



**INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE
PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL - ILPES**

**DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACIÓN
DE INVERSIONES**

**MANUAL DE IDENTIFICACIÓN, PREPARACIÓN Y
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO**

Horacio Roura y Horacio Cepeda

DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMACIÓN DE INVERSIONES

**Distr.
LIMITADA**

**LC/IP/L.140
1 octubre de 1997**

ORIGINAL: ESPAÑOL

**MANUAL DE IDENTIFICACIÓN, PREPARACIÓN Y
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO**

Horacio Roura y Horacio Cepeda *

* Los autores de este trabajo son consultores de la Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones. Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir con las del Instituto.

INDICE

RESUMEN	5
CAPITULO PRIMERO: EL TEMA DEL RIEGO.....	7
1. EL RIEGO: SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO SOCIAL	7
2. BREVE PANORAMA DEL RIEGO EN EL MUNDO Y EN AMÉRICA LATINA	9
2.1. SITUACIÓN GENERAL.....	9
2.2. PANORAMA DEL RIEGO EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA	11
2.2.1. El Riego en México.....	11
2.2.2. El Riego en Brasil.....	11
2.2.3. El Riego en Chile.....	12
2.2.4. El Riego en Argentina.....	14
2.3. LAS NUEVAS TENDENCIAS	15
3. EL ROL DEL ESTADO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO.....	16
3.1. PAPELES HABITUALES DEL ESTADO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO	17
3.2. RELACIÓN ENTRE LA INTERVENCIÓN ESTATAL Y EL MERCADO.....	17
3.3. ALGUNOS ASPECTOS LEGALES DE LOS PROYECTOS DE RIEGO	20
3.3.1. Aspectos a Tener en Cuenta Respecto del Marco Legal del Uso del Agua.....	20
3.3.2. Aspectos a Tener en Cuenta Respecto del Marco Legal del Proyecto.....	21
4. CARACTERÍSTICAS Y MODALIDADES TECNOLÓGICAS DEL RIEGO	21
4.1. LAS FUENTES DE PROVISIÓN	22
4.2. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y DE TRANSPORTE	22
4.3. LA TECNOLOGÍA DENTRO DEL PREDIO	23
4.4. TECNOLOGÍAS DE RIEGO.....	25
4.4.1. Riego por Filtración Superficial.....	25
4.4.2. Riego por Aspersión.....	25
4.4.3. Riego Localizado	26
CAPITULO SEGUNDO: IDENTIFICACION DEL PROYECTO	27
1. ACERCA DE LA DEFINICIÓN DE PROYECTO	27
1.1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?.....	27
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS.....	28
2. EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO: ETAPAS EN LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	30
3. EL ANÁLISIS DEL PROYECTO	35
3.1. LAS TRES ETAPAS DEL ANÁLISIS DE UN PROYECTO	35
3.2. LOS DISTINTOS ENFOQUES DEL PROYECTO.....	36
3.2.1. La Viabilidad del Proyecto Desde el Enfoque Experto.....	36
3.2.2. La Viabilidad del Proyecto Desde el Enfoque Sectorial	39
3.2.3. Relación entre los Distintos Enfoques Expertos y Sectoriales.....	41
4. LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	42
4.1. LA IMPORTANCIA DE IDENTIFICAR BIEN EL PROBLEMA.	42
4.2. CÓMO IDENTIFICAR EL PROBLEMA PRINCIPAL.....	45
4.2.1. El Planteo del Problema.....	45
4.2.2. Arbol de Problemas: Una Jerarquía de Causas y Efectos.....	47
4.3. LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	49
4.3.1. El Nivel de Influencia del Proyecto.....	50
4.3.2. La Identificación de Alternativas de Solución: los Proyectos	50
4.4. DE LA IDENTIFICACIÓN A LA DEFINICIÓN: LA “LÓGICA INTERNA” DEL PROYECTO	53
4.5. DE LA FORMULACIÓN A LA EVALUACIÓN: LA “LÓGICA EXTERNA” DEL PROYECTO	57

CAPITULO TERCERO: DEFINICION DE LA SITUACION ACTUAL	63
1. IMPORTANCIA DE DEFINIR LA SITUACIÓN ACTUAL	63
1.1. <i>USO DEL DIAGNÓSTICO PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</i>	<i>63</i>
1.2. <i>USO DEL DIAGNÓSTICO PARA LA DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN BASE DEL PROYECTO.....</i>	<i>64</i>
1.3. <i>USO DEL DIAGNÓSTICO COMO LÍMITE DE LA CONFIABILIDAD DEL PROYECTO</i>	<i>64</i>
2. AREAS RELEVANTES EN UN PROYECTO DE RIEGO.....	65
2.1. <i>DEFINICIÓN DE LAS AREAS RELEVANTES</i>	<i>65</i>
2.2. <i>¿CÓMO DETERMINAR CUÁL ES EL ÁREA A IRRIGAR?.....</i>	<i>66</i>
2.3. <i>¿CÓMO DETERMINAR EL ÁREA DE INFLUENCIA?</i>	<i>68</i>
3. CÓMO HACER UN DIAGNÓSTICO ADECUADO: ESTIMACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO.....	69
3.1. <i>OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS.....</i>	<i>69</i>
3.2. <i>ESTIMACIÓN DE LA OFERTA DE AGUA PARA RIEGO.....</i>	<i>71</i>
3.2.1. <i>Estimación de las Fuentes de Generación de Agua</i>	<i>72</i>
3.2.2. <i>Estimación de las Demandas Alternativas de Agua</i>	<i>73</i>
3.2.3. <i>Estimación de las Pérdidas de Agua</i>	<i>74</i>
3.3. <i>ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO</i>	<i>76</i>
3.3.1. <i>Estimación del Requerimiento de Agua.....</i>	<i>76</i>
3.3.2. <i>Precio del Agua y de Otros Bienes Relacionados.....</i>	<i>81</i>
3.3.3. <i>Influencia de las Técnicas Agrícolas</i>	<i>82</i>
3.3.4. <i>Marco Legal.....</i>	<i>83</i>
3.3.5. <i>Actitud Frente al Riego.....</i>	<i>85</i>
3.4. <i>EL DÉFICIT DE RIEGO.....</i>	<i>89</i>
3.5. <i>ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DEL DÉFICIT DE RIEGO.....</i>	<i>91</i>
CAPITULO CUARTO: PROBLEMAS TIPICOS Y DEFINICION DE ALTERNATIVAS.....	97
1. OBJETIVOS Y PROBLEMAS TÍPICOS DE UN PROYECTO DE RIEGO	97
1.1. <i>OBJETIVOS Y PERTINENCIA DE UN PROYECTO DE RIEGO</i>	<i>97</i>
1.2. <i>PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES TÍPICOS EN QUE SE BASA UN PROYECTO DE RIEGO.....</i>	<i>99</i>
1.3. <i>TIPOLOGÍA DE PROYECTOS DE RIEGO.....</i>	<i>101</i>
1.3.1. <i>Proyectos de Infraestructura.....</i>	<i>101</i>
1.3.2. <i>Proyectos de Asistencia Técnica.....</i>	<i>104</i>
1.3.3. <i>Proyectos Sociales</i>	<i>105</i>
1.3.4. <i>La Equidad y Los Proyectos.....</i>	<i>105</i>
2. ALTERNATIVAS DE PROYECTO.....	106
3. LA IMPORTANCIA DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA EN LOS PROYECTOS DE RIEGO	108
3.1. <i>DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA</i>	<i>108</i>
3.2. <i>ACCIONES OPTIMIZANTES DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LOS PROYECTOS DE RIEGO</i>	<i>109</i>
CAPITULO QUINTO: IDENTIFICACION Y VALORACION DE COSTOS Y BENEFICIOS DE UN PROYECTO DE RIEGO	111
1. INTRODUCCIÓN	111
2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE UN PROYECTO DE RIEGO	111
2.1. <i>EVALUACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA PRIVADO.....</i>	<i>111</i>
2.1.1. <i>Evaluación Privada Pura y Espuria.....</i>	<i>111</i>
2.1.1.1. <i><u>Evaluación privada pura</u></i>	<i>111</i>
2.1.1.2. <i><u>Evaluación privada espuria</u>.....</i>	<i>112</i>
2.1.2. <i>Temas a Tener en Cuenta en la Identificación y Valoración de Costos y Beneficios Privados.....</i>	<i>113</i>
2.1.2.1. <i><u>La situación sin proyecto</u>.....</i>	<i>114</i>
2.1.2.2. <i><u>La situación actual optimizada</u>.....</i>	<i>115</i>
2.1.2.3. <i><u>La situación con proyecto</u>.....</i>	<i>115</i>
2.1.2.3.1. <i>Eliminación del riesgo climático</i>	<i>115</i>
2.1.2.3.2. <i>Introducción de riego.....</i>	<i>116</i>
2.1.3. <i>Beneficios y Costos desde el Punto de Vista de la Evaluación Privada</i>	<i>117</i>
2.1.3.1. <i><u>Beneficios</u>.....</i>	<i>117</i>

2.1.3.2. <i>Costos</i>	118
2.2. EVALUACIÓN SOCIAL	118
2.2.1. Beneficios Relevantes Desde el Punto de Vista Social	119
2.2.1.1. <i>Beneficio por aumento de la producción</i>	119
2.2.1.2. <i>Beneficio por control de crecientes</i>	119
2.2.1.3. <i>Beneficio por mejora en la salud</i>	120
2.2.1.4. <i>Beneficios ambientales</i>	120
2.2.1.5. <i>Otros beneficios</i>	120
2.2.2. Costos Relevantes Desde el Punto de Vista Social	121
2.2.2.1. <i>Costos directos</i>	121
2.2.2.2. <i>Costos indirectos</i>	121
2.2.2.3. <i>Costos de los cambios culturales</i>	121
2.2.2.4. <i>Otros costos relacionados con el riego en el predio</i>	121
2.2.2.5. <i>Costos ambientales</i>	122
3. EL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO	122
3.1. ESPECIFICIDADES DEL ANÁLISIS	122
3.2. METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE BENEFICIOS	123
3.2.1. <i>Valor Incremental de la Tierra</i>	123
3.2.2. <i>El Valor Actual Neto de la Producción Incremental</i>	125
4. INTERACCIONES DE LOS PROYECTOS DE RIEGO	127
4.1. ENFOQUE GENERAL	127
4.2. OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA	128
CAPITULO SEXTO: EVALUACION DEL PROYECTO	131
1. CÓMO PRESENTAR LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO: ELEMENTOS DEL PERFIL DEL PROYECTO . 131	
1.1. QUÉ ES EL “PERFIL” DEL PROYECTO	131
1.2. ELEMENTOS A TENER EN CUENTA AL ARMAR EL “PERFIL” DEL PROYECTO	131
1.2.1. Elementos Formales	131
1.2.1.1. <i>Distinción entre período y momento</i>	131
1.2.1.2. <i>Convenciones acerca de cuándo se reciben los costos y beneficios</i>	132
1.2.1.3. <i>Determinación y explicitación de los períodos de análisis</i>	132
1.2.1.4. <i>Determinación del horizonte del proyecto</i>	132
1.2.1.5. <i>Decisión acerca de cómo terminar el proyecto</i>	133
1.2.2. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en General (Tanto en la Evaluación Privada como en la Social)	134
1.2.2.1. <i>Tener claro si trabajamos con flujos incrementales o comparando la situación con proyecto y la situación sin proyecto</i>	134
1.2.2.2. <i>Incluir los costos de oportunidad</i>	134
1.2.2.3. <i>Definición correcta de la comparación “con” versus “sin” proyecto</i>	135
1.2.2.4. <i>Inclusión de los efectos adicionales e indirectos</i>	136
1.2.2.5. <i>No considerar los costos hundidos</i>	136
1.2.2.6. <i>Explicitar los criterios de la proyección</i>	137
1.2.2.7. <i>Cuidado de la consistencia de los supuestos</i>	138
1.2.3. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en la Evaluación Privada	140
1.2.3.1. <i>Sólo el efectivo es importante</i>	140
1.2.3.2. <i>Tratamiento de los costos contables</i>	140
1.2.3.3. <i>Tratamiento de los intereses</i>	141
1.2.3.4. <i>Requerimientos de capital de trabajo</i>	142
1.2.4. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en la Evaluación Social	144
1.2.4.1. <i>No incluir las transferencias de ingresos</i>	144
1.2.4.3. <i>Usar precios relevantes para la evaluación social</i>	145
1.2.5. Formatos Sugeridos de “Perfil” del Proyecto	146
1.2.5.1. <i>Formato de “perfil” sugerido para la evaluación privada de un proyecto de riego</i>	146
1.2.5.2. <i>Formato de “perfil” sugerido para la evaluación social de un proyecto de riego</i>	147
2. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	148
2.1. INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE UN PROYECTO	150

2.1.1. Valor Actual Neto (VAN).....	150
2.1.2. Tasa Interna de Retorno.....	151
3. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS.....	152
3.1. EFECTOS DE LA FINANCIACIÓN	152
3.2. EVALUACIÓN DEL ENDEUDAMIENTO	153
4. SELECCIÓN DE PROYECTOS: CASOS	154
4.1. SELECCIÓN SIN Y CON RESTRICCIÓN DE CAPITAL.....	154
4.2. PROYECTOS INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES	155
4.3. OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO: MOMENTO, TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN ÓPTIMAS.....	156
4.4. SELECCIÓN ENTRE EQUIPOS DE DIFERENTE DURACIÓN	157
4.5. DECISIONES DE CUÁNDO REEMPLAZAR UN EQUIPO EXISTENTE.....	158
4.6. FACTORES DE CARGA FLUCTUANTES	159
5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGO DEL PROYECTO.....	160
5.1. CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	160
5.2. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS DE LA SENSIBILIDAD.....	161
BIBLIOGRAFIA.....	163

RESUMEN

El presente Manual desarrolla una aplicación de la metodología de análisis costo-beneficio a la evaluación de proyectos de riego. Al hacerlo, nos guiamos por dos conceptos principales: el de racionalidad en la toma de decisiones y el de separabilidad de los proyectos y las decisiones.

El concepto de *racionalidad en la toma de decisiones* se basa en la escasez de recursos. Dado que los recursos son escasos (y el recurso agua ilustra en algunos casos de manera dramática la idea de escasez) las decisiones de inversión, que involucran el uso de esos recursos, deben ser tomadas con la mayor racionalidad posible tanto a nivel micro como a nivel macroeconómico.

La principal moraleja que se desprende de este Manual referida a la racionalidad de las decisiones es que ninguna alternativa de solución de un problema de escasez de agua -esto es, ningún proyecto de riego- es conveniente *per se*, sino que debe explorarse cuál, de todas las alternativas posibles, es la más adecuada. Esto implica desmitificar la idea de que hacer obras "es bueno", cualquiera sean sus costos o beneficios: hay obras convenientes y obras no convenientes, y éstas últimas conviene *no* hacerlas. Esta moraleja se aplica tanto para las inversiones privadas como para las públicas.

El concepto de *separabilidad* se refiere a que la manera correcta de encarar un problema es el de separarlo en sus partes principales, de modo de aislar "átomos" o partes que deben analizarse en sí mismo de manera independiente de los otros "átomos" que conforman el problema principal.

La sugerencia derivada del concepto de separabilidad es que nada debe darse por sentado *ex ante*. Un buen proyecto técnico puede ser un proyecto económicamente inviable; un proyecto socialmente deseable puede ser no rentable desde el punto de vista privado; un proyecto de aprovechamiento de un río -que incluye riego, generación de energía, control de crecidas y turismo- es probable que pueda separarse en cuatro subproyectos, de los cuales algunos serán rentables y otros no.

PRÓLOGO

La importancia del riego en el desarrollo económico y social, tanto del sector agrícola como de la economía en su conjunto, es fundamental. Varias son las razones que sustentan esta afirmación. En primer lugar, la alta población rural que aún presentan los países de América Latina y el Caribe, la urgencia de generar mayores niveles de ocupación y la necesidad de preservar la sustentabilidad alimentaria, le asignan una alta prioridad a esta actividad. En segundo lugar, la racionalización en el uso del agua constituye uno de los factores más importantes para modernizar y dinamizar el sector primario y articular productivamente la agricultura tradicional con la moderna. En tercer lugar, el riego es el principal agente para aumentar la productividad, movilizar nuevas actividades y ampliar la frontera agrícola. Todas estas razones justifican plenamente la significación que puede tener el formular un manual metodológico integral sobre la forma de preparar y evaluar correctamente proyectos de riego.

Entre otras, una de las características del presente Manual es su enfoque didáctico a fin de facilitar la aplicación de conceptos, técnicas y métodos. De esta manera, el interesado puede seguir mediante ejemplos, casos y referencias el desarrollo del ciclo del proyecto y comprender mejor el alcance de los aspectos metodológicos. Su elaboración estuvo a cargo de los consultores Horacio Roura y Horacio Cepeda.

Edgar Ortegón
Director
Dirección de Proyectos y
Programación de Inversiones
ILPES

CAPITULO PRIMERO: EL TEMA DEL RIEGO

1. EL RIEGO: SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO SOCIAL

La actual etapa en el proceso de desarrollo de los países de América Latina plantea un creciente desafío: lograr un mejoramiento en las condiciones de vida de su población y simultáneamente crear las bases que permitan una inserción competitiva en la economía internacional.

Estos objetivos generales obligan a las autoridades nacionales a generar iniciativas que, a partir de las condiciones particulares de cada país, alcancen eficientemente las metas propuestas. Para ello es necesario formular políticas, programas y proyectos adecuados a los objetivos a lograr y eficientes en el uso de los recursos comprometidos, de acuerdo a la austeridad necesaria en un escenario caracterizado por “el retorno de la escasez”.

Los países en desarrollo de América Latina enfrentan estos desafíos compartiendo necesidades y características similares:

- a. *Gran parte de la población habita en áreas rurales:* en promedio, el 39% de la población de América Latina es rural; mientras que el 39% de los países del área tiene más del 51% de la población viviendo en zonas rurales (UNDP, 1996: 170).
- b. *El sector agrícola posee una estructura mixta:* en muchos países conviven grandes explotaciones agrícolas orientadas al mercado y pequeños productores que desarrollan agricultura de subsistencia.
- c. *El sector agrícola es central en la economía:* Las economías dependen de la producción agropecuaria como uno de las principales medios para la generación de riqueza.
- d. *El sector agrícola es el principal exportador:* Los productos básicos, y particularmente los agropecuarios, son la principal fuente de divisas de la economía.

A pesar de que existe una fuerte dependencia de nuestros países de la actividad agropecuaria, sus economías muestran un avance desigual en la infraestructura relacionada con el sector y mantienen cierta proporción de prácticas culturales tradicionales que no se adaptan a las nuevas condiciones en las que se desarrolla la actividad productiva.

Es en este marco que el déficit en la provisión de agua viene a profundizar las restricciones, constituyéndose en una limitante al crecimiento de la producción y el ingreso, o en casos más extremos incluso en una barrera para el desarrollo humano.

Un proyecto de riego bien diseñado y bien implementado puede constituirse en el camino para lograr el desarrollo de una comunidad, no sólo mediante el aumento y la estabilización de los ingresos sino también como vehículo para establecer una cultura productiva “moderna”.

En función de lo anterior los proyectos de riego pasan a constituirse en objetivos prioritarios para la mayoría de las administraciones, ya que se ve en este tipo de obras un camino para enfrentar simultáneamente un gran número de problemas económico/sociales y el agente que permite introducir elementos de modernización.

La experiencia acumulada por los organismos de crédito y/o asistencia a los países en desarrollo confirma de alguna manera estas expectativas, ya que en numerosos casos los proyectos de riego no sólo han permitido estabilizar sino también mejorar los ingresos de la población de la región cubierta mediante la reducción del riesgo climático. Por otra parte este tipo de emprendimientos sirvieron de vehículo para ampliar los servicios de extensión agrícola, introduciendo nuevas prácticas tecnológicas.

Este último es un aspecto central en el análisis de los proyectos de riego. La experiencia señala que la disponibilidad de agua permite desarrollar un número importante de proyectos o iniciativas dependientes del proyecto original, que producen beneficios adicionales significativos sobre el mismo. Este tipo de proyectos se orientan a la introducción de nuevas prácticas agrícolas mediante la difusión de nuevas tecnologías productivas y nuevos productos: esto permite, en muchos casos, que se pase de una economía de subsistencia a una economía de mercado. En otras palabras, el riego transforma completamente la forma en que se hace agricultura (Bergmann y Boussard, 1971: 16).

Por otra parte, uno de los resultados adicionales de la introducción del riego se relaciona con los cambios en las relaciones sociales y en los hábitos de la comunidad. Esto dinamiza la economía local estimulando el desarrollo de nuevas actividades pero simultáneamente puede generar conflictos causados por los cambios súbitos en las relaciones sociales. Este tipo de fenómenos aumentan su importancia cuanto más tradicionales son las comunidades.

Los beneficios reseñados han llevado a muchos a suponer que un proyecto de riego es de por sí conveniente. En la mente de funcionarios y expertos se ha generado la imagen de que "con regar" se solucionan la mayoría de los problemas de subdesarrollo y pobreza. Esta imagen ha estimulado, como podría predecirse, la construcción de obras de riego con poca o ninguna evaluación previa, las que se han convertido en un muestrario de proyectos mal diseñados, mal implementados y mal administrados, que no alcanzaron ni remotamente los beneficios que fueron atribuidos en su evaluación, y trajeron como consecuencia una pérdida neta para la sociedad. El optimismo por el riego afectó incluso a organizaciones muy cuidadosas con los proyectos que emprenden o financian. Un estudio del Banco Mundial sobre los proyectos de riego evaluados y financiados por esta entidad muestra que la tasa interna de rentabilidad calculada en la evaluación previa de los mismos es más elevada que la realmente obtenida luego de la ejecución del proyecto (Jones, 1995)

Se ha interpretado muchas veces que con regar se solucionan los problemas de las comunidades rurales pobres, transformando así al riego en la solución "mágica". Se reemplaza así la racionalidad económica con el voluntarismo.

Los beneficios potenciales de los proyectos de riego sólo se hacen actuales si los proyectos se someten a iguales consideraciones que todo otro emprendimiento: una identificación cuidadosa del problema; una formulación precisa del proyecto y una evaluación de todos los efectos, positivos y negativos, del mismo, a fin de seleccionar para la ejecución sólo aquellos que realmente sean convenientes para sus impulsores y para la sociedad.

En esta Guía pretendemos dar los lineamientos para identificar, formular y evaluar proyectos de riego de modo tal que realmente sean iniciativas de cambio tecnológico y desarrollo económico y social.

Los proyectos de riego pueden ser convenientes o no para la comunidad. El juicio sobre la conveniencia de un proyecto particular exige un análisis cuidadoso del mismo. Los costos del voluntarismo son muy elevados, no sólo en términos de oportunidades perdidas o de fondos utilizados, sino también de expectativas no cumplidas.

2. BREVE PANORAMA DEL RIEGO EN EL MUNDO Y EN AMÉRICA LATINA

2.1. SITUACIÓN GENERAL

En los últimos cincuenta años se realizaron importantes esfuerzos a nivel mundial para satisfacer la demanda de alimentos generada por la creciente población. El virtual agotamiento de la expansión de las fronteras agrícolas naturales orientó el esfuerzo de las autoridades nacionales y de los organismos multilaterales de apoyo al desarrollo a la inversión en proyectos de riego que permitieran elevar la productividad agrícola de las tierras bajo producción y que sirvieran de vehículo para la introducción de mejoras tecnológicas (fertilización, simientes, etc.).

Esta orientación llevó a que durante las últimas décadas los proyectos de riego recibieran, en los países en desarrollo, la mayor parte de la inversión pública destinada al sector agrícola. Como consecuencia de esta orientación de la política pública, entre 1960 y 1970 la tierra irrigada creció a una tasa del 2% anual; mientras que durante la década del 80 ese crecimiento fue del 1% anual acumulativo¹. Esto representó en término de superficie una expansión de 95 millones de hectáreas, alcanzando a comienzos de los 90's la superficie regada mundial los 235 millones de hectáreas.

Los proyectos de riego de las décadas del 60 y 70 fueron la base sobre la que se desarrolló la revolución agrícola de las dos últimas décadas.

Esta expansión no afectó a todos los países en desarrollo por igual. En general, exhibió una fuerte concentración tanto geográfica como por tipo de cultivo: el grueso de las obras se concentró en Asia y en la producción de arroz.

¹ Jones, 1995.

Cuadro 1. I

HECTÁREAS REGADAS Y % SOBRE TIERRAS CULTIVABLES

	Has. Regadas (millones - 1988)	% s/Tierras Arables (1988)
Total mundial	228.6	17%
Asia	143.4	34%
Norte y Centro América	25.8	10%
Europa	17.3	14%
Sudamérica	15.2	13%
África	11.2	7%
Oceanía	1.8	4%
Resto del mundo	20.4	9%

Fuente: FAO: Production Yearbook, Rome, 1989

El desarrollo de los sistemas de riego en América Latina es relativamente menor, tanto respecto a la superficie regada como al grado de cobertura sobre las tierras arables. A finales de los 80's la superficie bajo riego en esta región alcanzaba los 15 millones de hectáreas, aumentando levemente a casi 17 millones en 1993. El 63% de esa superficie estaba concentrada en México, Brasil y Argentina. En conjunto, estos países, Chile y Perú contenían el 78% del total de tierras regadas en América Latina.

Cuadro 1. II

SITUACIÓN DEL RIEGO EN AMÉRICA LATINA

#	País	Superficie Cultivable		Superficie con Riego		
		Hectáreas (miles)	% s/Superficie Total del País	Hectáreas (miles)	% s/Superficie Cultivada	% s/Total con Riego
1	México	23,107	11.8%	6,077	26.3%	36.3%
2	Brasil	41,709	4.9%	2,794	6.7%	16.7%
3	Argentina	24,902	9.0%	1,693	6.8%	10.1%
4	Chile	4,012	5.3%	1,276	31.8%	7.6%
5	Perú	3,342	2.6%	1,256	37.6%	7.5%
6	Cuba	2,605	23.5%	909	34.9%	5.4%
7	Ecuador	1,616	5.7%	551	34.1%	3.3%
8	Colombia	3,872	3.4%	524	13.5%	3.1%
9	República Dominicana	999	20.5%	230	23.0%	1.4%
10	Venezuela	3,194	3.5%	188	5.9%	1.1%
11	Bolivia	2,087	1.9%	173	8.3%	1.0%
12	Uruguay	1,260	7.1%	140	11.1%	0.8%
13	Guyana	473	2.2%	128	27.1%	0.8%
14	Guatemala	1,328	12.2%	125	9.4%	0.7%
15	Costa Rica	286	5.6%	120	42.1%	0.7%
16	El Salvador	566	26.9%	120	21.2%	0.7%
17	Nicaragua	1,105	8.5%	88	8.0%	0.5%
18	Haití	561	20.2%	75	13.4%	0.4%
19	Honduras	1,681	15.0%	74	4.4%	0.4%
20	Paraguay	2,196	5.4%	68	3.1%	0.4%
21	Belice	2,101	91.5%	42	2.0%	0.3%
22	Jamaica	155	14.1%	35	22.6%	0.2%
23	Panamá	498	6.6%	32	6.4%	0.2%
24	Trinidad y Tobago	75	14.6%	22	29.3%	0.1%
25	Santa Lucía	5	8.1%	1	20.0%	0.0%
26	San Vicente y las Granadinas	4	10.3%	1	25.0%	0.0%
27	Antigua y Barbuda	8	18.2%	-	-	0.0%
28	Bahamas	8	0.6%	-	-	0.0%
29	Barbados	16	37.2%	-	-	0.0%
30	Dominica	7	9.3%	-	-	0.0%
31	Granada	0	32.4%	-	-	0.0%
32	Saint Kitts y Nevis	8	22.0%	-	-	0.0%
33	Suriname	49	0.3%	-	-	0.0%
	Total	123,836	6.1%	16,745	14%	100.0%

Fuente: PNUD (1996)

América Latina hace relativo poco uso del riego, en comparación con otras áreas del mundo. Asimismo, la distribución de esta tecnología es irregular: cinco países concentran casi el 80% de las hectáreas regadas en la región. En este sentido, las posibilidades de diseñar proyectos de riego rentables son muy grandes.

2.2. PANORAMA DEL RIEGO EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

2.2.1. El Riego en México

México es el país con mayor superficie regada en la Región. Es también el caso más claro de las características socioeconómicas que predominan en América Latina: gran parte de la población vive en zonas rurales, predomina el minifundio en las zonas de riego, gran parte de la dieta está basada en un producto único, y gran número de unidades productivas están dedicadas a actividades de subsistencia o a producir bienes para los mercados locales, fuera de la prácticas productivas modernas. Por otra parte, las precipitaciones tienen una distribución desigual: así, mientras el centro norte del país tiene carencias serias de agua el sur es húmedo, con grandes superficies selváticas y condiciones ecológicas que hacen difícil su aprovechamiento agrícola.

En función de esta situación el país fue desarrollando una serie de medidas destinadas al desarrollo de la agricultura bajo riego. Los objetivos eran lograr una estabilización de las cosechas, asegurar el ingreso y la alimentación de las poblaciones agrícolas (las que, adicionalmente, constituyen una importante fuerza política) y lograr saldos exportables de algunos productos de ciclo corto.

Para ello se desarrollaron una serie de obras de infraestructura sobre la base de una zonificación de la superficie -distritos de riego- tratando de cubrir la mayor parte de las zonas agrícolas. Junto con lo anterior se desarrolló, sobre inicios de la década del 80, una política de aguas que intentaba asegurar la disponibilidad del recurso, para la agricultura y el uso urbano, mediante el desarrollo armónico de la obras y el uso racional del recurso.

El riego en México es un claro ejemplo del uso del riego para el desarrollo, tanto en sus aspectos positivos (tendencia hacia un uso eficiente del recurso agua) como negativo (voluntarismo en el diseño y ejecución de la obra pública)

2.2.2. El Riego en Brasil

Si bien Brasil tiene una baja participación de tierras áridas (11,8% de la superficie total del país) las mismas ocupan una superficie cercana al millón de Km. cuadrados y en ellas viven aproximadamente 35 millones de habitantes.

Esta zona ubicada, en el noreste del país, tiene dos características particulares. Por una parte la región sufre de déficit hídrico estacional, ya que el régimen pluvial se caracteriza por la irregularidad, y de sequías prolongadas que suelen extenderse por largos períodos de tiempo. La segunda característica, que agrava las condiciones antes mencionadas, se relaciona con las características de los suelos. Estos presentan una baja capacidad de captación de agua debido a los terrenos con base cristalina. En consecuencia junto con las lluvias son comunes las crecidas violentas y los estiajes prolongados, definiendo para la región ríos de características intermitentes.

Esta región ha sido objeto de programas de combate a la sequía que han tenido aspectos de emergencia (cubrir los aspectos sociales de la sequía) y obras de infraestructura que han tratado de mejorar y desarrollar los recursos hídricos. De todas maneras más allá de los esfuerzos la región nordestina enfrenta una serie de características socioeconómicas y de distribución de la tierra que dificultan el desarrollo de la agricultura de mercado.

Como característica distintiva, en dicha región se presenta la menor superficie por regante en todo Brasil: en tanto el promedio de hectáreas regadas por unidad alcanza a 39 en la región Sur, en el Nordeste, caracterizado por una mala distribución de la tierra, alcanza a 3,5 hectáreas.

Por otra parte existen en Brasil algunos desarrollos de riego de características modernas. Ese es el caso del desarrollo del Río San Francisco. En este caso las obras hidráulicas han definido un centro de producción agrícola de punta. Las explotaciones agropecuarias se orientan a la producción de cultivos de alto valor (frutas, cultivos industriales, etc.).

En este caso la orientación de la producción es exclusivamente para el mercado (local y de exportación) dándose la integración vertical de la producción agrícola con la industria.

El riego en Brasil se ha caracterizado por ser una herramienta válida pero no totalmente exitosa para combatir las limitantes al desarrollo en una región muy castigada por problemas naturales, sociales y económicos.

2.2.3. El Riego en Chile

Chile presenta una amplia variedad climática. La agricultura desarrollada en el país está extremadamente afectada no solo por las características climáticas sino por el desarrollo orográfico.

El clima del norte y centro norte del país está caracterizado por la sequedad: el norte corresponde a clima árido -un máximo de 25 mm al año- y el centro norte al clima semiárido -entre 25 y 300 mm al año-. Estas condiciones permiten solamente una producción bajo riego.

En el centro del país el clima se define como mediterráneo, y permite la producción bajo secano. Sin embargo, la optimización de la producción requiere de riego para desarrollar cultivos en el período octubre-marzo, que corresponde a la estación seca.

El resto del país tiene un clima templado (húmedo y seco) por lo que no requiere riego.

