identificadas en el árbol de objetivos. |
| 1 | La definición de los objetivos específicos de la alternativa no guarda ninguna relación con las causas últimas del problema identificado.        |

***Alcance:***

Es el grado en que la alternativa planteada es capaz de contribuir como una solución de largo plazo. Deben evaluarse las alternativas procurando que sean una solución de largo plazo.

|   |  |
|---|--|
| 5 | La estrategia a seguir señalada por los objetivos específicos de la alternativa contempla todos los aspectos necesarios para garantizar su permanencia en el tiempo, permitiendo resolver el problema de manera profunda y permanente. |
| 3 | Se espera que la alternativa represente una buena solución al déficit encontrado para el mediano plazo.  |
| 1 | La solución propuesta por los objetivos específicos de la alternativa sólo permite cubrir el déficit por un período corto de tiempo. La alternativa puede calificarse en este punto como una "solución parche".                        |

***Criterio general: Contenidos***

Las alternativas de proyectos deben compararse según sean relevantes los contenidos de sus características. Las características consideradas son:

***Calidad:***

Es la medida en que la alternativa es capaz de ofrecer una solución integral, como proyecto educativo, al déficit y no tan solo de infraestructura.

|   |   |
|---|---|
| 5 | La alternativa representa una solución de fondo que la transforma en un proyecto educativo potente, en el que las acciones propuestas en infraestructura constituyen sólo un medio para enfrentar el déficit identificado.        |
| 3 | La alternativa se hace cargo del problema detectado mediante sus acciones en infraestructura, las que eventualmente podrían influir en un mejoramiento de la calidad de la educación recibida por los beneficiarios del proyecto. |
| 1 | La alternativa sólo propone una solución en infraestructura para el problema detectado, sin preocuparse de generar mayores efectos en la calidad de la educación que los beneficiarios recibirán.                                 |



*Conexión con otras iniciativas:*

Es el grado en que la iniciativa se conecta con otras iniciativas sociales.

|   |   |
|---|---|
| 5 | La alternativa resulta un complemento perfecto para la implementación de iniciativas paralelas, potenciando enormemente su efecto como un proyecto social y no puramente educativo. |
| 3 | Existe cierto grado de conexión con otros proyectos de tipo social, pero la alternativa se preocupa principalmente de atacar el problema educacional.                               |
| 1 | La alternativa aparece como completamente aislada de otras iniciativas sociales, abordando exclusivamente el déficit educacional identificado.                                      |

*Ajuste a políticas:*

Es el grado de coherencia de la alternativa con las directrices y políticas de desarrollo regional como con las políticas definidas para el área de educación.

|   |   |
|---|---|
| 5 | La alternativa se inserta dentro de las políticas señaladas para el desarrollo de la región y del sector educación.   |
| 3 | La alternativa satisface medianamente las intenciones expuestas en las políticas regionales y sectoriales en que debe enmarcarse.   |
| 1 | Existe un claro desajuste entre la alternativa propuesta y los requerimientos políticos del sector y la región. La alternativa puede presentar una buena solución al problema identificado, y sin embargo no ajustarse de los objetivos sectoriales y/o regionales. |

*Criterio general: Gestión*

Las alternativas de proyecto deben compararse de acuerdo a sus posibilidades de gestión, en el caso de que fueran a convertirse en proyectos. Deben ser considerados los siguientes atributos:

*Factibilidad técnica:*

Es el grado en que la alternativa propuesta puede realizarse desde el punto de vista técnico.

|   |  |
|---|--|
| 5 | La alternativa no representa ninguna dificultad técnica para su eventual implementación. Los requerimientos para el diseño, ejecución y operación de la alternativa son conocidos y sin mayor complejidad técnica. |
| 3 | Existen algunos requerimientos técnicos que podrían implicar dificultades, retrasos o deficiencias en la entrega del servicio educacional propuesto por la alternativa.  |
| 1 | Se prevé la aparición de problemas técnicos importantes en la eventual implementación de la alternativa, que representan una clara amenaza para el éxito del proyecto.   |

*Factibilidad financiera:*

Es el grado en que la alternativa es ejecutable desde el punto de vista de los recursos que son requeridos para ella. Deben evaluarse las posibilidades concretas de financiamiento que se estiman necesarias para llevarla a cabo. Se considerarán en forma independiente las etapas de inversión y operación.

|   |   |
|---|---|
| 5 | No existen problemas respecto a la factibilidad de financiamiento de la alternativa. Los recursos que ella requiere son abordables y guardan relación con las características del proyecto. |
| 3 | Los recursos necesarios para la implementación de la alternativa son algo restrictivos, aún siendo coherentes con las características de ella.  |
| 1 | La alternativa presenta serios problemas en sus posibilidades de financiamiento. Los montos requeridos por la alternativa son demasiado altos con relación a sus características.           |

*Administración:*

Las alternativas deben ser evaluadas respecto a la calidad esperada de su administración, tales como su coherencia con el proyecto educativo, apoyo institucional, etc. este criterio debe ser evaluado tanto para la etapa de inversión como de operación, considerando las características de la unidad técnica a cargo de la administración.

|   |   |
|---|---|
| 5 | Hay un alto grado de innovación en la administración de la iniciativa, sin requerir costos adicionales para ello. Existe además un apoyo institucional sólido que permite garantizar una óptima administración del proyecto.  |
| 3 | La administración de la iniciativa no es del todo consistente con el proyecto educacional que hay tras ella. Es posible que la administración del proyecto se realice mal o con serias deficiencias.  |
| 1 | No existe un nivel mínimo de calidad esperada en la administración del proyecto. No hay un grado de coherencia aceptable entre el proyecto educacional propuesto y su administración, así como tampoco el respaldo de alguna institución que avale el éxito en la gestión del proyecto. |

**E. Selección de las alternativas factibles***Ampliación del Liceo industrial existente*

Se propone la ubicación de la matrícula demandante en una ampliación del anexo del Liceo A-131 de Educación Técnica Profesional, el que actualmente funciona en un terreno de más de 12.000 mts<sup>2</sup>, con 24 salas de clases y 5.000 mts<sup>2</sup> libres. Esta solución resolvería parte del déficit de educación media y técnica profesional, al contemplar la construcción de 16 nuevas salas con una capacidad total de 720 alumnos.

Costos de Inversión = \$611.055.000  
 Costos Operacionales = \$393.800.000

Costo Anual Equivalente (CAE) = \$383.151,67  
 N° de Beneficiarios = 720 alumnos  
**CAE / N° de Beneficiarios = \$532,16**

*Construcción de nuevo liceo en Buín.*

Se propone la construcción de un nuevo establecimiento que integre matrícula para Enseñanza Básica y Media, el que se localizaría en terrenos destinados para equipamiento, con una superficie de 4.500 mts<sup>2</sup>. Entre las dependencias del establecimiento se contaría con 28 salas de clases y espacios para talleres, laboratorios, cocina, comedor y una multicancha, distribuidas en un edificio de 3 pisos con una capacidad total de 1.350 alumnos.

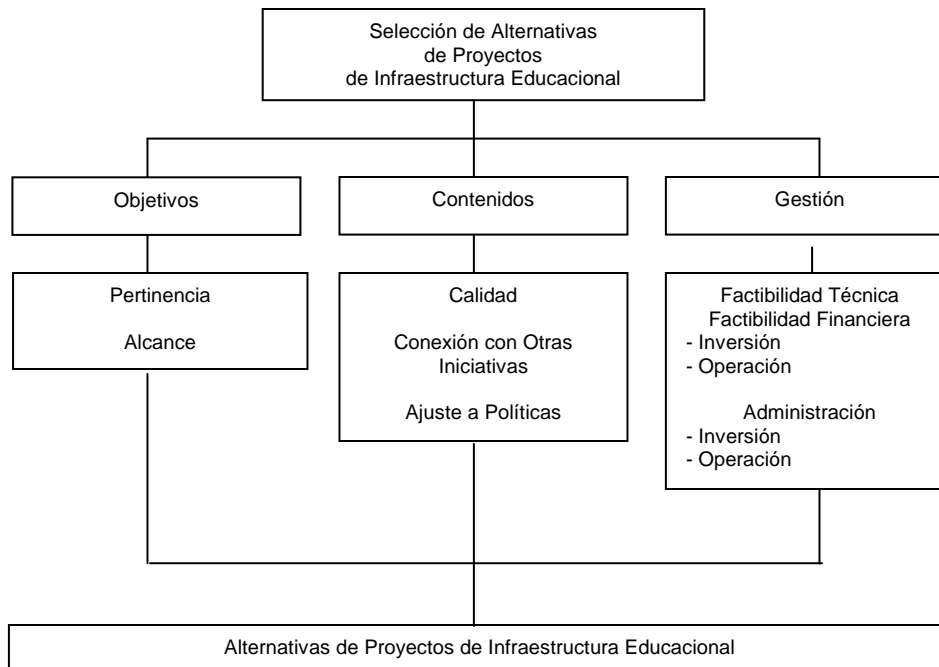
Costos de Inversión = \$1.305.251.200  
 Costos Operacionales = \$366.000.000

Costo Anual Equivalente (CAE) = \$943.424,08  
 N° de Beneficiarios = 1.350 alumnos  
**CAE / N° de Beneficiarios = \$698,83**

*Construcción del modelo jerárquico*

Una vez identificado el déficit, los criterios y las alternativas factibles, se puede construir la jerarquía del problema de decisión.

**Figura 16**  
**ESTRUCTURA PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**



Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

## F. Determinación de los ponderadores

Los expertos emitieron juicios sobre la importancia relativa de los criterios y subcriterios y se establecieron comparaciones pareadas. Los resultados se obtuvieron con el software Expert Choice.

*Ponderadores a nivel de criterios generales (primer nivel).*

Se les preguntó a los expertos: "¿qué tanto más importantes son sus objetivos específicos antes que su contenido?"

**Cuadro 9**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS GENERALES (EDUCACIÓN)**

| Selección de Alternativas de Proyectos | Objetivos | Contenidos | Gestión |
|--|-----------|------------|---------|
| Objetivos                              | 1         | 3          | 3       |
| Contenidos                             | 1/3       | 1          | 1 / 2   |
| Gestión                                | 1/3       | 2          | 1       |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.05 = 5% < 10% ; Vector Propio = (0.594 ; 0.157 ; 0.249)

Por lo tanto las preferencias por cada criterio general con relación a la importancia que ellos deben tener en la evaluación y luego en la selección de las alternativas es de la siguiente forma: Objetivos (59.4%), Contenidos (15.7%) y Gestión (24.9%).

**Ponderación a nivel de criterios específicos (segundo nivel)**

Se les preguntó a los expertos: “Entre los atributos que se ha estimado deben evaluarse dentro de los objetivos específicos de la alternativa de proyecto, ¿cuánto más importante debe ser la pertinencia de estos frente a su alcance?”

Para el criterio general Objetivos, se obtuvieron las siguientes ponderaciones:

**Cuadro 10**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE CRITERIOS ESPECÍFICOS (EDUCACIÓN)**

| Objetivos   | Pertinencia | Alcance |
|-------------|-------------|---------|
| Pertinencia | 1           | 4       |
| Alcance     | 1/4         | 1       |

Fuente: Trabajo sobre “Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131”.

C.R. = 0.00 = 0% < 10% ; Vector Propio = (0.800 ; 0.200)

El objetivo específico Pertinencia tiene un “peso” relativo de un 80% y Alcance un 20%. Para el criterio general Contenidos, se obtuvieron las siguientes ponderaciones:

**Cuadro 11**  
**PONDERACIÓN DE SUBCRITERIOS DE CONTENIDOS (EDUCACIÓN)**

| Contenidos                     | Calidad | Conexión con otras iniciativas | Ajuste a políticas |
|--------------------------------|---------|--------------------------------|--------------------|
| Calidad                        | 1       | 5                              | 3                  |
| Conexión con otras iniciativas | 1/5     | 1                              | 1 / 4              |
| Ajuste a Políticas             | 1/3     | 4                              | 1                  |

Fuente: Trabajo sobre “Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131”.

C.R. = 0.08 = 8% < 10% ; Vector Propio = (0.627 ; 0.094 ; 0.280)

Calidad posee una ponderación de 62.7%, Conexión con otras alternativas un 9.4% y Ajuste a políticas un 28%.

Para el criterio general Gestión las ponderaciones fueron:

**Cuadro 12**  
**PONDERACIÓN DE SUBCRITERIOS DE GESTIÓN (EDUCACIÓN)**

| Gestión                 | Factibilidad Técnica | Factibilidad Financiera | Administración |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------|
| Factibilidad Técnica    | 1                    | 1                       | 2              |
| Factibilidad Financiera | 1/1                  | 1                       | 2              |
| Administración          | 1/2                  | 1/2                     | 1              |

Fuente: Trabajo sobre “Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131”.

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.400 ; 0.400 ; 0.200)

Esto significa que Factibilidad técnica junto a Factibilidad financiera obtuvieron, cada una, un 40% y Administración un 20%.

Además los expertos asignaron igual ponderación a Inversión y Operación, tanto para el subcriterio Factibilidad financiera como para como Administración. Por lo tanto cada uno de ellos representa un 50% en su respectivo criterio general.

A continuación se establecen las ponderaciones globales:

**Cuadro 13**  
**PONDERACIONES GLOBALES DE SUBCRITERIOS (EDUCACIÓN)**

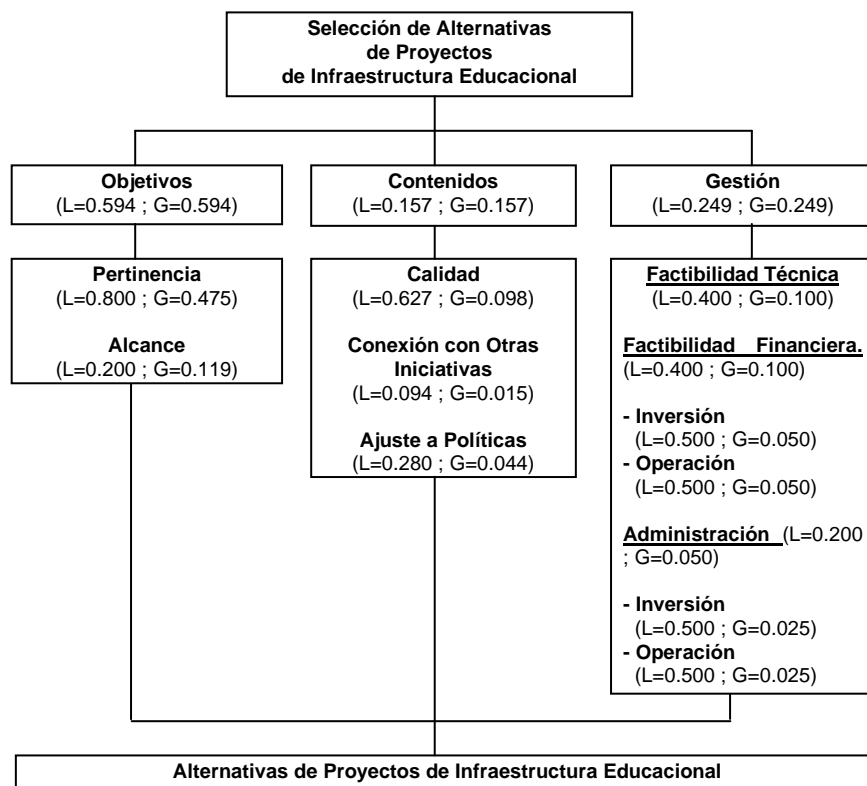
| Criterio Específico            | Ponderador Local | Ponderador del elemento que lo contiene | Ponderador Global <sup>a</sup> | %    |
|--------------------------------|------------------|---|--------------------------------|------|
| Pertinencia                    | 0,800            | 0,594                                   | 0,475                          | 47,5 |
| Alcance                        | 0,200            | 0,594                                   | 0,119                          | 11,9 |
| Factibilidad Técnica           | 0,400            | 0,249                                   | 0,100                          | 10,0 |
| Factibilidad Financiera        | 0,400            | 0,249                                   | 0,100                          | 10,0 |
| Calidad                        | 0,627            | 0,157                                   | 0,098                          | 9,8  |
| Administración                 | 0,200            | 0,249                                   | 0,050                          | 5,0  |
| Ajuste a Políticas             | 0,280            | 0,157                                   | 0,044                          | 4,4  |
| Conexión con otras iniciativas | 0,094            | 0,157                                   | 0,015                          | 1,5  |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

<sup>a</sup> Para estimar el ponderador hay que considerar lo siguiente (Ponderador Global = Ponderador Local x Ponderador del elemento que lo contiene)

Finalmente se presenta el modelo para la selección de la alternativa:

**Figura 17**  
**MODELO FINAL PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS (EDUCACIÓN)**



Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

Nota: L=ponderador local G=ponderador global.

## G. Ingreso de los juicios

El sostenedor de la iniciativa, a partir de la escala elaborada, es capaz de expresar los juicios que posee sobre los criterios enumerados y traspasar esa información a un indicador cuantitativo para su uso. Realiza esto para cada alternativa.

*Alternativa A: Ampliación del Liceo Industrial existente.*

### **Criterio general: Objetivos**

*Pertinencia:*

La alternativa ataca directamente los problemas de creación de nuevas matrículas y mejoramiento de la infraestructura existente. Nota = 5

*Alcance:*

El número limitado de matrículas que se crean con la implementación de la alternativa y el crecimiento esperado de la población por creación de nuevas viviendas, permiten suponer que ésta representa una buena solución al déficit identificado sólo para el mediano plazo. Nota = 3

### **Criterio General: Contenidos**

*Calidad:*

La alternativa no se vislumbra como un proyecto sólido que se preocupe por la calidad de la educación que recibirán los beneficiarios, concentrándose exclusivamente en la provisión de un servicio para una demanda insatisfecha. Nota = 2

*Conexión con otras iniciativas:*

La alternativa resulta un buen complemento para el crecimiento progresivo de la población urbana en la comuna, creando la necesidad de proveer servicios esenciales como la educación. Nota = 5

*Ajuste a Políticas:*

la alternativa no apunta a satisfacer la implementación de la Jornada Escolar Completa (JEC) requerida por la Política Nacional de Educación, concentrándose en un déficit educacional real, pero desajustado con las políticas del sector y la región. Nota = 1

### **Criterio General: Gestión**

*Factibilidad Técnica:*

La construcción de 16 nuevas salas de clases no contempla ninguna dificultad técnica. Nota = 5

*Factibilidad Financiera:*

Inversión: las cifras detalladas por la alternativa son coherentes con sus características y se encuentran alrededor del promedio de los costos de inversión para proyectos similares. Nota = 5

Operación: justificación análoga a la anterior. Nota = 5

*Administración:*

Inversión: la unidad técnica a cargo de la administración pertenece a la propia Municipalidad de Buin, lo que si bien no garantiza deficiencias en ella, tampoco asegura una óptima gestión del proyecto. Nota = 4

Operación: justificación análoga a la anterior. Nota = 4

*Alternativa B: Construcción de nuevo liceo en Buin.***Criterio General: Objetivos***Pertinencia:*

La alternativa ataca directamente los problemas de creación de nuevas matrículas y mejoramiento de la infraestructura existente. Nota = 5

*Alcance:*

La construcción de un nuevo liceo y las futuras opciones de crecimiento de la oferta que eso implica presentan a la alternativa como una buena solución para el largo plazo. Nota = 5

**Criterio General: Contenidos***Calidad:*

De acuerdo a sus características, esta alternativa se estima como un proyecto educativo eventualmente importante, al considerar la construcción de laboratorios, talleres y una multicancha. Sin embargo, la sola incorporación de estos espacios no asegura una implementación de calidad para el uso correcto de ellos. Nota = 3

*Conexión con otras iniciativas:*

La alternativa resulta un buen complemento para el crecimiento progresivo de la población urbana en la comuna, creando la necesidad de proveer servicios esenciales como la educación. Nota = 5

*Ajuste a Políticas:*

La alternativa no apunta a satisfacer la implementación de la Jornada Escolar Completa (JEC) requerida por la Política Nacional de Educación, concentrándose en un déficit educacional real, pero desajustado con las políticas del sector y la región. Nota = 1

**Criterio General: Gestión***Factibilidad Técnica:*

Existe un nivel de exigencia técnica mayor para la construcción de laboratorios y otros espacios para actividades específicas, lo que podría complicar la óptima entrega del servicio que pretende ofrecerse. Nota = 3

*Factibilidad Financiera:*

Inversión: las cifras detalladas por la alternativa son coherentes con sus características y se encuentran alrededor del promedio de los costos de inversión para proyectos similares. Nota = 5

Operación: justificación análoga a la anterior. Nota = 5

*Administración:*

Inversión: la unidad técnica a cargo de la administración pertenece a la propia Municipalidad de Buin, lo que si bien no garantiza deficiencias en ella, tampoco asegura una óptima gestión del proyecto. Nota = 4

Operación: justificación análoga a la anterior, con especial énfasis en el hecho de que esta alternativa plantea la construcción de un nuevo establecimiento, cuya administración operativa es una actividad de responsabilidad considerable. Nota = 3

**H. Síntesis de los resultados**

En este momento ya se está en condiciones de establecer una calificación para cada alternativa de proyecto. El siguiente cuadro muestra la nota final de cada alternativa.

**Cuadro 14**  
**COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS (EDUCACIÓN).**

| Criterios                      | Nota          |               | Ponderador Global     | Ponderación   |               |
|--------------------------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|
|                                | Alternativa A | Alternativa B |                       | Alternativa A | Alternativa B |
| Pertinencia                    | 5             | 5             | 0,475                 | 2,375         | 2,375         |
| Alcance                        | 3             | 5             | 0,119                 | 0,357         | 0,595         |
| Calidad                        | 2             | 3             | 0,098                 | 0,196         | 0,294         |
| Conexión con otras iniciativas | 5             | 5             | 0,015                 | 0,075         | 0,075         |
| Ajuste a Políticas             | 1             | 1             | 0,044                 | 0,044         | 0,044         |
| Factibilidad Técnica           | 5             | 3             | 0,100                 | 0,500         | 0,300         |
| Factibilidad Financiera        |               |               |                       |               |               |
| Inversión                      | 5             | 5             | 0,050                 | 0,250         | 0,250         |
| Operación                      | 5             | 5             | 0,050                 | 0,250         | 0,250         |
| Administración                 |               |               |                       |               |               |
| Inversión                      | 4             | 4             | 0,025                 | 0,100         | 0,100         |
| Operación                      | 4             | 3             | 0,025                 | 0,100         | 0,075         |
|                                |               |               | <b>Nota Final (P)</b> | <b>4,247</b>  | <b>4,358</b>  |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

### *Elección de la alternativa*

Hasta este momento no se han considerado los costos como criterio de decisión. MIDEPLAN solicita a los sostenedores de inversión en infraestructura educacional que informe el indicador: Costo anual equivalente por beneficiario (CAE/Beneficiarios) y que se seleccione aquella alternativa que tenga el menor.

Sin embargo, para efectos de este trabajo, se propone un indicador que integre los juicios obtenidos y los requisitos de costos que exige el MIDEPLAN. El Índice para Selección de Alternativas de Proyectos (ISAP) es un índice que relaciona el Costo Anual Equivalente por beneficiario con el puntaje (P) obtenido por el proceso AHP. ISAP se define:

$$\text{Índice para Selección de Alternativas de Proyectos (ISAP)} = \frac{\text{CAE} / \text{Num.deBeneficiarios}}{P}$$

El criterio de selección será elegir a aquel proyecto que presente un menor ISAP. De este modo se cumple que: resultará un menor ISAP en la medida que el puntaje sea mayor y/o que el costo anual equivalente por beneficiario sea menor.

Por lo tanto si se calcula el ISAP para cada alternativa se obtiene los siguientes resultados:

$$ISAP(\text{Alternativa Ampliación Liceo}) = \frac{532.16}{4.247} = 125.3$$

$$ISAP(\text{Alternativa Nuevo Liceo}) = \frac{698.83}{4.358} = 160.4$$

La alternativa de Ampliación Liceo es la que presenta un ISAP menor, por lo tanto será la alternativa elegida para presentar como proyecto.

## **I. Priorización de proyectos sector educación**

Se simulará el proceso de priorización que deben realizar los integrantes del Concejo Regional de la región Metropolitana, quienes deben asignar recursos a proyectos recomendados por el MIDEPLAN.



## 1. Identificación de los actores involucrados en el problema

El agente involucrado en la etapa de priorización y decisión de ejecución de los proyectos que fueron recomendados por el MIDEPLAN es el CORE (Concejo Regional) de la Región Metropolitana.

En este caso quienes modelarán el problema de priorización son quienes usaran el mismo para tomar su decisión. En la construcción del modelo participaron: Pedro Ponce, Fernando Pérez y Claudio Bustamante

## 2. Definición del problema

El problema consiste en la priorización de proyectos de infraestructura educacional.

### *Modelamiento jerárquico del problema de decisión*

En base a entrevistas individuales con cinco integrantes de la Comisión de Educación, Cultura y Deportes del CORE (correspondiente a una representación de un 56% de este y un 19% de la totalidad del Concejo Regional).

Debido a la gran cantidad de alternativas, que hacen inviable la comparación pareada entre ellas, se aplica una subdivisión de cada criterio por niveles de intensidad. De este modo hay tres niveles de comparaciones: por Grupos de Criterios, por Criterios de cada grupo y por Niveles de intensidad de cada criterio. Se identificaron los siguientes criterios y subdivisiones:

### a) Criterios Políticos-Emocionales.

Se refiere a los sentimientos de compromiso ideológico adquiridos por los concejeros, independiente de las características de los proyectos y de las comunas donde se pretenden realizar.