Tal como se desprende de la descripción anterior, la ausencia de agua y la escasez absoluta de lluvias durante el período que transcurre desde la primavera a mediados del otoño exigen el riego para cualquier actividad agrícola al norte de la zona central.

Una de las características distintivas del desarrollo del riego en Chile fue que prácticamente hasta inicios de este siglo los desarrollos se realizaron exclusivamente por cuenta del sector privado -se llegó a cubrir 1 millón de hectáreas-. Es recién en la segunda década de este siglo que el Estado comienza a tomar iniciativas en este sentido.

Hasta la década del setenta todos los desarrollos se realizan por cuenta del Estado. Con posterioridad comienza un proceso de transferencia de las obras a los usuarios y, esta "privatización" continúa en la actualidad.

Los aspectos más interesantes en la experiencia chilena se relacionan con los cambios ocurridos en los marcos regulatorios de la actividad. Durante el período de mayor injerencia estatal, los cambios ocurridos en la legislación se referían a las formas de financiación de las obras y la apropiación de los costos y beneficios de los mismos. A partir de 1981 se establece un nuevo Código de Aguas que cambia uno de los criterios básicos en la asignación de los derechos de riego. El mismo pasa de estar asignado al predio a estarlo al agricultor, y se permite la libre transacción de los derechos de riego.

Mediante esta modificación de la normativa se estableció un mercado de transacciones de derechos de riego que definió uno de los aspectos más complejos en la administración de este tipo de obras.

El otro aspecto antes mencionado corresponde a la política seguida por el Estado chileno de transferencia de los sistemas de riego al sector privado para que este se encargue de la administración y explotación de los recursos. Sólo quedan en manos del Estado algunas obras consideradas estratégicas ya sea por el área que cubren o por que de ellas depende la provisión de agua a zonas densamente pobladas o de interés nacional.

Junto con ello se ha establecido que el Estado cumplirá un rol subsidiario tratando de impulsar la construcción de nuevas obras dejando en manos del sector privado la actividad en esta área. Teniendo en cuenta este rol el sector público podrá subsidiar la construcción siempre y cuando el sector privado haya manifestado interés en concretarlas.

El riego en Chile, en particular a partir de la década del 80, se caracteriza por su énfasis en el manejo eficiente del agua, a partir del armado de un mercado transparente, y en el uso de esta tecnología para desarrollar cultivos intensivos.

2.2.4. El Riego en Argentina

Argentina es un país excedentario en la producción de alimentos y productos agropecuarios, excedentes basados en la utilización de tierras ubicadas en la Pampa Húmeda. Esta es una zona de condiciones ecológicas óptimas para la agricultura de clima templado.

A pesar de este desarrollo, la superficie destinada a la producción es relativamente pequeña frente a la superficie total del país. Esta baja relación entre potencialidad productiva y las tierras efectivamente explotadas se vincula con dos factores. Por una parte, la existencia en gran parte del país de zonas de clima árido o semiárido; por otra, con la eficiencia de la zona pampeana que transforma en no competitivo casi cualquier emprendimiento fuera de esa región.²

Esto es, la producción de secano en la Pampa impone un límite -la racionalidad económica- a los desarrollos productivos extensivos bajo riego.

Es por ese motivo que en el país se encuentran dos tipos de áreas bajo riego. La primera está ubicada en las zonas áridas y semi-áridas donde la producción bajo riego tiene una larga tradición. En ella se utiliza el riego con agua de subsuelo y con aguas superficiales. En general el sistema de riego es administrado por las autoridades locales que realizan el control y la regulación de los recursos con diferentes niveles de responsabilidad. Este tipo de riego está ampliamente desarrollado siendo su principal destino la producción de vides, frutales, hortalizas y cultivos industriales, es decir, los llamados “productos de las economías regionales”.

La segunda área de bajo riego corresponde al riego complementario desarrollado en la zonas húmedas. Este es el caso del riego en la Pampa húmeda que tiene por objeto mejorar la productividad agrícola reduciendo el riesgo hídrico. Este tipo de riego es bajo la variante tecnológica “por aspersión” utilizándose las tecnologías más modernas.

La captación del recurso en general es subterránea y las obras son privadas y realizadas dentro del predio.

Tal como se mencionó, si bien existe una larga experiencia en este tipo de manejo, su desarrollo amplio se está produciendo a partir de mediados de la década del noventa en consecuencia su impacto aún puede ser considerado marginal.

La característica saliente es que este tipo de práctica se está desarrollando a partir del cambio de paquete tecnológico en la producción. El aumento del uso de agroquímicos -la mayor inversión por cosecha- hace más dependiente el éxito de la cosecha de la apropiada disponibilidad de humedad en los períodos requeridos, en consecuencia la aplicación de riego se convierte en prioritaria para asegurar la rentabilidad de la operación.

² En América Latina la participación de las tierras áridas u semiáridas alcanza al 22,7% de la superficie en tanto en Argentina ese porcentaje alcanza al 61,4%.

El riego en Argentina tiene como característica principal su uso en dos formas bien diferenciadas: para la creación de "oasis" en las zonas áridas y semiáridas del país, y como complemento para una optimización de los cultivos, en la pampa húmeda.

2.3. LAS NUEVAS TENDENCIAS

En los últimos años ha habido un progresivo cambio en la forma de encarar los proyectos de riego. En efecto, las modificaciones ocurridas en la economía internacional afectaron negativamente las inversiones en este sector. Si analizamos la evolución en la inversión en proyectos de riego se pueden encontrar tres fenómenos simultáneos:

- a. *La persistente baja de los precios internacionales de los productos agrícolas:* Desde mediados de la década del 70, luego de la primera crisis internacional del petróleo, comenzó a verificarse una caída tendencial de los precios agrícolas. Este comportamiento fue el resultado del incremento de la producción inducida por
 - i. las políticas de subsidio aplicadas por la mayoría de los países desarrollados y
 - ii. los programas aplicados para alcanzar la autosuficiencia alimentaria por los países en desarrollo. En este último caso los proyectos de riego constituyeron una de las principales estrategias de las políticas agrícolas.
- b. *El aumento de los costos de los proyectos marginales de riego:* En las décadas anteriores se habían realizado numerosos proyectos de riego utilizando las mejores localizaciones. En consecuencia, los nuevos proyectos tienen ubicaciones menos aptas, requieren obras civiles más complejas y en muchos casos se encuentran en áreas con condiciones agrícolas poco adecuadas. Por lo tanto los costos de expansión del sistema de riego son muy superiores a los de las décadas anteriores.
- c. *La crisis fiscal de los países en desarrollo en la década del 80:* La crisis restringió las posibilidades de inversión en obras públicas. En este caso los proyectos de riego fueron afectados notoriamente, ya que suelen requerir inversiones importantes.

Otro elemento que debemos considerar se relaciona con los análisis realizados por los organismos internacionales de crédito, que registraron en sus estudios *ex post* una situación insatisfactoria en los proyectos de riego ejecutados en la última década. Los principales problemas detectados son un alto grado de deterioro en los sistemas existentes, ineficiencia en su funcionamiento y daños de los predios regados por mal uso del recurso.

En consecuencia, en la última década los gobiernos y los organismos multilaterales de crédito redujeron los fondos destinados a la construcción de nuevos proyectos, y comenzaron a definir una nueva orientación en la inversión. Esta nueva orientación se concentró en

- a. la *recuperación de tierras regadas* afectadas por procesos de salinización,
- b. el *mejoramiento de la administración del riego:* disminución de la aleatoriedad en la provisión, optimización en la utilización de los sistemas de riego, etc.
- c. la *rehabilitación de los sistemas de riego existentes,*

d. los *estímulos para la incorporación del sector privado* a la inversión y operación de proyectos de riego,

La nueva orientación en los proyectos de riego abandona el objetivo tradicional, *expandir las áreas regadas*, para centrarse en el *aumento de la eficiencia* en los sistemas existentes.

Los cambios antes mencionados y los ocurridos en el comercio internacional de productos agrícolas, como resultado de la Ronda Uruguay del GATT, hacen pensar que a comienzos de la nueva década se observará un resurgimiento de proyectos agrícolas asistidos por riego.

En ese momento es de esperar que Latinoamérica concentre un número importante de iniciativas, ya que por un lado tiene casi el 23% de su superficie ubicada en zonas áridas y semiáridas, y por otro, como se vio, tiene una baja relación de áreas regadas sobre superficie cultivable. En consecuencia, y como mencionamos antes, podemos suponer que todavía restan proyectos de riego muy rentables en la región; esto es, todavía no habríamos alcanzado la etapa de madurez que tiene Asia, por ejemplo, donde las inversiones rentables son las que generan aumento de la eficiencia de la infraestructura existente. En Latinoamérica puede ser rentable, todavía, aumentar el área regada.

3. EL ROL DEL ESTADO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO

Los proyectos de riego han estado históricamente asociados al tipo de desarrollo de infraestructura realizada por el Estado, y no es extraño que esto sea así. En efecto, si consideramos la naturaleza de los emprendimientos, sus características tecnológicas, los recursos involucrados y la apropiación de los beneficios, parece natural que el Estado sea el único agente capacitado para emprender proyectos de este tipo.

En el caso de los países en vías de desarrollo, la magnitud de las grandes obras de riego aumenta el protagonismo del sector público en su desarrollo y ejecución, ya que a las características antes enunciadas debe agregarse la mayor debilidad relativa del sector privado local, los problemas de pobreza y disparidad de ingresos y el subdesarrollo económico de las áreas agrícolas con déficit hídrico.

En algunos casos la magnitud relativa de los proyectos de riego con respecto a la economía local es tan importante que aún el Estado (fundamentalmente en el caso de países de bajos ingresos) enfrenta dificultades para encarar los desarrollos de riego. Estas limitaciones se relacionan principalmente con la baja capacidad de ahorro doméstico y con la ausencia de conocimientos y habilidades técnico/tecnológicas necesarias para diseñar y ejecutar grandes emprendimientos de riego. En estos casos el sector público desempeña el papel de promotor del proyecto frente a organismos internacionales que son los que asumen el rol de impulsores del proyecto.

3.1. PAPELES HABITUALES DEL ESTADO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO

Dada la naturaleza de los proyectos de riego y los deberes del sector público podemos construir un cuadro de los roles y tareas que desarrolla el Estado en este tipo de emprendimientos:

- a. *Formulador de acciones generales*: Define la política del agua, estableciendo la propiedad de los recursos, y los principales criterios de administración. Mantiene el rol de policía y de diseño de políticas.
- b. *Impulsor de las grandes obras de riego*: Esta tarea puede abarcar los estudios previos, el análisis del proyecto, la construcción (propia o por parte de terceros), la administración (directa, o mediante organismos descentralizados públicos, privados o mixtos), y el financiamiento. En otros casos el Estado puede constituirse en el promotor del proyecto y delegar en un organismo independiente gran parte de las actividades de desarrollo y gestión.
- c. *Impulsor de las obras complementarias y proveedor de la tecnología agrícola*: En ese sentido el éxito del proyecto puede depender de la provisión de infraestructura pública adicional (caminos, telecomunicaciones) o de la actividad de extensión agrícola, que por su naturaleza de bien público o semipúblico difícilmente pueda ser desarrollada por el sector privado. En estos casos actúan las diferentes áreas de la administración con recursos directa o indirectamente relacionados con el proyecto.
- d. *Controlador y evaluador ex-post*: El Estado tiene la responsabilidad de controlar que el proyecto haya cumplido con los objetivos para los cuales fue diseñado. Este control permite la detección de problemas de diseño, funcionamiento, adaptación, etc. que pueden estar afectando los beneficios del proyecto causando su fracaso total o parcial.
- e. *Financista*: El Estado provee los fondos para el proyecto, y para que los agricultores incorporen sus predios al sistema de riego.

En numerosas oportunidades, en particular en la época de los grandes proyectos de riego, todas o gran parte de estas tareas han sido desarrolladas por el sector público. Sin embargo, los malos resultados obtenidos en muchos casos, juntamente con la discusión general acerca del rol del Estado en la economía, llevaron a que las distintas partes involucradas en los proyectos de riego cuestionaran que el Estado asumiera los roles mencionados. Eso ha llevado a una mayor participación privada en el ciclo de proyectos de riego.

La búsqueda de nuevas alternativas de formulación, gestión y financiamiento de los proyectos de riego no debe ocultar que la naturaleza de dichos proyectos (su impacto sobre la comunidad, la existencia de externalidades, su aspecto parcial de bien público o semipúblico, etc.) exigen el mantenimiento del rol del Estado como organismo regulador y de control sobre el uso de los recursos, al menos en tanto los intereses de la sociedad se mantengan difusos.

3.2. RELACIÓN ENTRE LA INTERVENCIÓN ESTATAL Y EL MERCADO

Como mencionamos, en el caso de los proyectos de riego con fuerte participación estatal la experiencia internacional señala la existencia de diferentes tipos de problemas. El principal

es quizás la interpretación, dominante durante varias décadas, de que existe una relación directa entre la realización de obras públicas y el aumento del bienestar de la comunidad. Esta percepción induce a la creencia de que una “gran obra pública” se convierte en el disparador del desarrollo social.

Esta visión impulsa el desarrollo de una serie de proyectos que no siempre están bien evaluados y en muchos casos tienen serios problemas de diseño e implementación, pero que son realizados por motivos “políticos”, esto es, suponiendo que se justifican por su impacto político y como “disparador” de cambios sociales y económicos.

En efecto, la justificación de un proyecto en razones políticas lleva implícita la idea de la bondad de promocionar un área deprimida mediante la transferencia de recursos generada por la construcción de proyectos en los que los beneficiarios no pagan (o sólo lo hacen parcialmente) por la construcción y el mantenimiento de las obras y en los cuales tampoco el proyecto “paga su construcción”.

Esto produce dos efectos. Por una parte, la generación de una “cuña” de recursos entre el beneficio recibido por los “beneficiarios” y el costo del proyecto (que debe soportar toda la sociedad), y por otra parte la falta de seguridad de que las transferencias alcancen su objetivo.

Dentro de este marco de decisión, que privilegia la transferencia de recursos hacia zonas desfavorecidas, se plantea un sistema de asignación del recurso como un *derecho de uso* del mismo. Este criterio elimina cualquier posibilidad de asignar al recurso su verdadero valor económico, y, en el caso particular del riego, lleva a un uso ineficiente del agua.

Los cuestionamientos a los proyectos así originados se agudizan a partir de la década del '80, no sólo como consecuencia de la crítica generalizada a la intervención del Estado en la economía sino por temas específicos del sector riego. Así, diferentes estudios empíricos detectan que los agricultores “beneficiados” por los proyectos de riego, concebidos y operados respondiendo justamente a los incentivos equivocados,

- a. *regaban por encima de sus necesidades y de los requerimientos de los cultivos, generando procesos de deterioro de la capacidad productiva de la tierra,*
- b. *desarrollaban cultivos de bajo valor utilizando un recurso caro y escaso,*
- c. *utilizaban prácticas agrícolas que producían derroche del riego, por ausencia de transferencia tecnológica y*
- d. *alcanzaban con mucha lentitud los objetivos de incorporación de nuevas tierras al riego.*

Esos estudios identifican que una de las principales causas de las prácticas productivas inadecuadas es el sistema de asignación de derechos de riego. La existencia de sistemas rígidos de derechos limita la expansión del área regada en la zona de influencia del proyecto debido a la escasez del recurso, que simultáneamente es dilapidado dentro de la zona regada. En otras palabras, un mal uso del agua a nivel de predio lleva a que no pueda ampliarse el área regada total.

Estos aspectos impulsan la discusión sobre la necesidad de introducir cambios en el entorno legal, institucional y regulatorio, para inducir a una valorización del agua más cercana al costo alternativo. Una de las soluciones encontradas ha sido la creación de *mercados* donde se comerciaran los derechos de agua. En otros casos, debido al tipo de proyecto, se crearon regulaciones que indujeran a los agricultores a utilizar más eficientemente el recurso³.

En ese marco se inscribe la experiencia chilena antes mencionada. La modificación de las normas legales introduciendo un cambio central en el concepto de apropiación de los derechos de riego, en los que el recurso pasa de estar asignado al predio para constituirse en un derecho móvil, introduce dos elementos fundamentales en la racionalidad en el uso del recurso. Por una parte la existencia de un mercado en el cual se transan derechos de aguas - que en sentido estricto es un mercado del agua- permite identificar el verdadero valor de mercado para el recurso. Por otra parte la divisibilidad del mismo permite introducir un criterio de racionalidad en el uso del recurso.

Sin embargo, la “privatización” del agua es sólo el primer paso. Se hace necesario que el marco legal que crea el mercado del agua también considere medidas para evitar los efectos indeseados de los mercados. Esto es, no justifica crear un mercado que no funcione adecuadamente.

El mercado de derechos de riego debe funcionar dentro del uso eficiente de toda la cuenca, es decir, no sólo buscando la eficiencia en el uso de agua para riego, sino la eficiencia en todos los usos del recurso agua: riego, bebida, esparcimiento, etc. Esto es muy relevante teniendo en cuenta que el mercado de los derechos de riego se ocupa de una de las características del recurso agua: el uso que permite considerarlo como un bien privado. Quedan fuera de ese mercado, pero deben ser considerados en el marco general de uso del agua, todos los otros usos del recurso que mantienen las características de bien semipúblico y de bien público (esto es, de bienes que no tienen un precio explícito en el mercado, o que permiten el consumo múltiple, y que por lo tanto no pueden ser asignados eficientemente por un mercado totalmente privado). En consecuencia la necesidad de crear un mercado de derechos con reglas de funcionamiento claras es un condición necesaria para lograr la eficiencia en la asignación del recurso *entre todos los usos alternativos*.

El segundo aspecto se relaciona con el cambio del rol del estado en la promoción de obras de riego. En este caso el Estado pasa de asumir la responsabilidad en el desarrollo completo de la obras a convertirse en un cofinanciador de las mismas. En este caso existe un mecanismo más directo de reconocimiento de las necesidades y solicitudes de los empresarios. En ese sentido, este tipo de cambios institucionales y otros de naturaleza similar (como la privatización de la operación del sistema de riego, eliminando los subsidios en la operación, o el alquiler de tuberías para riego, por ejemplo) constituyen experiencias extremadamente interesantes (Rosengrant y Svedsen, 1993: 30).

³ Se establecieron condiciones de riego, planes de utilización de los recursos, cargos asociados al uso y manejos conservacionistas de la tierra mediante el extensionismo agrícola

Las condiciones necesarias para asegurar un adecuado funcionamiento de los mercados de aguas que balancee los distintos usos de la misma y el rol del Estado con el del mercado son las siguientes (Cepal, 1995):

“Los mercados de derechos de aguas son, en condiciones de regulación y control adecuados, un instrumento idóneo para promover asignaciones más eficientes de los recursos hídricos. Estas condiciones incluyen:

- *Información adecuada;*
- *Legislación idónea y derechos claros y confiables;*
- *Un sistema adecuado de administración, catastro y registro de los recursos hídricos y derechos de agua;*
- *Un sistema eficiente de almacenamiento y conducción de aguas;*
- *Exigencia de uso efectivo y beneficioso;*
- *Escrutinio y control público de las transferencias, con posibilidad de oposición, con normas especiales para sectores con menos educación, información o desventajas culturales.”*

En síntesis, la orientación más novedosa de la política en el área de riego tiende a reservarle al Estado la *definición del marco legal e institucional* y dejar la *operación* y el *control* en manos de la actividad privada.

3.3. ALGUNOS ASPECTOS LEGALES DE LOS PROYECTOS DE RIEGO

Un proyecto de riego debe tener en cuenta dos tipos de análisis legales:

- La estructura legal que regula el uso del agua.
- El marco legal correspondiente a la construcción y operación de las obras de riego.

3.3.1. Aspectos a Tener en Cuenta Respecto del Marco Legal del Uso del Agua

En cada país existen normas que regulan el uso del agua. En general, en los países de nuestra región los aspectos relacionados con la propiedad del agua se encuentran, en forma explícita o implícita, en las normas constitucionales.

Bajo ese paraguas legal existen un conjunto de normas específicas que regulan la propiedad, el uso y aprovechamiento del recurso.

En gran medida el andamiaje legal está desarrollado siguiendo la estructura política del país. En países de naturaleza federal como Argentina y Brasil existe una legislación nacional y diferentes normas y reglamentos de tipo estadual o provincial que se ocupan de aspectos específicos. En países con estructura política unitaria las normas, en general, son de naturaleza nacional.

La legislación específica toma en muchos países el nombre de Código de Aguas. Estas normas especifican los derechos de propiedad y de uso del recurso junto con los derechos y

obligaciones del Estado en sus diferentes niveles (nacional, regional, provincial, municipal, etc.).

En los proyectos de Riego el primer análisis debe referirse a la legislación general y luego a la específica. La definición técnica debe cumplir con las normas existentes aunque estas no condigan totalmente con una lógica económica estricta.

En ese sentido la tarificación, asignación de derechos de regantes, derechos y obligaciones de los entes locales, etc. surgen normalmente de la legislación y afectan significativamente los costos y beneficios del proyecto.

3.3.2. Aspectos a Tener en Cuenta Respecto del Marco del Proyecto

El segundo tipo de consideraciones legales a tener en cuenta en el proyecto se relaciona con las normas que actúan sobre la construcción y operación del proyecto. En ese sentido deben realizarse estudios sobre los siguientes aspectos:

- *Aspectos relacionados con la utilización de espacios privados para la realización de obra pública:* Leyes que regulan las expropiaciones, derechos de servidumbre, etc.
- *Códigos de construcción de obras de riego o de construcciones en general:* Por ejemplo, cumplimiento de normas antisísmicas, normas de seguridad ambiental, etc.
- *Legislación impositiva y normas contables:* Estudio de las normas contables e impositivas que afectan a la construcción y operación del proyecto. En ese sentido aspectos tales como estructura impositiva, estructura de la sociedad que encarará el proyecto, etc., constituyen aspectos con gran influencia en los costos y beneficios del mismo.
- *Normas laborales:* El personal de construcción y operación de la obra se rige por una legislación específica, la que define los requerimientos de mano de obra así como su costo. Los convenios colectivos de la actividad pueden definir planteles mínimos así como salarios de convenio o normas de seguridad laboral. Todos estos aspectos tienen impacto directo sobre el costo de la mano de obra del proyecto y pueden afectar la selección de la tecnología o el diseño de la obra.

4. CARACTERÍSTICAS Y MODALIDADES TECNOLÓGICAS DEL RIEGO

La práctica del riego es común a muchos de los modelos productivos agropecuarios y tiene por objetivo reducir el *stress* hídrico de los cultivos y disminuir el riesgo climático.

Estos objetivos generales se encuentran acompañados de otros que se orientan a expandir las posibilidades productivas a especies de mayor valor, incorporar tierras improductivas, aumentar la productividad de las tierras en uso o cambiar el destino productivo de las

tierras. En ese sentido no es extraño que como consecuencia de los proyectos de riego se pase de actividades pastoriles o agrícolas extensivas a sistemas productivos caracterizados por las intensidad de las tareas.

Desde el punto de vista tecnológico un sistema de riego puede ser dividido en tres secciones: las *fuentes de provisión*, el *sistema de transporte y distribución* y el *sistema de aprovechamiento* dentro del predio o explotación.

4.1. LAS FUENTES DE PROVISIÓN

Si bien un sistema de riego puede estar basado en diferentes fuentes de abastecimiento, en general se identifican tres formas habituales de provisión del recurso: diques y represas, pozos artesianos y cursos fluviales o reservorios naturales.

La construcción de *diques y represas* con el objetivo de convertirse en reservorios de agua constituye uno de los sistemas más importantes de provisión de agua para los sistemas de riego. Este tipo de obra puede tener objetivos exclusivos de riego o pueden tener usos múltiples (generación de energía eléctrica, regulación de caudales, control de crecidas, turismo, piscicultura, etc.). En este último caso el riego compite con los usos alternativos del recurso. Una variedad dentro de las represas son los reservorios de agua de lluvia. Estas obras están destinadas a la provisión de uno o varios establecimientos endicando pequeños cursos de agua o realizando cuencas impermeabilizadas en dentro de los predios o para un conjunto de ellos.

Otros proyectos que se basan en la perforación de *pozos artesianos* para obtener agua de reservorios subterráneos. La estructura del proyecto dependerá de las condiciones geológicas del reservorio, su profundidad, perfil de suelo, etc. Esto definirá la perforación de un número determinado de pozos y un sistema de distribución del agua o la perforación de ubicados en los predios y la provisión de sistemas de bombeo (manuales, mecánicos, etc.). Los pozos artesianos pueden ser desarrollados dentro de los predios (en consecuencia no se requieren sistemas de transporte y distribución hasta la puerta de la finca) o pueden ser colectivos (un pozo o conjunto de pozos riega un grupo de predios, en cuyo caso se requiere un sistema de distribución del agua extraída).

El uso de *cursos fluviales o reservorios naturales* es la tercera gran fuente de agua de riego. En aquellos casos en los que las condiciones hidrológicas y las necesidades del riego lo permiten, el abastecimiento del agua se realiza directamente desde el curso fluvial (río, arroyo, etc.), mediante la realización de bocatomas que desvían parte del caudal al sistema de distribución (canales) o extrayendo el agua mediante bombeo. El sistema de bombeo también se utiliza para la extracción de agua de lagos, lagunas, etc.

4.2. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y DE TRANSPORTE

El sistema de distribución del agua desde la fuente de aprovisionamiento hasta la explotación agropecuaria está definido fundamentalmente por

- a. el tipo de fuente de aprovisionamiento,
- b. las características topográficas,
- c. el tamaño de la zona a ser cubierta por el sistema y
- d. la disponibilidad del recurso.

Estas condiciones definen las características tecnológicas del sistema de distribución a ser empleado.

La experiencia señala que el sistema que finalmente se desarrolla en un proyecto real no siempre es el mejor desde el punto de vista técnico y económico. Las limitantes relacionadas con la capacidad del agricultor de incorporar nueva tecnología y, en la mayoría de los casos, las relacionadas con la presencia y las características del financiamiento condicionan la selección de la opción tecnológica.

Los sistemas más comunes de distribución están constituidos por:

- a. *Canales de riego*: Existen diferentes versiones de canales, pero la primera gran distinción se establece entre canales de tierra y canales revestidos. Los primeros tienen un bajo costo de construcción aunque altos costos de mantenimiento y gran pérdida de agua por infiltración. En el segundo caso existe una amplia variedad de opciones (de concreto, construidos en el lugar, prefabricados, etc.). Estos tienen mayores costos de construcción, mayor vida útil, menores costos de mantenimiento y menor pérdida por infiltración.
- b. *Sistemas de ductos*: La construcción de un sistema de ductos (cañerías) que transporta el agua desde la fuente de aprovisionamiento hasta el predio constituye una variante técnica relacionada con la disponibilidad del recurso, la topografía, el sistema de impulso del agua (bombeo, gravedad, etc.) Este tipo de sistemas, en general, implica un mayor costo de inversión y mantenimiento y una menor pérdida del recurso.

4.3. LA TECNOLOGÍA DENTRO DEL PREDIO

La última etapa en los sistemas de riego es la constituida por los procedimientos de aplicación del agua dentro de las fincas. En términos generales las tecnologías aplicadas dentro de los predios dependen de las siguientes variables:

- a. *Tipo de cultivo*: Cada una de las variedades pasibles de ser cultivadas con riego tienen requerimientos ecológicos en términos de características de los suelos, irradiación solar, humedad radicular, etc. La especie seleccionada presentará un déficit de humedad radicular en determinado período; estos requerimientos definirán a su vez la demanda de agua por unidad de terreno y período del año. El tipo de cultivo define necesidades de riego, pero un análisis de optimización puede establecer el cambio en el tipo de cultivo de la región.

- b. *Condiciones del suelo*: Dentro de esta categoría se pueden incluir tanto las características edafológicas como el perfil del mismo. En ese sentido la capacidad de retención de humedad, la acidez, fertilidad etc., constituyen factores que determinan el tipo de tecnología requerida, el manejo del recurso, etc. Si el área del proyecto está constituida por suelos con alto contenido de arena, su grado de permeabilidad y baja retención de humedad requerirán una mayor frecuencia y menores caudales de riego. Otro aspecto importante es la disparidad de suelos en el área del proyecto. Esta característica puede exigir un manejo muy cuidadoso del recurso, por lo tanto la capacitación específica a los agricultores puede constituirse en un elemento clave para evitar un fracaso del proyecto.
- c. *Características del agua*. El contenido de sales en suspensión, su grado de acidez y su interacción con el suelo definen su aptitud para el riego. En ese sentido el estudio del agua permitirá establecer su utilización máxima sustentable sin afectar las condiciones del suelo. Existe una relación entre la calidad del agua y sus posibilidades de utilización. Si el agua es de baja calidad puede utilizarse como riego suplementario ya que la lluvia permite el lavado de sales neutralizando sus efectos negativos, pero en áreas áridas y semiáridas la calidad del agua debe asegurarse que no se deteriore la calidad de la tierra por salinización, calcificación, etc.
- d. *Disponibilidad del recurso*. Los estudios de pluviosidad, escurrimiento, caudal de los cursos de agua en el caso de los recursos superficiales, así como el caudal de los recursos subterráneos y las características del manejo de los mismos son la base para determinar el tamaño óptimo del proyecto (obras civiles, superficie a regar, técnicas, etc.) En ese sentido, existe una interrelación entre disponibilidad del recurso, tipo de cultivos, tecnología de riego, sistemas de distribución, etc. que se definen en el análisis de rentabilidad del proyecto.
- e. *Capacidad de financiación de las obras*. Las diferentes técnicas tienen asociadas inversiones y costos de funcionamiento diferentes. La elección del sistema de riego no siempre está asociado con su eficiencia sino con la capacidad que tienen las autoridades o el sector privado de financiar las inversiones. Este factor es central en las economías en vía de desarrollo ya que la ausencia de financiamiento obliga a utilizar técnicas ineficientes pero con bajo nivel de inversión. Un factor adicional se relaciona con la tasa de interés existente en la economía en el momento en que se evalúa el proyecto; si es elevada, estimula el uso de tecnología con menores requerimientos de capital y mayores costos operativos, mientras que si es “baja” favorece las inversiones intensivas en capital. La evaluación del proyecto puro (esto es, del proyecto con independencia de la fuente y estructura del financiamiento) debería determinar la alternativa tecnológica óptima para la dotación de recursos existente. La selección de un proyecto de riego es independiente de la obtención o no de financiamiento para realizarlo.

4.4. TECNOLOGÍAS DE RIEGO

4.4.1. Riego por Filtración Superficial

El *riego por filtración superficial* incluye las variedades más tradicionales de riego. Es un sistema donde el agua se derrama por el suelo aprovechando la gravedad. Estas técnicas que se caracterizan por la simplicidad de los diseños, el reducido número de obras civiles necesarias y la utilización de mano de obra de baja calificación, se transforman en uno de los sistemas más comunes de administración del riego dentro de las fincas.

Si embargo, la utilización de estas técnicas no es sencilla si se desea aprovecharla completamente, y requiere ciertas condiciones de permeabilidad, de pendiente de los terrenos, de obras de drenaje, etc. En particular, la condición crítica es que todo el predio reciba la misma cantidad de agua, por lo que debe graduarse la cantidad de elemento para haya un equilibrio entre el avance del mismo y su percolación.

Dentro de las técnicas de filtración superficial se pueden mencionar el riego por surco y el riego por manto.

- a. *Riego por surco*: Desde los canales de acceso al predio el agua se distribuye a través de surcos a lo largo del terreno, infiltrándose en el suelo por el fondo y el costado de los mismos. El tipo de diseño del surco se relaciona con la pendiente del terreno (esta técnica requiere un superficie relativamente plana) y con la permeabilidad de la superficie. Esta modalidad se aconseja “[...] para cultivos sensibles al exceso de humedad en el pie de los tallos, y para aquellos otros que se cultivan en hileras, tales como: maíz, patata, girasol, algodón, remolacha, etc.” (Fuentes Yagüe, 1996: 95)
- b. *Riego por manto*: Mediante esta técnica se deja fluir una cantidad de agua sobre la superficie del terreno, aprovechando la pendiente, en forma de manto. Los suelos retienen una cierta cantidad de agua de la que se desplaza por la superficie. Esta técnica tiene limitaciones: requiere suelos de buena constitución, terrenos con poca pendiente y buenos sistemas de drenaje. Admite dos modalidades:
 - i. *Riego por inundación*: Mediante esta técnica el terreno se divide en canteros cerrados, donde el agua no puede salir. Los canteros tienen pendiente cero, por lo que el agua no se desplaza. Sobre ella se realiza la siembra. Esta técnica no requiere obras importantes dentro del predio y se utiliza, fundamentalmente, en el cultivo del arroz.
 - ii. *Riego por escurrimiento*: En este caso los canteros tienen una ligera pendiente longitudinal, y su extremo puede estar cerrado o abierto. El agua se va desplazando de un cantero ubicado aguas arriba a otro ubicado aguas abajo de aquél.