#### *Compensación por partido político:*

Se relaciona con la preferencia manifiesta de los concejeros del CORE hacia proyectos presentados en los municipios donde ejercen alcaldes de su mismo partido o coalición.

Dada la existencia de dos grandes coaliciones, Alianza y Concertación, se asignarán las ponderaciones a través del cociente entre los casos favorables para cada uno respecto del total de proyectos.

#### *Representación provincial:*

Se refiere a la preferencia manifiesta de los concejeros hacia las comunas a las que ellos pertenecen.

Se descompondrá en las seis comunas de la región Metropolitana y las ponderaciones serán asignadas según la probabilidad de que un proyecto, respecto del total, beneficie a esa comuna.

#### *Adjudicación histórica de proyectos:*

Se refiere a una discriminación positiva o negativa, dependiendo si en el periodo pasado determinada comuna fue beneficiada o no.

Para la subdivisión se usó el monto per capita asignado por el FNDR para las comunas de la región Metropolitana durante el periodo 1999-2001. Los niveles de intensidad son los siguientes:

**Cuadro 15**  
**ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA POR MONTO**

| Nivel de Intensidad | Monto asignado (\$ per capita) |
|---------------------|--------------------------------|
| Alta                | Más de 20.000                  |
| Media               | Entre 4.000 y 20.000           |
| Baja                | Menos de 4.000                 |
| Nula                | Sin asignación en el período   |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

**b) Criterios Socios-Demográficos.**

Se refiere a las características particulares de cada comuna donde se presentan los proyectos.

*Nivel de pobreza:*

Se busca favorecer las comunas más pobres. Se incluyen en este otros criterios como: ruralidad, déficit de establecimientos con JEC, deserción escolar, etc.

Usando información de la encuesta CASEN (Caracterización Socio-Económica Nacional) se determinó el porcentaje de la población comunal que se encuentra en situación de pobreza (incluye población indigente y no indigente), para realizar las subdivisiones.

**Cuadro 16**  
**ASIGNACIÓN DE CATEGORÍA POR POBREZA**

| Nivel de Intensidad | Población en situación de pobreza (%) |
|---------------------|---------------------------------------|
| Muy Alto            | Más de 25                             |
| Alto                | Entre 18% y 25                        |
| Medio               | Entre 11% y 18                        |
| Bajo                | Entre 5% y 11                         |
| Muy Bajo            | Menos de 5                            |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

*Densidad poblacional:*

Se busca beneficiar a comunas con una mayor densidad poblacional, para que sus estudiantes no deban recurrir a otras comunas.

La densidad poblacional se calculó a partir del Censo de Población y Vivienda del año 2002, como la cantidad de habitantes por metro cuadrado. A partir de esto se obtuvo la siguiente tabla de intensidades:

**Cuadro 17**  
**ASIGNACIÓN POR DENSIDAD POBLACIONAL**

| Nivel de Intensidad | Densidad Poblacional (hab/km <sup>2</sup> ) |
|---------------------|---|
| Muy Alta            | Más de 10.000                               |
| Alta                | Entre 8.001 y 10.000                        |
| Media               | Entre 4.001 y 8.000                         |
| Baja                | Entre 1.000 y 4.000                         |
| Muy Baja            | Menos de 1.000                              |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

*Crecimiento demográfico:*

Se busca cubrir el déficit en comunas donde el crecimiento poblacional ha sido mayor o donde se espera que lo sea.

Se empleó la tasa de crecimiento<sup>12</sup> de la población para el periodo 2000-2005, y a partir de el se estableció la siguiente tabla.

<sup>12</sup> La tasa de crecimiento se obtuvo con la siguiente fórmula:  
Tasa media de crecimiento anual =  $\frac{\ln(Población_{t=2} / Población_{t=1})}{n} * 100$

**Cuadro 18**  
**ASIGNACIÓN POR CRECIMIENTO**

| Nivel de Intensidad | Tasa media de crecimiento anual (%) |
|---------------------|-------------------------------------|
| Muy Alto            | 2,7 a 4,6                           |
| Alto                | 2,0 a 2,6                           |
| Medio               | 1,3 a 1,9                           |
| Bajo                | 0,0 a 1,2                           |
| Negativo            | -1,8 a -0,1                         |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

**c) Criterios orientados al proyecto.**

Se refiere a características específicas del proyecto, sin importar la comuna de origen.

*Grado de urgencia del proyecto:*

Se aplica una discriminación positiva a aquellos proyectos que apuntan a satisfacer una necesidad de mayor gravedad.

Se distinguen tres niveles de intensidad:

**Cuadro 19**  
**ASIGNACIÓN POR URGENCIA**

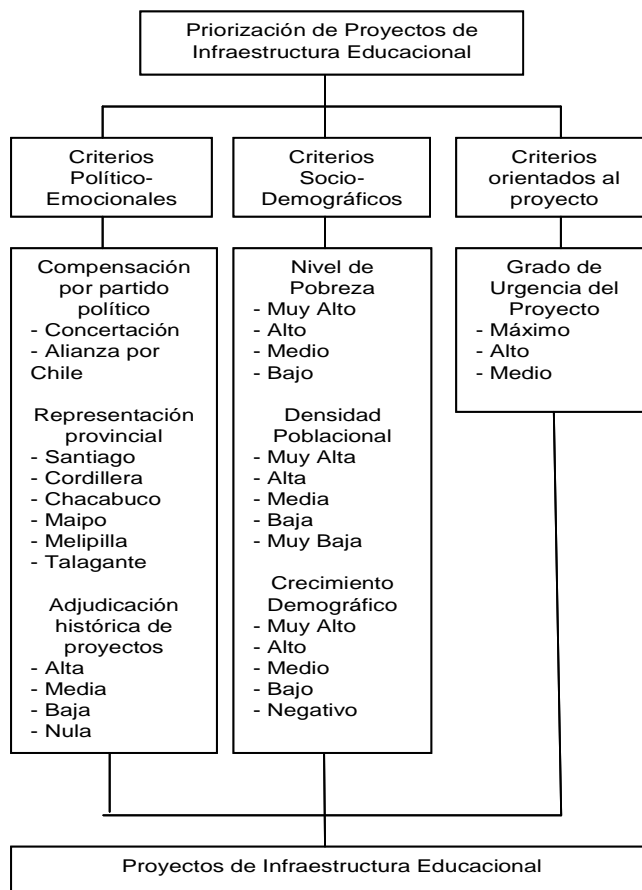
| Nivel de Intensidad | Urgencia del Establecimiento   |
|---------------------|--|
| Máximo              | La carencia educacional detectada es de la mayor urgencia. Existe un importante número de alumnos no atendidos por el sistema o, si se trata de una iniciativa de reparación, el establecimiento presenta una situación catastrófica de su infraestructura, impidiendo la entrega del servicio educacional en condiciones mínimas y poniendo en serio peligro la integridad física de sus alumnos. |
| Alto                | El déficit identificado afecta a parte importante de la población objetivo. Si ya hay un establecimiento foco del problema, éste tiene un fuerte deterioro de su infraestructura, que constituye un riesgo permanente para la comunidad escolar.   |
| Medio               | No existe una urgencia considerable para la implementación del proyecto. Si el problema se encuentra en un establecimiento ya existente, la infraestructura de éste presenta deficiencias importantes, que sin embargo pueden ser soportadas en el corto plazo con alguna solución momentánea.   |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

Es importante recordar que los proyectos que serán evaluados por las categorías antes mencionadas ya fueron evaluados por el MIDEPLAN, quién ya realizó su recomendación técnico-económica. Por lo tanto repetir estudios de costos y otros no se hace necesario.

*Construcción del modelo jerárquico*

**Figura 18**  
**MODELO JERÁRQUICO PARA PRIORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA (EDUCACIÓN)**



Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

**J. Proyectos a priorizar**

Se seleccionaron 10 proyectos de un total 91 para la Región Metropolitana, según los que fueron preseleccionados por el Ministerio de Educación para el Quinto Concurso Público de Aporte de Capital.

**Cuadro 20**  
**RANKING DE PROYECTOS**

| Ranking | Comuna        | Nombre del Establecimiento                       |
|---------|---------------|--|
| 5       | San Joaquín   | Centro Educacional Municipal San Joaquín N° 484  |
| 9       | Independencia | Liceo Presidente Balmaceda                       |
| 14      | La Florida    | Colegio Las Araucarias                           |
| 24      | Curacaví      | Escuela D-429 Valle de Puangue                   |
| 42      | Cerro Navia   | Complejo Educacional Cerro Navia                 |
| 96      | Puente Alto   | Liceo Industrial Puente Alto                     |
| 120     | Talagante     | Escuela Básica Particular N° 13 Colegio Nacional |
| 194     | La Florida    | Escuela Oscar Castro                             |
| 257     | La Granja     | Escuela Particular N° 75 Claudio Matte           |
| 349     | Maipú         | Colegio Madre de Jesús                           |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

## K. Determinación de los ponderadores

### Ponderadores a nivel de Grupos de Criterios:

A los expertos se les preguntó: "¿qué tanto más importantes son los criterios político-emocionales que los criterios socio-demográficos, al momento de priorizar proyectos de infraestructura educacional?". Las respuestas se traducen en la siguiente tabla:

**Cuadro 21**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS)**

| Priorización de Proyectos        | Criterios Político-Emocionales | Criterios Socio-Demográficos | Criterios orientados al proyecto |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Criterios Político-Emocionales   | 1                              | 4,22 <sup>a</sup>            | 2,76                             |
| Criterios Socio-Demográficos     | 1/ 4,22                        | 1                            | 1,06                             |
| Criterios orientados al proyecto | 1/ 2,76                        | 1/ 1,06                      | 1                                |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.02 = 2% < 10% ; Vector Propio = (0.631 ; 0.175 ; 0.194)

<sup>a</sup> Cuando los juicios no pueden concordar, Saaty propone una manera de integrarlos eficientemente:  $A_{ij} = \sqrt[3]{a_{ij}^1 * a_{ij}^2 * a_{ij}^3}$

Esto significa que los grupos de criterios Político-Emocionales tienen un peso de 63.1%, los Socio-Demográficos de 17.5% y los criterios orientados al proyecto un 19.4%.

### Ponderadores a nivel de Criterios:

Se comparan a pares los subcriterios que están dentro de una misma categoría.

**Cuadro 22**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN PARA CRITERIOS POLÍTICOS-EMOCIONALES**

| Criterios Político-Emocionales      | Compensación por Partido Político | Representación Provincial | Adjudicación Histórica de Proyectos |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Compensación por Partido Político   | 1                                 | 1.19                      | 2.27                                |
| Representación Provincial           | 1/ 1.19                           | 1                         | 3.04                                |
| Adjudicación Histórica de Proyectos | 1/ 2.27                           | 1/ 3.04                   | 1                                   |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.02 = 2% < 10%; Vector Propio = (0.424 ; 0.416 ; 0.160)

El subcriterio Compensación por Partido Político es el que tiene la mayor importancia, seguido de cerca por Representación Provincial.

### Criterios Socio-Demográficos:

**Cuadro 23**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN PARA CRITERIOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS**

| Criterios Socio-Demográficos | Nivel de Pobreza | Densidad Poblacional | Crecimiento Demográfico |
|------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| Nivel de Pobreza             | 1                | 2,92                 | 4,22                    |
| Densidad Poblacional         | 1/ 2,92          | 1                    | 2,29                    |
| Crecimiento Demográfico      | 1/ 4,22          | 1/ 2,29              | 1                       |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.02 = 2% < 10%; Vector Propio = (0.624 ; 0.249 ; 0.127)

*Ponderaciones a nivel de Intensidad de Criterios:*

Se comparan por pares los niveles de intensidad por subcriterio.

- Compensación por Partido Político: se calcularon como la probabilidad de ocurrencia para cada partido.

$$\text{Concertación} = 14/26 = 0.538 = 53,8\%$$

$$\text{Alianza por Chile} = 12/26 = 0.462 = 46,2\%$$

- Representación Provincial: de igual forma que el anterior.

$$\text{Santiago} = 16/26 = 0.615 = 61,5\%$$

$$\text{Cordillera} = 2/26 = 0.077 = 7,7\%$$

$$\text{Chacabuco} = 2/26 = 0.077 = 7,7\%$$

$$\text{Maipo} = 2/26 = 0.077 = 7,7\%$$

$$\text{Melipilla} = 2/26 = 0.077 = 7,7\%$$

$$\text{Talagante} = 2/26 = 0.077 = 7,7\%$$

*Adjudicación Histórica de proyectos:*

**Cuadro 24**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (ADJUDICACIÓN HISTÓRICA)**

| Adjudicación Histórica de Proyectos | Nula    | Baja    | Media   | Alta |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|------|
| Nula                                | 1       | 1,26    | 2,47    | 3,27 |
| Baja                                | 1/ 1,26 | 1       | 2,47    | 3,27 |
| Media                               | 1/ 2,47 | 1/ 2,47 | 1       | 1,59 |
| Alta                                | 1/ 3,27 | 1/ 3,27 | 1/ 1,59 | 1    |

Fuente: Trabajo sobre priorización de proyectos.