4.4.2. Riego por Aspersión

Los sistemas de *riego por aspersión* aportan el agua a los cultivos mediante la generación de una lluvia artificial. Este sistema está evolucionando rápidamente mediante el diseño de

diferentes opciones tecnológicas que van ajustando el aporte de agua a las necesidades específicas de los cultivos. Existe una amplia variedad de sistemas pero entre ellos podemos mencionar los sistemas fijos y los sistemas móviles⁴

- i. Los *sistemas fijos* están constituidos por un conjunto de cañerías y aspersores que se mantienen en la misma posición en forma permanente. Existen algunas versiones de sistemas fijos que permiten desarmar parte de las instalaciones de riego y trasladadas a otros emplazamientos. Este sistema tiene altos costos de instalación, por consiguiente es utilizado en producciones intensivas (horticultura, fruticultura y floricultura).
- ii. Los *sistemas móviles* permite un desplazamiento parcial o total de los elementos de riego. En general tienen mejores prestaciones que los equipos fijos aunque requieren mayores inversiones y sus costos operativos suelen ser superiores. Dentro de este conjunto se pueden mencionar diferentes opciones tecnológicas: Cañón Regador Autopropulsado, Regadora Gigante, Pivote Central, Ala Regadora Gigante, Sistemas Laterales Manuales, de Tiro Longitudinal y Rodante. Se utilizan en diferentes tipos de cultivos, incluyendo cereales y oleaginosas.

4.4.3. Riego Localizado

Este sistema de riego es el de mayor eficiencia en la aplicación del agua, ya que entrega los volúmenes exactos y permite adicionalmente el aporte de elementos nutrientes o sanitarios mediante el mismo sistema. Las versiones más sofisticadas del sistema utilizan sensores para ajustar el riego a la humedad óptima medida al pie de la planta. Hay dos sistemas básicos:

- a. *Riego por goteo*: el agua se aplica gota a gota cerca de la planta
- b. *Riego por microaspersión*: “el agua se aplica mediante dispositivos que la echan en forma de lluvia fina, con caudales comprendidos entre 16 y 200 litros/hora por punto de emisión.” (Fuentes Yagüe, 1996: 131).

La desventaja de este método se relaciona con la baja flexibilidad y los altos costos de inversión por superficie regada. Este es un sistema utilizado en zonas áridas para cultivos de alto valor de mercado (fruticultura y horticultura intensivas).

Los diferentes tipos de sistemas de riego explicados aquí son las variantes tecnológicas disponibles al encarar un proyecto de riego. La selección entre las mismas tiene una lógica técnica, esto es, las podemos seleccionar tomando en cuenta los aspectos técnicos de los cultivos a regar. Sin embargo, la formulación y evaluación de un proyecto de riego va más allá. En los capítulos siguientes desarrollaremos los conceptos y técnicas para realizar una evaluación *económico-financiera* del proyecto de riego.

⁴ Cetrángolo, Hugo, y otros: Manual de Riego del Productor Pampeano. Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Buenos Aires. Diciembre 1995.

CAPITULO SEGUNDO: IDENTIFICACION DEL PROYECTO

1. ACERCA DE LA DEFINICIÓN DE PROYECTO

1.1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

La palabra *proyecto* tiene un uso muy extendido en distintas disciplinas. Sin embargo, su sentido está lejos de ser universal. En efecto, *proyecto* se utiliza, en distintos contextos, para significar:

- a. El *diseño* de una obra de ingeniería o de arquitectura, como al hablar del “proyecto de biblioteca”.
- b. La *construcción* de una obra, como cuando se califica coloquialmente a una obra de “proyecto faraónico”.
- c. La *redacción* provisional de un reglamento, como en “proyecto de ley”.
- d. El estado embrionario o primero de un organismo con un ciclo de vida, como al hablar de “proyecto de hombre” al referirse a un niño.

La presente Guía no utiliza el concepto de proyecto en ninguno de esos sentidos de manera exclusiva, sino que los trasciende, al definirlo de manera amplia como *toda alternativa metódicamente diseñada de solución a un problema*.

Un proyecto es un conjunto de actividades planificadas y relacionadas entre sí, que mediante la generación de productos concretos apuntan a alcanzar objetivos definidos: solucionar un problema o aprovechar una oportunidad.

Un proyecto *es un intento de solución de un problema*, en el sentido de que la situación que origina al proyecto, calificada de problemática, debería desaparecer o mitigarse luego de ejecutado el proyecto.

Ejemplo 1

El proyecto como alternativa de solución de un problema

En la provincia X se producen sequías importantes en el verano, cuando más se necesita el agua para los cultivos. En consecuencia, se planteó un proyecto de riego para dar una solución al problema: proveer el agua necesaria en los meses en que la misma falta.

Por otro lado; un proyecto *es una forma de aprovechar una oportunidad* en el sentido de que lo que se detecta es una necesidad insatisfecha del mercado, que puede ser o no problemática, o un recurso sin utilizar, o una manera de hacer mejor las cosas. El proyecto,

entonces, puede satisfacer esa necesidad, o utilizar el recurso o permitir una operación más eficiente.

Ejemplo 2

El proyecto como alternativa de aprovechamiento de una necesidad

En el río Y se construirá una represa para generar energía. El agua, luego de pasar por las turbinas, vuelve al río. ¿No se podría aprovechar el agua para algo, antes que devolverla al río sin uso? Quizás pueda agregarse al proyecto "producción de energía" un proyecto de riego, dado que de todas maneras el agua será embalsada, canalizada y pasada por las turbinas. No es necesario que haya escasez o irregularidad en el suministro de agua para las explotaciones agrícolas de la zona, en la situación previa al proyecto, pero sí aparece la oportunidad de usar el agua de manera más eficiente y de aumentar el rendimiento de los cultivos, a partir de un cambio exógeno al proyecto.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS

Un proyecto, en cuanto tal, tiene una serie de características específicas que lo diferencian de otro conjunto de acciones más o menos ordenadas, que podemos definir como "proceso", y que lo hacen conveniente como forma de organización de la actividad humana para alcanzar objetivos.

- a. *Un proyecto representa un quiebre con respecto a la situación original.* A partir del proyecto se definen dos futuros posibles: una *situación con proyecto*, que es el estado de cosas futuro que sucedería si el proyecto se llevara a cabo; y una *situación sin proyecto*, que refleja lo que sucedería si el proyecto no se hiciera. La conveniencia o no de ejecutar el proyecto surge de la comparación de ambas situaciones.

Un *proceso*, al contrario, es un cambio gradual, en el cual la diferencia entre el estado inicial y la situación se advierte luego de un lapso relativamente largo.

- b. *Un proyecto tiene objetivos concretos y determinados*, que son definidos como una situación futura deseada por el impulsor del proyecto.

Un *proceso* normalmente comienza sin objetivos muy claros, sino solamente con una idea de a dónde se quiere llegar.

- c. *Un proyecto tiene un horizonte de tiempo definido y acotado.* Todo proyecto se define para un cierto horizonte de tiempo, en el cual se supone que pueden alcanzarse los objetivos deseados.

Un *proceso* no tiene normalmente plazos, al menos estrictos, sino que se detiene en el momento en que se considera que el cambio deseado se ha producido o se descubre que así ha sucedido. Ciertos procesos que no son iniciados de manera voluntaria, sino que surgen como expresión de fuerzas sociales, tienen en general una fecha incierta o desconocida de finalización.

- d. *Un proyecto se compone de un conjunto de actividades bien definidas.* En la etapa de formulación del proyecto, se establecen con claridad cuáles son las actividades que deben llevarse a cabo para obtener los resultados deseados. Si bien durante la ejecución

del proyecto se realizan cambios que se apartan del plan original, en un proyecto bien formulado y evaluado esos cambios deberían ser mínimos (dejando de lado modificaciones sustanciales en el entorno del proyecto).

Un *proceso*, por su lado, está de por sí más abierto a desviaciones y modificaciones del rumbo y de las actividades originalmente planeadas, ya que su propia característica de ser “abierto” lo obliga a incorporar las enseñanzas de los éxitos y fracasos que se van logrando en su desarrollo.

Las características de los proyectos hacen que puedan ser formulados con cuidado y evaluados a fin de conocer si serán capaces de solucionar el problema que se enfrenta (evaluación ex ante) o si han alcanzado los resultados previstos (evaluación ex post). De esta manera, si se actuara en forma totalmente racional sólo se harían aquellos proyectos que fueran convenientes, lo que permitiría ahorrar recursos.

La diferencia entre proyecto y proceso es relevante porque ordena la actividad del formulador y evaluador, y permite alcanzar eficiencia en los esfuerzos. Los proyectos y los procesos operan en distintos planos. Un proceso es asimilable a una política de largo plazo, donde se tiene una cierta idea del lugar a dónde se quiere llegar y por qué medios se desea hacerlo, pero no se tienen precisiones ni un control absoluto sobre la situación. Un proyecto, en cambio, debido a sus características de mayor definición, mayor control sobre el mismo y limitación (de tiempo, de ámbito, de alcances), es más predecible y controlable. Así, los proyectos permiten hacer operativos a los procesos.

*Un proyecto es un intento, acotado en el tiempo, el espacio y en sus alcances, de solucionar un problema puntual. Como tal puede ser preparado y evaluado, tanto ex ante como ex post.
Un conjunto de proyectos vinculados entre sí puede componer un proceso de cambio.*

Ejemplo 3

Proyectos y procesos

En una remota región agrícola, un agricultor dejó dos lotes de terreno exactamente iguales a sus dos hijos. Ambos eran ambiciosos y querían progresar, y el regalo de su padre les dio la base para iniciarse.

El mayor tenía la visión de un futuro muy promisorio, que a veces identificaba con un gran establecimiento agrícola y a veces con un emprendimiento ganadero muy exitoso. Otras veces, pensaba en dedicarse a la forestación.

El hijo menor, entretanto, tenía claro que su objetivo era cultivar, procesar y vender las mejores frutas de la región. Tenía una idea precisa de la forma que debería tener su empresa cuando fuera ya importante, y hacia dónde dirigir las ventas.

Ambos hermanos pusieron manos a la obra con esfuerzo. El mayor comenzó enseguida cultivando cereales, luego introdujo riego y pasó a cultivos más rentables, la oportunidad de criar ganado lo hizo dedicarse a la ganadería, pero reservó algunas parcelas para una explotación agrícola. Con esfuerzo y aprovechando oportunidades, al cabo de unos años era el propietario del coto de caza más importante de la región.

Su hermano preparó su empresa con cuidado. Estudió los mercados internacionales de frutas, los aspectos técnicos del cultivo de las mismas en la región, qué requerimientos de costos e inversiones tenía la actividad, y calculó los beneficios esperados. Al comenzar las actividades, tenía una idea clara de la rentabilidad de su emprendimiento, y cuándo llegaría a su objetivo. Tuvo problemas, sinsabores y debió cambiar detalles de su proyecto; pero al cabo de unos años tenía la empresa de producción y exportación de frutas más grande de la región.

Moraleja:

Ambos hermanos resultaron exitosos. La diferencia entre los dos -diferencia que no es "mala" o "buena"- consiste en que el hermano menor preparó, evaluó y ejecutó un proyecto. El segundo tuvo suerte (y visión).

2. EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO: ETAPAS EN LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

El proyecto no es algo que surge definido y "listo para usar" de la mente de quien lo imagina e impulsa. Por el contrario, se lo reformula y evalúa continuamente, desde su concepción inicial hasta que finaliza su ejecución real.

El proceso de análisis y realización práctica del proyecto se denomina "ciclo de vida", para enfatizar que, a semejanza de un ser viviente, el proyecto pasa por un ciclo evolutivo. Este ciclo se compone de tres etapas (ver *Cuadro 2.1.*):

Cuadro 2.1

CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

ETAPA	SUBETAPA	ACTORES INTERVINIENTES	ALTERNATIVAS DE DECISION
PREINVERSION	IDEA	Dueño y/o Impulsor	Rechazar / Demorar / Aceptar. ir a Próxima Etapa
	PERFIL	Dueño y/o Impulsor	
	PREFACTIBILIDAD	Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios	
	FACTIBILIDAD	Socios/Financistas	
	NEGOCIACION	Dueño y/o Impulsor Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios Socios/Financistas	
INVERSION	PROYECTO	Dueño y/o Impulsor Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios	Rechazar / Demorar / Aceptar. ir a Próxima Etapa
	EJECUCION	Socios/Financistas	
OPERACION	PUESTA EN MARCHA	Dueño y/o Impulsor Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios	Rechazar / Demorar / Aceptar. ir a Próxima Etapa
	OPERACIÓN	Socios/Financistas	

- a. *Preinversión*: El proyecto es formulado y evaluado⁵, mientras atraviesa una serie de subetapas. Estas son cuatro: idea, perfil, prefactibilidad, factibilidad, y se diferencian por el grado de desarrollo del proyecto y por los requisitos de información y de detalle de los estudios que se hacen al mismo en cada una (requisitos crecientes a medida que se pasa de una etapa a la otra). Una quinta subetapa, la de negociación (compartida con la etapa siguiente) refleja el momento en que el impulsor principal del proyecto busca socios y financistas, y/o negocia con los beneficiarios los aspectos del proyecto.
- b. *Inversión*: El proyecto, ya con una forma definida y evaluada su conveniencia, es llevado a cabo. En esta etapa se ejecuta la implementación del mismo, que en muchos casos implica una construcción. Comparte con la etapa de preinversión un aspecto de negociación entre los diferentes actores involucrados, indispensable para poner en marcha al proyecto.
- c. *Operación*: El proyecto entra en actividad, durante el horizonte previsto.

En cualquiera de las etapas reseñadas y de las subetapas que la componen, la formulación y evaluación del proyecto lleva a tener que decidir entre tres cursos de acción:

- a. *Rechazo*: el proyecto no resulta conveniente, de acuerdo al análisis realizado con la información disponible en esa etapa/subetapa. En consecuencia, no se sigue adelante con su estudio, ejecución u operación.

⁵ La formulación y evaluación del proyecto la desarrollamos en el apartado 3.

- b. *Demora*: el proyecto muestra ventajas, pero su conveniencia aumentará si se estudia, ejecuta u opera más adelante.
- c. *Aceptación*: el proyecto es conveniente, de acuerdo a la información disponible. En consecuencia, se puede pasar a la siguiente etapa de análisis o comenzar su ejecución u operación.

Asimismo, en cada etapa intervienen distintos actores:

- a. el *dueño* del proyecto: es quien lo ha ideado y lo impulsa. Puede ser un empresario privado, una institución pública, una ONG, etc. Por ejemplo, en un proyecto de riego el dueño del mismo puede ser un empresario agropecuario, una agencia de extensión agrícola, la Dirección de Riego, una ONG que nuclea campesinos, etc.
- b. los *técnicos*: son quienes conocen las técnicas a aplicar en el proyecto, y quienes trabajan sobre la viabilidad técnica⁶ del mismo. En un proyecto de riego, los técnicos pueden ser ingenieros agrónomos e hidráulicos, técnicos en producción agrícola o animal, etc. Es obvio que a mayor complejidad del proyecto, mayor cantidad y diversidad de técnicos se intervienen en el mismo.
- c. los *evaluadores*: son los encargados de efectuar la evaluación económico financiera del proyecto. Desde el enfoque que adoptamos en esta Guía, son los que tienen la responsabilidad de aconsejar si seguir adelante o no con el proyecto. En un proyecto de riego, son los economistas (o ingenieros, etc.) que estiman la rentabilidad que el proyecto tendrá para el dueño del mismo.
- d. los *beneficiarios*: son aquellos que obtendrán los beneficios del proyecto. En la mayoría de los proyectos privados, los beneficiarios son los dueños de los proyectos, pero no sucede lo mismo en muchos proyectos públicos. Así, en un proyecto de riego privado, supongamos la irrigación de un trigal, el beneficiario es el dueño de la propiedad. Si el proyecto fuera público, el dueño del mismo podría ser la Dirección de Riego, y los beneficiarios los campesinos minifundistas de determinada zona.
- e. los *socios o financistas*: son aquellos grupos que intervienen en etapas avanzadas del proyecto, y que aportan normalmente fondos para su realización. Pueden ser tanto *socios* (esto es, grupos que toman parte del riesgo de realización del proyecto y que planean “quedarse” por un plazo más o menos largo en el proyecto) o *financistas*, que sólo toman el riesgo de repago del préstamo y que normalmente “están” en el proyecto por plazos cortos (aunque pueden quedarse por sucesivos períodos cortos). En un proyecto de riego, los financistas son los bancos (privados, estatales o internacionales) que financian parte del mismo.

⁶ Las distintas viabilidades del proyecto se mencionan en el apartado 3.

- f. los *managers*: son quienes tienen la responsabilidad de ejecutar y operar el proyecto, por ejemplo los técnicos que trabajan en la unidad ejecutora de un proyecto de riego público.

El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de etapas por el cual atraviesa el mismo desde que se lo concibe a nivel de idea. Durante ese ciclo, en el que participan diferentes actores, el proyecto se estudia con creciente profundidad a medida que supera etapas, y eventualmente es ejecutado y operado. Sólo los proyectos rentables deberían llegar a las etapas más elevadas del ciclo.

La idea del “ciclo de vida del proyecto” enfatiza el carácter “maleable” del proyecto, en el sentido de que el proyecto está permanentemente en construcción, y por lo tanto requiere recursos durante todo su ciclo de vida. Enfatiza también el ahorro de recursos que se obtiene al permitir que el esfuerzo se gradúe y dirija hacia los aspectos más importantes:

- a. *La evaluación del proyecto es permanente*: En cualquiera de las etapas del proyecto, aún durante su operación, está abierta la posibilidad de evaluar la conveniencia de proseguir con el mismo. Esto es relevante, pues aunque el proyecto haya resultado conveniente en el momento de la evaluación *ex ante* originalmente realizada (esto es, luego de todo el proceso de preinversión) los cambios en el entorno (o errores en la preinversión) pueden motivar que su inversión o su operación no sean convenientes.
- b. *El seguimiento estricto del ciclo de vida ahorra recursos*: Todo proyecto genera y requiere recursos. Durante la preinversión y la inversión es un demandante neto, mientras que en la operación debería ser un oferente neto de recursos. Las distintas etapas y subetapas del ciclo de vida actúan como filtro, de modo que sólo se invierta en o se operen los proyectos que resultan convenientes. Esto ahorra recursos, al evitar que se invierta o comience la operación de proyectos que en actividad se demuestren ineficaces.
- Más aún, al exigir diversos niveles de análisis (idea, perfil, etc.) ahorra recursos de preinversión, al rechazar proyectos que ya a niveles bajos de análisis se revelan como poco convenientes, no merecedores, en consecuencia, de recibir más recursos para estudios en profundidad.
- c. *El seguimiento del ciclo de vida permite al formulador/evaluador ubicarse y graduar el esfuerzo*. El formulador/evaluador de un proyecto puede hacer referencia explícita a la etapa del ciclo de vida en que se coloca. Esto hace que pueda graduar su esfuerzo en cuanto a la búsqueda de información y a la calidad de los resultados a obtener. Así, si se plantea trabajar a nivel de perfil, puede realizar con recursos escasos un muy buen estudio, que resultaría sólo mediocre si planteara su trabajo a nivel de factibilidad. De esta manera también se ahorran recursos.
- d. *La formulación, evaluación y ejecución de un proyecto son una actividad de equipo*: llevar a buen puerto un proyecto rentable, o desechar proyectos malos, es una actividad

que requiere un equipo interdisciplinario. En efecto, los múltiples ámbitos de análisis y la complejidad usual de los proyectos impiden que pueda tratarlos una sola persona.

- e. *La eficiencia del proyecto es consecuencia de la eficiencia de cada una de sus etapas:* Las etapas del ciclo de vida no deben hacernos olvidar que el proyecto las incluye a todas. En otras palabras, el énfasis inadecuado en alguna de ellas conspira contra la eficiencia total del proyecto. En efecto, una preinversión eficiente permite seleccionar los mejores proyectos, esto es, aquellos que tienen una mayor rentabilidad potencial. Pero esta rentabilidad no se hará real si dichos proyectos son mal ejecutados u operados. Por otro lado, un énfasis exagerado en la ejecución y en la operación (impulsado por la tendencia de “hacer obras”) puede llevar a que se ejecuten muy eficientemente proyectos mal diseñados o que no habrían pasado una evaluación *ex ante* si la misma hubiera estado bien hecha.

El ciclo de vida del proyecto da un marco de referencia en el análisis y permite ahorrar recursos, tanto al graduar los esfuerzos (esto es, el nivel de profundidad de los análisis) como, sobre todo,

- *al identificar y rechazar en la preinversión a los proyectos malos y evitar así su ejecución, así como*
- *al poner el énfasis en que la rentabilidad total del proyecto depende de la realización eficiente de cada una de las etapas de su ciclo de vida.*

La aplicación del ciclo de vida a un proyecto de riego la esquematizamos en el Ejemplo 4.

Ejemplo 4

Aplicación del "ciclo de vida" a un proyecto de riego

ETAPA	SUBETAPA		ACTORES INTERVINIENTES	
PREINVERSION	IDEA	Un proyecto de riego para la provincia X	Dueño y/o Impulsor	Dirección Provincial de Aguas (DPA)
	PERFIL	Se estudia el proyecto con distintos niveles de profundidad	Dueño y/o Impulsor	La DPA
	PREFACTIBILIDAD		Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios	Técnicos de la DPA agricultores
	FACTIBILIDAD		Socios/Financistas	Banco Provincial
INVERSION	NEGOCIACION	Se negocia el proyecto con el Gobierno Provincial el Banco Provincial y Organismos Internacionales de Crédito (OIC)	Dueño y/o Impulsor Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios Socios/Financistas	Dirección Provincial de Aguas Técnicos de la DPA agricultores Banco Provincial OIC
	PROYECTO	Se inicia la ejecución se construyen el canal principal y los canales secundarios	Dueño y/o Impulsor Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios	Dirección Provincial de Aguas
	EJECUCION		Socios/Financistas	Técnicos de la DPA agricultores
OPERACION	PUESTA EN MARCHA	Se comienza a distribuir el agua.	Dueño y/o Impulsor	Banco Provincial OIC
	OPERACIÓN	Se van incorporando hectáreas al riego.	Técnicos/Evaluadores/Beneficiarios Socios/Financistas	

3. EL ANÁLISIS DEL PROYECTO

3.1. LAS TRES ETAPAS DEL ANÁLISIS DE UN PROYECTO

El análisis del proyecto que se lleva a cabo en la etapa de preinversión se compone de tres actividades principales: la *identificación* del proyecto, su *formulación* y su *evaluación*.

La *identificación* busca establecer cuál es el problema u oportunidad que será objeto del proyecto, y cuál es la alternativa o alternativas más adecuadas para solucionarlo. Para ello se dispone de una serie de técnicas que explicamos en el apartado 4.1. 4.2 y 4.3.

La *formulación* del proyecto consiste en el "armado" del mismo. Dado el problema a solucionar e identificada la alternativa o el conjunto de alternativas a priori más adecuadas para solucionarlo, la actividad de formulación establece la estructura interna del proyecto: identifica y articula los objetivos principales y secundarios con las actividades y los

recursos necesarios para alcanzarlos; toma en cuenta a los beneficiarios y trata de justificar el proyecto y encontrar su “hilo conductor” interno (esto es, su relación lógica con el problema a solucionar). Desarrollamos más extensamente esta actividad en el apartado 4.4.

La *evaluación* del proyecto, finalmente, busca establecer *a priori* si el proyecto es conveniente o no. Para ello aplica un análisis costo/beneficio, que consiste en comparar los costos y beneficios del proyecto identificados en la etapa de formulación (y otros que puedan surgir de la evaluación) y seleccionar el proyecto que maximice los beneficios netos. Desarrollamos las cuestiones referentes a la evaluación en el punto 4.3.

El análisis de un proyecto implica realizar tres tipos de actividades, que intentan responder a distintos conjuntos de preguntas:

- **Identificación:** *¿Cuál es el problema a resolver? ¿Cuál es, en principio, la manera más adecuada de resolverlo?*
- **Formulación:** *¿Cómo es el proyecto? ¿Qué se quiere obtener con el mismo? ¿Qué recursos demanda? ¿Cómo se relacionan los objetivos y los recursos?*
- **Evaluación:** *¿Cuáles son los costos y beneficios del proyecto? ¿Cómo se ordenan en el tiempo? ¿Son mayores los beneficios que los costos? ¿Conviene hacer el proyecto?*

Estas etapas, que mostramos en su secuencia lógica, se desarrollan en la práctica de manera menos ordenada. Esto es, durante la formulación del proyecto aparecen datos que permiten una mejor identificación del problema a resolver, y aún que lo modifican; durante la evaluación también se ve afectada la formulación e identificación del proyecto, ya que ante resultados poco favorables se puede replantear el proyecto para determinar si con alguna variante se vuelve rentable.

3.2. LOS DISTINTOS ENFOQUES DEL PROYECTO

Un proyecto puede ser visto desde distintos enfoques. Si releemos las preguntas mencionadas en el apartado anterior para cada etapa del análisis, veremos que a cada una se le puede agregar dos preguntas adicionales, que especifican las realizadas antes. La primera pregunta resalta el enfoque *experto*, al preguntarse si el proyecto es *viable desde el punto de vista de cuál de las disciplinas* utilizadas para analizarlo. La segunda muestra el enfoque *sectorial*, esto es, el de los actores involucrados, al demandarse si el proyecto es rentable *desde el punto de vista de quién*.

3.2.1. La Viabilidad del Proyecto Desde el Enfoque Experto

El enfoque *experto* se pregunta acerca del proyecto desde la óptica de las disciplinas involucradas en el mismo. Por ejemplo, en la identificación del proyecto nos preguntamos cuál es el problema. Ahora bien, la pregunta completa es más amplia: *¿Cuál es el problema*

desde qué punto de vista experto? Esto es, ¿hay un problema *técnico, legal, de mercado, económico, financiero?*

Lo mismo sucede con la evaluación. También deberemos preguntarnos desde qué enfoque estamos encarando el proyecto.

Cuadro 2. II

DISTINTAS VIABILIDADES DEL PROYECTO

la VIABILIDAD	Técnica	significa	¿Se puede hacer?	y se resume en la CONVENIENCIA	ECONOMICA	¿Es rentable?
	de Mercado		¿Hay una demanda?			
	Legal		¿Es legal hacerlo?		FINANCIERA	¿Es financiable?
	Administrativa		¿Hay capacidad administrativa?			
	Organizacional		¿Hay capacidad organizativa?			
	Ambiental		¿Es ambientalmente conveniente?			
Política	¿Hay posibilidad política de hacerlo?					

Cada uno de estos enfoques proporciona elementos para juzgar al proyecto desde el enfoque predominante, que es el del análisis económico/financiero. Los aportes de cada punto de vista se originan en los estudios complementarios que sirven tanto para la formulación como para la evaluación del proyecto: desde cada enfoque se identifican y miden costos y beneficios que pueden tener expresión económica y financiera, esto es, que pueden ser valorados en dinero (o, si esto no fuera posible, al menos considerados de alguna manera en la evaluación).

El proyecto puede ser visto desde distintos enfoques expertos; esto es, su viabilidad puede ser analizada desde distintos puntos de vista: técnico, de mercado, legal, administrativo, organizacional, político, ambiental, y sobre todo, económico y financiero. La importancia de los dos últimos enfoques es que resumen los resultados de los análisis realizados desde los restantes puntos de vista.

Ejemplo 5

Distintas viabilidades de los proyectos

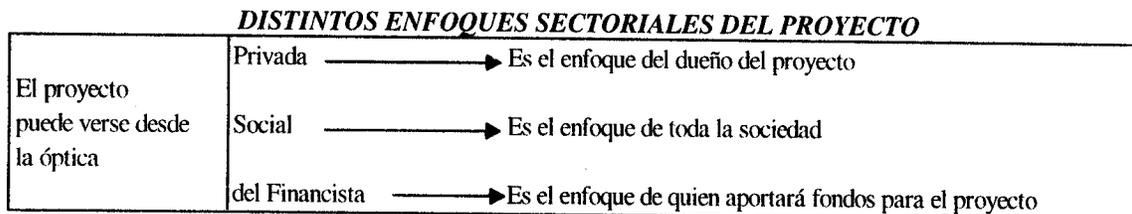
La Dirección Provincial de Aguas (DPA) está preparando un proyecto de riego para los floricultores del pueblo Z. En la formulación y evaluación del mismo se plantea las siguientes preguntas:

1. *¿Este proyecto es viable técnicamente?*: Los estudios realizados muestran que, entre otros factores, la calidad y disponibilidad de agua y el tipo de suelos son los adecuados para el proyecto que se intenta realizar. Además, la tecnología sugerida, riego por goteo, es la conveniente y está disponible en el mercado. El volumen de agua disponible es más que suficiente dados los requerimientos de agua de los cultivos. En consecuencia se trata de un proyecto viable, desde el punto de vista agronómico y de ingeniería.
2. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista del mercado?*: La demanda de flores está en aumento, según los estudios realizados, tanto en el mercado interno como para exportación. El incremento de producción provocado por el proyecto podría ser colocado; más aún, la tendencia que se aprecia en la demanda es hacia una mayor exigencia acerca de la calidad de las flores, lo cual da un justificativo adicional al proyecto. Por otro lado, hay líneas de comercialización ya existentes que podrían utilizarse para canalizar la mayor producción, y capacidad ociosa en los depósitos frigoríficos. Así, desde el punto de vista de la demanda, el proyecto resulta viable.
3. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista legal?*: La última modificación introducida en la ley del Aguas no sólo aumenta las facultades de la Dirección Provincial del Agua para encarar proyectos de riego sino que introduce una serie de medidas que favorecen la instalación de un mercado del agua. Por ejemplo, los permisos de riego no se otorgan más a perpetuidad, sino que son no nominativos (esto es, no están otorgados a nombre de una determinada persona o empresa) y pueden comercializarse libremente. La compraventa de estos permisos se hace en un mercado libre, donde la DPA sólo interviene como árbitro, sin influir en el precio de los mismos. En consecuencia, el marco legal no sólo habilita sino que hace más viable este proyecto.
4. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista administrativo y organizacional?*: En el caso de la DPA, culminó recientemente un proyecto de fortalecimiento institucional con financiamiento externo, que logró, entre otros resultados, aumentar la capacidad técnica y de gestión de la Dirección. La estructura de oficinas de representación, distribuidas por toda la provincia, hacen factible que la DPA llegue a las principales zonas de producción de flores. Por el lado de los productores, la mayoría utiliza técnicas relativamente sofisticadas, con lo cual la adopción de una nueva técnica -el riego- no debería generar resistencias, o problemas por falta de capacidad de gestión. De todas maneras, el proyecto tiene una componente de asistencia técnica para disminuir el riesgo derivado de los aspectos de manejo del sistema de riego y de los diferentes requerimientos técnicos y administrativos que generará.
5. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista ambiental?*: La producción de flores se hace con uso intensivo de fertilizantes. A partir del proyecto, puede motivarse también un cambio hacia el uso de abonos orgánicos, que dañen menos el suelo y que generen menos contaminación hídrica.
6. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista político?*: No se aprecian problemas desde el punto de vista político; más aún, la mayoría de los floricultores son pequeños propietarios casi minifundistas, y un proyecto dirigido a ellos podría tener beneficios políticos importantes.
7. *¿Este proyecto es viable desde el punto de vista económico-financiero?*: Si se consideran los beneficios generados por el proyecto, tanto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto como del productor típico, se advierte que superan a los costos: mayor producción, menores costos por menor uso de fertilizantes, mayor seguridad en las cosechas debido a la menor influencia de heladas, etc. Se advierte que algunos productores individuales, aquellos con explotaciones menores que el promedio, podrían tener inconvenientes en soportar un endeudamiento elevado. Sin embargo, en el conjunto el proyecto resulta rentable.