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.390 ; 0.347 ; 0.156 ; 0.107)

*Nivel de Pobreza:*

**Cuadro 25**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (NIVEL DE POBREZA)**

| Nivel de Pobreza | Muy Alto | Alto    | Medio   | Bajo |
|------------------|----------|---------|---------|------|
| Muy Alto         | 1        | 2.08    | 4.22    | 4.72 |
| Alto             | 1/ 20.8  | 1       | 2.15    | 2.41 |
| Medio            | 1/ 4.22  | 1/ 2.15 | 1       | 1.26 |
| Bajo             | 1/ 4.72  | 1/ 2.41 | 1/ 1.26 | 1    |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.516 ; 0.255 ; 0.124 ; 0.105)

*Densidad Poblacional:*

**Cuadro 26**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (DENSIDAD POBLACIONAL)**

| Densidad Poblacional | Muy Alta | Alta    | Media | Baja | Muy Baja |
|----------------------|----------|---------|-------|------|----------|
| Muy Alta             | 1        | 1,71    | 2,47  | 2,47 | 2,47     |
| Alta                 | 1/ 1,71  | 1       | 1,44  | 1,44 | 1,44     |
| Media                | 1/ 2,47  | 1/ 1,44 | 1     | 1,00 | 1,00     |
| Baja                 | 1/ 2,47  | 1/ 1,44 | 1/1   | 1    | 1,00     |
| Muy Baja             | 1/ 2,47  | 1/ 1,44 | 1/1   | 1/1  | 1        |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.357 ; 0.208 ; 0.145 ; 0.145 ; 0.145)

*Crecimiento Demográfico:*

**Cuadro 27**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO)**

| Crecimiento Demográfico | Muy Alto | Alto    | Medio   | Bajo    | Negativo |
|-------------------------|----------|---------|---------|---------|----------|
| Muy Alto                | 1        | 2,08    | 2,62    | 4,22    | 5,74     |
| Alto                    | 1/ 2,08  | 1       | 1,26    | 2,15    | 2,76     |
| Medio                   | 1/ 2,62  | 1/ 1,26 | 1       | 1,82    | 2,29     |
| Bajo                    | 1/ 4,22  | 1/ 2,15 | 1/ 1,82 | 1       | 1,59     |
| Negativo                | 1/ 5,74  | 1/ 2,76 | 1/ 2,29 | 1/ 1,59 | 1        |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.438 ; 0.213; 0.173 ; 0.103 ; 0.073)

*Grado de urgencia del Proyecto:*

**Cuadro 28**  
**MATRIZ DE COMPARACIÓN (GRADO DE URGENCIA DEL PROYECTO)**

| Grado de Urgencia del Proyecto | Máximo  | Alto    | Medio |
|--------------------------------|---------|---------|-------|
| Máximo                         | 1       | 1,96    | 4,22  |
| Alto                           | 1/ 1,96 | 1       | 2,15  |
| Medio                          | 1/ 4,22 | 1/ 2,15 | 1     |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

C.R. = 0.00 = 0% < 10%; Vector Propio = (0.572 ; 0.292 ; 0.136)

A continuación se establecen las ponderaciones globales:

Ponderador Global = Ponderador Local x Ponderador del elemento que lo contiene.

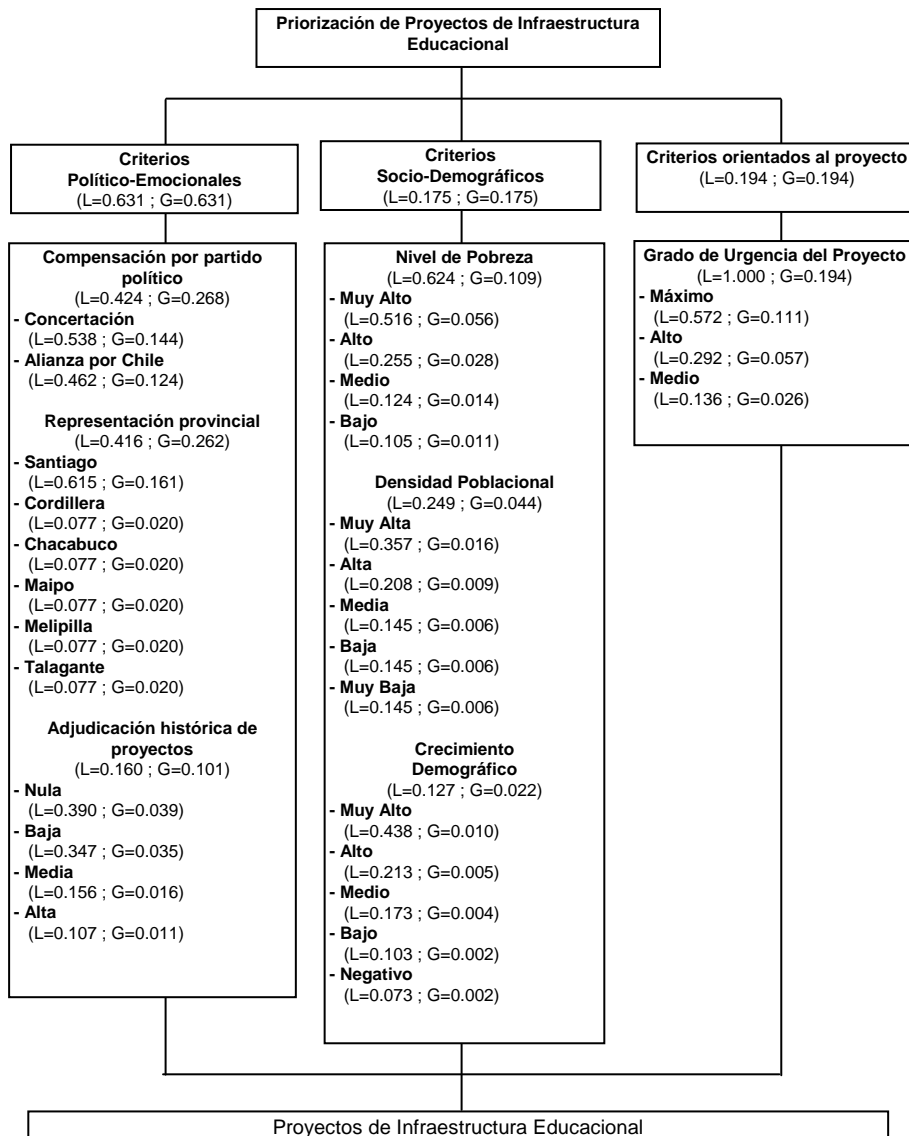
**Cuadro 29**  
**PONDERADORES GLOBALES (PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS)**

| Criterio                            | Ponderador Local | Ponderador del elemento que lo contiene | Ponderador Global | %           |
|-------------------------------------|------------------|---|-------------------|-------------|
| Compensación por Partido Político   | 0,424            | 0,631                                   | 0,268             | <b>26,8</b> |
| Representación Provincial           | 0,416            | 0,631                                   | 0,262             | <b>26,2</b> |
| Grado de Urgencia del Proyecto      | 1,000            | 0,194                                   | 0,194             | <b>19,4</b> |
| Nivel de Pobreza                    | 0,624            | 0,175                                   | 0,109             | <b>10,9</b> |
| Adjudicación Histórica de Proyectos | 0,160            | 0,631                                   | 0,101             | <b>10,1</b> |
| Densidad Poblacional                | 0,249            | 0,175                                   | 0,044             | <b>4,4</b>  |
| Crecimiento Demográfico             | 0,127            | 0,175                                   | 0,022             | <b>2,2</b>  |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

Se presenta el modelo para la priorización de los proyectos:

**Figura 19**  
**MODELO DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS (EDUCACIÓN).**



Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".



## L. Síntesis de los resultados

En base a la información y al modelo que ya se tienen es posible obtener los puntajes finales por proyecto:

**Cuadro 30**  
**SÍNTESIS DE RESULTADO POR PROYECTO.**

| Proyecto |               | Criterios             |                     |                                     |                  |                      |                         |                                | Puntaje Final del Proyecto |
|----------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Ranking  | Comuna        | Alcalde               | Provincia           | Adjudicación histórica de proyectos | Nivel de Pobreza | Densidad Poblacional | Crecimiento Demográfico | Grado de Urgencia del Proyecto |                            |
| 5        | San Joaquín   | Concertación<br>0,144 | Santiago<br>0,161   | Media<br>0,016                      | Medio<br>0,014   | Muy Alta<br>0,016    | Negativo<br>0,002       | Medio<br>0,026                 | <b>0,379</b>               |
| 9        | Independencia | Alianza<br>0,124      | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Bajo<br>0,011    | Alta<br>0,009        | Negativo<br>0,002       | Alto<br>0,057                  | <b>0,399</b>               |
| 14       | La Florida    | Alianza<br>0,124      | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Bajo<br>0,011    | Media<br>0,006       | Medio<br>0,004          | Medio<br>0,026                 | <b>0,367</b>               |
| 24       | Curacaví      | Concertación<br>0,144 | Melipilla<br>0,020  | Alta<br>0,011                       | Alto<br>0,028    | Muy Baja<br>0,006    | Medio<br>0,004          | Alto<br>0,057                  | <b>0,270</b>               |
| 42       | Cerro Navia   | Concertación<br>0,144 | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Alto<br>0,028    | Muy Alta<br>0,016    | Bajo<br>0,002           | Máximo<br>0,111                | <b>0,497</b>               |
| 96       | Puente Alto   | Alianza<br>0,124      | Cordillera<br>0,020 | Nula<br>0,039                       | Alto<br>0,028    | Media<br>0,006       | Muy Alto<br>0,010       | Alto<br>0,057                  | <b>0,284</b>               |
| 120      | Talagante     | Alianza<br>0,124      | Talagante<br>0,020  | Nula<br>0,039                       | Medio<br>0,014   | Muy Baja<br>0,006    | Alto<br>0,005           | Alto<br>0,057                  | <b>0,265</b>               |
| 194      | La Florida    | Alianza<br>0,124      | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Bajo<br>0,011    | Media<br>0,006       | Medio<br>0,004          | Alto<br>0,057                  | <b>0,398</b>               |
| 257      | La Granja     | Concertación<br>0,144 | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Alto<br>0,028    | Muy Alta<br>0,016    | Medio<br>0,004          | Máximo<br>0,111                | <b>0,499</b>               |
| 349      | Maipú         | Alianza<br>0,124      | Santiago<br>0,161   | Baja<br>0,035                       | Bajo<br>0,011    | Baja<br>0,006        | Muy Alto<br>0,010       | Medio<br>0,026                 | <b>0,373</b>               |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

## M. Priorización de los proyectos

En este momento se puede establecer un ranking para los proyectos de infraestructura educacional. El ranking se muestra en la siguiente tabla:

**Cuadro 31**  
**COMPARACIÓN DE RANKING**

| Ranking (CORE) | Ranking (MINEDUC) | Nombre del Establecimiento                       | Comuna        | Puntaje      |
|----------------|-------------------|--|---------------|--------------|
| 1              | 257               | Escuela Particular N° 75 Claudio Matte           | La Granja     | <b>0,499</b> |
| 2              | 42                | Complejo Educacional Cerro Navia                 | Cerro Navia   | <b>0,497</b> |
| 3              | 9                 | Liceo Presidente Balmaceda                       | Independencia | <b>0,399</b> |
| 4              | 194               | Escuela Oscar Castro                             | La Florida    | <b>0,398</b> |
| 5              | 5                 | Centro Educacional Municipal San Joaquín N° 484  | San Joaquín   | <b>0,379</b> |
| 6              | 349               | Colegio Madre de Jesús                           | Maipú         | <b>0,373</b> |
| 7              | 14                | Colegio Las Araucarias                           | La Florida    | <b>0,367</b> |
| 8              | 96                | Liceo San Jerónimo Puente Alto                   | Puente Alto   | <b>0,284</b> |
| 9              | 24                | Escuela D-429 Valle de Puangue                   | Curacaví      | <b>0,270</b> |
| 10             | 120               | Escuela Básica Particular N° 13 Colegio Nacional | Talagante     | <b>0,265</b> |

Fuente: Trabajo sobre "Ampliación del Liceo Técnico Profesional A-131".