3.2.2. La Viabilidad del Proyecto Desde el Enfoque Sectorial

El enfoque *sectorial* observa al proyecto desde el punto de vista de alguno de los actores involucrados en el mismo. Así, la pregunta relevante desde este punto de vista es: ¿el proyecto es rentable para los *agricultores*, para la *agencia de extensión agrícola*, para la *sociedad en su conjunto*? Esta distinción en el enfoque desde el cual se formula y evalúa el proyecto es necesaria pues los costos y beneficios relevantes del proyecto varían según el punto de vista desde el cual se lo estudia. Los principales enfoques sectoriales son tres, como se aprecia en el *Cuadro 2.II*:

Cuadro 2. III



- *Privado*: el proyecto se analiza desde el punto de vista del dueño del mismo. El dueño puede ser un empresario privado o una agencia gubernamental, o una ONG, etc. El objetivo final del análisis es establecer la conveniencia económica y financiera privada, esto es, si será más rico al final del proyecto que antes del mismo.
- *Social*⁷: el proyecto se analiza desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto. Aquí se toman en cuenta no sólo los costos y beneficios que afectan al dueño del proyecto sino los que afectan a la sociedad, y de los cuales el dueño puede no enterarse o no resultarle relevante considerarlos (efectos secundarios, derivados, externalidades). No se toman en cuenta, por otro lado, las transferencias entre sectores que genera el proyecto (como los impuestos⁸), ya que para el punto de vista de la sociedad son irrelevantes. El objetivo es ver si la sociedad dispondrá de más riqueza luego del proyecto que antes del mismo.
- *del Financista*: el proyecto se analiza desde el punto de vista de quien prestará fondos para el mismo. Aquí el análisis se focaliza más en la capacidad de repago del proyecto que en la rentabilidad del mismo (si bien ambas cuestiones están relacionadas).

Un mismo proyecto tiene costos y beneficios diferentes según se lo analice desde el punto de vista privado, social o del financista. Por lo tanto, debe estar claro para el evaluador desde el inicio desde qué punto de vista está encarando el proyecto.

Al mismo tiempo, todo proyecto puede ser encarado desde un punto de vista privado, social o del financista. Si el proyecto lo emprende un empresario,

⁷ Denominada también *evaluación económica*, esto es, desde el punto de vista de toda la economía (no confundir con la conveniencia económica mencionada antes) o *evaluación socioeconómica*.

⁸ Las redistribuciones de ingreso generadas por el proyecto, o el hecho de que ciertos grupos sociales capten una parte más que proporcional de los costos o beneficios del proyecto sí pueden incluirse en esta evaluación.

puede evaluarse la rentabilidad del mismo para el dueño y para la sociedad, y si el mismo es financiable privadamente; si lo emprende un organismo estatal, puede evaluarse la rentabilidad desde el punto de vista del organismo o de la sociedad en su conjunto, y si conviene que sea financiado con fondos públicos, privados o con endeudamiento.

Lo que debemos resaltar es que todos esos enfoques son válidos y que todos deben ser tomados en cuenta al identificar, formular y evaluar el proyecto. Finalmente, el evaluador debe hacer prevalecer uno de esos enfoques, según sus necesidades.

Ejemplo 6

Distintos enfoques sectoriales de un proyecto

Un proyecto de riego emprendido por un agricultor privado le reporta a su dueño ciertos costos y beneficios. Algunos costos relevantes son los siguientes,

- inversión en pozos y bombas para extraer el agua del subsuelo,
- construcción y mantenimiento de canales,
- construcción de silos o alquiler de los mismos para acomodar la mayor producción, etc.

Los beneficios más destacados son

- aumento en el nivel de producción,
- cambio a cultivos más rentables,
- menor uso de fertilizantes,
- menor riesgo de pérdida de la misma por heladas, etc.

Estos son costos y beneficios que influyen en la sociedad, pero que básicamente es el agricultor privado quien debe pagarlos (a los costos) y quien los capta para sí (a los beneficios). De la comparación de costos y beneficios resolverá si el proyecto le conviene o no.

Si observamos el proyecto desde el punto de vista de la sociedad aparecen otros costos y beneficios:

- quizás el caudal que deba utilizar el agricultor agote rápidamente el acuífero, que también se utiliza para abastecer de agua potable a un pueblo cercano, lo cual sería un costo;
- por otro lado, el agricultor empleará menos fertilizantes, contaminando menos los campos, lo cual es un beneficio para la sociedad.

El costo del agotamiento del acuífero no es relevante para el agricultor (al menos en el corto plazo), ya que nadie le hará pagar nada por depredarlo (salvo que viva en el pueblo y sufra entonces la carestía del agua potable). En cambio, sí es un costo para la sociedad en su conjunto. Lo mismo sucede con el beneficio: el agricultor privado sólo capta el menor costo de uso de fertilizantes, no otros beneficios derivados de la menor contaminación del terreno.

Finalmente, también quien financiará el proyecto (un banco privado, un banco nacional o un organismo internacional de crédito) tiene sus propios costos y beneficios. Los mismos derivan en parte del proyecto (si éste no es rentable privada o socialmente, en general no es bueno para ser financiado) y en parte de la propia actividad del financista: a qué costo consigue sus fondos, cuáles son sus costos de administrar el crédito, etc.

3.2.3. Relación entre los Distintos Enfoques Expertos y Sectoriales

En esta Guía consideramos que los distintos enfoques expertos (que se respaldan en estudios complementarios) aportan elementos para realizar la evaluación económica y financiera; y nos enfocaremos la formulación y evaluación del proyecto tanto desde el punto de vista privado como social y del financista.

Es obvio también que el proyecto no tiene por qué ser viable desde todos los puntos de vista. Quizás sea técnicamente factible, pero no lo sea legalmente. O quizás falte la capacidad organizacional de la agencia encargada de llevarlo a cabo. Finalmente, y esto suele ser lo más común, un proyecto puede cumplir con todas las viabilidades “primarias” pero no ser rentable desde el punto de vista económico o financiero.

Sólo los proyectos que son viables desde todos los puntos de vista deberían ser emprendidos, pues de otra manera no se estaría optimizando el uso de recursos, ya que al no ser viable en algún aspecto el proyecto no funcionaría en la realidad.

Asimismo, un proyecto puede ser rentable privadamente, pero no desde el punto de vista de la sociedad. O puede ser muy conveniente para ésta, pero no para los financistas, y entonces no hallará una estructura de financiamiento adecuada. Los casos posibles y las soluciones tentativas se resumen en el Cuadro 3.III.

Cuadro 2. IV

**CONVENIENCIA PRIVADA, SOCIAL Y DEL FINANCISTA
CASOS POSIBLES Y ACCIONES GUBERNAMENTALES**

				CONVENIENCIA SOCIAL	
				SI	NO
CONVENIENCIA PRIVADA	SI	¿ES FINANCIABLE?	SI	El proyecto se hace	La sociedad trata de que el proyecto internalice los costos sociales
			NO	La sociedad busca un financiamiento posible	La sociedad trata de que el proyecto internalice los costos sociales
	NO	¿ES FINANCIABLE?	SI	La sociedad busca que los privados capten los beneficios sociales	El proyecto no se hace
			NO	El proyecto no se hace	El proyecto no se hace

Las situaciones más claras son cuando coinciden ambos puntos de vista: si el proyecto es conveniente desde el punto de vista privado y social, conviene hacerlo. En este caso, la falta de financiamiento obligará a la sociedad (vía el Estado) a buscar un esquema financiero adecuado. Si el proyecto fuera poco conveniente tanto para los privados como para el estado, entonces no se haría (sin importar si es financiable o no).

La oposición de intereses surge cuando el proyecto es conveniente desde el punto de vista social pero no desde el privado, o viceversa. En esos casos, el Estado, como representante de la sociedad, deberá instrumentar medidas con incentivos para que el proyecto se haga o no, respectivamente.

En caso de un proyecto que sea conveniente desde el punto de vista social pero no desde el privado, los incentivos tratarán de que el dueño privado del proyecto pueda captar algunos de los beneficios sociales, haciendo rentable el proyecto desde el enfoque privado. En el caso opuesto, se tratará de que el dueño reciba alguno de los costos sociales, para desalentar la realización del proyecto.

Ejemplo 7

Relación entre la conveniencia social y privada de un proyecto

Supongamos el caso mencionado en el Ejemplo 6, y planteemos situaciones diferentes:

Situación 1: Comparando sus costos y beneficios, el agricultor privado llega a la conclusión de que le conviene instalar un sistema de riego. Sin embargo, la Dirección de Riego estima que por el nivel de demanda de agua el proyecto generará escasez de agua para consumo a los tres años de operación. En consecuencia, decide:

- a. Prohibir al agricultor el uso del agua, o
- b. Tarifcar el uso del agua, de modo de llevar a una cantidad socialmente óptima tanto la demanda de consumo como la de riego.

Situación 2: El agricultor privado estima que no le conviene instalar un sistema de riego, dado el costo de la inversión y las perspectivas de los precios internacionales del cultivo. Sin embargo, el ahorro social por el menor uso de fertilizantes que generaría el proyecto hace que el mismo sea rentable socialmente. En consecuencia, la Dirección de Riego decide solicitar al Ministerio de Economía que reduzca los derechos de importación de equipos de riego, de modo tal de disminuir el costo de inversión para el agricultor.

Situación 3: El proyecto de riego es rentable para el sector privado y para la sociedad, pero el "perfil" del mismo no favorece su financiamiento por bancos privados (los beneficios empiezan a ser importantes en el tercer año, por lo que el préstamo requeriría al menos tres años de gracia, que los bancos privados no quieren dar). La Dirección de Riego puede,

- a. Hacer un convenio con el Banco del Estado Provincial para que financie este tipo de proyectos, quizás consiguiendo financiamiento externo,
- b. Avalar a los agricultores frente a los bancos privados.

4. LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1. LA IMPORTANCIA DE IDENTIFICAR BIEN EL PROBLEMA.

La definición del proyecto requiere plantear adecuadamente el problema que se desea solucionar. Este primer paso lógico parecería obvio: conocer cuál es la situación a modificar es un prerequisite para definir y elegir una alternativa de solución. Sin embargo,

es un paso frecuentemente poco elaborado. Consideremos un par de casos, ilustrativos de situación comunes en muchos países.

El primer caso es el de un proyecto público. En una provincia cualquiera, los campesinos minifundistas viven del cultivo de algún producto de cierta aceptación en los mercados. La zona cultivada, quizás una llanura o un valle de altura, es muy dependiente del régimen de lluvias, o de las crecidas estacionales de algún río. En las ciudades próximas, los acopiadores se quedan con gran parte de la diferencia entre el precio que cobra el productor y el precio de venta en los mercados de la gran ciudad. Los ingresos de los campesinos apenas superan la línea de pobreza. En esta situación, el Gobierno promueve un proyecto de riego.

El segundo caso se refiere a un proyecto privado. El dueño de un moderno establecimiento decide que la forma de aumentar la productividad de sus campos es implementar un sistema de riego por aspersión. Tras la consulta de presupuestos a distintas empresas proveedoras, solicita un crédito a su banco habitual, que le es prontamente concedido.

En ambos ejemplos es probable que el proyecto de riego sea, efectivamente, la solución para los campesinos pobres y la manera de aprovechar una oportunidad del productor moderno. Sin embargo, y éste es el punto que queremos resaltar, *también puede no serlo*.

En efecto, quizás los campesinos

- ya tienen un sistema de riego, pero hay resistencias a adoptar la nueva tecnología que conlleva regar los campos. Aquí la solución (el proyecto) sería un programa de asistencia técnica (habría que identificar antes por qué hay esa resistencia al riego).
- tienen los derechos de uso del agua concedidos a perpetuidad, lo que no permite repartir el agua de manera óptima. En ese caso, la solución pasaría por modificar el sistema de derechos de aguas.
- se dedican desde hace décadas al monocultivo. En este caso, el riego sólo motivaría un exceso de producción que podría desplomar los precios.
- sufren las consecuencias de que el régimen de tenencia de la tierra los lleva a operar en una escala que no es económicamente viable, con o sin riego (el aumento de la producción no alcanza para colocarlos en una situación rentable), con lo cual su situación de pobreza no se vería modificada por la existencia de riego en sus campos. La solución debería pasar por un cambio en el mercado de la tierra.

Hay otras opciones posibles, pero el punto está claro: no puede asumirse, *a priori*, que la solución para la pobreza de los campesinos, para que produzcan más y sean más rentables, sea un proyecto de riego. Esta conclusión debería surgir de una identificación adecuada del problema principal que aqueja a la comunidad campesina.

El productor moderno, por otro lado, también puede estar equivocado:

- Quizás el sistema de riego permite aumentar la productividad de sus tierras, pero la inversión no se justifica tomando en cuenta los precios futuros del ganado o de los productos agrícolas o el aumento de productividad que se logrará. Aquí debería evaluarse la conveniencia económica financiera del proyecto. Es probable que pueda lograr mejores resultados mediante la asociación con otros productores, o diferenciando sus productos, o cambiando el tipo de cultivo.
- Quizás sus tierras mejoren con el riego, pero los cultivos que está desarrollando no sean los más adecuados para el tipo de suelos, de manera tal que hacerlos con riego sólo significaría que invierte más recursos para producir el bien inadecuado. Aquí la solución sería un proyecto de riego más un cambio en los cultivos.

Nuevamente, hay más opciones que podrían imaginarse, y la conclusión sería la misma que en el párrafo anterior: nada indica, *a priori*, que la solución de su problema pase por establecer un sistema de riego.

Estos ejemplos apuntan a resaltar el primer concepto básico que se enfrenta quien busca formular y evaluar un proyecto de riego: *la definición adecuada del problema*.

En efecto, los proyectos presentados, como todo proyecto, son alternativas de solución a un problema o alternativas de aprovechamiento de una oportunidad. Siempre es posible, sin embargo, que resulte más conveniente resolver el problema, o aprovechar la oportunidad, de otra manera⁹. Más aún, es posible que lo que en un principio se consideró como el principal problema resulte, luego del análisis, sólo la expresión visible de otro problema más profundo.

En consecuencia, el formulador y evaluador de un proyecto debe comenzar su tarea sin suponer que el proyecto de riego es la mejor o única alternativa para resolver el problema. Su primer paso debe ser preguntarse: ¿cuál es el problema?

El primer paso de la formulación y evaluación de un proyecto de riego es preguntarse ¿cuál es el problema que se desea resolver? (o alternativamente, ¿qué oportunidad se busca aprovechar?, ¿cuál es el negocio).

Un problema mal definido lleva a plantear mal las alternativas de solución (los proyectos), y en consecuencia genera un vicio de origen en las mismas. Este vicio original sesga todo el proceso posterior. Si el origen de la pobreza de los campesinos, o de su baja productividad, no es la falta de agua, entonces el proyecto de riego, aunque esté técnicamente bien formulado y ejecutado, no afectará de la manera deseada el problema original.

⁹ Aquí nos estamos refiriendo a otro proyecto en sentido general. Aún cuando la solución al problema sea un proyecto de riego, queda luego por ver qué tipo de proyecto de riego es el adecuado, lo cual es un problema primero técnico y luego económico.

Un problema mal identificado implica un proyecto mal definido. En consecuencia, por más que luego se lo evalúe y ejecute correctamente, ése proyecto no solucionará el problema original.

4.2. CÓMO IDENTIFICAR EL PROBLEMA PRINCIPAL.

La idea de un proyecto de riego surge normalmente de la constatación de un problema relacionado con la disponibilidad o uso del agua en un área determinada. A veces, como mencionamos antes, este problema no es más que la expresión o manifestación visible de un problema más profundo, la verdadera causa principal a identificar y a intentar solucionar con el proyecto.

En efecto, los problemas o limitaciones que se detectan en un diagnóstico en un área que requiera probablemente una solución de riego (limitaciones de origen geológico, edafológico, hidrológico, orográfico, biológico, o de estructuras de producción o de comercialización, o de condicionantes socioculturales, etc.), son en algunos casos problemas en sí mismo y en otros efectos perceptibles de causas no observables directamente. El objetivo del análisis es identificar si un problema lo es en sí mismo o es efecto de otro, y en ese caso llegar a las causas “últimas”, cuya modificación puede ser (aunque no necesariamente) objetivo de un proyecto.

La identificación del problema a encarar por el proyecto implica determinar a) si es un problema en sí mismo, o b) si es una manifestación de problemas más profundos que hay que identificar.

Podemos dividir entonces al proceso de identificación de problemas en dos etapas: la etapa donde se describen los aspectos del problema y la etapa de jerarquización de los mismos en una cadena de causas y efectos. Cada una de estas etapas tiene una técnica específica para llevarla a cabo.

4.2.1. El Planteo del Problema

La etapa de descripción de los aspectos problemáticos consiste en identificar todas las manifestaciones visibles de situaciones potencialmente problemáticas, a partir de lo que se define como *síntoma principal*. El síntoma principal es aquel que se identifica, *a priori*, como el elemento más destacado del tema a resolver; esto es, lo que en un primer análisis surge como el “problema” que requiere solución.

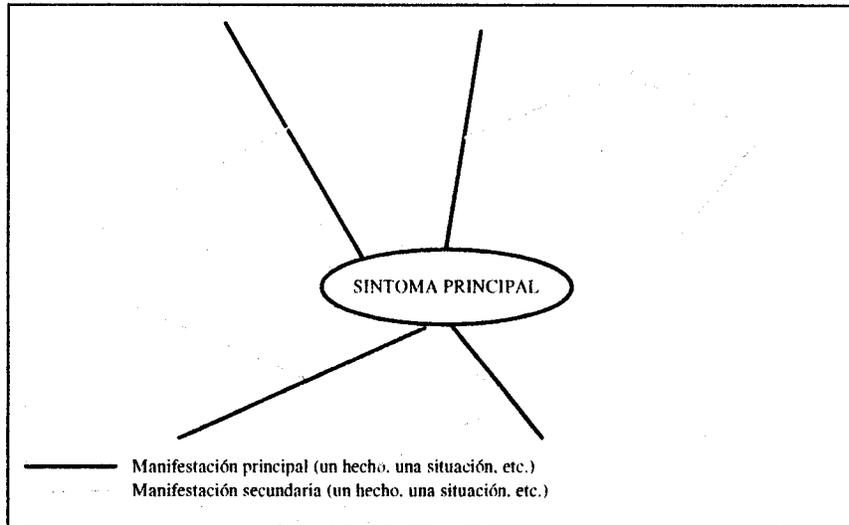
A partir de ese “problema” se van identificando situaciones o hechos que pueden ser posibles causas y efectos del mismo, relacionándolas entre sí de manera relativamente libre. De esta manera se formando lo que se llama un “mapa o araña de problemas” (en sentido estricto, sería un mapa de manifestaciones o efectos).

La técnica del mapa de problemas tiene como objetivo identificar todas las manifestaciones que se vinculan con un "problema" central. Este "problema" es el síntoma que da origen a la idea del proyecto.

Un mapa de problemas tiene un aspecto similar al siguiente, cuya aplicación mostramos en el Ejemplo N°8:

Cuadro 2. V

REPRESENTACION GRAFICA DE UN MAPA DE PROBLEMAS



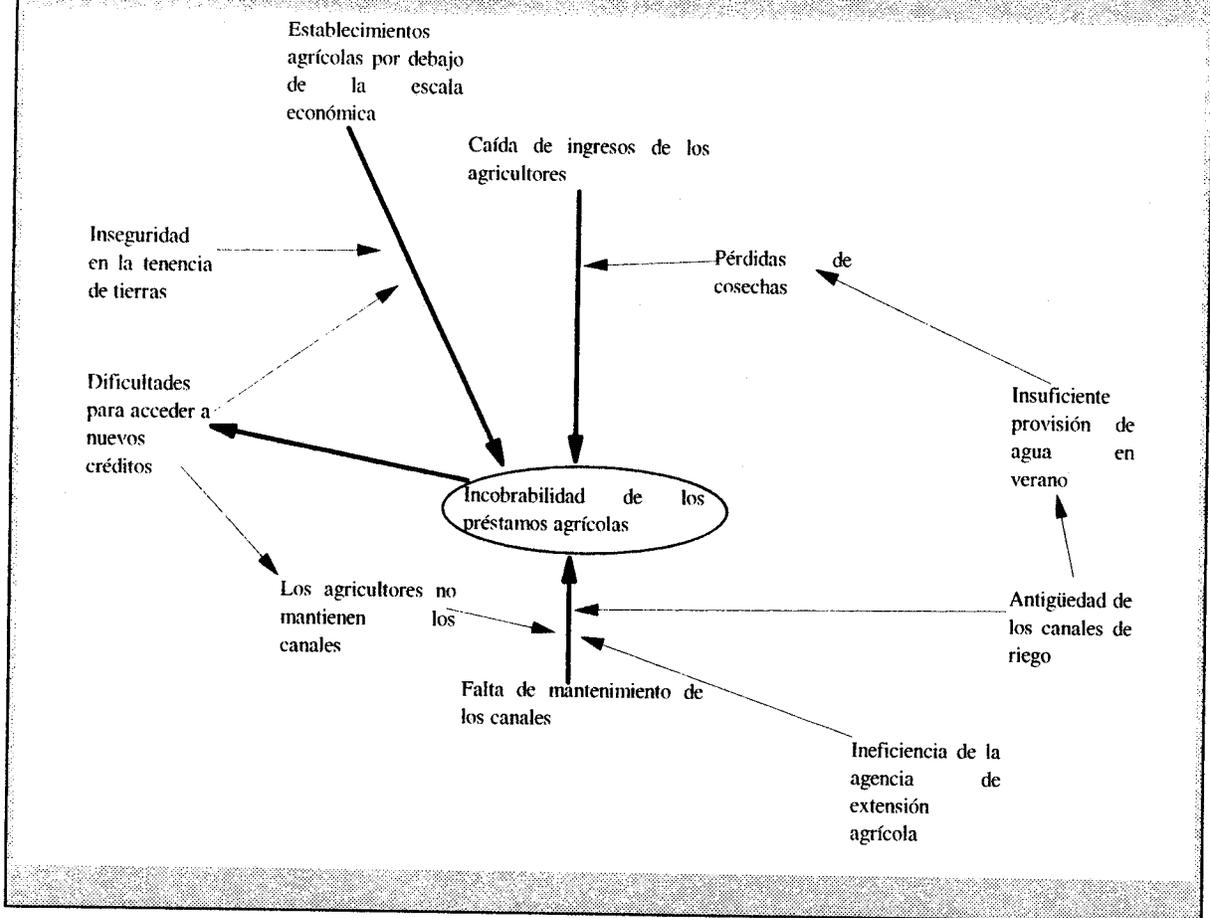
En esta etapa, los hechos identificados no se categorizan necesariamente como causa o efecto; más bien se detecta o señala una relación entre el síntoma principal y otros hechos, y entre éstos y otros de segundo orden. Esta técnica es una ayuda para ordenar el pensamiento, y un primer paso en la jerarquización de las causas y efectos.

Ejemplo 8

El caso de los agricultores endeudados: mapa de problemas

El gobernador de XX está preocupado. En la región ZZ un número creciente de agricultores pequeños y medianos está siendo conminado por los bancos a cancelar sus deudas, tanto las incurridas para compra de maquinaria como las tomadas proceder a la siembra. Hay casos donde el banco ha efectuado la demanda judicial, para poder ejecutar la prenda o la hipoteca. La situación comienza a hacerse crítica y la oposición ha empezado a interesarse en el tema. ¿Habrá algún proyecto que permita resolver este problema, se pregunta el ministro, sin subsidiar directamente a los agricultores?

A medida que medita las distintas cuestiones vinculadas con el endeudamiento de los agricultores, el ministro va armando un mapa de problemas:



4.2.2. Arbol de Problemas: Una Jerarquía de Causas y Efectos

A partir de establecer un “mapa de problemas” se avanza en la comprensión del problema. Un posible resultado de la técnica es identificar otros “problemas centrales”, a partir de los cuales se arman nuevos mapas. En el Ejemplo N°8 surge como un problema central la insuficiente oferta de agua en el verano, al cual se vincula un conjunto de manifestaciones.

El paso siguiente a la confección del mapa de problemas es establecer una jerarquía de causas y efectos entre las manifestaciones del problema que se identificaron en el paso

anterior, o árbol de problemas. Partiendo del problema central se ordenan los efectos y las causas en una jerarquía de acuerdo a la importancia de su relación con el problema central.

La jerarquización de causas y efectos en un árbol de problemas es un método de análisis que permite ordenar las manifestaciones de un problema en una jerarquía, identificando las causas y efectos cercanos y remotos a un problema central.

En la continuación del Ejemplo N°8 se aplica esta técnica.

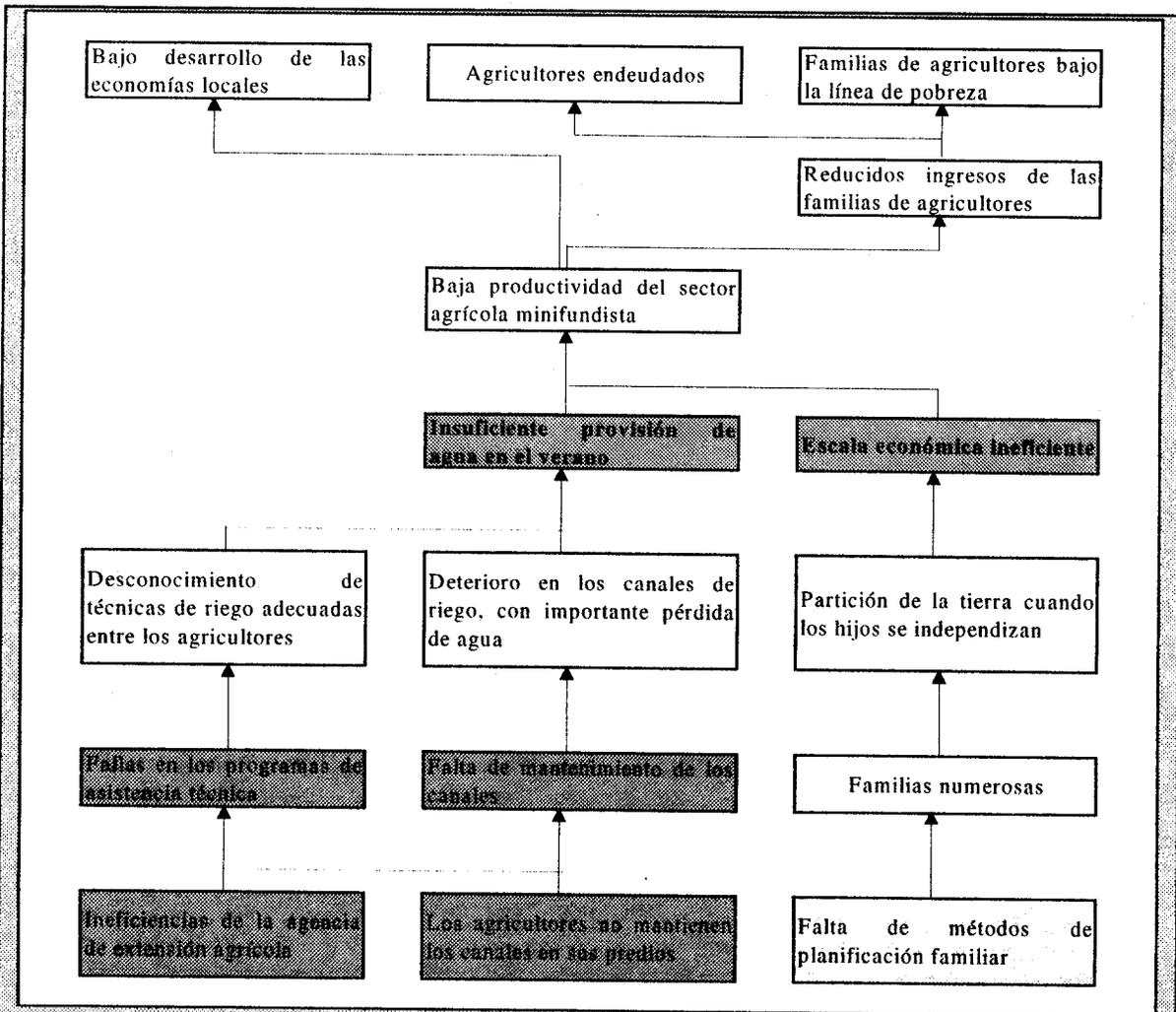
Ejemplo 8 (Cont.)

El caso de los agricultores endeudados: árbol de problemas

El ministro contempló el árbol de problemas y quedó pensativo.

- Pareciera haber dos problemas centrales - murmuró - Por un lado, la escala de producción, por otro, la insuficiencia de agua en el verano. Veamos qué sucede por este lado.

Tomó un papel nuevo y preparó la siguiente jerarquía de causas y efectos:



El tema resultaba más claro ahora. La provisión de agua en el verano y la escala de producción aparecían como dos problemas principales (los marcó con gris oscuro). Ellos tenían como causa otros temas, algunos de los cuales estaban fuera del alcance de este Ministerio, como por ejemplo los problemas de planificación familiar (lo marcó con gris claro, para comentárselo a su colega en la próxima reunión de gabinete).

Sin embargo, otros temas sí estaban en el ámbito de acción del ministro. Con gris intermedio marcó los problemas, para señalárselos a sus técnicos y pedirles alternativas de solución.

4.3. LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Al analizar la realidad a partir de las herramientas señaladas en los apartados anteriores, aparece con mayor nitidez cuál es la estructura general del problema, y qué proyecto puede ser efectivo para su solución.

Las técnicas desarrolladas arriba permiten no sólo clarificar la identificación de la estructura causal del problema (los distintos “problemas”) sino también definir qué aspecto del mismo (qué “problema” en particular) puede ser un objetivo factible de alcanzar. Identificado este objetivo, nos acercamos a la definición del proyecto, ya que el mismo sería el conjunto de acciones para alcanzar a aquél.

4.3.1. El Nivel de Influencia del Proyecto

Una de las ventajas de caracterizar el problema a partir de una jerarquía de causas y efectos consiste en que podemos establecer con claridad cuáles son las causas que pueden transformarse en objetivo de un proyecto y cuáles, por sus características, deben ser encaradas con otro tipo de acciones (programas o políticas). Esta identificación surge de clasificar a las causas del problema central en cuatro niveles:

- a. *Nivel Nacional*: son los problemas que afectan a la nación en su conjunto. En el Ejemplo N°1, uno de los problemas nacionales puede ser la *pobreza*: la existencia de familias cuyos ingresos no superan la línea de pobreza.
- b. *Nivel Sectorial*: son los problemas que afectan a un sector de actividad económica. Parte de los mismos son causa de los problemas nacionales. En el ejemplo citado, el problema sectorial es *la pobreza en el sector agrícola*.
- c. *Nivel Subsectorial*: son los problemas que afectan a un subsector. Estos problemas son la causa de problemas de nivel sectorial. En el ejemplo, un problema de esta categoría es *la pobreza de las familias de agricultores*.
- d. *Nivel de Proyecto*: son los problemas que pueden solucionarse con un proyecto.

Es obvio que un proyecto no puede aspirar a solucionar, en la mayoría de los casos, un problema de nivel nacional, sectorial o subsectorial. Tanto sea público o privado, el proyecto es eficaz si tiene como objetivo la solución de un problema a su nivel.

4.3.2. La Identificación de Alternativas de Solución: Los Proyectos

Una vez que hemos identificado el problema y sus causas principales, y el nivel en el cual el proyecto será útil, la identificación del proyecto significa establecer

- a. cuál o cuáles de las causas que generan el problema central puede tomarse como objetivo del proyecto.
- b. qué alternativa o alternativas pueden hacer desaparecer o mitigar esa causa. Cada alternativa es un proyecto a formular y evaluar.

El aspecto clave de la identificación de un proyecto es establecer cuál es la causa del problema central que puede intentar resolverse con más probabilidades de éxito, y definir un proyecto adecuado para ello. Identificada la causa, surgen alternativas para corregirla: los proyectos.

El proyecto no puede dirigirse a solucionar los problemas de nivel nacional, sino sólo los problemas a nivel de proyecto.

La identificación de alternativas de solución no surge de ninguna técnica en particular. Es un proceso que combina imaginación, información y sentido común. Sin embargo, algunas “recetas” pueden facilitar esa identificación:

- a. *Análisis de situaciones similares*: es probable que una consulta a la bibliografía sobre el problema lleve a descubrir situaciones similares en otras zonas o países. Ahí será posible estudiar qué proyectos se definieron, y evaluar la posibilidad de reproducirlos en nuestro ámbito. Por ejemplo, si nuestro problema es el riego de una zona árida, se pueden tomar ideas de países con grandes zonas áridas en su territorio. Parte de la idea de cooperación internacional se basa en esta posibilidad de replicar proyectos de un país en otros que enfrentan problemas similares. A nivel privado existe la misma posibilidad.
- b. *Uso de las analogías*: en ocasiones, ideas de proyectos pensadas para determinados problemas pueden tomarse como base para diseñar proyectos en áreas distintas. Por ejemplo, el problema que se enfrenta puede ser la dificultad de introducción de la tecnología de riego en una zona agrícola de pequeños agricultores tradicionalistas. Quizás se encuentren soluciones para la capacitación en proyectos de educación dirigidos a beneficiarios de similares características sociodemográficas.