Dados los puntajes obtenidos para cada proyecto, fue posible establecer un orden de prioridad entre ellos, correspondiente al puntaje CORE. Así sabemos que se debe ejecutar primero, por sobre los otros, el proyecto para la Escuela Particular N 75 Claudio Matte.

La evidente diferencia entre el ranking elaborado por el MINEDUC y el CORE corresponde a las diferencias en los criterios empleados.

El MINEDUC responsable de la parte técnica seleccionó y jerarquizó los proyectos en base a los siguientes criterios:

- Monto del aporte solicitado por cada alumno que se incorporará al régimen de Jornada Escolar Completa diurna, favoreciendo los montos menores.
- Calidad social de los proyectos. Esta se mide a través de los grupos homogéneos (es la agrupación de establecimientos según variables socioeconómicas de acuerdo al artículo 10 de la Ley 19.410 y decretos reglamentarios) que sirven de base para la realización del Sistema Nacional de Evaluación de Desempeño (SNED). Esto permite focalizar los aportes de capital en los establecimientos que concentran una población escolar socioeconómicamente más vulnerable.

En cambio el CORE privilegia los aspectos políticos como se puede constatar en las páginas anteriores.

## 8.2 Ejemplo 2: priorización de proyectos de deportes

El objetivo de este ejemplo y el próximo es presentar dos casos adicionales, pero en forma más breve, para que el lector pueda conocer aplicaciones en otras áreas y distintas formas de la toma de decisiones bajo herramientas de análisis multicriterio.

En este caso se emplea el software Expert Choice como herramienta principal para el análisis.<sup>13</sup>

El objetivo de esta tesis es proporcionar un “sistema eficiente y claro de priorización de proyectos de infraestructura deportiva que postulan a fondos de Chiledeportes”.

### A. Sistema Institucional

Chiledeportes es el nombre que emplea para todos los efectos el Instituto Nacional de Deportes de Chile. Creado el año 2001 por la Ley 19.712 Art. 10. Entre sus funciones tiene las de proponer políticas destinadas al desarrollo de la actividad física nacional, elaborar normas, fomentar la construcción de recintos deportivos, mantener un banco de proyectos, transferir recursos para el apoyo de la actividad física, etc.

Chiledeportes se enmarca dentro del SNIP a cargo del MIDEPLAN tal como fue expuesto en el ejemplo anterior. Por lo tanto el MIDEPLAN realiza el análisis Costo-eficiencia de los proyectos presentados. Una vez hecho esto y recomendado un conjunto de proyectos, son enviados a Chiledeportes para que decida si tendrán o no su auspicio.

### B. Definición del problema

Dificultad en la selección y priorización de proyectos de infraestructura deportiva que son presentados a Chiledeportes. Los motivos de las dificultades son la gran cantidad de proyectos

---

<sup>13</sup> Este ejemplo se basa en la memoria presentada por Sergio A. Mella T. titulada “Análisis Multicriterio para la priorización de proyectos en Chiledeportes”.

recomendados por el MIDEPLAN y la diversidad de características a considerar en las evaluaciones de estos.

### **1. Identificación de los actores involucrados en el problema**

Los expertos encargados de la definición de los criterios de decisión para la construcción del modelo fueron:

- José Miguel Campos (Jefe departamento Inversiones Chiledeportes)
- Guillermo Unnasch (Arquitecto jefe departamento Infraestructura Chiledeportes)
- Marcela González (Asesora Mideplan para Chiledeportes)

El proceso de entrevistas fue realizado en forma individual para cada experto y se aplicó la agregación de los juicios propuesta por Saaty.

### **2. Modelamiento jerárquico del problema de decisión**

Existe un marco definido que orienta las acciones en materia de deportes y que sirvió como referente en la selección de los criterios y subcriterios de los expertos. Este marco está constituido por la Política Nacional del Deporte y la Ley del Deporte.

A grandes rasgos la Política Nacional del Deporte se basa en los siguientes fundamentos:

- Promoción del bien común.
- Orientación de mercados deportivos.
- Fiscalización y regulación.
- Visión y estrategia común de país.
- Modernización permanente.

De lo anterior se desprenden los siguientes principios:

- Igualdad de oportunidades.
- Equidad social y derecho al deporte y la actividad física.
- Ética y cultura deportiva.
- Descentralización y desconcentración.
- Participación de la comunidad.
- Autonomía y libertad de asociación.
- Subsidiariedad.

Desde la Ley del Deporte se desprenden los siguientes criterios:

- Asegurar el deporte en las edades críticas (edad escolar, niños y adultos mayores).
- Comprometer en la actividad deportiva a sectores de alto riesgo social.
- Criterios de selección de proyectos tales como: factores geográficos y medioambientales, índices de seguridad ciudadana, situación socio-económica, etc. Además de considerar los aspectos técnico-financieros, impacto social y deportivo y la relación costo-beneficio.

Los criterios y subcriterios identificados para la priorización de proyectos son los siguientes:

- i) **Políticas Regionales:** se refiere a los objetivos regionales y sectoriales. Definen los elementos importantes y determinan a la población objetivo.

*Subcriterios:*

- a. **Modalidad Deportiva:** se refiere a las diferentes tipologías deportivas definidas en la ley. Cada región otorga prioridades distintas a cada criterio, dependiendo del tipo de deporte y de la modalidad de estos.

Las modalidades son las siguientes:

- Alto rendimiento: implica una práctica sistemática y de alta exigencia.
  - Deporte competitivo: es la práctica sistemática de una especialidad deportiva, sujeta a norma y con una programación de competencias y eventos.
  - Deporte formativo: corresponde a la puesta en prácticas de procesos de enseñanza y aprendizaje a cargo de profesionales o técnicos especializados en alguna actividad física.
  - Deporte recreativo: corresponde a las actividades físicas realizadas en el tiempo libre.
- b. **Población Beneficiaria:** este criterio está definido por dos factores: el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y la Situación de vulnerabilidad.
- **IDH Comunal:** este indicador define aspectos sociales de una comuna tales como salud, ingreso y educación. Su clasificación es la siguiente:
    - Alto
    - Medio-alto
    - Medio
    - Medio-bajo
    - Bajo
  - **Situación de vulnerabilidad:** por los lineamientos de política y ley existe una discriminación positiva a proyectos que estén orientados a grupos vulnerables, tales como: niños, grupos en riesgo social, etc. las categorías son:
    - Vulnerable
    - No vulnerable
- c. **Localización:** se generarán proyectos en zonas donde los índices de práctica deportiva sean altos y la infraestructura escasa y en zonas apartadas de centros urbanos. Se consideran dos factores en este subcriterio: el índice de equipamiento comunal y el índice de aislamiento crítico.
- **Índice de equipamiento comunal:** relaciona dos factores: el estándar de equipamiento y el índice de práctica. El estándar de equipamiento es un índice que relaciona la infraestructura disponible ajustado al número de usuarios. Y el índice de práctica se define como las horas demandadas para actividades deportivas en la comuna.

Las categorías para este índice son:

- Alto índice de practica / Alto estándar de equipamiento
- Alto índice de practica / Medio estándar de equipamiento
- Alto índice de practica / Bajo estándar de equipamiento
- Medio índice de practica / Alto estándar de equipamiento
- Medio índice de practica / Medio estándar de equipamiento
- Medio índice de practica / Bajo estándar de equipamiento
- Bajo índice de practica / Alto estándar de equipamiento

- Bajo índice de practica / Medio estándar de equipamiento
- Bajo índice de practica / Bajo estándar de equipamiento
- **Índice de aislamiento comunal:** este índice informa sobre la situación en la que se encuentra una comuna respecto de factores críticos de aislamiento de centros urbanos. Las intensidades son:
  - Alto
  - Medio-alto
  - Medio
  - Medio-bajo
  - Bajo
- d. **Índice de gestión:** se medirá con las categorías Generación de empleo y Situación de proyectos anteriores.
  - **Generación de empleo:** corresponde al número de puestos de trabajo que el proyecto genere durante su ejecución y después de él. Son de dos tipos:
    - Transitorios
    - Permanentes
  - **Situación de proyectos anteriores:** el objetivo es evaluar el desempeño de la institución que en el pasado postuló y ganó la asignación de recursos para infraestructura deportiva y evaluar su desempeño respecto al proyecto anterior al momento de postular a un nuevo proyecto. La clasificación del desempeño es la siguiente:
    - Buena
    - Regular
    - Mala
- ii) **Criterios Técnicos:** se refiere a las características técnicas del proyecto, tales como el Tipo de proyecto y la Calidad técnica de los proyectos.
  - a. **Tipo de Proyectos:** los proyectos se clasifican en categorías según los requerimientos u objetivos propios de cada uno. La clasificación es la siguiente:
    - Tipo A (Terminación y Mejoramiento)
    - Tipo B (Ampliación y Construcción)
    - Tipo C (Equipamiento y Reparación)
    - Tipo D (Adquisición y Mantenimiento)
  - ii) **Calidad Técnica de los Proyectos:** se realiza un análisis técnico de los proyectos respecto del cumplimiento de las exigencias técnicas para las distintas disciplinas y de la factibilidad de su realización. La clasificación empleada fue:
    - MB (muy buena)
    - B (buena)
    - R (regular)
    - M (mala)
- iii) **Criterios Económicos:** se consideran factores como: CAE/Usuarios, número de beneficiarios y la programación de la inversión.

- a. **Número de Beneficiarios:** corresponde al número de personas que se benefician con la ejecución del proyecto. Los beneficiarios se pueden clasificar en dos tipos:
- **Beneficiarios Directos:** son las personas que pertenecen al lugar en cuestión y que practican deportes en el lugar solicitado.
  - **Beneficiarios Indirectos:** son las personas que se ven beneficiadas indirectamente por el proyectos, ya sea porque practican en ella y son de otro sector o porque utilizan la infraestructura para otros fines no deportivos.
- b. **CAE/Usuario:** corresponde al costo anual equivalente por usuario y mide el costo por usuario. Se obtiene de la siguiente forma:

$$CAE / usuario = \frac{(CAE_{terreno} + CAE_{inv.inf} + CAE_{inv.eq}) + CT + CAE(COP + MTTO)}{\text{Promedio Anual Usuarios Equivalentes}}$$

Donde:

CAE: Costo anual equivalente por usuario a minimizar.

CAE terreno: Costo anual equivalente del terreno.

CAE Inv.Inf: Costo anual equivalente de la inversión en infraestructura del recinto deportivo.

CAE inv.Eq.: Costo anual equivalente de la inversión en equipamiento del recinto deportivo.

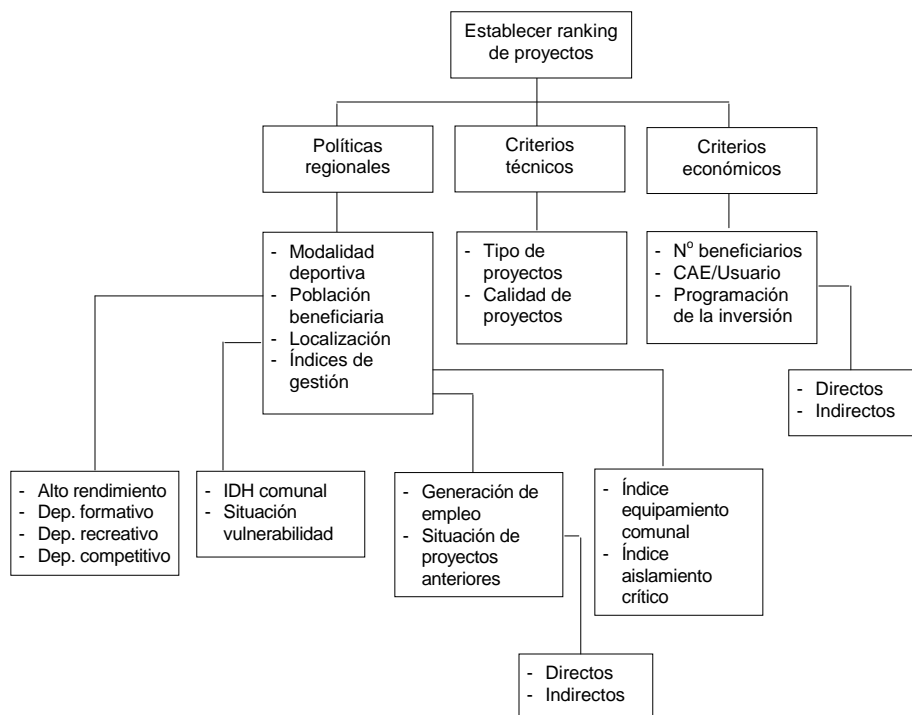
CT: costo de traslado, incluye el costo por tiempo de viaje hasta el recinto deportivo, más el valor del pasaje del vehículo de transporte, este último sólo en el evento en que, dada la distancia, se deba tomar locomoción.

CAE(COP+MTTO): Costo anual equivalente de los costos de operación y mantenimiento del recinto deportivo.

- c. **Programación de la Inversión:** el objetivo de este criterio es que las inversiones no arrastren fondos por muchos años, por lo tanto se da mayor preferencia a los proyectos que requieran fondos por una menor cantidad de años. Las categorías son:
- Proyectos de 1 año
  - Proyectos de 2 años
  - Proyectos de 2 o más años

Por lo tanto el modelo jerárquico para la priorización de proyectos será:

**Figura 20**  
**MODELO JERÁRQUICO PARA PRIORIZACIÓN (DEPORTES)**



Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella.

### C. Selección de Proyectos a Priorizar

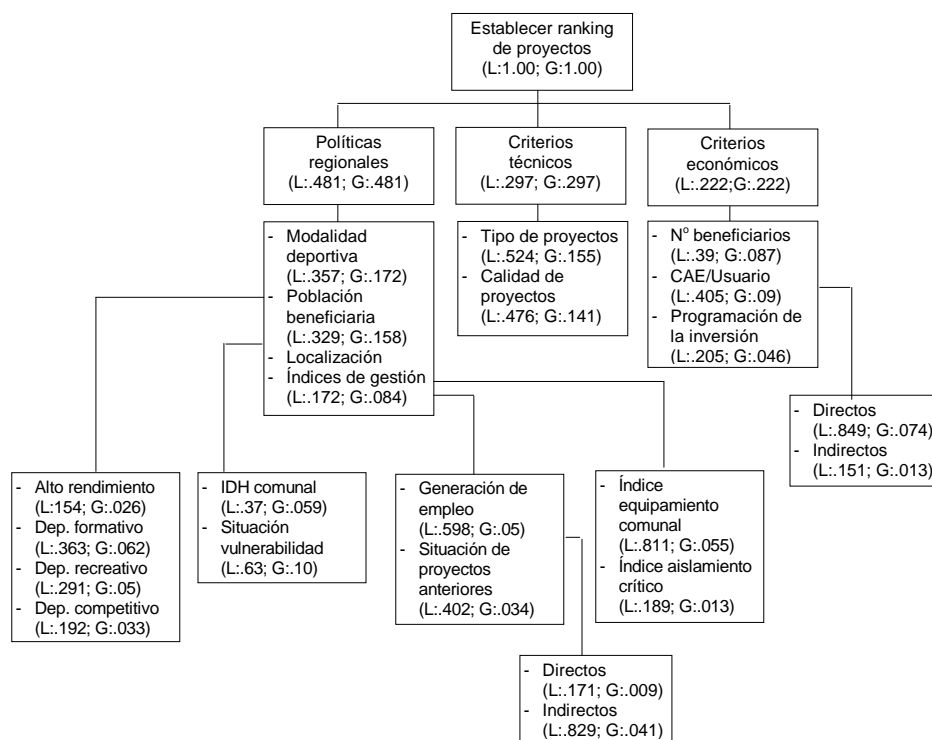
Los siguientes proyectos fueron presentados para la Región Metropolitana el año 2001 y fueron obtenidos desde el Banco Integrado de Proyectos (BIP) administrado por el MIDEPLAN.

- Proyecto 1. Construcción cancha de futbolito unidad vecinal N° 34, Quinta Normal.  
Estado : No ejecutado.
- Proyecto 2. Construcción Multicancha unidad vecinal N° 24, Cerro Navia.  
Estado: Ejecutado.
- Proyecto 3. Construcción de Multicancha Los Jacarandaes, La Granja.  
Estado: Ejecutado.

### D. Determinación de los ponderadores

Como se mencionó los juicios fueron ingresados a través de entrevistas individuales y se aplicó la agregación de juicios en casi todas las matrices de comparaciones a pares. Los resultados del proceso de comparación de juicios en las matrices los cálculos de los vectores de prioridades se resumen en el siguiente cuadro. Para todos se cumple la condición de consistencia.

**Figura 21**  
**MODELO JERÁRQUICO CON PONDERADORES GLOBALES Y LOCALES<sup>a</sup>**



Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella.

<sup>a</sup> Ver anexo 2 para ver en detalle todos los ponderadores para todos los criterios y subcriterios.

## E. Evaluación de los Proyectos

Si bien existe información que para el año 2001 no existía para los proyectos, porque las normas que obligaban a incluirla recién comenzaron al año siguiente. Tales criterios fueron: Índice de Gestión y sus subcriterios, Número de Beneficiarios y subcriterios y Localización subcriterio Índice de Equipamiento Comunal.

La información disponible para cada proyecto se agrupa en el siguiente cuadro:

**Cuadro 32**  
**RESUMEN DE LOS DATOS**

| Proyectos                    | Proyecto 1         | Proyecto 2         | Proyecto 3         |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Datos de los proyectos       |                    |                    |                    |
| Modalidad deportiva          | Deporte recreativo | Deporte recreativo | Deporte recreativo |
| Disciplina                   | Alta prioridad     | Alta prioridad     | Alta prioridad     |
| IDH comunal                  | Medio-bajo (0,726) | Bajo (0,695)       | Medio-bajo (0,725) |
| Situación vulnerabilidad     | Vulnerable         | Vulnerable         | Vulnerable         |
| Índice de aislamiento        | Bajo               | Bajo               | Bajo               |
| Tipo proyecto                | Construcción       | Construcción       | Construcción       |
| Calidad de proyectos         | Buena              | Muy buena          | Muy buena          |
| N° beneficiarios             | 9 546              | 16 162             | 12 038             |
| CAE/usuario                  | Rango D (3 446)    | Rango A (1 667)    | Rango A (1 596)    |
| Programación de la inversión | 1 año (6 meses)    | 1 año (3 meses)    | 1 año (2 meses)    |

Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella



## F. Priorización de los Proyectos

El ranking que se puede establecer a través de los resultados es el siguiente:

- Proyecto 2
- Proyecto 3
- Proyecto 1

### **Análisis de Sensibilidad**

El análisis de sensibilidad permite determinar los cambios en la priorización de proyectos frente a cambios en las importancias relativas de los criterios, esto es, los ponderadores. El motivo de este cambio puede ser un cambio en las políticas sociales, recorte de presupuesto, etc.

En este caso se analizarán los siguientes tres escenarios posibles:

- Escenario 1: en este caso se asignará el ponderador más alto a los criterios económicos luego a los criterios técnicos y el último a las políticas regionales.
- Escenario 2: en este caso se le asignará el mayor ponderador al criterio técnico luego el criterio económico y por último las políticas regionales.
- Escenario 3: en este caso se le asignará a los tres criterios el mismo ponderador.

Al cambiar el orden de importancia de los tres criterios, también cambia la jerarquía de las tres categorías más importantes:

#### *Escenario actual:*

1. El tipo de proyecto A en el subcriterio tipo proyecto del criterio técnico (8.9%).
2. La población vulnerable dentro de los subcriterios población beneficiaria del criterio políticas regionales (8.5%).
3. Calidad de proyecto Muy Bueno en el subcriterio calidad de proyecto en los criterios técnicos (6.9%).

#### *Escenario 1:*

1. Rango A del subcriterio CAE/usuario de los criterios económicos (10%).
2. El tipo de proyecto A en el subcriterio tipo proyecto del criterio técnico (8.9%).
3. Calidad de proyecto Muy Bueno en el subcriterio calidad de proyecto en los criterios técnicos (7.6%).

#### *Escenario 2:*

1. El tipo de proyecto A en el subcriterio tipo proyecto del criterio técnico (14.5%).
2. Calidad de proyecto Muy Bueno en el subcriterio calidad de proyecto en los criterios técnicos (12.3%).
3. El tipo de proyecto A en el subcriterio tipo proyecto del criterio técnico (6.1%).

#### *Escenario 3:*

1. El tipo de proyecto A en el subcriterio tipo proyecto del criterio técnico (10.0%).
2. Calidad de proyecto Muy Bueno en el subcriterio calidad de proyecto en los criterios técnicos (8.5%).
3. Rango A del subcriterio CAE / usuario de los criterios económicos (6.9%).

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 33**  
**RESULTADOS POR ESCENARIO**

| Proyecto   | Escenario   |             |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|
|            | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
| Proyecto 1 | 0,445       | 0,445       | 0,439       |
| Proyecto 2 | 0,767       | 0,746       | 0,714       |
| Proyecto 3 | 0,720       | 0,705       | 0,669       |

Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella.

Como se observa en el cuadro superior el ranking de priorización de proyectos no ha cambiado, ya que el Proyecto 2 sigue siendo la prioridad por sobre los otros. Esto se debe a las características de los proyectos 2 y 3, que tienen muy buena evaluación en los criterios técnicos y están orientados hacia la población vulnerable.

## G. Conclusiones

Se ha logrado a través de la metodología multicriterio un proceso de toma de decisión adecuado, con una herramienta flexible y simple, que permite el desglose de un problema complejo de decisión en una jerarquía que facilita un análisis por partes y secuencial. Además permitió a los expertos conocer que existen variables que deben ser incluidas en los futuros catastros para una evaluación más completa y eficiente.

## 8.3 Ejemplo 3: priorización de proyectos de infraestructura hidráulica

En este ejemplo el objetivo es explorar una metodología multicriterio con la aplicación práctica del método AHP para la priorización de cinco proyectos de infraestructura hidráulica para riego.<sup>14</sup>

### A. Definición del problema

El problema consiste en la priorización de una “cartera de cinco grandes obras de infraestructura hidráulica a nivel nacional”.

### B. Modelamiento jerárquico del problema de decisión

La selección de criterios para el modelo de análisis se compone de Criterios Estratégicos, que son los más globales; los Subcriterios que están en un nivel intermedio y los Criterios Terminales, que corresponde a los que están en la parte inferior de la jerarquía.

Los criterios definidos para la construcción del modelo son los siguientes:

#### 1. Criterio Estratégico: Económico

Se refiere a los componentes del proyecto que guardan relación con aportes a la equidad y eficiencia de los recursos asignados.

- i) **Número de familias beneficiadas por aportes del Estado:** este subcriterio mide, a través de un indicador, la relación entre el número de familias que serán beneficiadas con el proyecto con el aporte que hace el Estado al mismo.

<sup>14</sup> El ejemplo fue desarrollado por Pablo Torres en su memoria de título “Aplicación de una Metodología Multicriterio para la Priorización de Proyectos de Infraestructura Hidráulica” que hace una aplicación del método AHP usando Expert Choice.

- ii) **VAN por metro cúbico de agua:** es un indicador que relaciona los beneficios económicos descontados al presente con los metros cúbicos de agua que se generarán con la iniciativa.
- iii) **VAN por aporte del Estado:** permite medir el interés de los privados a través de calcular la relación entre el VAN y el aporte del Estado.

## 2. Criterio Estratégico: Complejidad de desarrollo en el ciclo de vida del proyecto

Este criterio dice relación con todos los elementos que podrían afectar el ciclo de avance o maduración del proyecto.

- i) **Calidad de estudios:** es necesario conocer la opinión de los expertos en materias como la precisión, confiabilidad, disponibilidad y actualidad de los datos considerados en la evaluación.
  - Etapa de desarrollo del ciclo de vida del proyecto: este criterio mide la confiabilidad, precisión y disponibilidad de la información contenida en los estudios existentes; a través de la categorización de los estudios en las etapas de un proyecto (perfil, prefactibilidad, factibilidad, diseño y construcción).
  - Actualidad de los estudios: independiente del tipo de estudio realizado, este criterio mide la antigüedad de los datos contenidos en los estudios. Mientras menor sea esta, mejor.
- ii) **Complejidad legal:** los dos elementos principales que dificultan la evaluación de proyectos de riego son los derechos de agua y las expropiaciones.
  - Complejidad de las expropiaciones: en este criterio se busca medir la dificultad a la que se enfrentan los proyectos de este tipo ante los procesos de expropiaciones. La dificultad de expropiación está relacionada con el tipo de terreno, la cantidad del mismo y las posibles necesidades de trasladar familias.
  - Derechos de agua: existen tres estados de derechos de agua:
    - Los derechos respectivos no están inscritos, es decir, pertenecen al estado de Chile y por lo tanto serían factibles de constituir.
    - Existen derechos sobre el cuerpo de agua y estos no pertenecen a los beneficiarios, es decir existen derechos de un tercero, estos derechos podrían ser consuntivos o no consuntivos, es decir derecho de uso del flujo o derecho con consumo.
    - Los derechos están constituidos y/o en trámite de constituirse para los beneficiarios.
- iii) **SEIA:** (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) representa la dificultad administrativa en el SEIA, ya sean demoras en la realización o evolución de las etapas del proyecto o la imposibilidad de concreción, por motivos ambientales y/o grupos que se oponen al proyecto y/o áreas protegidas y/o etnias involucradas.