Ejemplo 9

Identificación del proyecto

Intentemos identificar algunos proyectos en el caso del Ejemplo N°8. Una rápida observación permite descubrir que hay varias causas posibles de ser objeto de un proyecto. Al mismo tiempo, esos proyectos pueden ser planteados de distinta manera, dando origen a otros proyectos o subproyectos. Podemos identificar así cuatro proyectos:

- Proyecto 1: Mejoramiento de la red de canales del área afectada
- Proyecto 2: Diseño de un programa de mantenimiento de canales
- Proyecto 3: Fortalecimiento de la agencia de extensión agrícola
- Proyecto 4: Desarrollo de acciones de capacitación en riego entre los agricultores

Los dos primeros proyectos se dirigen a la causa "falta de mantenimiento de los canales". El proyecto 1 busca poner a los canales en estado operativo, de modo tal de disminuir la pérdida de agua. Este es un clásico proyecto de ingeniería. El proyecto 2 busca evitar que concluido el proyecto 1 el área en cuestión vuelva a la misma situación de hoy, diseñando un sistema de mantenimiento de canales. Este proyecto ofrece como producto un servicio, no una construcción.

El proyecto 3 busca fortalecer la gestión de la agencia de extensión agrícola, y es un claro ejemplo de proyecto de fortalecimiento institucional. Finalmente, el proyecto 4 busca disminuir los problemas de riego en los predios, capacitando a los agricultores, en un ejemplo de proyecto de asistencia técnica.

A partir del ejemplo podemos resaltar varios comentarios importantes:

- a. Un problema relativamente "simple" puede dar origen a numerosos proyectos. A medida que profundizamos el problema central y sus causas, surgen variados aspectos a corregir, cada uno de los cuales da origen a uno o más proyectos. De un diagnóstico bien hecho, en consecuencia, pueden ser identificados varios proyectos potencialmente interesantes.*
- b. No todos los proyectos derivados de un problema son igualmente convenientes. No todos los proyectos identificados en el ejemplo deben necesariamente ser rentables. Uno de los resultados de la evaluación es justamente discriminar entre los proyectos buenos y los proyectos malos, y ordenar aquellos desde los mejores hasta los marginales. Así, luego de una evaluación bien hecha, se tiene una cartera de proyectos de distinta rentabilidad, los cuales se ejecutarán de acuerdo a la disponibilidad de recursos.*
- c. Los distintos proyectos vinculados a un problema central no son necesariamente independientes entre sí. Si bien la evaluación de cada proyecto debe hacerse de manera independiente conviene evaluar también la rentabilidad de hacer los proyectos conjuntamente, en especial en los casos como los señalados en el ejemplo, donde se identifican varios proyectos que apuntan a causas diversas de un mismo problema. Es posible que si los proyectos identificados son rentables individualmente, entonces realizados conjuntamente sean aún más rentables, pues los beneficios de uno potenciarán los beneficios del resto. Así, es probable que un programa de mantenimiento de los*

canales sea más eficiente con una agencia de extensión agrícola fortalecida en su capacidad de gestión. Obviamente, también es posible que proyectos rentables individualmente se vuelvan poco convenientes si se ejecutan juntos.

De la identificación del problema es posible que surjan varios proyectos. Esto se refiere tanto a una alternativa de solución de cada una de las causas del problema identificado, como a varias alternativas que se dirigen a una causa en particular. En el primer caso, aparte de la evaluación individual de los proyectos corresponde una evaluación conjunta, para determinar si la rentabilidad de los mismos es mayor o menor al realizarlos juntos que separados.

4.4. DE LA IDENTIFICACIÓN A LA DEFINICIÓN: LA “LÓGICA INTERNA” DEL PROYECTO

La identificación del problema y del o de los proyectos que pueden resolverlo es sólo un primer paso, si bien relevante. Sigue la necesidad de definir el proyecto, o *formularlo*, y finalmente el de evaluarlo. En esta sección mostraremos sobre qué “lógica interna” se formula el proyecto, para continuar con otros aspectos de la formulación y la evaluación en los capítulos que siguen.

La “lógica interna” del proyecto clarifica la relación entre el problema a resolver y las actividades y recursos destinados a su resolución dentro del marco de un proyecto. Esa relación se va explicitando en un proceso que sigue la secuencia *Justificación - Definición - Formulación*:

a. *Justificación del Proyecto:*

Consiste en establecer con claridad por qué es que el proyecto es deseable. La deseabilidad depende del problema u oportunidad identificada.

b. *Definición del Proyecto:*

Es decir, identificar la alternativa más apropiada de solución del problema u oportunidad identificada.

c. *Definición del Objetivo General (u Objetivo de Desarrollo, en los proyectos del sector público):*

El proyecto colaborará en el logro de un objetivo general, sin que sea la única alternativa para alcanzarlo, pues normalmente se requerirán proyectos complementarios. En la clasificación que introdujimos anteriormente, el Objetivo General es un objetivo de nivel nacional (o un objetivo estratégico de largo plazo, en el caso de una empresa privada).

d. *Definición de los Objetivos Específicos:*

Este es el objetivo que sí puede alcanzar el proyecto. Su logro facilitará obtener el Objetivo General.

e. *Definición de los Resultados o Productos a obtener por el proyecto:*

Son los productos concretos que va a generar el proyecto; bienes o servicios que al ser puestos en el mercado permitirán alcanzar los objetivos del proyecto. La especificación de los productos es importante para poder evaluar el proyecto (tanto *ex ante* como *ex post*), pues normalmente son cuantificables (o al menos pueden traducirse a algún tipo de unidad de medida).

f. *Determinación de las Actividades a llevar a cabo para alcanzar los resultados deseados:*

La definición de actividades sirve tanto para establecer qué recursos se necesitan como para poder avanzar en la organización del proyecto; a partir de las mismas se puede establecer qué estructura necesita el proyecto para funcionar.

g. *Definición y cuantificación de los Insumos o Recursos necesarios para ejecutar las actividades:*

Este es el punto crítico. Establecida la deseabilidad de los objetivos y definidas las actividades para alcanzarlos, el paso siguiente es identificar qué recursos se requieren para llevarla a cabo.

El *Cuadro N°2.VI* sintetiza la definición de cada etapa, y agrega las preguntas que deben guiar el cumplimiento de las mismas. Estas preguntas tienen por objetivo ordenar el pensamiento en cada una de las etapas.

Cuadro 2. VI

LOGICA INTERNA DEL PROYECTO

Acción	Definición	Pregunta Guía
JUSTIFICACION es	Determinar cuál es el problema que da origen al proyecto	¿Por qué es necesario el proyecto?
DEFINICION es	Identificar y caracterizar la alternativa/s de solución (el/los proyecto/s)	¿Cuál es la mejor manera de solucionar el problema?
FORMULACION Es establecer con claridad	los OBJETIVOS GENERALES	¿Para qué va a servir el proyecto? ¿Con qué propósito se lo hace?
	los OBJETIVOS ESPECIFICOS	¿Qué debe lograr el proyecto en sí mismo para contribuir al Objetivo General?
	los PRODUCTOS	¿Mediante qué productos concretos, y con cuántos de ellos, cumplirá el proyecto sus objetivos?
	las ACTIVIDADES	¿Cómo, cuándo y por quién se producirán los productos?
	los RECURSOS	¿Con qué recursos se realizarán las actividades?

Si bien la estructura reseñada sigue el desarrollo lógico ideal de un proyecto, en la práctica este proceso no es lineal, sino que avanza y vuelve sobre lo pasado para reformularlo. En efecto, a medida que se va definiendo el proyecto aparecen nuevas preguntas o enfoques sobre las etapas pasadas, lo que justifica volver sobre ellas. Por ejemplo, en la etapa de definición de objetivos puede aparecer nueva información o nuevas facetas del problema, que justifiquen volver sobre la definición del mismo y del proyecto.

En los ejemplos 10 y 11 mostramos una aplicación de la “lógica interna” a un proyecto de riego.

Ejemplo 10

Aplicación de la "lógica interna" a un proyecto de riego

Acción	Definición	Pregunta Guía	Ejemplo
JUSTIFICACION	Determinar cuál es el problema que da origen al proyecto	¿Por qué es necesario el proyecto?	Hay insuficiente provisión de agua en el verano. Eso genera efectos negativos en las producción agrícola y en el bienestar de los agricultores.
DEFINICION	Identificar y caracterizar la alternativa/s de solución (el/los proyecto/s)	¿Cuál es la mejor manera de solucionar el problema?	Proyecto 1: Mejoramiento de la red de canales del área afectada Proyecto 2: Diseño de un programa de mantenimiento de canales Proyecto 3: Fortalecimiento de la agencia de extensión agrícola

Ejemplo 11

Proyecto "Mejoramiento Red de Canales"

PREPARACION	OBJETIVOS GENERALES	¿Con qué propósito se lo hace?	Aumentar el nivel de vida de los agricultores Aumentar las exportaciones agrícolas
	OBJETIVOS ESPECIFICOS	¿Qué debe lograr el proyecto en sí mismo?	Aumentar la provisión de agua en el verano, incrementando a un 85% la seguridad de riego.
	PRODUCTOS	¿Mediante qué productos concretos, cumplirá el proyecto sus objetivos?	Una red saneada de canales de riego.
	ACTIVIDADES	¿Cómo, cuándo y por quién se producirán los productos?	Diagnóstico de la situación actual (hidrológico, edafológico, etc.) Estudios de ingeniería Determinación de las necesidades de los agricultores
RECURSOS	¿Con qué recursos se realizarán las actividades?	Humanos, materiales, financieros	

En el ejemplo se observa que a partir de la justificación del proyecto surgen más de una alternativa de solución. Esto se origina en la definición del problema que se caracterizó con la jerarquía de causas y efectos: dada la existencia de varias causas relacionadas pero no sintetizables en una sola, se justifica la definición de al menos tres proyectos para solucionar el problema central detectado.

Esta es una situación común en la vida real. En efecto, los proyectos de riego, que en gran parte de los casos son principalmente un proyecto de ingeniería (construcción de algo), suelen requerir proyectos complementarios, subproyectos o al menos alguna componente de capacitación de los agricultores, o fortalecimiento de las instituciones vinculadas al riego, etc.

4.5. DE LA FORMULACIÓN A LA EVALUACIÓN: LA “LÓGICA EXTERNA” DEL PROYECTO

Como apreciamos en la descripción y ejemplo del apartado anterior, el proceso de explicitación de la “lógica interna” del proyecto se preocupa principalmente por establecer la pertinencia, los objetivos y los recursos que demanda el mismo. El enfoque del análisis es “constructivo”, en el sentido de que, dado el problema a solucionar e identificada una posible solución adecuada (el proyecto), nos dedicamos a “construirlo” de manera coherente. La “lógica interna” es útil para ordenar el proceso de formulación del proyecto.

Sin embargo, justamente porque el énfasis está en la *formulación* del proyecto, avanza por el lado de la *necesidad* del mismo pero no nos dice mucho, al menos de manera explícita, acerca de la *conveniencia* del proyecto.

La conveniencia del proyecto se mide en términos de la ecuación costo/beneficio del mismo: si los beneficios superan a los costos, entonces el proyecto es conveniente.

La necesidad del proyecto (dada por la gravedad del problema) es la base para su justificación, pero ésta se completa cuando la alternativa en estudio es, además, *conveniente*. En otras palabras, cuando identificamos un problema señalamos que hay necesidad de solucionarlo. A partir de allí identificamos uno o varios proyectos que pueden ser la solución. En ese sentido, todos son necesarios. El *quid* está en que encontremos aquél que es más conveniente *desde el punto de vista de la evaluación en que nos coloquemos*.

La justificación del proyecto se construye en base a la necesidad y conveniencia del mismo.

En efecto, la *necesidad* justifica *identificar y formular* alternativas de solución (proyectos), pero sólo la *conveniencia* justifica el estudio más profundo y la *realización* de alguno de ellos.

El marco de análisis costo/beneficio, desde el cual se hace la evaluación, es una especie de “lógica externa” del proyecto, en el sentido de que toma un proyecto más o menos formulado y se focaliza en la evaluación del mismo. Esto es, mira al proyecto, en parte, “desde afuera”.

Esto no significa que la evaluación sea completamente independiente de la formulación. Por el contrario, al identificar los costos y beneficios de la alternativa en estudio, al preguntarse acerca de la pertinencia de la misma para solucionar el problema, e incluso al analizar el problema para determinar si es el tema central o sólo el efecto de una causa más profunda, el análisis costo/beneficio permite mejorar la formulación del proyecto. El ciclo de formulación y evaluación de un proyecto exige una continua retroalimentación entre las fases: cada una permite revisar a la anterior.

Cuadro 2. VII

ACCIONES A REALIZAR PARA LA EVALUACION DE UN PROYECTO

la EVALUACION consiste en	IDENTIFICAR	¿Cuáles son relevantes?	→	las INVERSIONES, COSTOS y BENEFICIOS del proyecto
	MEDIR	¿Cuántos son? ¿Cuánto "miden"?		
	VALORAR	¿Cuánto valen?		
	ORDENAR	¿Cuándo se producen?		
	COMPARAR	¿Cuáles son mayores?		

Los pasos de la evaluación son los siguientes:

- a. **Identificación:** consiste en establecer cuáles son los costos, beneficios e inversiones relevantes, o sea, atribuibles al proyecto. Como mencionamos más arriba, esa identificación depende del punto de vista desde el cual se haga la evaluación: privado, social o del financista. Surge de la comparación entre la situación “sin proyecto” y la situación “con proyecto”, y su fuente principal son los estudios complementarios (agronómico, hidrológico, de ingeniería, etc.).
- b. **Medición:** Se refiere a la estimación en unidades “físicas” (hectáreas, metros cúbicos, horas/hombre, etc.) de los costos, beneficios e inversiones del proyecto. La fuente de estos datos es también el conjunto de estudios complementarios. Notemos que la formulación del proyecto (el establecimiento de la “lógica interna” que mencionamos arriba) ofrece elementos para la identificación y medición de los beneficios y, sobre todo, los costos y las inversiones. En efecto, al establecer los recursos necesarios para realizar las actividades que llevarán a alcanzar los resultados y objetivos del proyecto, está identificando y midiendo los costos del mismo (al menos parcialmente). Así, si para alcanzar el resultado de “x hectáreas irrigadas en el primer año de operación del proyecto” se requiere la “construcción de un canal principal de z kilómetros”, las especificaciones técnicas del canal indican los recursos necesarios para el mismo (h horas hombre, m toneladas de materiales, etc.) que formarán parte de las inversiones del proyecto.
La medición es un punto delicado en la evaluación, pues algunos costos o beneficios no son medibles o lo son con grandes dificultades. Por ejemplo, en un proyecto de riego, el beneficio social de disminuir la emigración rural hacia las ciudades puede generar

problemas de medición: ¿en qué porcentaje se reducirá la emigración? ¿cuánta gente emigraría sin el proyecto y cuánta con él?, etc.

- c. *Valoración*: Es la traducción de los costos, inversiones y beneficios medidos en unidades físicas a unidades monetarias. Esto posibilitará luego la comparación de todos estos ítems, es decir, comparar cuántas unidades monetarias de costos y cuántas de beneficios genera el proyecto. Para realizar esto se requiere conocer los precios de los distintos costos, beneficios e inversiones. Esto plantea ciertas dificultades, en especial al realizar la evaluación desde el punto de vista social.
- i. *Un primer problema es el de qué precios son relevantes*: ¿los precios de mercado son representativos del costo o beneficio social de los insumos demandados o de los bienes generados por el proyecto? Si no lo fueran, ¿cuáles son los precios sociales relevantes? Existen metodologías de estimación de los precios sociales de insumos y bienes, que llegado el caso deben aplicarse.
 - ii. *Un segundo problema es que algunos beneficios y, en menor medida, costos sociales son difícilmente traducibles en dinero*. Supongamos que un beneficio para la sociedad de un proyecto de riego es que canaliza aguas que de otro modo quedarían embancadas y se transformarían en generadoras de enfermedades. ¿Cómo valorar la mejora en el estado de salud de la población agrícola, derivado de una menor exposición a fuentes de enfermedades? Hay maneras de aproximarse a un monto, por ejemplo estimando la reducción en el gasto en salud que se producirá cuando, con el canal de riego en operación, los campesinos se enfermen menos. De todas maneras, se plantean problemas difíciles de resolver en estos casos.
- d. *Ordenamiento*: Una vez identificados, medidos y valorados los costos, inversiones y beneficios del proyecto, debemos ordenarlos en el tiempo. Esto es, señalar cuándo se producirán y cómo irán evolucionando: debemos establecer una pauta de crecimiento o de decrecimiento de costos, inversiones y beneficios. Por ejemplo, la incorporación de hectáreas al sistema de riego sigue, como se mencionará, una curva logística en forma de S. Eso significa que al principio las hectáreas efectivamente incorporadas crecerán lentamente, y con ellas los beneficios por mayor producción. Más tarde, se acelera la tasa de incorporación, por lo que los beneficios crecerán más rápido y serán mayores. Esta pauta debe estar reflejada en el proyecto.
- e. *Comparación*: Finalmente, debemos comparar los requerimientos de recursos del proyecto (costos e inversiones) con los recursos que genera (beneficios). De esta comparación (hecha por metodologías que más adelante explicaremos), surgirá la conveniencia económica y financiera del proyecto: si los recursos generados son mayores que los insumidos, el proyecto es conveniente. En caso contrario, no lo es, y por lo tanto no debería emprenderse.

Ejemplo 12

Evaluación del proyecto:

Un agricultor quiere evaluar la posibilidad de aplicar riego por aspersión su predio con agua subterránea. Conociendo las técnicas de evaluación de proyectos, prepara una evaluación a nivel de idea:

Identificación:

Las inversiones relevantes¹⁰ del proyecto son las siguientes:

- a. Construcción del pozo
- b. Adquisición de una bomba
- c. Adquisición del sistema de aspersores
- d. Ampliación del silo para almacenar la mayor producción

Los costos de operación relevantes más destacados son:

- a. Mantenimiento del sistema de riego
- b. Mano de obra adicional para la cosecha
- c. Maquinarias adicionales para la cosecha

Los beneficios relevantes que le rendirá el proyecto son:

- a. Mayor producción
- b. Menor uso de fertilizantes (debido a que se hace más eficiente su aplicación)
- c. Menor consumo de agua (por lo mismo)

Medición y valoración:

Nuestro agricultor ha estimado la cantidad de costos y beneficios, y el precio unitario. Con esos datos pudo completar la tabla que aparece al final del ejemplo.

Ordenamiento

Como está trabajando en el nivel de idea, el agricultor supone que todos los años futuros serán iguales, esto es, cada año tendrá un costo de \$10,820 y recibirá beneficios por \$46,200. La inversión, obviamente, la debe hacer en el inicio del primer año.

Comparación:

Cada año le quedaría un beneficio neto de $\$46,200 - \$10,820 = \$35,380$. Este beneficio neto debe compararlo con la inversión inicial, según las técnicas de flujos descontados. Para ello debe estimar una tasa de costo de oportunidad del capital (esto es, cuánto le rendiría colocar \$103,000 en la mejor inversión alternativa) y otros costos aquí no mencionados (por ejemplo, los impuestos)¹¹.

¹⁰ Por inversiones, costos y beneficios *relevantes* entendemos aquellos que son atribuibles exclusivamente al proyecto. En este caso, son las inversiones, costos y beneficios *adicionales* que tendrá el agricultor con el proyecto respecto a la situación sin hacer el proyecto. Por ejemplo, aquí se considera el costo de la mano de obra adicional que empleará en la cosecha, no el de toda la mano de obra.

¹¹ Las técnicas para evaluar los proyectos utilizando flujos descontados, cómo armar y proyectar el flujo de fondos del proyecto, los indicadores de rentabilidad y temas relacionados se ven más adelante en esta Guía.

Ejemplo 12 (Continuación)

Evaluación del Proyecto: Detalle de Inversiones, Costos y Beneficios

	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Inversiones				
a. Construcción del pozo	60	metros	\$ 600	\$ 36,000
b. Adquisición de una bomba	1		\$ 2,000	\$ 2,000
c. Adquisición del sistema de aspersores	1		\$ 5,000	\$ 5,000
d. Ampliación del silo para almacenar la mayor producción	200	metros	\$ 300	\$ 60,000
Total Inversiones				\$ 103,000
Costos				
a. Mantenimiento del sistema de riego (combustible, etc.)				
Combustible	22,000	litros/año	\$ 0.21	\$ 4,620
Reparaciones y varios		\$/año		\$ 2,700
b. Mano de obra adicional para la cosecha	100	horas/hombre	\$ 20	\$ 2,000
c. Maquinarias adicionales para la cosecha	50	horas/máquina	\$ 30	\$ 1,500
Total costos anuales				\$ 10,820
Beneficios (para 60 hectáreas)				
a. Mayor producción	20	quintales/ha	\$ 14	\$ 16,800
b. Menor uso de fertilizantes (debido a que se hace más eficiente su aplicación)	0.1	tons./ha	\$ 100	\$ 600
c. Menor consumo de agua (por lo mismo)	1,200	m ³ /ha	\$ 0.4	\$ 28,800
Total beneficios anuales				\$ 46,200

CAPITULO TERCERO: DEFINICION DE LA SITUACION ACTUAL

1. IMPORTANCIA DE DEFINIR LA SITUACIÓN ACTUAL

En el capítulo anterior enfatizamos la conveniencia de una adecuada definición del problema como condición necesaria para lograr formular y evaluar un proyecto viable (en todos los sentidos de su viabilidad). A su vez, la definición del problema se basa en dos condiciones previas:

- a. un *conocimiento de la realidad* suficientemente profundo, obtenido a partir de un diagnóstico bien definido y ejecutado, y
- b. un adecuado *análisis de los datos*.

Esta segunda condición la desarrollamos, desde un punto de vista de la estructura lógica y de las técnicas que guían la identificación del problema, en el Capítulo 2. En consecuencia, en éste capítulo corresponde establecer cómo realizar un diagnóstico útil; esto es, qué datos recolectar y con qué objeto.

Un diagnóstico bien realizado provee la base para lograr un proyecto eficiente: permite definir correctamente el problema, establecer la situación actual e identificar las tendencias futuras.

El objetivo del diagnóstico es establecer cuál es la situación actual sobre la que actuará el proyecto. Los datos así obtenidos se utilizan:

- a. para la definición del problema
- b. para la definición de la situación base del proyecto
- c. como límite de la confiabilidad de los estudios

1.1. USO DEL DIAGNÓSTICO PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El estudio de la situación actual, como ya se mencionó, permite establecer cuáles son las limitantes que tiene el desarrollo de la región en estudio. A partir de esa identificación se puede definir el problema: el diagnóstico permite caracterizar las causas y efectos de las limitantes encontradas.

Conocido eso, podemos establecer las alternativas de solución, esto es, los proyectos, alguno o varios de los cuales pueden ser proyectos de riego.

1.2. USO DEL DIAGNÓSTICO PARA LA DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN BASE DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se hace a partir de comparar la situación actual con la situación generada por el proyecto. Esto es, se busca ver cómo sería el “mundo” si el proyecto no se hiciera y cómo si el mismo se realizara. De la comparación de ambos futuros posibles surgirán los costos y beneficios atribuibles al proyecto.

Ahora bien, la definición de la situación “sin” proyecto parte de la situación actual y la proyecta en el tiempo, de acuerdo a determinados supuestos. Sin embargo, la situación actual que se proyecta no es exactamente aquella que se aprecia en el diagnóstico original, sino que, tomando como base la situación actual, se la *optimiza*. Esto es, se incluyen aquellas acciones “mínimas” que hagan más eficiente a la situación actual. De esta forma, en la comparación con el proyecto se atribuyen al mismo sólo los beneficios generados por él.

1.3. USO DEL DIAGNÓSTICO COMO LÍMITE DE LA CONFIABILIDAD DEL PROYECTO

Finalmente, establecer con precisión la situación actual influye en la confiabilidad de los estudios posteriores. En efecto, la formulación y evaluación del proyecto no puede ser mejor ni más confiable que los datos en los que se basa. De esta manera, en una situación en la que los datos sean pobres, debería formularse y evaluarse el proyecto sólo a niveles de perfil, y aún así en condiciones poco confiables. La alternativa es, obviamente, generar datos propios, pero aún éstos no compensan a estadísticas poco confiables.

Ejemplo 13

A partir del diagnóstico socioeconómico realizado en el Departamento D se encontraron las siguientes características:

- Mortalidad infantil por encima del promedio nacional
- Proporción de ancianos elevada
- Más del 40% de la población estaba bajo la línea de pobreza
- La población se dedicaba principalmente al cultivo de caña de azúcar, en minifundios
- La distribución de lluvias era altamente irregular

Se pudo así identificar que la pobre productividad del Departamento, motivada por la mala disponibilidad de agua, unida a un mercado del azúcar sobreofertado, generaban una situación económica poco favorable. A su vez, la situación económica era una de las causas de los problemas sociales que afectaban a la región: migraciones, envejecimiento de la población, mortalidad infantil, pobreza.

Entre otros proyectos, en el sector agrícola se propuso un proyecto de riego, a partir de la canalización del río R, que permitiría no sólo mejorar la disposición de agua de la zona sino también orientar la actividad agrícola hacia cultivos más productivos. A fin de comparar el proyecto con la situación actual, se estudió la optimización de la misma. Esta optimización consistiría en la ejecución de ciertas acciones que mejorarían la situación actual sin requerir grandes inversiones:

- Mayor horario de atención en los puestos de salud del Departamento
- Detención de un tren en la estación E, que permitiría una salida más barata y eficiente de la producción local. Actualmente el tren no se detiene en E.

Los datos hidrológicos y edafológicos recogidos para el diagnóstico eran incompletos y poco confiables, por lo que el proyecto pudo plantearse sólo a nivel de perfil.

2. AREAS RELEVANTES EN UN PROYECTO DE RIEGO

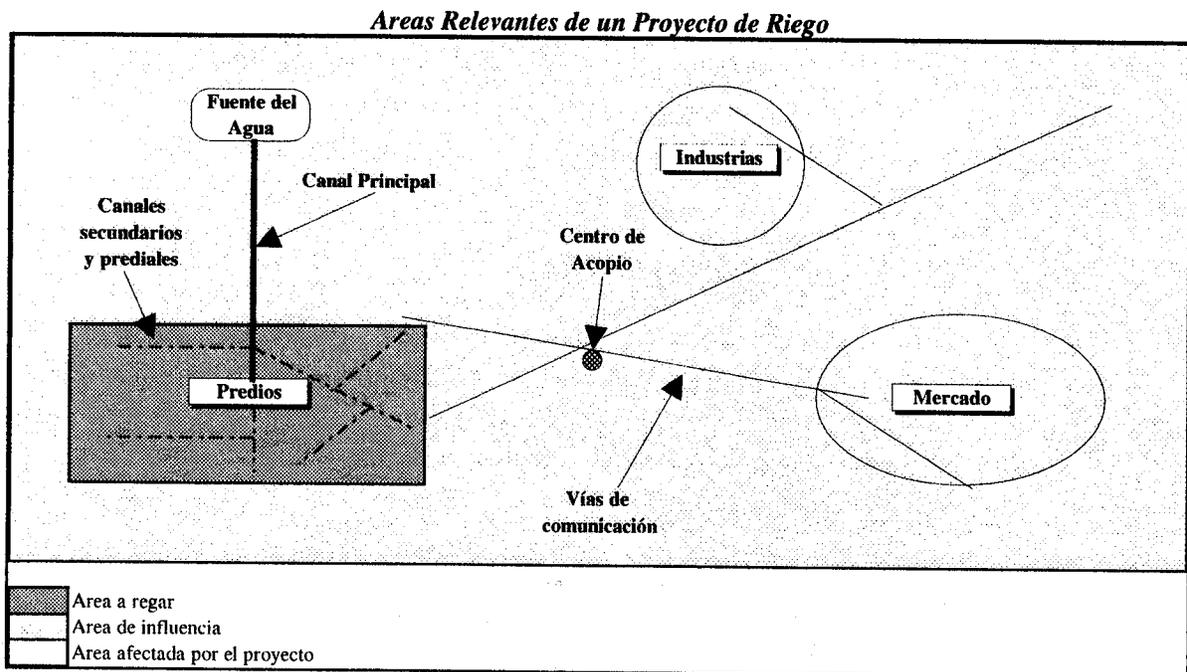
2.1. DEFINICIÓN DE LAS AREAS RELEVANTES

Antes de describir los pasos y los estudios complementarios que requiere la determinación de la situación actual debemos definir el ámbito geográfico a estudiar. Esto es, definir qué áreas son relevantes para el proyecto, y por lo tanto cuál es el alcance geográfico del diagnóstico y de los estudios complementarios.

Hay distintas clasificaciones, de variado grado de complejidad. En esta Guía adoptaremos una clasificación sencilla de tres categorías:

- Área a Irrigar:** Es el área que recibirá el agua, tanto si antes la misma no estaba irrigada como si se trata de una extensión de un área que ya cuenta con riego. Aquí es donde se focaliza el proyecto, y donde se reciben los beneficios directos del mismo.
- Área de Influencia:** Es el área que va a ser afectada por el proyecto de riego, a pesar de que no lo reciba directamente.
- Área Afectada por el Proyecto:** Es la suma de las dos áreas anteriores, y su límite señala la máxima influencia geográfica del proyecto.

Cuadro 3.1



El diagnóstico se realiza sobre el *área afectada por el proyecto*. Si bien *a priori* pareciera haber cierta circularidad lógica en esa afirmación, ya que para definir el problema y el

proyecto debemos acotar un área de estudio y la misma se define por el alcance del proyecto, dicha circularidad se salva si enfocamos el tema de manera secuencial.

En efecto, las primeras manifestaciones del problema se referirán a un área determinada, definida normalmente por su división política o legal (v.g., sequías periódicas en el municipio M o en el predio del agricultor Fulano). El primer diagnóstico ofrecerá datos para definir el problema y las alternativas de proyecto, dando una estimación del área a irrigar y del área de influencia. A medida que se avance en la formulación y se tomen decisiones acerca del tamaño del proyecto se requerirá un diagnóstico más profundo, y entonces se establecerá con más detalle cuál es el área total afectada por el proyecto, y dentro de ella las áreas de influencia y a irrigar efectivamente. Esto llevará a recalcular los costos y beneficios, y eventualmente el tamaño del proyecto.

Las áreas relevantes para el proyecto se relacionan estrechamente con el tamaño del mismo. Una primera aproximación al área a irrigar y al área de influencia llevará a estimar un tamaño del proyecto; el análisis de los costos y beneficios derivados de esa escala, más un diagnóstico profundo de las áreas relevantes permitirá redefinir el tamaño y por lo tanto el área relevante.

2.2. ¿CÓMO DETERMINAR CUÁL ES EL ÁREA A IRRIGAR?

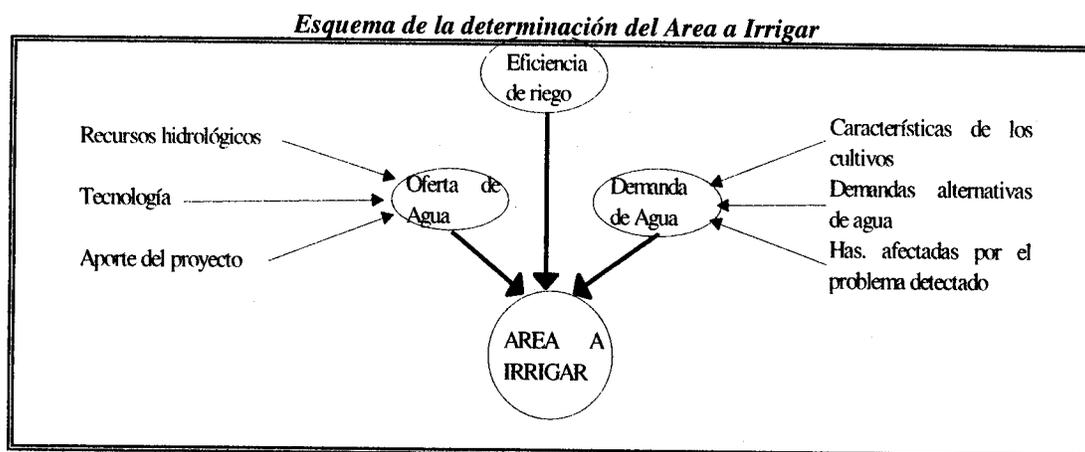
El área a irrigar depende de

- a. *la oferta de agua*: a mayor oferta de agua, más grande es el área es potencialmente irrigable. En el extremo, dada oferta suficiente, el límite del área a irrigar estaría dado por
 - i. *el área agrícola útil*, esto es, el total de tierras arables de una determinada jurisdicción política, si se trata de un proyecto de riego encarado por el Estado, o
 - ii. *los límites del predio*, si se trata de un proyecto encarado por un productor individual.
- b. *La demanda de agua*. Esta depende de los requerimientos de los diversos cultivos a abastecer, de las condiciones del área, las técnicas empleadas, etc..
- c. *La seguridad de riego*: Este concepto mide la probabilidad de que una superficie reciba el agua adecuada en x% de los años que se riega. Si disminuimos la seguridad de riego, mayor es el área a irrigar.
- d. *La eficiencia de riego*. Como vimos, la eficiencia de riego mide cuánta agua llega efectivamente a los cultivos. A mayor eficiencia, dadas una oferta y demanda de agua, mayor superficie a irrigar.

De la comparación entre la oferta generada por el proyecto, la demanda identificada y la seguridad de riego es posible establecer la cantidad de hectáreas que pueden regarse. Ese dato técnico lo debemos comparar con el total de hectáreas afectadas por el problema que dio origen a la idea del proyecto, según surge del diagnóstico. De la conjunción de estos elementos se define el área a irrigar.

Como surge del *Cuadro 3.II*, la determinación del área a irrigar depende de varias variables. Ahora bien, es posible, sobre todo a nivel de predio, establecer a priori el área que se desea sea irrigada, y dejar como incógnita, por ejemplo, la seguridad de riego, o la cantidad de agua que recibirá cada hectárea (véase el Ejemplo).

Cuadro 3. II



Como veremos más adelante, lo anterior no significa que se deba abastecer toda la demanda, ni que, en consecuencia, el proyecto deba ser tan grande como sea posible. Se puede definir un área a irrigar menor que el área donde se definió el problema, bajo consideraciones de que no resulta conveniente abarcarla toda.

En la evaluación a nivel de predio, esto es, desde el punto de vista del productor individual, el área a irrigar se determina en base a los mismas variables, con la salvedad de que los límites del predio son claramente los límites del área a irrigar. Además, en el caso del agricultor individual toma cierta preeminencia el tipo de riego a efectuar. En efecto, si se desea abastecer la demanda total de agua conviene dirigir el riego básicamente al cultivo para el cual fue diseñado, mientras que si busca cubrir la demanda más probable del momento crítico es posible regar todos los cultivos. Esta decisión se basa en que las ganancias de rendimientos son superiores a los costos (en general) en el segundo caso, mientras que en el primero se debe tener toda el agua disponible para el cultivo principal (Cetrángolo, 1992: 31). Volveremos sobre este tema más adelante.

Ejemplo 14

Determinación del área a irrigar

Supongamos que un agricultor desea introducir riego en sus campos. Puede disponer de un caudal de 130,000 litros/hora de un pozo realizado al efecto, que opera las 24 horas. Está cultivando maíz, el cual requiere una lámina de riego diaria de 4.94 mm durante su período crítico.

La cantidad de hectáreas a irrigar dependerá entonces de su eficiencia de riego y de la seguridad de riego deseada. Supongamos que el agricultor puede regar con una eficiencia del 95% o del 75%, y con una seguridad de riego del 85% o del 65%. Entonces, la cantidad de hectáreas a irrigar serán las que se muestran a continuación:

Eficiencia de riego		95%	95%	75%	75%
Oferta de agua	m ³ /hora	130	130	130	130
Horas		24	24	24	24
Total oferta diaria	m ³ /día	3,120	3,120	3,120	3,120
Oferta de agua con eficiencia de x%	m ³ /día	2,964	2,964	2,340	2,340
Requerimientos agua diarios	m/día	0.00494	0.00494	0.00494	0.00494
Seguridad de riego		85%	65%	85%	65%
Requerimientos agua con seguridad de x%	m/día	0.00420	0.00321	0.00420	0.00321
Superficie a regar		71	92	56	73

2.3. ¿CÓMO DETERMINAR EL ÁREA DE INFLUENCIA?

La determinación del área de influencia se basa en parte en la definición dada al área a irrigar y en parte en la estructura económica de la región en estudio.

En efecto, a mayor área a irrigar, mayor será el área de influencia. Sin embargo, lo que define a la misma es su relación con las actividades productivas y posteriores a la cosecha. Entonces, serán áreas de influencia del proyecto:

- Las *áreas de acopio* de los productos generados por el proyecto (v.g., silos, galpones, etc.).
- Las *áreas de transporte del agua*, esto es, aquellas por donde pasen obras de riego aunque no sean regadas (por ejemplo, un canal que vincula el lago de una represa con el área a irrigar).
- Las *áreas de procesamiento*, donde se industrialicen los productos agrícolas y pecuarios generados con el proyecto de riego (plantas clasificadoras de frutas, molinos, etc.)¹².
- Las *áreas de transporte* de dichos productos.

¹² Es obvio, empero, que si los bienes agrícolas generados en el área a irrigar son vendidos sin procesar e industrializados a mucha distancia de la misma, o en el extranjero, esas áreas de procesamiento no deberían ser consideradas dentro del área de influencia del proyecto, por más que se sentirán los efectos del mismo.

- e. *Las áreas urbanas y semiurbanas vinculadas al proyecto*, como mercados, lugares de habitación de productores y trabajadores y lugares de procesamiento y transporte de los productos.

El área de influencia del proyecto depende, sobre todo, de la *escala* del mismo. Es obvio que un proyecto de riego de un productor individual que posee doscientas hectáreas tendrá un área de influencia mucho más limitada (reducida a la parte del predio que no se riega, o superpuesta al área de riego si se irriga todo el predio) que un proyecto impulsado por el Estado, que irrigará diez mil hectáreas que cubre tres municipalidades.

En ese último caso, el área de influencia del proyecto puede ser muy significativa. Llevando al extremo el razonamiento, en países como Costa Rica, donde el 42% de la superficie está bajo riego y la superficie total del mismo es reducida, un proyecto masivo de riego tendrá como área de influencia todo el territorio nacional.

3. CÓMO HACER UN DIAGNÓSTICO ADECUADO: ESTIMACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO.

Un proyecto de riego surge normalmente para cubrir un déficit de agua, esto es, una diferencia entre los requerimientos o demanda de agua y los recursos disponibles u oferta de agua. En consecuencia, un enfoque adecuado para guiar el diagnóstico es el de establecer la oferta y la demanda de agua en el área de influencia del proyecto.

Los factores que influyen en cada una varían ligeramente cuando analizamos un proyecto de riego a nivel “macro” (esto es, un “gran” proyecto de riego impulsado por el Estado) respecto de un proyecto de nivel “micro” (un proyecto encarado por un productor individual). Sin embargo, esas diferencias son más de tamaño que de grado. En lo que sigue, estableceremos los factores que influyen en la oferta y demanda de riego a nivel macro, para aclarar a continuación las diferencias que surgen cuando se evalúa un proyecto micro.

3.1. OBJETIVOS Y METODOLOGÍAS

El diagnóstico se hace con cuatro objetivos:

- a. *Establecer cuál es el problema principal* que enfrenta en la actualidad el área en estudio (ver Capítulo 2).
- b. *Establecer la oferta y demanda de agua para riego*, de manera tal de poder dimensionar el proyecto, sus costos y beneficios.
- c. *Identificar las medidas optimizantes* de la situación actual.
- d. *Proyectar la actual situación optimizada sin el proyecto*, para establecer qué sucedería si el mismo no se hace (y, por diferencia, para identificar los beneficios y costos atribuibles específicamente al proyecto).

Podemos observar que estos objetivos no aparecen en el mismo momento. En las primeras etapas del proceso de formulación y evaluación se enfatiza el objetivo de conocer cuál es el problema, de modo tal de definir un proyecto adecuado al mismo. Más adelante, se requiere conocer la oferta y demanda de agua para riego, a fin de establecer el alcance y el tamaño del proyecto. Luego es necesario identificar y proyectar la situación base optimizada.

El primer paso para realizar un buen diagnóstico que permita cumplir con los objetivos mencionados es no considerar al mismo, como suele pensarse, una actividad realizada “al comienzo” del proyecto, que termina cuando se inicia la formulación y evaluación del mismo, y que no vuelve a retomarse. Por el contrario, debemos pensar que el diagnóstico (como todo el proceso de análisis del proyecto) es un conjunto de actividades que se inician y que se van enriqueciendo con los resultados de otras actividades posteriores, en un proceso iterativo que sólo termina cuando se tiene la versión definitiva del proyecto. Así, la primera etapa del diagnóstico, que identifica el problema principal y define un proyecto acorde, es revisada y profundizada al formularse el proyecto. Más aún, es común que las distintas etapas y revisiones del diagnóstico sean efectuadas por distintos grupos de técnicos y evaluadores, cada uno de los cuales privilegia el aspecto más relevante para la etapa que se está encarando.

En segundo lugar, debemos plantearnos *a priori* qué datos se conviene recolectar. Los diagnósticos no son, como los presenta otro de los mitos acerca de ellos, aproximaciones “ingenuas” a la realidad. Por el contrario, iniciamos el diagnóstico con una idea más o menos acabada de qué es lo que queremos investigar, qué datos se necesitan, qué enfoque metodológico es el adecuado para acercarse a la realidad que deseamos investigar. De esta manera es posible encontrar algo, pues una aproximación “ingenua” daría como resultado un “montón” (ya que no un conjunto) de datos sin vinculación lógica entre sí.

Los temas principales a tener en cuenta en un diagnóstico de un proyecto de riego son los factores que influyen en la oferta y demanda de agua, según los resumimos en el *Cuadro 3.II*. Allí también indicamos los estudios de donde derivan los datos requeridos.

Cuadro 3. III

**Factores que Influyen en la Oferta y Demanda de Agua para Riego
y Estudios a Realizar para Relevarlos**

OFERTA	Recursos de agua	Fuentes naturales de agua Pérdidas de agua entre la fuente y el predio	Precipitaciones Aguas superficiales Aguas subterráneas	Estudio Climatológico Estudio Hidrológico Estudio Hidrológico Estudio Hidrológico
	Demandas alternativas	Precio del agua Otros usos del agua		Estudio Hidrológico y Económico
DEMANDA	Requerimientos técnicos de agua	Tipo de cultivo: Evapotranspiración específica, profundidad de las raíces, etc. Características físicas del área: orografía, pendientes, tipo de suelos, climatología, régimen de lluvias		Estudios Agrícola Estudios Edafológicos Climatológicos y Geológicos
	Precio del agua			Estudios Agrícolas y Económicos
	Precio de otros bienes	Precio del cultivo Precio de la tecnología Ingreso de los agricultores Factores de producción (trabajo)		Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Agrícolas y Económicos
	Técnicas agrícolas	Tipo de técnicas Seguridad de riego		Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Agrícolas y Económicos
	Marco legal	Tenencia de la tierra Régimen de uso del agua		Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Agrícolas y Económicos
	Actitud frente al riego	Uso de tecnología Estructura de la población	Intensidad de la tecnificación Población total, PEA Estructura por Edad, Sexo, etc.	Estudios Agrícolas y Económicos Estudios Sociales y Económicos Estudios Sociales y Económicos

El diagnóstico de la situación actual es un estudio basal del proyecto. No se hace "de una sola vez" y no sirve sólo para saber "dónde estamos parados". Se va profundizando a medida que el proyecto se formula; y entrega información relevante para establecer la situación sin proyecto y para optimizarla.

3.2. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA DE AGUA PARA RIEGO

La oferta de agua para riego es el volumen de agua que puede dedicarse a la irrigación, del total del volumen de agua disponible en el área de influencia del proyecto.

La estimación de la oferta de agua para riego se basa en estudios hidrológicos y climatológicos. Estos proveen los datos básicos para establecer

- a. la *oferta total de agua*, la que a su vez impone una limitación en el tamaño del sistema de riego, influyendo en los costos (a través del tamaño) y en los beneficios a través de la cantidad de hectáreas que pueden regarse;
- b. la *escasez de agua*, sus características y cómo afecta la producción agrícola, esto es, el problema que lleva a un proyecto de riego;
- c. la *futura evolución de la oferta* (y en consecuencia de las limitaciones de la misma) tanto en el caso sin proyecto como en la situación con proyecto.

La oferta de agua para riego en las áreas de influencia y de riego depende de

- a. las fuentes de generación de agua existentes en el área de influencia del proyecto
- b. las demandas alternativas de agua

3.2.1. Estimación de las Fuentes de Generación de Agua

Las *fuentes de generación de agua* son las tres reseñadas en el *Cuadro 3.II.*:

- a. Precipitaciones
- b. Aguas subterráneas
- c. Aguas superficiales

En los tres casos se requiere conocer, a través de los estudios mencionados:

- a. *la calidad del agua*: es decir, si el agua es apta para riego y bajo qué condiciones lo es. Esto implica estudiar básicamente el grado y tipo de *salinidad* del agua. El efecto de las sales en el agua es múltiple. En efecto, un alto contenido de sales:
 - i. dificulta la absorción de agua por parte de la planta, exigiendo un esfuerzo adicional a la misma;
 - ii. disminuye la velocidad de infiltración del agua en el suelo;
 - iii. puede resultar tóxico para los cultivos;
 Debe analizarse en particular la presencia de sales que se descomponen en iones, tanto positivos (calcio, magnesio, sodio, potasio) como negativos (carbonato, bicarbonato, cloruro y sulfato). Las aguas de baja calidad para riego pueden utilizarse, pero con precauciones adicionales, tales como estudios anuales que permitan establecer el efecto que las mismas están teniendo en el suelo regado. Es obvio que en estos casos aumenta el costo del riego.
- a. *la cantidad de agua*: se deben recolectar datos acerca de los siguientes cuestiones (dependiendo de cuál es la fuente de agua para el proyecto de riego, si superficial o subterránea):
 - i. los milímetros caídos de agua de lluvia, medidos por mes o cada diez días;
 - ii. el caudal de los ríos que alimentan el lago natural o artificial de donde se abastece el canal de riego;
 - iii. el caudal de los ríos de donde se extrae directamente el agua para riego;

- iv. las condiciones geológicas del área en estudio, a fin de determinar su potencialidad para tener agua subterránea aprovechable (en los casos en que esto sea desconocido);
- v. la capacidad de los acuíferos subterráneos de donde se obtiene el agua;
- vi. la profundidad de las napas;
- vii. las características del suelo (porosidad, textura, estructura y profundidad), para establecer la capacidad de retención de agua y determinar el efecto que el bombeo de agua subterránea puede tener sobre el mismo;
- viii. el régimen de bombeo adecuado de los acuíferos subterráneos;
- ix. la cantidad de agua que puede extraerse de fuentes subterráneas o de ríos, lagos, represas.

La medición de estos datos debe hacerse tanto en el área a irrigar (a fin de determinar qué cantidad de agua debe proveerse vía riego) como en las áreas de generación: cuencas de los ríos, lagos donde se originan los ríos a aprovechar, etc. Los datos de precipitaciones y de caudales deben recolectarse para períodos mensuales o, mejor aún, para períodos de diez días.

Los datos necesarios para el estudio pueden ser obtenidos tanto de series estadísticas (en particular los referentes a precipitaciones) como mediante estudios *in situ*. El uso de una u otra fuente dependerá del tipo de dato, del nivel del estudio a realizar (perfil, prefactibilidad, factibilidad) y de la disponibilidad de los datos. Los datos estadísticos cubren la historia del área a regar y del área de influencia, mientras que los datos obtenidos especialmente para el proyecto permiten especificar las condiciones coyunturales locales. En ocasiones los datos obtenidos del área a irrigar sirven también para complementar información estadística deficiente.

En el caso de utilizar estadísticas, debemos emplear series suficientemente largas, donde puedan establecerse los ciclos propios de cada fuente de agua. Deben registrarse los máximos y mínimos, de manera de establecer si la disponibilidad de agua es adecuada para la seguridad de riego que se quiere mantener.

3.2.2. Estimación de las Demandas Alternativas de Agua

Las *demandas alternativas de agua* se refieren a los otros usos que se dan al agua obtenida de una fuente determinada. Con respecto al uso del agua para riego, los otros usos pueden ser

- a. *sustitutivos*: el agua que se emplea en el uso alternativo ya no puede utilizarse para riego (v.g., el agua utilizada para consumo humano) o
- b. *complementarios*: el agua que se emplea en el uso alternativo puede aprovecharse luego para riego (como por ejemplo el agua utilizada para generar energía eléctrica).

Deben estimarse las demandas alternativas presentes y potenciales, para deducirlas de la oferta de agua y obtener la oferta de agua para riego.

La estimación a realizar son la *cantidad* (volumen) de agua demandada por cada uso diferente al riego; la *frecuencia* de esas demandas, y el *momento* en el tiempo en que ocurren.

3.2.3. Estimación de las Pérdidas de Agua

Para la estimación de la oferta de agua para riego, finalmente, debe tenerse en cuenta a las *pérdidas de agua*. Estas son las pérdidas de volumen que sufre el agua desde la fuente de generación hasta que llega a la planta:

- a. Pérdidas durante el transporte del agua desde la fuente principal hasta el comienzo de la red de canales.
- b. Pérdidas durante el transporte del agua desde el canal principal hasta cada predio.
- c. Pérdidas en cada predio.

Las pérdidas se originan básicamente por

- a. *evaporación en el trayecto*: si el recorrido entre la fuente y el predio es muy largo;
- b. *filtraciones de los canales*, cuando el material de los mismos deja pasar agua;
- c. *pendiente del terreno*: cuando la misma no se toma en cuenta y es significativa, el agua pasa demasiado rápido por los cultivos, con poco tiempo para infiltrarse en el suelo;
- d. *características del suelo*: un suelo arcilloso dificulta la infiltración del agua y favorece las pérdidas por derrame; a su vez, un suelo muy poroso absorbe el agua muy rápido fuera del alcance de las raíces;
- e. *diseño de los canales y del sistema de riego en general*: canales mal diseñados, cañones mal colocados en el riego por aspersión (por ejemplo, que no tomen en cuenta los vientos predominantes), llevan a que el agua no llegue totalmente a los cultivos.
- f. *mal manejo del agua*: el cálculo erróneo del caudal de agua puede llevar a dosis insuficientes, que no servirán para alimentar los cultivos.

La estimación de las pérdidas permite establecer la *eficiencia de riego*. Esta se define como la “proporción entre la cantidad de agua en la zona [de origen del sistema] y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego.” (Fuentes Yagüe, 1996: 156). La eficiencia de riego total se calcula de la siguiente forma (Bergmann y Brousard, 1976: 21):

$$EficienciaTotal = \frac{ETc}{Vo}$$

Donde *ETc*: Evapotranspiración real del cultivo (valor medio), esto es, el agua realmente consumida por los cultivos, *Vo*: Volumen de agua recolectado al origen del sistema de riego.

La eficiencia total del sistema se compone de la eficiencia *en la red* y la eficiencia *en el predio* (Donde V_d : Volumen de agua distribuido a cada predio).

$$EficienciaTotal = Eficiencia Red * Eficiencia Pr edial$$

$$Eficiencia Red = \frac{V_d}{V_o}$$

$$Eficiencia Pr edial = \frac{ETMr}{V_d}$$

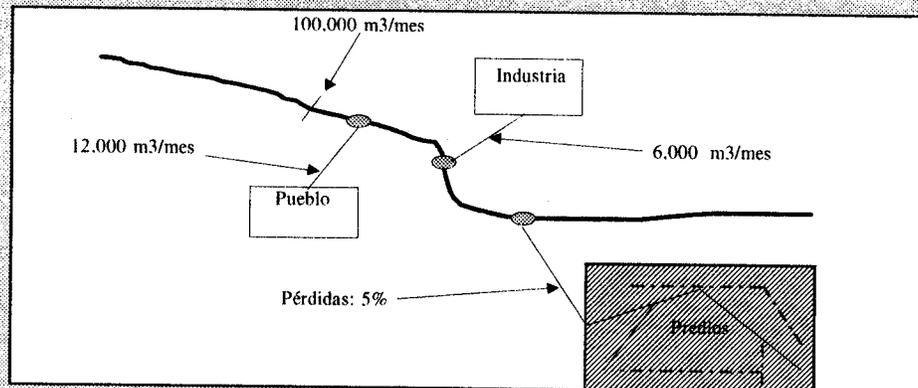
Dada la oferta de agua y la eficiencia total estimada del sistema se puede dimensionar al mismo.

La oferta de agua para riego, la eficiencia de riego y el tipo de cultivo determinan el área a irrigar y por ende el tamaño del proyecto. Su estimación debe hacerse de la manera más precisa posible. Dado que la oferta a nivel de predio está influida por la eficiencia del uso del agua en el predio, es necesario tomar como parte del proyecto la implantación de técnicas de riego adecuadas entre los agricultores: esto es, un proyecto de riego requiere casi necesariamente de un componente de asistencia técnica.

Ejemplo 15

Estimación de la oferta de agua para riego

El río R tiene un caudal promedio de 30,000 m³/mes. Actualmente, sus aguas se utilizan para abastecer a ciudad C, la cual capta 12,000 m³/mes y a la industria I, la que requiere 6,000 m³/mes, según se aprecia en el siguiente diagrama.



El proyecto podrá captar, en consecuencia, 12,000 m³/mes. Las pérdidas estimadas en el canal principal son de 5%, mientras que se calcula una eficiencia total (eficiencia en la red y eficiencia predial) de 65%. En consecuencia, la oferta de agua promedio será de:

$$Oferta_{Agua} = 12,000 \text{ m}^3/\text{mes} \times (1-5\%) \times 65\% = 7,410 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.3. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO

La demanda de agua para riego es, en sentido estricto, el total de agua que los agricultores demandarían para regar sus campos a cada precio del agua. Si ampliamos el concepto, veremos que depende no sólo de los precios sino también de otros elementos, como resumimos en el *Cuadro 3.II.*:

- a. los requerimientos de agua de cada tipo de cultivo
- b. el precio del agua
- c. el precio de otros bienes
- d. las técnicas agrícolas y de riego implementadas
- e. el marco legal
- f. la actitud general hacia el riego de los agricultores.

La demanda de agua para riego incluye factores "técnicos", como la necesidad real de agua de los cultivos y la tecnología utilizada, factores económicos, como el precio del agua y la relación con el precio de la tecnología, de los cultivos y de la tierra, y factores legales, sociales y demográficos, que condicionan la actitud de los agricultores hacia el riego.

3.3.1. Estimación del Requerimiento de Agua

3.3.1.1. Definición del requerimiento de agua

Los cultivos necesitan agua para desarrollarse. A partir del agua, y mediante la fotosíntesis, las plantas elaboran su propia materia orgánica. Aprovechan el agua para transportar a las hojas los componentes orgánicos (savia bruta), eliminando lo que resta a través de la transpiración de las mismas y devolviendo a las raíces y demás partes de la planta la savia enriquecida. El desarrollo normal de la planta exige que haya un equilibrio entre el agua absorbida y el agua evaporada.

El consumo del agua que produce la planta tiene entonces dos componentes: el agua que se evapora en el suelo cercano a la planta y la que ésta transpira. Este consumo total se denomina *evapotranspiración*.

Se definen dos tipos de evapotranspiración: la *máxima o potencial*, que es aquella que ocurriría en condiciones ideales, y la *real*, la consumida por un cultivo específico en un sitio determinado. Para estimar los requerimientos de agua de la planta necesitamos una estimación de ambas.

El requerimiento de agua de los cultivos varía a lo largo de su ciclo vital. A medida que la planta crece, aumenta el consumo de agua, hasta llegar a un máximo. Se denomina *período*

crítico a la etapa del crecimiento de un cultivo en la cual la deficiencia de agua produce una mayor reducción en los rendimientos del mismo (Cetrángolo, 1992: 30); es el período de máximo consumo de agua. El período crítico varía para cada cultivo. Algunos períodos críticos son los siguientes:

Cuadro 3. IV

PERIODO CRITICO DE DISTINTOS CULTIVOS

Cultivo	Período Crítico
Trigo	Las dos semanas anteriores y posteriores a la floración
Maíz	Desde la floración a la aparición de las barbas
Leguminosas	Durante la floración y formación de las vainas
Algodón	Desde la floración hasta la formación de las semillas
Arroz	Durante la floración y formación del fruto
Tomate	En la formación de la flor y durante el crecimiento del fruto

Fuente: Fuentes Yagüe, 1996: 21

Dado que el período crítico varía en función de cada tipo de cultivo, y que por lo tanto también lo hace el requerimiento de agua, es necesario establecer qué cultivos se llevarán a cabo con el proyecto de riego, y cuáles en la situación actual optimizada. De esta forma se estimarán los requerimientos de agua en la situación con proyecto y en la situación sin proyecto.

3.3.1.2. Cultivos de la situación con y sin proyecto

Los cultivos no tienen por qué ser similares en ambas situaciones. Debemos recordar que entre los efectos de un proyecto de riego están los de permitir la adopción de nuevos cultivos que desplazan a los de secano, o la adopción de nuevas variedades genéticas, o el aumento de la producción de los cultivos actuales.

Para establecer los tipos de cultivos adecuados a cada situación se requieren estudios

- i. de las características físicas del área a irrigar,
- ii. de las características edafológicas del área,
- iii. de la climatología del área.

Estos estudios aportarán datos acerca de los cultivos apropiados de acuerdo a la orografía, pendientes, tipos de suelo, profundidad, salinidad, capacidad de drenaje de los mismos, régimen de lluvias, fenómenos tipo granizo, heladas y tornados, etc.

Es importante establecer la relaciones entre los distintos factores, para definir con precisión los tipos de cultivos posibles y los requerimientos de agua derivados de ellos.

3.3.1.3. Cálculo del requerimiento de agua

El requerimiento de agua se pueden medir con la necesidad total de agua o *tasa de riego*, definida con la siguiente fórmula (CIAPEP, 1984: 275):

$$TR = \frac{ETc - Pe}{ER}$$

donde *TR*: Tasa de Riego; *ETc*: Evapotranspiración real del cultivo; *Pe*: Precipitación efectiva, y *ER*: Eficiencia de Riego. Todos los indicadores (salvo la eficiencia de riego, que es un porcentaje) pueden medirse en metros cúbicos por hectárea por mes o en milímetros de agua por día.

La tasa de riego indica los requerimientos netos de agua de un cultivo. Es decir, el agua que debe aportarse vía riego, dada la necesidad de consumo real del cultivo, el agua efectivamente recibida por precipitaciones, y la eficiencia del riego que se estima obtener.

3.3.1.3.1. *Definición y cálculo de la evapotranspiración*

En el cálculo de los requerimientos de agua hemos de tener en cuenta tanto la evapotranspiración máxima o potencial como la evapotranspiración real o del cultivo. La evapotranspiración máxima de un cultivo depende de los siguientes factores:

- i. la radiación solar:
- ii. la velocidad del viento
- iii. la temperatura media mensual
- iv. la amplitud térmica (diferencia entre las temperaturas máxima y mínima diaria)
- v. el estado de desarrollo de las plantas

Estos factores tienen una relación directa con la evapotranspiración: un aumento de los mismos generan mayor evapotranspiración.

La evapotranspiración real se obtiene multiplicando la evapotranspiración típica por el *coeficiente de cultivo k*. Este coeficiente expresa “cómo varía la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo durante su período vegetativo, que abarca desde la siembra hasta la recolección.” (Fuentes Yagüe, 1996: 40). Los coeficientes *k* para cultivos anuales varían según la etapa del ciclo vital, indicando que la evapotranspiración también varía.

Las etapas definidas en el ciclo del cultivo son cuatro (Fuentes Yagüe, 1996: 40):

- a. desde la siembra hasta que el cultivo cubre un 10% del área sembrada,
- b. hasta que el cultivo cubre toda la superficie,
- c. hasta la maduración
- d. hasta la recolección.

El coeficiente de cultivo por etapa para algunos cultivos seleccionados se muestra en el Cuadro 3.V.

Cuadro 3. V

**COEFICIENTES DE CULTIVO
DE DISTINTOS CULTIVOS**

Cultivo	k			
	1ª	2ª	3ª	4ª
Trigo	0.35	0.75	1.15	0.45
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Leguminosas	0.45	0.75	1.10	0.50
Algodón	0.45	0.75	1.15	0.75
Arroz	1.10	1.10	1.10	1.10
Tomate	0.45	0.75	1.15	0.45

Fuente: Fuentes Yagüe, 1996: 21

La evapotranspiración máxima se puede obtener por mediciones in situ o aplicando fórmulas que relacionan variables del ambiente. Un método sencillo es el de Blaney-Criddle, que define a la evapotranspiración máxima como

$$ETm = p * (0.46t + 8.13)$$

donde ETm = evapotranspiración máxima (mm/día), p = porcentaje medio de horas diurnas anuales; t = temperatura media anual en C°.

Tanto el dato k como los necesarios para calcular ETm surgen de estudios de agencias agrícolas o universidades, o estudios ad-hoc realizados para el proyecto.

3.3.1.3.2. Precipitación efectiva

La evapotranspiración real del cultivo mide cuáles son los requerimientos de agua del mismo en cada etapa de su ciclo. Sin embargo, para llegar a establecer los requerimientos totales de agua del sistema de riego debemos tomar en cuenta otros dos factores: las precipitaciones y la eficiencia de riego. Aquí nos dedicaremos a las precipitaciones.

Los requerimientos de los cultivos no necesitan ser abastecidos totalmente con riego. Es probable que haya precipitaciones suficientes como para cubrir parte de esos requerimientos.

Las precipitaciones son el agua que cae de las nubes, tanto en estado líquido (lluvia) como sólido (granizo, nieve). No toda el agua caída es aprovechada por el cultivo, pues parte se pierde por escorrentía, por no estar al alcance de los cultivos, etc. “Se llama *precipitación efectiva* aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas; depende de varios factores, tales como la inclinación del terreno, el tipo de suelo, la intensidad de la precipitación, etc.” (Fuentes Yagüe, 1996: 15).

Para estimar la precipitación efectiva se utilizan las siguientes fórmulas (Fuentes Yagüe, 1996: 15):

$$Pe = 0.8 * P - 25 \text{ (si } P > 75 \text{ mm mensuales) (1)}$$

$$Pe = 0.6 * P - 10 \text{ (si } P < 75 \text{ mm mensuales) (2)}$$

Ejemplo 16

Estimación de los requerimientos de agua

Supongamos que los predios a regar en el Ejemplo 3 se dediquen a la producción de maíz. El mismo se siembra en octubre para cosechar en marzo. Los datos disponibles son los siguientes:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Temperatura media en C° (t)	19	22	25	27	25	23
% diario medio horas diurnas (p)	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28
Precipitaciones promedio (mm/mes)	32.20	28.00	38.80	36.20	27.60	32.06
Coefficiente k	0.40	0.80	1.15	1.15	0.70	0.70

En consecuencia, la evapotranspiración máxima y real son las siguientes, para cada mes (aplicamos la fórmula de Blaney-Criddle):

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Cálculo de ETm (mm/día)	4.89	5.66	6.28	6.58	5.89	5.24
Cálculo de ETc (mm/día)	1.96	4.53	7.22	7.56	4.12	3.67

y la precipitación efectiva es:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Precipitaciones promedio (mm/mes)	32.20	28.00	38.80	36.20	27.60	32.06
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	9.32	6.80	13.28	11.72	6.56	9.24

Para calcular la tasa de riego aplicamos la fórmula mencionada:

$$TR = \frac{ETc - Pe}{ER}$$

para una eficiencia de riego de 65%.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Tasa de riego (mm/mes)	75.98	198.43	312.98	331.00	180.17	155.04
Tasa de riego (m ³ /mes/ha)	0.076	0.198	0.313	0.331	0.180	0.155

La tasa de riego, calculada en mm/día puede llevarse a m³/ha/mes, considerando que

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ mm/m}^2 = 10 \text{ m}^3$$

3.3.2. Precio del Agua y de Otros Bienes Relacionados

En la determinación de la demanda de agua hay cinco precios importantes, que hacen al conjunto de incentivos para la adopción de riego:

- a. el precio del agua
- b. el precio de los cultivos (i.e., del producto de cada explotación agrícola)
- c. el precio de la tecnología
- d. el ingreso de los agricultores
- e. el precio de los factores de producción, particularmente el trabajo

La idea detrás del relevamiento de estos datos se encuentra en que la demanda (y la cantidad demandada) de un bien, en este caso de agua para riego, depende tanto del precio de ese bien como de los precios de bienes relacionados. Entonces, para determinar la cantidad de agua para riego a demandar por los agricultores no basta con conocer los requerimientos técnicos de los cultivos, sino también los precios del agua y de los bienes relacionados con ella.

Así, si el precio relativo del agua respecto al producto final del agricultor es alto, habrá menos incentivos para demandar agua para riego. El precio del agua puede ser tanto un precio *explícito*, cuando hay un mercado del agua que hace que el agricultor deba pagar por el derecho de regar y/o por la cantidad de agua que consume en riego, como un precio *implícito*, cuando no debe pagarse por el agua de manera directa, pero al agricultor de todas maneras le cuesta “producir” agua para riego. En este último caso, por ejemplo el de un agricultor que regaría a partir de la extracción de aguas subterráneas de su propio predio, la relación relevante será la del precio de la tecnología de riego y el precio del producto final.