## 3. Criterio Estratégico: Social

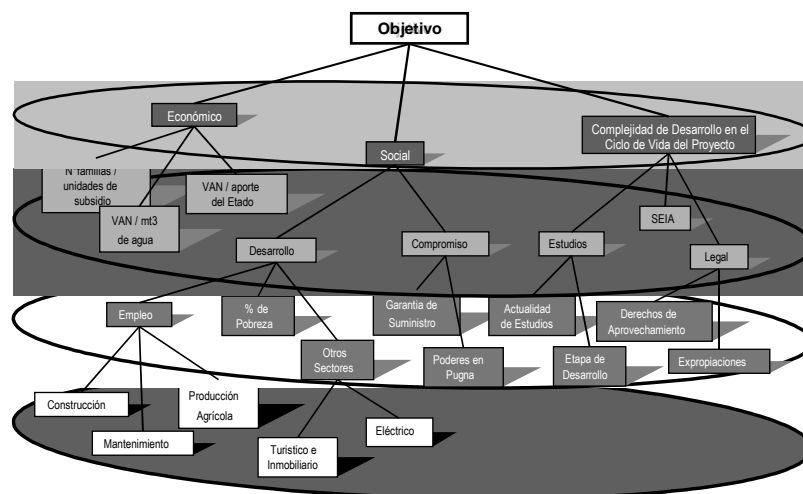
Este criterio agrupa aquellos atributos que tienen influencia en la calidad de vida de las personas.

- i) **Compromiso:** este criterio busca medir los deseos de las personas por el proyecto y la posibilidad de mantenerlo en el tiempo, a través de la existencia de organizaciones capaces de hacerse cargo de la mantención y operación de la obra.

- **Poderes en pugna:** este criterio considera la percepción del costo político de la realización o no del proyecto. Para esto busca medir los poderes existentes, a favor o en contra, de los proyectos.
  - **Garantía de suministro:** busca determinar si existe alguna organización que pueda hacerse cargo de la mantención y operación de la obra. Existen tres posibles tipos de organizaciones funcionales: las juntas de vigilancias, las Comunidades de agua y las asociaciones de regantes.
- ii) **Desarrollo:** corresponde al diferencial en la calidad de vida de la población a través del crecimiento socioeconómico en la zona de realización del proyecto.
- **Potenciamiento de otros sectores de la economía:** se refiere a las externalidades del proyecto. Principalmente se consideran el sector eléctrico y el turístico inmobiliario.
    - Sector eléctrico: se refiere a la posibilidad de generar energía eléctrica a partir de la construcción del proyecto.
    - Sector turístico e inmobiliario: se refiere a captar algún pronunciamiento explícito de algún privado referente a inversión en estas áreas.
  - **Generación de empleo:** se refiere a la posibilidad de medir calidad y cantidad potencial de empleo como consecuencia de la ejecución del proyecto.
    - Generación de empleos en etapa de construcción: se refiere al empleo que potencialmente podría generarse a partir de la construcción del proyecto.
    - Generación de empleos en etapa de operación y mantenimiento: se refiere al empleo que potencialmente podría generarse con la ejecución de esta etapa.
    - Generación de empleos por aumentos en la productividad agrícola: se refiere a las externalidades que permitirán mejorar la actividad agrícola en la zona y que traerán como consecuencia un aumento en el empleo.
  - **Porcentaje de pobreza:** consiste en considerar a la cantidad de pobres que se verán beneficiados con la ejecución del proyecto.

Entonces la jerarquía del modelo es el siguiente:

**Figura 22**  
**MODELO JERÁRQUICO PARA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA**



Fuente: Aplicación de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de infraestructura hidráulicas. Pablo Torres.

### C. Selección de proyectos a priorizar

La información referente a los proyectos a priorizar en infraestructura hidráulica son los siguientes:

**Cuadro 34**  
**DATOS REFERENCIALES DE LOS PROYECTOS EVALUADOS**

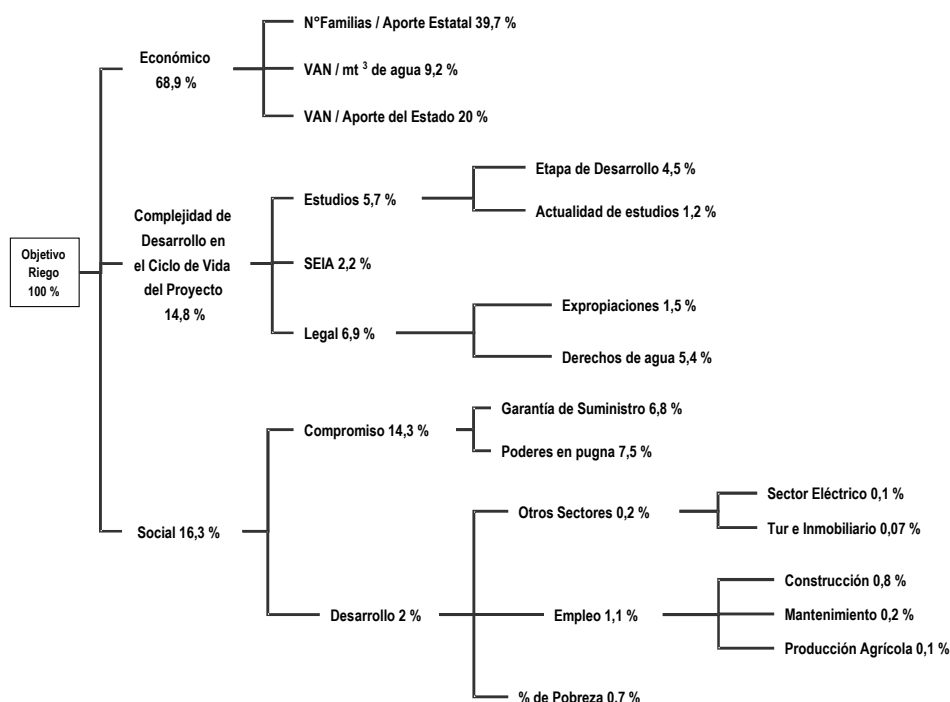
|          | N° Familias | VAN (social) | Aporte Estatal | Mt3 de Agua | N° Empleos | % Pobreza | Turismo | Electricidad | Etapa de Desarrollo |
|----------|-------------|--------------|----------------|-------------|------------|-----------|---------|--------------|---------------------|
| Embalse1 | 3 300       | 80,3         | 87             | 120         | 521        | 20,6      | 2,1     | 80,3         | Factibilidad        |
| Embalse2 | 1 600       | 121,6        | 42             | 50          | 575        | 27        | 4,2     | 100          | Factibilidad        |
| Enbalse3 | 1 300       | 140          | 35             | 142         | 880        | 25        | 4,9     | 163          | Factibilidad        |
| Embalse4 | 2 500       | 10           | 65             | 48          | 539        | 19        | 3,9     | 121          | Prefactibilidad     |
| Embalse5 | 650         | 26           | 18             | 24          | 323        | 19        | 3,5     | 26           | Prefactibilidad     |

Fuente: Aplicación de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de infraestructura hidráulicas. Pablo Torres.

### D. Determinación de los ponderadores

El siguiente cuadro resume las ponderaciones de los diferentes criterios del modelo de priorización.

**Figura 23**  
**RESUME DE LAS PONDERACIONES DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICAS**



Fuente: Aplicación de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de infraestructura hidráulica. Pablo Torres.

## E. Evaluación de los proyectos

Una vez aplicado el modelo los cinco proyectos de embalse se puede obtener un ranking para la priorización de estos. El siguiente cuadro ilustra lo anterior.

**Cuadro 35**  
**RANKING PARA EMBALSES**

|          | Prioridad | Puntaje |
|----------|-----------|---------|
| Embalse3 | 1         | 24,6    |
| Embalse2 | 2         | 21,1    |
| Embalse1 | 3         | 18,7    |
| Embalse5 | 4         | 18,2    |
| Embalse4 | 5         | 17,4    |

Fuente: Aplicación de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de infraestructura hidráulicas. Pablo Torres.

## F. Conclusiones

Una de las principales conclusiones que se puede sacar de este trabajo de título es que con la evaluación “tradicional” se está perdiendo poco más de un 30% de poder evaluativo, ya que los criterios Social y Complejidad de desarrollo en el ciclo de vida del proyecto sumados representan un 31.1% del modelo. Además es propio destacar la flexibilidad y transparencia que permite el modelo.

## Bibliografía

---

- Aldunate, Eduardo. Metodología del Marco Lógico, ILPES Boletín N° 15, 2004.
- Barba-Romero Sergio. Manual para la toma de decisiones multicriterio. (LC/IP/L.122). 1996.
- COHEN, Ernesto y FRANCO, Rolando. Evaluación de Proyectos Sociales. Grupo Editor Latinoamericano (GEL). Buenos Aires, Argentina. 1988.
- Ortegón Edgar, Aldunate Eduardo y Pacheco Juan Francisco. La modernización de los sistemas nacionales de inversión pública: análisis crítico y perspectivas. (LC/L. 1830-P; LC/IP/L. 216). 2002.
- Ortegón Edgar, Pacheco Juan Francisco. Los sistemas nacionales de inversión pública en Centroamérica: marco teórico y análisis comparativo multivariado. (LC/L.2160-P; LC/IP/L.246). 2004.
- Ortegón Edgar, Pacheco Juan Francisco y Prieto Adriana. Metodología de marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas, (LC/L.2350; LC/IP/L.259).2005.
- Ortegón Edgar, Pacheco Juan Francisco y Roura Horacio. Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. (LC/L.2326-P; LC/IP/L.257).2005.
- Pacheco, Juan Francisco. Políticas Asociadas al Fomento Productivo en Chile. Tesis de magíster. Universidad de Chile. 2001.
- Quintero Uribe, Víctor M. Evaluación de proyectos: construcción de indicadores sociales. Fundación Para La Educación Superior. Tercera edición. Colombia. 1997.
- Richard A. Musgrave y Peggy B. Musgrave. Hacienda Publica teórica y aplicada.. McGraw-Hill. Quinta Edición. España. 1999.
- Sampieri Roberto H., Collado Carlos F. y Lucio Pilar B. Metodología de la Investigación. Séptima edición. McGraw-Hill. México. 2006.
- SAATY, T. 1997. Toma de Decisiones Para Líderes. Universidad de Santiago de Chile.

- SAATY, T. 2000. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications. Universidad de Pittsburgh, U. S. A.
- SPIEGEL, Murria. 1998. Probabilidad y Estadísticas. McGraw-Hill. México.
- Trabajo. Análisis multicriterio discreto para la formulación y priorización de proyectos de infraestructura municipal. Marcelo A. Méndez Salgado. Profesor guía: Eduardo Contreras. Memoria de título para optar a Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile. Santiago. 2002.
- Trabajo. Análisis multicriterio para priorización de proyectos en Chiledeportes. Sergio A. Mella Toledo. Profesor guía: Eduardo Contreras. Memoria para optar a título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile. Santiago 2002.
- Trabajo. Aplicación de una metodología Multicriterio para la priorización de Proyectos de Infraestructura Hidráulica. Pablo Torres. Profesor guía: Eduardo Contreras. Memoria para optar a título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile. Santiago. 2002.
- YAMADA, Gustavo, BID (2001), Reducción de la pobreza y fortalecimiento del capital social y la participación: La acción reciente del Banco Interamericano de Desarrollo. 2001. Para el Seminario Internacional de Capital Social CEPAL- U. de Michigan.



## **Anexos**

---



## Anexo 1

A continuación se presenta un método alternativo para calcular el vector de prioridades de una matriz de comparaciones. A continuación se presenta el Método Aproximado.

La matriz de comparaciones a pares es:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

A continuación se debe obtener la matriz normalizada. Para esto primero sume los elementos de cada columna:

$$(7 \quad 3.5 \quad 1.75)$$

Luego divida a cada elemento de la matriz de comparaciones por la suma correspondiente a la columna a la cual pertenece:

$$\begin{pmatrix} 1/7 & 0.5/3.5 & 0.25/1.75 \\ 2/7 & 1/3.5 & 0.5/1.75 \\ 4/7 & 2/3.5 & 1/1.75 \end{pmatrix}$$

Finalmente obtendrá la matriz normalizada:

$$\begin{pmatrix} 0.142857 & 0.142857 & 0.142857 \\ 0.285714 & 0.285714 & 0.285714 \\ 0.571429 & 0.571429 & 0.571429 \end{pmatrix}$$

Para obtener el vector de prioridades debe calcular la media de cada fila de la matriz normalizada:

$$\frac{0.142857 + 0.142857 + 0.142857}{3} = 0.142857$$

$$\frac{0.285714 + 0.285714 + 0.285714}{3} = 0.285714$$

$$\frac{0.571429 + 0.571429 + 0.571429}{3} = 0.571429$$

Finalmente se obtiene el vector de prioridades para los criterios identificados. Recordando el ejemplo en el capítulo 4.2.4., las prioridades quedarían de la siguiente forma: Ambiental (0.1428), Social (0.2857) y Económico (0.5714).