El *precio del cultivo* y el *precio de la tecnología* son otros factores que influye en las técnicas de cultivo, y a su vez en la demanda de agua para riego. Si el precio relativo de la tecnología con respecto al de los cultivos (esto es, respecto al del producto que obtiene el agricultor por su cultivo) es elevado, entonces habrá menos tecnología en los campos. Estos precios relativos se introducen en el análisis económico del proyecto, en particular los que se refieren a la tecnología de riego. Sin embargo, en el diagnóstico deben ser considerados, pues dan un indicio de los incentivos existentes para la adopción de nuevas tecnologías. Debemos recordar que aún cuando el proyecto de riego sea encarado por el Estado, debe tener incentivos a nivel de los agricultores individuales para que sea efectivamente ejecutado.

Para la recolección de datos en estos aspectos es indispensable el trabajo de campo, tanto en el área de influencia como en el área de riego. La metodología a aplicar dependerá de los recursos destinados a preinversión y de la amplitud de ambas áreas. Si fueran muy extensas, se impondrá realizar muestras de las explotaciones agrícolas, o definir una “explotación tipo” que sirva para ejemplo de cada categoría de agricultor.

La dificultad mayor, sin embargo, está normalmente en la proyección de los precios relativos en el tiempo, a fin de captar en la situación futura de los mismos tanto en el horizonte con proyecto como en el horizonte sin proyecto.

Cuanto más claro sea el mercado del agua y los mercados de los bienes relacionados con la actividad agrícola, más correctamente los precios reflejarán la escasez relativa del recurso y más importante será la señal que el sistema de precios enviará al agricultor.

3.3.3. Influencia de las Técnicas Agrícolas

El tercer conjunto de factores a determinar es el de las *técnicas agrícolas y de riego implementadas* en el área, el *uso* que se le dará al riego y la *seguridad de riego* que se alcanzará.

Las *técnicas agrícolas* utilizadas ofrecen datos interesantes acerca del tipo de manejo que dan a la actividad agrícola: si es enfocada como una actividad de subsistencia o secundaria, o si buscan la eficiencia y el aumento de la producción. Debemos recordar lo mencionado antes, acerca de que el riego no es sólo lograr aprovechamiento del agua sino incorporar nueva tecnología (en sentido amplio, no sólo de uso de maquinaria).

Conviene establecer un inventario de técnicas, en particular de las utilizadas para el riego (si el mismo ya está siendo empleado). De esta manera se puede identificar las necesidades de capacitación en nuevas técnicas y la permeabilidad a la adquisición de nuevos conocimientos.

El *uso* que se le dará al riego es otro aspecto relevante a establecer (Cetrángolo, 1991: 32); esto es, si se lo utilizará:

- a. “para satisfacer la máxima demanda de agua, en cuyo caso el equipo de riego se utilizará en forma prioritaria para el cultivo para el cual fue diseñado y cubrirá la demanda para conseguir el rendimiento máximo, regando toda vez que el suelo llegue al umbral de riego elegido” o, por el contrario,
- b. “para satisfacer la demanda de agua más probable durante el momento crítico de los cultivos. El equipo de riego se utilizará en los cultivos, de acuerdo a la ocurrencia de las deficiencias de agua, para cubrir la demanda de agua durante períodos cortos, cuando la respuesta al agua es más manifiesta. Con éste tipo de diseño no se pretenden obtener rendimientos máximos, sino su estabilización. [Es posible utilizar el equipo de riego] en más de un cultivo por año.”

La *seguridad de riego* que se intenta alcanzar es otro factor a tener en cuenta. Se dice que hay una *seguridad de riego* del x% cuando se dispone del agua necesaria para los usos agrícolas en x de cada cien años, en promedio (CIAPEP, 1984: 1). Cuánto más alta sea la seguridad de riego que se propone alcanzar el proyecto, menor será el área irrigable, dada

incrementar la oferta. Véase el análisis del déficit de riego para más detalles sobre este tema.

El relevamiento de las técnicas agrícolas empleadas y de los precios relevantes, la especificación del uso que se le dará al riego, la determinación de la seguridad de riego y el precio relativo de la tecnología son relevantes tanto para estimar la demanda de agua como para:

- *definir la situación actual optimizada: ¿qué aspectos corregir (quizás con cambios legales o de gestión) que mejoren la situación actual?*
- *establecer la potencialidad de introducir un sistema de riego (en términos de la aceptación del mismo por parte de los agricultores y la viabilidad económica para los mismos)*

3.3.4. Marco Legal

El *marco legal* se refiere a la situación de la tenencia de la tierra y del uso del agua, tanto en el área a regar como en la de influencia. La tenencia de la tierra influye de tres maneras:

- a. A través de las formas de posesión (si la tierra es del agricultor, si la trabaja en arriendo, si la usurpa, etc.).
- b. A través del tamaño predominante de las explotaciones agrícolas.
- c. A través de las formas societarias asociadas a la tenencia de la tierra. Esto es, si la unidad de explotación agropecuaria es una familia que explota la tierra para su subsistencia, si es una empresa familiar que vende el excedente, si es una empresa no familiar, etc.

Las distintas tipologías que surgen del cruce de estas dos variables muestran, de acuerdo a estudios empíricos, distintos incentivos para la adopción del riego y distinta capacidad para la implementación exitosa del riego. Por ejemplo:

Cuadro 3. VI

INCENTIVOS Y CAPACIDAD PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RIEGO

	Propietarios			Arrendatarios		
	Latifundio	Expl. Media	Minifundio	Latifundio	Expl. Media	Minifundio
Agricultura de subsistencia			Bajos incentivos y capacidad			Muy bajos incentivos y capacidad
Agricultura familiar con excedentes	Altos incentivos, capacidad media	Incentivos medios, capacidad media		Incentivos medios, capacidad media	Incentivos bajos, capacidad media	
Empresa no familiar	Altos incentivos, alta capacidad	Altos incentivos, alta capacidad		Incentivos medios, capacidad alta	Incentivos bajos, capacidad alta	

Esta tipología es sólo indicativa, pues cada caso en particular genera su propio conjunto de incentivos y capacidades de adopción de tecnología. Lo que buscamos resaltar, sin embargo, es que a menor tamaño y estructura empresarial, y a mayor precariedad de la tenencia, hay usualmente menos incentivos y menos capacidad técnica para adoptar un proyecto de riego. En consecuencia, un proyecto dirigido a agricultores minifundistas de subsistencia que arriendan la tierra debe tener características muy distintas a los dirigidos a propietarios de establecimientos grandes. En particular, en lo que hace al apoyo técnico a entregar al agricultor.

El *régimen de uso del agua* es también muy importante. En general, el agua es un bien cuya propiedad pertenece al Estado, quien determina los usos posibles del mismo y la forma de ejercerlo por parte de los particulares.

Así, un primer tema es cuáles son los usos competitivos del agua, con respecto al riego, y de qué manera se asigna el recurso entre los distintos usos. Un segundo aspecto se refiere a cómo se ejerce el derecho al uso, si de manera definitiva o de manera transitoria.

Los regímenes son variados, según las jurisdicciones. Así, en algunos Estados hay un rango de prioridades en el uso del agua, mientras que en otros los usos compiten entre sí. Los derechos de uso, asimismo, son a veces dados a perpetuidad y a veces concedidos transitoriamente. Todavía, en este último caso, está la variante de que el Estado es quien los asigna sin que el recipiente pueda transferirlos, y la opción alternativa, donde hay un mercado del agua en el cual los derechos se comercializan libremente. Lo mismo que en el caso del régimen de tenencia de la tierra, cada una de las opciones posibles generará un distinto conjunto de incentivos que es necesario identificar, juntamente con los efectos sobre el proyecto y sobre la situación sin proyecto.

Debemos resaltar esta última situación. En efecto, en ocasiones la optimización de la situación actual pasa por efectuar cambios legales que hagan más transparente el mercado y permitan un mejor uso de los recursos.

Supongamos un proyecto de riego en cuya área de influencia los derechos del agua son otorgados a perpetuidad y no son comercializables. Es posible que el dicho proyecto resulte rentable a nivel individual y a nivel de la sociedad. Sin embargo, es también posible que no se estuviera maximizando la utilidad del uso del agua, pues no todos los agricultores que la reciban tendrán los mismos incentivos y necesidades de uso; aquellos que la necesiten menos, como no pueden no recibirla, la derrocharán. En consecuencia, si se estimaba un beneficio B por H hectáreas regadas, en la ejecución del proyecto se obtendrá en verdad un beneficio b con h hectáreas regadas (donde $b < B$ y $h < H$).

En cambio, si se modificara el régimen de derechos del agua de modo que la misma se asignara libremente, habría incentivos para que quienes mejor la usen adquieran más derechos de uso. De esa forma, los beneficios del proyecto serán los derivados del *mejor*

uso del agua adicional, pudiendo resultar que ya con la optimización de la situación actual se captan todos los beneficios, y por lo tanto el proyecto no es conveniente. Esto es, que el proyecto se justificara sólo por una mala asignación de los derechos de uso del recurso agua. Por otro lado, si el proyecto siguiera siendo conveniente, habrá más probabilidad de que los beneficios sean *reales*, en el sentido de que el proyecto alcance con más probabilidad los beneficios previstos en la formulación y evaluación que en el caso en que no se modificaran los derechos del agua.

En otras palabras, la optimización de la situación actual no sólo permitirá separar los beneficios atribuibles al proyecto de aquellos derivados de la optimización, sino que permitirá que los beneficios del proyecto se obtengan en la ejecución del mismo.

Cuanto más claro sea el marco jurídico de tenencia de la tierra y de uso del agua, y cuanto más armado sea el mercado del agua, más fácilmente se instrumentará un proyecto de riego.

3.3.5. Actitud Frente al Riego

Pese a que puede resultar reiterativo, debemos recordar que un proyecto de riego implica más cosas que simplemente llevar agua a un área que la necesita. La provisión de agua es sólo una parte del problema, así como los requerimientos que los cultivos tienen de ella son sólo una parte de la demanda. Hay que identificar otros aspectos igualmente importantes por su influencia en la demanda y en la rentabilidad final del proyecto.

El conjunto de estos aspectos “adicionales” los definimos, en esta Guía, como la *actitud frente al riego*. La denominamos así porque el conjunto de estos factores generará un sistema de incentivos que favorezcan o no la adopción del riego, al hacerlo viable o no (económica, organizacional, legal y aún culturalmente) para el agricultor individual. Esta variable recoge datos sobre dos factores que influyen en la demanda de riego:

- a. Uso de la tecnología
- b. Estructura de la población

3.3.5.1. Uso de la tecnología

Así como antes mencionamos la conveniencia de identificar la tecnología agrícola y de riego en uso para establecer las diferencias con las técnicas a incorporar y determinar las necesidades de aprendizaje; desde el punto de vista de la actitud frente al riego, el grado de tecnificación (y las técnicas empleadas) darán una pauta de la actitud de los agricultores frente a la tecnología, su permeabilidad a incorporarla y la eficiencia en su uso. Es conveniente medir de alguna forma el *grado de tecnificación actual* y la tendencia futura.

En ese sentido, resulta interesante recordar que el proceso de incorporación de nueva tecnología es complejo y no suele alcanzar a todo el universo en análisis. A partir de estudios empíricos, podemos afirmar que:

- a. la incorporación de predios a un sistema de riego sigue en el tiempo una curva logística en forma de S (Griliches, 1957, en CIAPEP, 1984: 107).
- b. hasta el séptimo año, es inusual que el área efectivamente regada alcance más del 70% del área total a irrigar (aunque esté instalado el equipo de riego en toda el área a regar) (Bergmann y Boussard, 1976: 23).

Esto significa que los predios incorporados son pocos en las cercanías del momento t , que la incorporación crece a tasas elevadas entre t y $t+7$, y que crece más lentamente a partir de $t+7$, sin llegar en general al 100% de efectividad.

Es por lo tanto aconsejable suponer desde el inicio de la formulación que la máxima superficie regada estará en un 80% a un 90% del total del área a irrigar. Esto influye tanto en la determinación de los costos como de los beneficios del proyecto.

3.3.5.2. Estructura de la población

La estructura de la población es un dato significativo en al menos dos aspectos. Uno, el relacionado con la actitud de los beneficiarios del proyecto frente al riego. El segundo, con la disponibilidad de mano de obra para la nueva operación agrícola. De esta manera, si bien es información relevante sobre todo en proyectos “macro” emprendidos por el Estado, no deja de tener su importancia en proyectos “micro” encarados por agricultores particulares.

Podemos suponer que cuanto más alto sea el nivel de educación de la población, y mayor el porcentaje de individuos en los estratos de edad de 20 a 50 años, más fácilmente será recibida la nueva tecnología. Por otro lado, la existencia de tasas elevadas de desempleo, o de procesos de migraciones hacia otras áreas rurales o hacia las ciudades serán fenómenos que tendrán su impacto en un proyecto de riego. Un desempleo elevado puede favorecer la aceptación de un cambio tecnológico que emplee mano de obra adicional (sin mencionar que hará que el costo social de la mano de obra sea menor que el privado), así como las migraciones pueden implicar escasez de mano de obra cuando el proyecto se encuentre funcionando en régimen (esto es, cuando se estén logrando los mayores rindes en la producción).

Suposiciones como ésta, empero, deberían ser testeadas de alguna manera para comprobar si describen la situación del área de influencia del proyecto. En cualquier caso, considerando tanto el efecto de los mismos sobre la actitud hacia el riego y la disponibilidad de mano de obra, los datos a recolectar son los siguientes:

- a. Población total
- b. Total de familias
- c. Familias clasificadas por sexo del jefe de hogar

- d. Densidad de población (habitantes por kilómetro cuadrado)
- e. Población económicamente activa (PEA)
- f. Relación entre la población económicamente activa y la población pasiva
- g. Estructura por sexo de la población total y de la PEA
- h. Estructura por edad de la población total y de la PEA
- i. Nivel de educación
- j. Tasa de crecimiento de la población total

Las fuentes de estos datos pueden ser los censos o encuestas permanentes, de las jurisdicciones abarcadas por el área de influencia del proyecto.

Ejemplo 17

Determinación de la demanda de agua del proyecto - Influencia de los factores principales

En el Ejemplo 4 se establecieron las siguientes tasas de riego:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Tasa de riego (mm/mes)	75.98	198.43	312.98	331.00	180.17
Tasa de riego (m ³ /mes/ha)	0.076	0.198	0.313	0.331	0.180

El proyecto se desarrollará en el área A. Este área se compone de establecimientos pequeños y medianos, dedicados principalmente a la producción de trigo y soja. Las condiciones del suelo son muy apropiadas, y el régimen de lluvias es adecuado. Sin embargo, la alta variabilidad de las precipitaciones en el año hacen que aparezcan problemas de sequía.

Los establecimientos tienen una extensión promedio de 100 hectáreas. La mayoría de los agricultores son dueños de sus tierras, y manejan los establecimientos con sus familias y uno o dos empleados. La mayoría tiene un tractor, aunque las máquinas cosechadoras suelen ser arrendadas. El asesoramiento de ingenieros agrónomos es esporádico. La productividad por hectárea es baja y un porcentaje elevado de establecimientos se encuentra endeudado por cifras significativas. Por otro lado, el precio del trigo y de la soja muestra una tendencia creciente.

El proyecto planea llegar a 100 agricultores, o 10,000 hectáreas. Eso significaría que el total de agua demandado por día sería el siguiente:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Demanda total de agua (m ³ /mes)	760	1,984	3,130	3,310	1,802

Sin embargo, la Dirección de Aguas, impulsora del proyecto, supone que la demanda será menor, debido a los siguientes factores:

- El costo de introducir la tecnología de riego es importante en relación al aumento de los rindes.
- El grado de tecnología de los establecimientos es moderado. La introducción del riego significará cambios importantes, que pueden resultar difíciles de asimilar para el establecimiento promedio.
- El marco legal del mercado de aguas no está claro, lo que sumado a problemas de tenencia de la tierra puede introducir un grado de litigiosidad elevado en el manejo de las aguas.
- La edad media de los agricultores supera los 45 años, lo cual es un indicio de un posible rechazo a innovaciones tecnológicas. Esta variable también influye en la disponibilidad de mano de obra que requeriría la mayor producción derivada del proyecto.
- Al considerar las variables de tamaño del establecimiento y forma jurídica, los agricultores mostrarían incentivos medios y capacidad media para introducir el riego en sus campos.
- Si los mayores requerimientos de mano de obra provocados por la mayor producción deben ser cubiertos contratando operarios, este mayor costo puede generar barreras financieras a la adopción de la tecnología (no económicas porque probablemente el beneficio por la mayor producción supere los costos de obtenerla). Los ingresos de los agricultores, ya disminuidos por la carga de los intereses del endeudamiento y por los bajos rendimientos, no serían suficientes como para generarles los fondos para financiar el incremento de producción.
- Si la introducción de la tecnología de riego es lenta en el conjunto del área a irrigar, la bondad del proyecto para cada productor se ve disminuida. En efecto, las componentes de asistencia técnica y de apoyo financiero se pueden trabar o no ser efectivas si sólo el 5%, digamos, de los establecimientos adopta el riego. Eso generaría un "círculo vicioso", donde el proyecto individual fracasa porque el proyecto macro no alcanza la escala adecuada, y ese fracaso desalienta a otros productores que habrían incorporado el riego si sus vecinos que ya lo hicieron mostraran resultados favorables.

La determinación de la actitud frente al riego es un punto clave para el éxito de un proyecto de irrigación, sea impulsado por el sector público o privado. En última instancia, debemos recordar que en ambos casos el proyecto tiene que ser conveniente para el productor individual. Si no lo fuera, y socialmente resultara conveniente, habrá que diseñar un sistema de incentivos para acercar el beneficio privado al social.

3.4. EL DÉFICIT DE RIEGO

El anterior análisis, encarado desde el punto de vista de la oferta y la demanda de agua para riego, puede haber llevado a la conclusión de que un proyecto de riego se realiza para paliar una situación de exceso de demanda de agua: esto es, cuando hay un déficit de riego.

En términos generales la conclusión es correcta. Sin embargo, se requieren algunas aclaraciones para definir adecuadamente el concepto de déficit de riego.

En primer lugar, el déficit de riego no implica una *falta de agua* en general, y ni siquiera la falta de agua para riego. En efecto, puede haber déficit de riego debido a que:

- a. *el agua tiene usos preferidos a los usos agrícolas*, ya sea porque
 - i. el marco legal fija prioridades en el uso del agua (v.g., privilegia el consumo humano por sobre el riego), y los usuarios preferentes no tienen incentivos para ahorrar agua (ahorro que sería utilizado para riego). Por ejemplo, los consumidores urbanos de las aguas de un río derrochan agua, y el caudal que queda en el río no alcanza para los agricultores de aguas abajo.
 - ii. el agua es “cara” y hay usos más rentables que el agrícola (v.g., en la industria)
- b. *la infraestructura de riego es “cara” en relación a los ingresos que generaría una mayor producción*. No hay incentivos para los agricultores para abandonar el secano, pues los beneficios adicionales netos no compensan la inversión. En este caso no se debería hablar de déficit de riego sino de tecnologías no apropiadas.
- c. *las condiciones del suelo no son adecuadas*. Hay lluvias suficientes para el tipo de cultivo que se produce en la zona, pero
 - i. una parte importante del agua de lluvia no entra en el suelo, debido a la pendiente, y escurre sobre la superficie sin ser aprovechada por el cultivo, o
 - ii. el suelo es de textura gruesa, o poco profundo, y el agua drena rápidamente fuera del alcance de las raíces.
- d. *las lluvias son adecuadas, en promedio, pero su distribución a lo largo del ciclo vital de la planta es irregular y hay escasez de agua en el período crítico*.

Como podemos ver, no todos estos problemas son producto de “falta de agua” en general, sino de restricciones al uso del agua debidas a ciertos factores. Adicionalmente, no todos los problemas mencionados se solucionan con un proyecto de riego. Conviene entonces que definamos qué es un déficit de riego, a fin de que se lo pueda identificar en el diagnóstico, y de fundar sobre ese concepto la justificación del proyecto.

Entendemos por déficit de riego *la falta de agua en el período crítico del cultivo*. Su estimación surge de lo que llamamos antes “tasa de riego”, que relaciona los requerimientos del cultivo (la evapotranspiración real) con las precipitaciones en la zona y la eficiencia de riego deseada. La tasa de riego mide los requerimientos de agua netos del cultivo, que serían provistos por el sistema de riego.

Ahora bien, la sola estimación de los requerimientos de agua del cultivo no alcanza para establecer una demanda de agua para riego. La demanda aparece cuando la necesidad de agua se transforma en un problema. En efecto, si los agricultores subsisten con una producción determinada de secano, y no hay incentivos para cambiarla, entonces no habrá demanda de agua para riego; en sentido estricto, no habrá *demandas de riego*.

Ejemplo 18

Requerimientos de agua y demanda de riego

La estructura económica de la remota provincia P es clásica de una economía de subsistencia. El régimen de lluvias es irregular, pero en general hay una estación seca y una lluviosa. La población vive básicamente del cultivo de mandioca y café. Los predios son muy reducidos (la escala promedio es de 1 ha.) y los explota toda la familia. Se continúan utilizando técnicas de roza, aunque la mayoría tiene una cierta tecnificación.

Contra lo que podría parecer, el nivel de vida de los habitantes de P no es malo: los indicadores socioeconómicos son aceptables. A pesar de la reducida escala de producción, los precios del café y en menor medida de los otros cultivos permiten que las familias tengan un nivel de ingresos que cubre sus necesidades básicas. Contribuye a esto la relativamente baja tasa de natalidad.

En este contexto, la agencia de extensión rural intentó introducir en varias oportunidades el riego en los cultivos, la última seis meses atrás. Sin embargo, los proyectos piloto no tuvieron buena aceptación, y varias comunidades de agricultores rechazaron ser incluidos en los mismos. Si bien la productividad es baja debido a que hay déficit de agua en el período crítico de los cultivos, la inversión que debe realizar el agricultor individual y la falta de una legislación de aguas adecuada no compensaban los potenciales beneficios de una mayor producción. El gobierno intentó un sistema de subsidios, pero los agricultores se mostraron reticentes.

Sin embargo, desde el mes pasado el riego comenzó a ser introducido en algunos predios, utilizando aguas subterráneas y una tecnología israelí. Las investigaciones de la agencia de extensión rural muestran un marcado interés en los agricultores, en particular aquellos más cercanos a prácticas modernas. El cambio de actitud se debe, según parece, a una serie de factores:

- la introducción de una tecnología más barata que las difundidas anteriormente
- el aumento del precio del café, debido a la sequía que afecta a los principales productores
- la introducción de nuevas especies con mercados muy atractivos

3.5. ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DEL DÉFICIT DE RIEGO

La estimación del déficit de riego se realiza a partir de la oferta y de los requerimientos de agua de los cultivos. En apartados anteriores vimos qué factores afectan la oferta y requerimientos de agua. Aquí mostraremos cómo utilizar los datos para estimar el déficit de riego.

Las etapas de la estimación y proyección son las siguientes:

- a. Estimación de la oferta y los requerimientos de agua actuales
- b. Proyección de la oferta y los requerimientos de agua futuros.
- c. Determinación del déficit de riego actual y proyectado
- d. Determinación de la superficie a regar

El punto a. fue tratado anteriormente. El punto b. es más complicado, pues requiere estimar cuál será el comportamiento de la oferta y la demanda de agua en el futuro.

Para ello se debe tomar en cuenta la historia hidrológica del área, esto es, la pasada evolución de caudales y lluvias. Los datos históricos permiten determinar qué patrón tiene la oferta de agua en la zona, en particular ayuda a la identificación de los máximos y mínimos históricos.

Conviene considerar un horizonte histórico suficientemente largo, a fin de poder estimar sequías y crecidas “centenarias” (esto es, las que ocurren una vez cada cien años), milenarias o mayores, dependiendo de la envergadura del proyecto.

A partir de los datos históricos se puede proyectar al futuro como una repetición del pasado, con las siguientes salvedades:

- a. *Debemos introducir en la estimación futura todo cambio en la oferta y demanda de agua diferente del proyecto.* Por ejemplo, usos adicionales previstos del río, aumento del riego de otros productores, desviación de las aguas del río, etc.
- b. *Debemos considerar también los cambios naturales que pueden ocurrir en la fuente de agua o en los requerimientos de los cultivos.* Por ejemplo, cambios en el patrón de lluvias que empiezan a manifestarse en la actualidad, desarrollo de variedades de cultivos más o menos resistentes a la escasez de agua, etc.
- c. *Todo otro cambio natural o producido por el hombre que signifique un desvío en la tendencia histórica de la oferta y la demanda de agua.*
- d. *Deberíamos introducir también en la proyección la evolución esperada de las otras variables ya mencionadas que influyen en la oferta y demanda de agua,* tales como el marco legal, los precios relevantes, las técnicas agrícolas empleadas, etc.

La proyección del déficit de riego implica conocer la historia y prolongarla hacia el futuro. Debemos corregir esa operación introduciendo todos los cambios previsibles en la tendencia. El futuro no es una simple repetición del pasado, ni siquiera en los fenómenos naturales.

En este capítulo estamos refiriéndonos a la situación actual (y a la proyección de la misma) sin considerar el proyecto. Las proyecciones mencionadas para estimar el futuro déficit de riego se refieren por ello al déficit que ocurriría *sin el proyecto*. En consecuencia, todos los cambios que haya en la oferta y la demanda son los que ocurrirían si el proyecto no se hiciera o aquellos que ocurrirán con o sin proyecto.

Al estimar la situación con proyecto se considerarán las modificaciones que éste introducirá, y los usos del agua que dejarán de hacerse debido a la aparición del proyecto. Aquellos cambios previstos que aparezcan tanto con como sin proyecto son indiferentes en el análisis. La metodología a aplicar para proyectar los efectos del proyecto es similar a la descripta aquí.

Sin perjuicio del caso que acompaña a esta Metodología, desarrollamos a continuación un ejemplo esquemático de cómo proyectar el déficit de riego de una situación dada.

Ejemplo 19

Estimación y proyección del déficit de riego

Un agricultor está evaluando la posibilidad de incorporar riego en su campo. Actualmente produce trigo de secano, y confía en aumentar significativamente su producción introduciendo el riego. Su idea es utilizar riego por aspersión alimentado con agua de un río cercano. En la formulación de su proyecto siguió los siguientes pasos para estimar y proyectar el déficit de riego:

1. Determinación de los requerimientos de riego:

Para determinar los requerimientos de riego necesita conocer la evapotranspiración máxima del cultivo (ET_m), la evapotranspiración del cultivo (ET_c), el coeficiente de cultivo (k), la precipitación real (P), la precipitación efectiva (Pe) y la eficiencia de riego (ER).

a. *Cálculo de la Evapotranspiración máxima y de la evapotranspiración del cultivo*

Recordemos que la Evapotranspiración máxima la calculamos con la fórmula de Blaney-Criddle:

$$ET_m = p * (0.46t + 8.13)$$

donde ET_m = evapotranspiración máxima (mm/día), p = porcentaje medio de horas diurnas anuales; t = temperatura media anual en C°.

La evapotranspiración del cultivo se calcula como:

$$ET_c = ET_m * k$$

Ejemplo 19 (Continuación)

Estimación y proyección del déficit de riego

Los coeficientes p , t y k relevantes para nuestro caso son:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Temperatura media en C° (t)	19	22	25	27	25	23
% diario medio horas diurnas (p)	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28
Coefficiente k	0.40	0.80	1.15	1.15	0.70	0.70

De donde la evapotranspiración máxima y la del cultivo diarias serán, para cada mes:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Cálculo de ET _m (mm/día)	4.89	5.66	6.28	6.58	5.89	5.24
Cálculo de ET _c (mm/día)	1.96	4.53	7.22	7.56	4.12	3.67

Y el requerimiento mensual es:

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Cálculo de ET _c (mm/mes)	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68

b. Cálculo de las precipitaciones efectivas

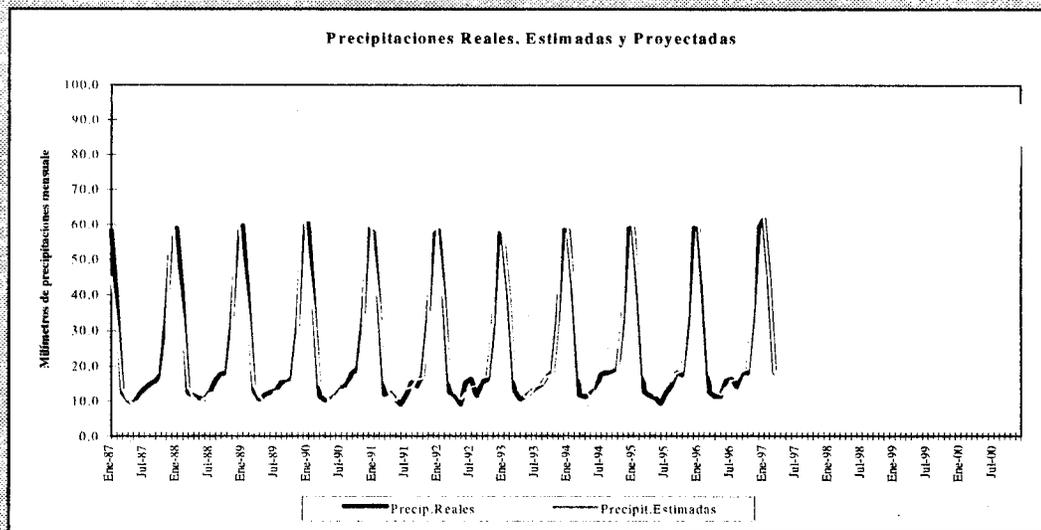
Las precipitaciones reales en los meses relevantes de los últimos 10 años y las proyecciones¹³ para los próximos 5 se muestran en el cuadro siguiente:

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1987/88	17.6	33.1	58.0	58.9	38.8	12.3
1988/89	18.0	32.0	57.0	59.6	38.4	12.9
1989/90	16.5	31.5	59.2	60.2	39.0	11.4
1990/91	19.0	33.5	58.6	57.7	37.8	11.9
1991/92	17.3	32.9	56.8	58.3	39.4	12.4
1992/93	16.2	30.0	57.4	54.2	38.5	12.9
1993/94	18.4	33.7	58.3	58.4	38.1	11.7
1994/95	19.0	32.0	58.7	59.1	38.6	12.6
1995/96	17.5	31.8	59.0	58.6	39.1	12.4
1996/97	18.0	33.2	58.9	61.6	44.7	18.1
1997/98	19.8	36.4	87.4	63.2	45.9	18.6
1998/99	20.3	37.4	89.7	64.9	47.1	19.1
1999/00	20.9	38.4	92.0	66.6	48.3	19.6
2000/01	21.4	39.3	94.3	68.2	49.5	20.1
2001/02	20.1	21.9	40.3	96.6	69.9	50.7

En el gráfico que sigue se aprecian las precipitaciones históricas y proyectadas:

¹³ La metodología de proyección utilizada es la regresión lineal por mínimos cuadrados. Para la misma sugerimos consultar cualquier manual de estadística. Una descripción sencilla de la metodología se encuentra en Sapag y Sapag (1990).