## Anexo 2

El siguiente cuadro es un resumen de todos los ponderadores para cada criterio y subcriterio del Ejemplo 2: Análisis Multicriterio para Priorización de Proyectos en Chiledeportes.

**Cuadro A-1**  
**RESUMEN PONDERADORES LOCALES Y GLOBALES**

| Criterios                                  | Subcriterios  | Subcriterios                         | Subcriterios                     | Intensidades o categorías | Ponderador                      |           |           |
|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|
|  |   |                                      |                                  |                           | Local                           | Global    |           |
| Políticas regionales<br>(L.:481; G.:481)   | Modalidad deportiva<br>(L.:357; G.:172)               | Alto rendimiento<br>(L.:154; G.:026) |                                  | D. Alta P P1              | 0,47                            | 0,012     |           |
|  |   |                                      |                                  | D. Media P P1             | 0,258                           | 0,007     |           |
|  |   |                                      |                                  | D. Baja P P1              | 0,141                           | 0,004     |           |
|  |   |                                      |                                  | D. Alta P P2              | 0,068                           | 0,002     |           |
|  |   | Dep. competitivo<br>(L.:192; G.:033) |                                  |                           | D. Media P P2                   | 0,038     | 0,001     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Baja P P2                    | 0,025     | 0,001     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Alta P                       | 0,637     | 0,021     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Media P                      | 0,258     | 0,008     |
|  |   | Dep. formativo<br>(L.:363; G.:062)   |                                  |                           | D. Baja P                       | 0,105     | 0,003     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Alta P                       | 0,638     | 0,04      |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Media P                      | 0,258     | 0,016     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Baja P                       | 0,105     | 0,007     |
|  |   | Dep. recreativo<br>(L.:291; G.:05)   |                                  |                           | D. Alta P                       | 0,637     | 0,032     |
|  |   |                                      |                                  |                           | D. Media P                      | 0,258     | 0,013     |
| D. Baja P                                  |   |                                      |                                  |                           | 0,105                           | 0,005     |           |
|  |   |                                      |                                  |                           |                                 |           |           |
| Población beneficiaria<br>(L.:329; G.:158) | IDH comunal<br>(L.:37; G.:059)                        |                                      |                                  | Alto                      | 0,038                           | 0,002     |           |
|  |   |                                      |                                  | Medio-Alto                | 0,065                           | 0,004     |           |
| Medio                                      |   |                                      |                                  | 0,121                     | 0,007                           |           |           |
| Medio-Bajo                                 |   |                                      |                                  | 0,266                     | 0,016                           |           |           |
| Bajo                                       |   |                                      |                                  | 0,511                     | 0,03                            |           |           |
|  | Situación vulnerabilidad<br>(L.:63; G.:1)             |                                      |                                  | No vulnerable             | 0,808                           | 0,081     |           |
|  |   |                                      |                                  | Vulnerable                | 0,191                           | 0,019     |           |
| Localización<br>(L.:14; G.:067)            | Índice equipamiento comunal<br>(L.:811; G.:055)       |                                      |                                  | 9 categorías              | ***                             | ***       |           |
|  |   |                                      |                                  |                           |                                 |           |           |
|  | Índice aislamiento crítico<br>(L.:189; G.:013)        |                                      |                                  | Alto                      | 0,476                           | 0,006     |           |
|  |   |                                      |                                  | Medio-Alto                | 0,271                           | 0,003     |           |
|  |   |                                      |                                  | Medio                     | 0,15                            | 0,002     |           |
|  |   |                                      |                                  | Medio-Bajo                | 0,067                           | 0,001     |           |
|  |   |                                      |                                  | Bajo                      | 0,035                           | 0,001     |           |
| Índices de gestión<br>(L.:172; G.:084)     | Generación de empleo<br>(L.:598; G.:05)               |                                      | Transitorios<br>(L.:171; G.:009) | P1                        | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  |   |                                      |                                  | P2                        | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  |   |                                      |                                  |                           | P3                              | Sin datos | Sin datos |
|  |   |                                      |                                  |                           | Permanentes<br>(L.:829; G.:041) | Sin datos | Sin datos |
|  |   |                                      |                                  | P1                        | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  |   |                                      |                                  | P2                        | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  |   |                                      |                                  | P3                        | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  | Situación de proyectos anteriores<br>(L.:402; G.:034) |                                      |                                  | Bueno                     | 0,605                           | 0,02      |           |
|  |   |                                      |                                  | Regular                   | 0,252                           | 0,008     |           |
|  |   |                                      |                                  | Malo                      | 0,143                           | 0,005     |           |
| Criterios técnicos<br>(L.:297; G.:297)     | Tipo de proyectos<br>(L.:524; G.:155)                 |                                      |                                  | Tipo A                    | 0,572                           | 0,089     |           |
|  |   |                                      |                                  | Tipo B                    | 0,239                           | 0,037     |           |
|  |   |                                      |                                  | Tipo C                    | 0,098                           | 0,015     |           |
|  |   |                                      |                                  | Tipo D                    | 0,091                           | 0,014     |           |
| Calidad de proyectos<br>(L.:476; G.:141)   |   |                                      |                                  | MB                        | 0,536                           | 0,076     |           |
|  |   |                                      |                                  | B                         | 0,262                           | 0,037     |           |
|  |   |                                      |                                  | R                         | 0,115                           | 0,016     |           |
|  |   |                                      |                                  | M                         | 0,087                           | 0,012     |           |
| Criterios económicos<br>(L.:222; G.:222)   | No beneficiarios<br>(L.:39; G.:087)                   | Directos<br>(L.:849; G.:074)         |                                  | P1                        | 0,25                            | 0,018     |           |
|  |   |                                      |                                  | P2                        | 0,424                           | 0,031     |           |
|  |   |                                      |                                  |                           | P3                              | 0,326     | 0,024     |
|  |   | Indirectos<br>(L.:151; G.:013)       |                                  |                           | P1                              | Sin datos | Sin datos |
|  | P2  |                                      |                                  |                           | Sin datos                       | Sin datos |           |
|  |   |                                      |                                  |                           | P3                              | Sin datos | Sin datos |
|  | CAE/Usuario<br>(L.:405; G.:09)                        |                                      |                                  |                           | Rango A                         | 0,513     | 0,046     |
|  |   |                                      |                                  |                           | Rango B                         | 0,275     | 0,025     |
| Rango C                                    |   |                                      |                                  |                           | 0,138                           | 0,012     |           |
| Rango D                                    |   |                                      |                                  |                           | 0,074                           | 0,007     |           |
| Programación inversión<br>(L.:205; G.:046) |   |                                      |                                  | 1 año                     | 0,605                           | 0,028     |           |
|  |   |                                      |                                  | 2 años                    | 0,252                           | 0,011     |           |
|  |   |                                      |                                  | 2 años o más              | 0,143                           | 0,007     |           |

Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella.

**Cuadro A-2**  
**PONDERADORES LOCALES Y GLOBALES**

| Índice equipamiento comunal                               | Ponderador |        |
|---|------------|--------|
|   | Local      | Global |
| Alto índice de práctica / Alto estándar de equipamiento   | 0,110      | 0,006  |
| Alto índice de práctica / Medio estándar de equipamiento  | 0,055      | 0,003  |
| Alto índice de práctica / Bajo estándar de equipamiento   | 0,008      | 0,000  |
| Medio índice de práctica / Alto estándar de equipamiento  | 0,160      | 0,009  |
| Medio índice de práctica / Medio estándar de equipamiento | 0,100      | 0,005  |
| Medio índice de práctica / Bajo estándar de equipamiento  | 0,050      | 0,003  |
| Bajo índice de práctica / Alto estándar de equipamiento   | 0,265      | 0,014  |
| Bajo índice de práctica / Medio estándar de equipamiento  | 0,154      | 0,008  |
| Bajo índice de práctica / Bajo estándar de equipamiento   | 0,097      | 0,005  |

Fuente: Análisis Multicriterio para priorización de Proyectos Chiledeportes. Sergio Mella

## Glosario

**Indicador:** es una medida que corresponde a una determinada variable.

**Índice:** corresponde al resultado de la relación de dos o más variables.

**Jerarquía:** esquema que determina un orden entre los distintos elementos que la componen

**Jerarquización:** establecimiento de un orden entre los elementos que pertenecen a un conjunto respecto de una o más características relevantes.

**Matriz de comparaciones:** matriz que en sus filas y columnas contiene juicios respecto de la importancia relativa de un criterio respecto de otro.

**Multicriterio:** representa a una forma de pensamiento organizado capaz de abordar problemas complejos a través de una integración modelada de al menos dos criterios de análisis.

**Ponderador:** medida que representa algún grado de una característica de un elemento del conjunto respecto del total.

**Priorización:** establecimiento de un orden de preferencia intertemporal, respecto de alguna materia específica, entre los elementos que componen el conjunto al cual pertenecen.

**Ranking:** orden establecido entre los elementos pertenecientes a un conjunto.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL manuales

## Números publicados

**El listado completo de esta colección, así como las versiones electrónicas en pdf están disponibles en nuestro sitio web: [www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)**

58. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, Juan Francisco Pacheco, Eduardo Contreras (LC/L.2957-P), N° de venta: S.08.II.G.71, (US\$ 15.00), 2008.
57. Manual de presupuesto plurianual, Roberto Martirene (LC/L.2829-P), N° de venta: S.07.II.G.153 (US\$ 15.00), 2007.
56. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances para América Latina y el Caribe, Rayén Quiroga Martínez (LC/L.2771-P), N° de venta: S.07.II.G.108 (US\$ 20.00), 2007.
55. Potencialidades y aplicaciones de los datos censales: una contribución a la explotación del Censo de Población y Vivienda de Nicaragua 2005, CELADE (LC/L.2786-P), N° de venta: S.07.II.G.119, (US\$ 15.00), 2007.
54. Las cuentas nacionales: lineamientos conceptuales, metodológicos y prácticos, Michael Sérurier (LC/L.2765-P), N° de venta: S.07.II.G.101, (US\$ 15.00), 2007.
53. El modelo GTAP y las preferencias arancelarias en América Latina y el Caribe: reconciliando su año base con la evolución reciente de la agenda de liberación regional, Andrés R. Schuschny, José E. Durán y Carlos J. de Miguel (LC/L.2679-P), N° de venta: S.07.II.G.29, (US\$ 15.00), 2007.
52. Modelo de análisis del impacto social y económico de la desnutrición infantil en América Latina (LC/L.2650-P), N° de venta: S.06.II.G.175, (US\$ 15.00), 2006.
51. Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe, Javier Medina Vásquez y Edgar Ortigón, (LC/L.2503-P), N° de venta: S.06.II.G.37, (US\$ 20.00), 2006
50. Regularizando la informalidad del suelo en América Latina y el Caribe. Una evaluación sobre la base de 13 países y 71 programas, Nora Clichevsky, (LC/L.2474-P), N° de venta: S.06.II.G.3, (US\$ 15.00), 2006
49. Opciones y propuestas estratégicas para la superación de la pobreza y precariedad urbana en América Latina y El Caribe–, Ricardo Jordán (LC/L.2473-P), N° de venta: S.05.II.G.219, (US\$ 15.00), 2006.
48. Pauta metodológica de evaluación de impacto ex ante y ex post de programas sociales de lucha contra la pobreza –Aplicación metodológica – Hugo Navarro, Kaiuska King, Edgar Ortigón y Juan Francisco Pacheco (LC/L.2449-P), N° de venta: S.06.II.G.18, (US\$ 15.00), 2006.
47. Evaluación del impacto, Cristián Aedo (LC/L.2442-P), N° de venta: S.05.II.G.185, (US\$ 10.00), 2005.
46. Los sistemas nacionales de inversión pública en Barbados, Guyana, Jamaica y Trinidad Tabajo, Edgar Ortigón y Diego Dorado (LC/L.2436-P), N° de venta: S.05.II.G.182, (US\$ 10.00), 2005.
45. Indicadores de desempeño en el sector público, Juan Cristóbal Bonnefoy y Marianela Armijo (LC/L.2416-P), N° de venta: S.05.II.G.163, (US\$ 10.00), 2005.
44. El sistema de inversiones públicas en la provincia de San Juan, República Argentina, Edgar Ortigón, Juan Francisco Pacheco y Ana Carolina Cámpora Rudolff (LC/L.2387-P), N° de venta: S.05.II.G.130, (US\$ 10.00), 2005.

Algunos títulos de años anteriores se encuentran disponibles

- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: [publications@eclac.cl](mailto:publications@eclac.cl).

|   |
|---|
| Nombre:.....<br>Actividad:.....<br>Dirección:.....<br>Código postal, ciudad, país:.....<br>Tel.: ..... Fax: ..... E.mail: ..... |
|---|