Estimación y proyección del déficit de riego



Las precipitaciones *efectivas* proyectadas se calculan según las fórmulas ya vistas:

- Si las precipitaciones estimadas mensuales (P) son superiores a 75 mm, $Pe = 0.8P - 25$
- Si son inferiores, $Pe = 0.6P - 10$

Aplicando estas fórmulas a las precipitaciones proyectadas, obtenemos las siguientes precipitaciones efectivas proyectadas mensuales:

Precipitaciones efectivas proyectadas (mm/mes)						
Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997/98	1.9	11.9	44.9	27.9	17.5	1.2
1998/99	2.2	12.4	46.8	28.9	18.3	1.5
1999/00	2.5	13.0	48.6	29.9	19.0	1.8
2000/01	2.8	13.6	50.5	30.9	19.7	2.1
2001/02	2.1	3.2	14.2	52.3	32.0	20.4

2. Cálculo del déficit de riego

Si tenemos las necesidades del cultivo (la evapotranspiración) y la precipitación efectiva, obtenemos las necesidades netas de riego o *déficit de riego*:

Ejemplo 19 (Continuación)

Estimación y proyección del déficit de riego

(Datos en mm/mes)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
<u>1997/98</u>						
ETc	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	1.88	11.85	44.90	27.94	17.54	1.17
Déficit de riego	-58.78	-123.93	-179.03	-206.50	-97.88	-112.51
<u>1998/99</u>						
ETc	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	2.20	12.43	46.76	28.94	18.27	1.47
Déficit de riego	-58.46	-123.35	-177.18	-205.49	-97.16	-112.22
<u>1999/2000</u>						
ETc	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	2.52	13.01	48.61	29.94	19.00	1.76
Déficit de riego	-58.15	-122.77	-175.33	-204.49	-96.43	-111.92
<u>2000/01</u>						
ETc	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	2.83	13.59	50.46	30.95	19.72	2.05
Déficit de riego	-57.83	-122.19	-173.48	-203.49	-95.70	-111.63
<u>2001/02</u>						
ETc	60.66	135.78	223.94	234.43	115.42	113.68
Precipitaciones efectivas (mm/mes)	2.05	3.15	14.17	52.32	31.95	20.45
Déficit de riego	-58.61	-132.63	-209.76	-182.12	-83.47	-93.23

3. Determinación de la demanda total de agua (tasa de riego)

A partir del déficit de riego y de la eficiencia de riego se puede determinar la cantidad de agua requerida. Como nuestro proyecto se trata de riego por aspersión, la eficiencia de riego puede estar en un 75%. La tasa de riego se obtiene a partir de la fórmula ya vista (donde ER es la eficiencia de riego):

$$TR = \frac{ETc - Pe}{ER}$$

Para los datos del proyecto, la tasa de riego de cada mes y cada año es la siguiente:

(Datos en mm/mes)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997/98	78.37	165.24	238.71	275.33	130.51	150.01
1998/99	77.95	164.46	236.24	273.99	129.54	149.62
1999/2000	77.53	163.69	233.77	272.65	128.57	149.23
2001/02	77.11	162.91	231.30	271.32	127.60	148.84
2002/03	78.15	176.84	279.69	242.83	111.30	124.31

CAPITULO CUARTO: PROBLEMAS TIPICOS Y DEFINICION DE ALTERNATIVAS

Los proyectos de riego son muy populares. A fines de la década de los '80, la FAO estimaba que el 17% de la superficie arable del mundo estaba bajo riego, mientras que Asia (el continente donde más se han dirigido los proyectos de riego) tenía el 34% de su superficie arable con riego. Sólo en el Este y Sudeste asiáticos, entre 1977 y 1987, los organismos internacionales de crédito y de ayuda para el desarrollo prestaron más de 4,100 millones de dólares. Aún en las zonas con supuesta o real abundancia de agua, como la pampa húmeda argentina, el riego está siendo empleado con creciente frecuencia.

¿Por qué esa popularidad? Indudablemente, los proyectos de riego representan una solución, y son en parte causa del aumento de la producción mundial de alimentos. Es también reconocida su capacidad para generar cambios tecnológicos en el sector agrícola, al posibilitar nuevos cultivos, mayor producción y técnicas más sofisticadas. Finalmente, el impacto en la opinión pública de las grandes obras de riego colabora en su popularidad.

Sin embargo, es cierto también que estudios hechos por el Banco Mundial sobre los proyectos financiados por el mismo han encontrado que la tasa de rentabilidad calculada *ex ante* es sistemáticamente mayor que la calculada *ex post*. Esto lleva a pensar que no todos los proyectos de riego han sido tan eficientes o convenientes para quienes los emprendieron.

Lo que intentaremos sistematizar en este capítulo son los problemas que los proyectos de riego han resuelto o intentado resolver, a fin de determinar en qué casos resulta una solución. Asimismo, estableceremos una tipología de proyectos de riego.

1. OBJETIVOS Y PROBLEMAS TÍPICOS DE UN PROYECTO DE RIEGO

1.1. OBJETIVOS Y PERTINENCIA DE UN PROYECTO DE RIEGO

El objetivo general de un proyecto de riego suele ser el de aumentar la producción, productividad y competitividad de la actividad agropecuaria. Esto es, no sólo aumentar la cantidad de producto sino también la producción por unidad de factor productivo -tierra, capital y trabajo- utilizado.

Adicionalmente, o, mejor, como consecuencia de ese objetivo general, hay objetivos derivados de aquél, que se vinculan a la mejora de los ingresos, y en consecuencia de las condiciones de vida, de los agricultores, la reducción de las migraciones internas del sector rural al urbano, etc.

En otras palabras, podríamos establecer que los proyectos de riego tienen una dimensión "específica" o "técnica", esto es, la vinculada con los efectos en la actividad agropecuaria derivados de problemas del recurso agua, y una dimensión "social", la relacionada con los

efectos sociales que generan los problemas del agua. Volveremos sobre este tema más adelante.

Los proyectos de riego han sido utilizados como proyectos multipropósito, afectando su calidad de diseño e implementación.

Ahora bien, no siempre los objetivos mencionados se obtienen a partir de un proyecto de riego. Esto, por dos razones:

- a. La estructura de causas que llevan a un problema de productividad, competitividad y a los problemas relacionados de empobrecimiento del sector agrícola no necesariamente incluye temas relacionados con la existencia o la distribución del recurso agua.
- b. Aún cuando el agua (su disponibilidad, su uso, su calidad) sea una de las causas del problema central, no necesariamente la solución pasa por un proyecto de riego.

Por ejemplo, los problemas de productividad y competitividad pueden ser causados por

- a. la escala poco competitiva de la mayoría de las explotaciones rurales,
- b. el monocultivo
- c. un monopsonio del lado de la compra de los productos agrícolas
- d. distorsiones de precios (precios regulados, máximos o sostén)
- e. un tipo de cambio que afecta la competitividad de la producción local
- f. un sistema impositivo que penaliza al agro en favor de otros sectores
- g. la baja tecnificación de la actividad agrícola
- h. uso de técnicas que deterioran el suelo
- i. cultivo de variedades no adaptadas a las condiciones ambientales

Estos problemas pueden resolverse con herramientas tales como las siguientes (Cetrángolo y otros, 1991: 11)

- a. el asociativismo, que permite lograr escala y especialización
- b. la integración vertical
- c. la diferenciación de productos
- d. la creación de nuevos instrumentos comerciales y financieros
- e. la capacitación del productor rural
- f. la modificación del sistema tributario
- g. la liberación de los mercados, incluyendo precios y comercialización
- h. el establecimiento de un tipo de cambio realista
- i. la adopción de tecnología.

Si bien es cierto que dentro de la última herramienta está la adopción del riego, resulta claro que no todos los problemas pueden resolverse con el riego. Como mencionamos en el Capítulo 2, se requiere identificar correctamente el problema para establecer si el proyecto de riego es la alternativa de solución adecuada.

Por otro lado, aún en los casos en que el problema es el agua, no siempre el riego es la solución óptima. A veces los problemas surgen de

- a. la *dificultad* en adoptar la tecnología (existen canales de riego, pero los agricultores no usan el agua o la usan de manera poco eficiente)
- b. la *oportunidad* de la incorporación del riego (los agricultores usarían esta herramienta, pues la necesitan, pero no hay disponibles estructuras de financiamiento adecuadas)
- c. la *conflictividad* en el uso del agua (existen canales de riego, pero la legislación no es adecuada, lo que genera muchos conflictos entre los usuarios del riego y desalienta su empleo), etc.

Podemos entonces preguntarnos

- a. qué *problemas son los más apropiados* para resolver a través de un proyecto de riego,
- b. qué *tipos de proyectos* y subproyectos aparecen,
- c. qué *limitaciones* encuentran los proyectos que puedan dificultar su ejecución.

Muchos problemas de la producción agropecuaria son enfrentados como proyectos de riego cuando el riego sólo es una variante técnica del proyecto.

1.2. PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES TÍPICOS EN QUE SE BASA UN PROYECTO DE RIEGO

El problema principal que intenta resolver un proyecto de riego es el del *déficit hídrico*, la brecha existente entre la oferta y demanda de agua para la producción agrícola. Esto es, el agua requerida por los cultivos no es provista adecuadamente por la oferta de agua existente. Este problema tiene algunas variantes:

- a. *Falta de agua*: Las zonas áridas representan este caso extremo, donde el agua falta casi totalmente.
- b. *Escasez de agua*: En las zonas semi áridas, el agua existe pero no en los volúmenes adecuados, ni en el momento oportuno. Quizás las lluvias son en invierno, mientras los cultivos la requieren en verano, y cuando llueve tampoco alcanza para cubrir los requerimientos de los cultivos.
- c. *Distribución irregular del agua*: Otra posibilidad es que la oferta de agua promedio en el año sea adecuada, pero que la distribución dentro del año sea irregular, con alta probabilidad de escasez o aún sequía en los períodos críticos.
- d. *Condiciones orográficas y edáficas poco aptas*: El problema aquí no es la falta de agua, considerada en general, sino que las condiciones del terreno y del suelo (pendiente, suelo de textura gruesa o poco profundo) hacen que el agua no se almacene en el suelo en volúmenes apropiados, que escurra sobre la superficie sin que la planta la aproveche o que drene fuera del alcance de las raíces.
- e. *Calidad del agua*: el agua que se aprovecha en la zona para regar no es apropiada, debido a su contenido de sales o a alguna otra característica.

- f. *Usos alternativos del agua*: La oferta de agua existente tiene usos alternativos al agrícola, y no hay una normativa clara que ordene la demanda de agua.
- g. *Mejora de la variedad de cultivo*: La oferta de agua es adecuada, pero su volumen permite sólo cierto tipo de cultivos.
- h. *Intensificación del cultivo*: La oferta de agua es también adecuada, pero los rendimientos obtenidos son bajos.
- i. *Exceso de agua*: La oferta de agua es más que suficiente, lo que lleva a un exceso de riego con resultados negativos (salinización, calcificación, etc.).

Otro tipo de problemas, en el cual el riego es más una causa que una solución, se relaciona con los *efectos de la incorporación del riego* a la actividad agropecuaria. El impacto del riego se produce en “dos tiempos” (Bergmann y Boussard, 1976: 34 y ss.): en el primero, el predio recibe agua y comienza a usarse para riego; en el segundo, el agua se usa total y eficientemente. El lapso entre el primer momento y el segundo es cuando se van produciendo los siguientes impactos:

- a. *Problemas de escala*: los agricultores deben aprender a manejar una mayor escala de operación. Esto es, mayor producción, que requiere mayor capacidad de almacenamiento, mayor uso de recursos, mayores necesidades de capital de trabajo e incluso de inversiones en infraestructura complementarias con el riego (drenaje, almacenaje, etc.)
- b. *Problemas de complejidad*: la operatoria de la explotación agrícola se hace más compleja, en parte por la escala y en parte por los requerimientos propios de la tecnología de riego. El agricultor debe aprender cómo usar el riego de manera eficiente.
- c. *Problemas de cambio*: en muchos casos, la incorporación del riego implica que se cambie el tipo de cultivo o de producción. Tres casos típicos, de complejidad creciente son:
 - i. *Incorporación de cultivos de riego en vez de cultivos de secano*. El agricultor deberá aprender no sólo a utilizar esta técnica sino a usarla en cultivos o explotaciones diferentes a las que estaba acostumbrado. Deberá aprender nuevas técnicas de cultivo, conocer nuevos mercados, etc.
 - ii. *Comienzo de plantaciones de árboles frutales*. Las características de esta explotación hacen necesario un largo período de adaptación.
 - iii. *Comienzo de una explotación ganadera*. El agricultor que comienza a realizar una explotación ganadera, a partir de la incorporación de riego, debe aprender cinco técnicas diferentes: irrigación, producción de pasturas, preservación de alimento para el ganado, alimentación del ganado y selección de los animales para mejorar su stock. Esto, sin mencionar las diferencias de la comercialización de ganado respecto a la de productos agrícolas.

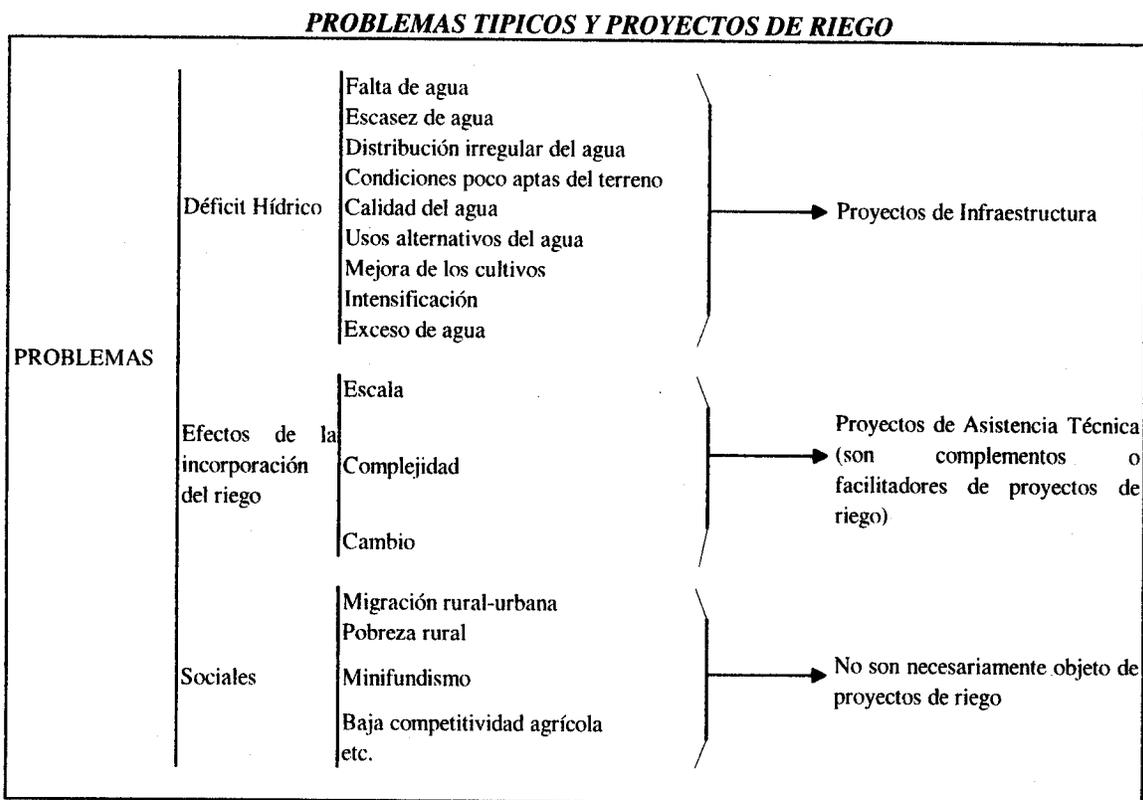
Finalmente, tenemos que algunos proyectos de riego pueden buscar la solución de *problemas sociales* como la emigración de las zonas rurales, la baja productividad de la mano de obra rural, la pobreza rural, etc. En estos casos, el riego es un instrumento más, normalmente secundario. Esto es, los objetivos “sociales” son efectos secundarios de un proyecto de riego, no su justificación principal.

Un proyecto de riego surge como alternativa válida de solución de un problema cuya causa principal se relacione con la disponibilidad de agua para los cultivos. Es menos efectivo como solución de problemas derivados de cambios tecnológicos y/o de causas socioeconómicas.

1.3. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS DE RIEGO

¿Qué tipos de proyectos de riego pueden dedicarse a encarar algunos de los problemas u oportunidades señalados en el punto anterior?

Cuadro 4.1



1.3.1. Proyectos de Infraestructura

Los problemas relacionados con el déficit hídrico son encarados en general con proyectos de infraestructura. Este tipo de proyectos consisten en realizar infraestructura nueva o reparar, modificar o mejorar infraestructura ya existente.

Los proyectos de infraestructura comprenden (MIDEPLAN, 1992: 248):

a. *Obras de captación*: son los pozos para captar las aguas subterráneas.

- b. *Obras de derivación*: son las bocatomas que derivan las aguas superficiales hacia canales.
- c. *Obras de conducción o transporte*: son los canales maestros que transportan las aguas desde la fuente hacia el área a irrigar.
- d. *Obras de distribución*: son los canales secundarios y terciarios, que llevan el agua hasta los predios. Incluyen las obras de arte complementarias (compuertas, cámaras, etc.)
- e. *Obras de regulación*: son aquellas que permiten retener el agua que escurre, para utilizarla nuevamente en períodos de déficit o para aumentar la superficie bajo riego (embalses, tranques nocturnos o de temporada).

Entonces, si el problema es la falta de agua en un área determinada, el proyecto de riego incluye todas las obras de infraestructura mencionadas. En cambio, si el problema son los usos alternativos o el exceso de agua, el proyecto sería básicamente uno de regulación.

Con respecto a las obras existentes, los proyectos más comunes son los de rehabilitación y los de mejoras en el manejo del sistema de riego.

Los *proyectos de rehabilitación* tienen la ventaja de aprovechar los costos hundidos de la infraestructura existente. Esto es, la base de la red de irrigación ya existe, en consecuencia no es un costo relevante -no varía se haga o no el proyecto-. Por esta razón, puede suceder que no sea rentable la construcción de un canal pero si lo sea un proyecto de rehabilitación de uno existente. La diferencia está en que el proyecto de mejora no tiene que incurrir en los costos de inversión del proyecto de canal nuevo.

En otros casos estos proyectos implican casi una obra nueva, pues se aprovecha para “modernizar” el sistema de irrigación. Un inconveniente en estos proyectos es que pocas veces se aprovecha la experiencia de los agricultores acerca de los inconvenientes encontrados en el uso del sistema de riego original (Rosegrant y Svendsen, 1993: 27).

Los *proyectos de mejoras* en el manejo del sistema de irrigación han despertado entusiasmo. En la práctica, los beneficios no han sido espectaculares y sí muy variables. Sin embargo, son proyectos que valen la pena evaluar. Consisten básicamente en mejorar tres aspectos del uso del riego (Rosegrant y Svendsen, 1993: 24):

- i. *Oportunidad de los envíos de agua a los agricultores*: la idea es que el agua llegue a los agricultores de manera más predecible y en la máxima coincidencia posible con los períodos críticos de los cultivos.
- ii. *Ahorro de agua*: esto se refiere mejoras que permitan tanto reutilizar el agua que se deja correr, ya sea para otros usos o para aumentar la superficie irrigada, como llegar a determinar el volumen adecuado de agua para cada tipo de cultivo. Estudios empíricos han mostrado que el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos por las fórmulas standard habituales, conjuntamente con las medidas de eficiencia standard utilizadas para medir la eficiencia de los sistemas, conlleva a diseñar sistemas de riego sobredimensionados. Se produce así un fenómeno de “consumismo” en los cultivos, esto es, un consumo de agua mayor que el requerido realmente para crecer (Bergmann y

menos agua (sin someterlas a *stress* hídrico), de manera tal que el agua ahorrada puede emplearse para regar hectáreas adicionales.

- iii. *Reducción del anegamiento y de la salinidad*: el problema del exceso de agua, señalado más arriba, tiene dos aspectos. Uno, el “consumismo” que explicamos en ii. Otro, la tendencia al anegamiento y el exceso de salinidad en los terrenos. Un proyecto de mejoras en la gestión del sistema de riego, que reduzca la cantidad de agua a niveles adecuados, producirá un beneficio por ahorro de agua y por la posibilidad de irrigar hectáreas adicionales, pero también por recuperación de hectáreas anegadas y con excesiva salinidad.

Los proyectos de infraestructura son los que pueden denominarse “proyectos propiamente de riego”. Con respecto a ellos, los conceptos clave son los de identificación del problema y de separabilidad de proyectos: la obra de infraestructura propuesta debe solucionar la causa principal del problema; y además, cada subproyecto debe ser analizado por separado. Este último concepto es particularmente útil para proyectos de mejora de la infraestructura existente.

Ejemplo 20

Proyectos de infraestructura de riego

El gobernador de la provincia P solicita al gobierno nacional fondos para un proyecto de riego. El mismo consiste en un canal principal de 20 kilómetros, que tomaría aguas del río R, y una red de canales secundarios para llevar el agua a los predios. Estos ya están usando riego, con canales prediales, en base a agua subterránea. La superficie a irrigar abarcaría 12,000 hectáreas: 1/3 que actualmente hace agricultura de secano, 1/3 que tiene una red de canales secundarios, pero que se encuentra en mal estado debido a que no está siendo usada por los agricultores y 1/3 que utiliza riego de aguas subterráneas.

La justificación del proyecto se basa en que las precipitaciones son irregulares y afectan la productividad del cultivo en secano, que aún con el riego que actualmente se hace con agua subterránea, no alcanza a cubrir los requerimientos de los cultivos en esa parte del área, y que lo mismo sucede en la parte que tiene la red en desuso. El costo del proyecto es de 15 millones de dólares.

El secretario de Agricultura solicitó un estudio del proyecto. Las conclusiones fueron las siguientes:

- a. El proyecto propuesto se compone de tres subproyectos:
 - a.1. un proyecto de obra nueva: el canal principal y la red de canales secundarios en el área de secano.
 - a.2. un proyecto de rehabilitación de canales en desuso.
 - a.3. un proyecto de sustitución de fuentes de abastecimiento de agua.
- b. El subproyecto de sustitución de fuentes de abastecimiento de agua parece estar identificando mal el problema: los estudios técnicos señalan que la cantidad y distribución del agua es adecuada, pero los cultivos se han acostumbrado a un consumo mayor, por un manejo erróneo de los agricultores. En consecuencia, el proyecto a evaluar debería ser uno de manejo del agua.
- c. El subproyecto de rehabilitación de canales en desuso debería revisarse en dos sentidos:
 - c.1. investigar las causas por las cuales los agricultores no utilizan más el riego. ¿No sucederá lo mismo con el proyecto previsto?
 - c.2. evaluar la posibilidad de rehabilitar los canales secundarios, en lugar de construir nuevos.
- d. El subproyecto de obra nueva debería ser reformulado en dos versiones (relacionándolo con c.): una en la cual se construyen todos los canales previstos, y otra en la cual sólo se construyen canales en la zona de secano.

1.3.2. Proyectos de Asistencia Técnica

Los problemas generados por la adopción del riego son enfrentados básicamente por *proyectos de asistencia técnica*. Estos proyectos son normalmente componentes de un proyecto de infraestructura de riego. Sin embargo, de acuerdo al principio de separabilidad de proyectos, corresponde que sean evaluados individualmente.

La idea de los proyectos de asistencia técnica es reducir el tiempo entre que el agua llega a los agricultores por primera vez y el momento en que se la usa eficientemente. De alguna manera, permiten que las ventajas del proyecto infraestructural que se identificaron y valoraron en la evaluación *ex ante* se obtenga en la realidad. Algunos de los proyectos posibles son los siguientes:

- a. *Educación y entrenamiento de los agricultores*, tanto en las técnicas específicas de riego como en los efectos económicos del mismo, esto es, entrenamiento acerca de cómo dirigir su explotación con un tamaño y una complejidad crecientes. En particular, es necesario que se capacite y se de las herramientas a los agricultores para un mejor manejo del riesgo. En efecto, la mayor escala de operación, la mayor complejidad de la misma, el incremento del endeudamiento generado por el aumento de escala y por la necesidad (eventualmente) de financiar las obras de riego, la incursión en nuevos cultivos y por lo tanto en nuevas técnicas agrícolas y nuevos mercados aumentan el riesgo para el agricultor. Aquí se requieren proyectos de asistencia técnica y eventualmente el diseño de un proyecto de seguro que resulte apropiado para el tipo de agricultor que beneficia el proyecto.
- b. *Diseño de sistemas de financiamiento adecuados*: dado que el riego generará un aumento de producción y una intensificación de la misma, las necesidades de financiamiento de los agricultores también aumentarán. Se requerirá, en consecuencia, tener un sistema que permita el acceso al crédito, lo cual es otro tipo de proyecto vinculado con el riego.

Ejemplo 21

Proyectos de asistencia técnica

En el ejemplo 1, el proyecto de manejo de agua que propusieron los técnicos de la Secretaría de Agricultura en lugar del proyecto de reemplazar riego de aguas subterráneas por riego con aguas superficiales es básicamente un proyecto de asistencia técnica.

En efecto, el ahorro de agua no se lograría, en ese caso, por una mejor aislación de los canales, o una reutilización del agua que no infiltra en los predios, sino por una mejora en el manejo del agua por parte de los regantes.

El punto principal en este caso es que este proyecto debe ser evaluado independientemente de los proyectos de infraestructura. En efecto, el proyecto original del gobernador de P incluía, para estos regantes, hacerles canales que los conectaran al río R y darles asistencia técnica. Si se hubiera evaluado ese proyecto quizás hubiera resultado rentable. Sin embargo, si se evaluara por un lado el subproyecto de infraestructura y por otro el de asistencia técnica, quizás se determinaría que éste último es tan rentable que está subsidiando al otro, que no lo es.

1.3.3. Proyectos Sociales

Los proyectos de riego pueden tener algún efecto sobre situaciones sociales predominantes en la zona a irrigar o en la zona de influencia. Inclusive, la modificación de alguna de esas situaciones puede ser un objetivo deliberadamente buscado por el proyecto. El punto a resaltar es que esto es válido mientras

- a. no exista una manera menos costosa de alcanzar el mismo resultado
- b. no se intente alcanzar el objetivo social a pesar de que el “proyecto riego” no es rentable.

La primera salvedad se refiere, una vez más, a la correcta identificación del problema y del proyecto. Si en el área a irrigar se observa un problema social, debe establecerse que una de las causas del mismo puede ser corregida mediante el riego. En otras palabras, debe haber un problema de aguas que a su vez da origen a un problema social, de manera tal que al solucionar el primero se soluciona o aminora el segundo. Si el problema social tiene otras causas, el proyecto de riego no lo solucionará, aunque parezca que sí lo puede hacer. Si el problema social efectivamente puede ser solucionado por el proyecto de riego, debería evaluarse si no hay una opción más directa y menos costosa (un “proyecto social”) que llegue al mismo resultado.

Por otro lado, puede suceder que el riego efectivamente tiene como beneficio secundario la solución de un problema social. Si el “proyecto riego” no es rentable en la parte de riego entonces probablemente no se transforme en rentable sólo por la parte social. Nuevamente, convendría no hacer el “proyecto riego” sino buscar un “proyecto social” menos costoso.

1.3.4. La Equidad y Los Proyectos.

Uno de los aspectos importantes en el diseño de los proyectos de riego en todas sus opciones se relaciona con el *impacto redistributivo* de los mismos.

La técnica de evaluación de proyectos es neutral con respecto a la transferencias de ingresos entre individuos. Para el análisis Costo-Beneficio vale tanto la unidad adicional de ingresos para un individuo como para cualquier otro (Harberger, 1976): si la sociedad recibe \$1 adicionales gracias al proyecto, no afecta la valoración del mismo el hecho de que el \$1 lo reciba una persona rica en lugar de una persona pobre.

Este supuesto de la evaluación de proyectos refleja una larga discusión entre evaluadores y políticos: el dilema de la equidad versus eficiencia.

Tal como hemos explicado en capítulos anteriores, cada proyecto tiene un objetivo o un pequeño conjunto de objetivos a cumplir. No siempre se producen conflictos entre equidad y eficiencia, pero en algunos casos este dilema se hace presente. Por ejemplo, un proyecto de riego que hace a la sociedad más rica en términos neto, pero que aumenta la riqueza de los terratenientes y empeora la situación de los campesinos. Aquí, la sociedad en su

conjunto es más rica, pero a costa de que algunos de sus miembros, ya de por sí en situación desventajosa, se encuentren peor.

¿Cómo resolver este dilema? Si el caso es tan esquemático como el enunciado en el párrafo anterior, quizás la solución sería que el proyecto lo lleven a cabo los terratenientes que se benefician con él, a su propio riesgo, mientras la sociedad, a través del Estado, evita que todos los costos recaigan en los campesinos. Sin embargo, la cuestión puede complicarse. ¿Cómo habría que actuar si ese proyecto, además, beneficia a los pobres urbanos? ¿Convendría emprenderlo? ¿En qué condiciones?

Este tipo de dilemas llevaron al planteo de distintos criterios para solucionarlos. Uno de ellos es el de la compensación: se aplica cuando los proyectos producen transferencias de ingreso entre diferentes grupos de individuos. Consiste en la operacionalización del criterio Kaldor-Hicks: si el ganador acepta compensar al perdedor por su pérdida, esto está reflejando un incremento del bienestar la sociedad.

Este criterio es utilizado, más allá de los cuestionamientos acerca de qué tan operativo es, como un instrumento de compensación de las transferencias de ingresos.

El segundo instrumento que se ha utilizado es el de las ponderaciones distributivas. En este caso se introduce un factor de corrección sobre los beneficios de manera que los beneficios producidos en los sectores de menores ingresos tengan un valor superior a los beneficios generados en los sectores de altos ingresos. Este criterio estaría tratando de ajustar los ingresos al valor marginal del ingreso. Este criterio, más simple que el anterior, también ha sido cuestionado por sus efectos sobre la eficiencia.

Más allá de los dos criterios mencionados, debería reiterarse que existen variados caminos para procurar una mayor equidad, y los proyectos no necesariamente son los mejores para lograrlo.

En ese sentido normalmente en el análisis de proyectos se ignora el efecto del sistema impositivo sobre la equidad. En este caso, tanto la recaudación como el gasto público mediante proyectos específicos pueden lograr un mejoramiento de la distribución de los ingresos sin afectar el diseño de los proyectos y su implementación.

2. ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Los proyectos reseñados admiten combinaciones entre sí (por ejemplo, la rehabilitación de un canal maestro y la construcción de canales secundarios y terciarios en un área antes no irrigada, juntamente con un proyecto de capacitación en el uso del riego) y también distintas variantes técnicas (canales abiertos o cerrados, uso de aguas superficiales, subterráneas o ambas). Es posible, entonces, que “un” proyecto de riego se componga en realidad de varios subproyectos, y que además tenga distintas alternativas (por ejemplo, varias trazas diferentes para el canal maestro).

El concepto clave en este tema es el de *separabilidad de proyectos*. La separabilidad se refiere a que dado un proyecto, se deben identificar en el mismo la existencia de proyectos menores o subproyectos. Estos subproyectos deben ser formulados y evaluados de manera independiente, incluso en sus distintas alternativas, de modo que es posible que se tenga dos o tres alternativas de proyecto, compuestas por distintas combinaciones de subproyectos. En algunos de esos casos los proyectos serán dependientes, en consecuencia deberán ser evaluados en forma separada -para identificar su rentabilidad- pero no como proyectos aislados. En otros casos los proyectos pueden ser independientes y su realización no tiene relación directa con el proyecto de riego principal. Por ejemplo, la inclusión dentro del proyecto de riego del mejoramiento de las viviendas de los agricultores. Este último es un proyecto en sí mismo y puede realizarse con independencia del proyecto de riego.

El objetivo del análisis individual de los subproyectos es que sólo se elijan aquellos que son rentables. Si la evaluación se hiciera “en bloque”, aunque el proyecto general resultara rentable es posible que hubiera algún subproyecto que no lo fuera. En otras palabras, se busca evitar que los subproyectos rentables subsidien a los que no lo son.

El criterio de separabilidad permite identificar cuáles subproyectos son rentables y separar “la paja del trigo” en la evaluación.

Ejemplo 22

Separabilidad de proyectos: El proyecto “Valle Fértil”

El proyecto “Valle Fértil” consiste en regar 10,000 hectáreas, trayendo agua de un río cercano por medio de un canal, y repartiéndola en los predios por canales secundarios. Las opciones de captación son una bocatoma o una pequeña represa. Esta se usaría además para generar electricidad para un pueblo cercano. El canal maestro tiene dos opciones de trazado, y puede ser tanto revestido como sin revestir, y cerrado o abierto. Además, se está evaluando la posibilidad de dar asistencia en técnicas de riego a los agricultores, a pesar de que varios de ellos ya utilizan riego por aguas subterráneas.

¿Cuántos subproyectos surgen del proyecto “Valle Fértil”? En primer lugar, el proyecto “Valle Fértil” se compone de tres subproyectos:

- a. Un subproyecto de *riego*
- b. Un subproyecto de *asistencia técnica* para riego
- c. Un subproyecto de *generación de energía hidroeléctrica*

Asimismo, el proyecto de riego tiene las siguientes alternativas:

- a. Canal Trazado A:
 - a. 1. Revestido
 - a. 1. 1. Abierto
 - a. 1. 2. Cerrado

Ejemplo 22 (Continuación)

- a.2. Sin revestir
 - a.1.1. Abierto
 - a.1.2. Cerrado
- b. Canal Trazado B:
 - b.1. Revestido
 - b.1.1. Abierto
 - b.1.2. Cerrado
 - b.2. Sin revestir
 - b.1.1. Abierto
 - b.1.2. Cerrado

Cada uno de los subproyectos debe evaluarse por separado, considerando además las distintas alternativas tecnológicas del canal. Una vez que se tienen los costos, inversiones y beneficios de cada alternativa y subproyecto, y los indicadores de rentabilidad adecuados, se puede establecer cuál es la combinación más rentable. Obviamente, cuanto mayor sea la cantidad de subproyectos y de opciones tecnológicas, mayor complejidad tendrá el análisis.

El concepto de separabilidad de proyectos puede aplicarse también con respecto al área a irrigar. Dado que la incorporación de un manejo eficiente del agua en cada predio es lenta (en función, como se explicó, de la actitud de los agricultores frente al riego, del nivel de educación, etc.) en determinadas ocasiones quizás no convenga realizar las obras de infraestructura adecuadas para irrigar el total de la zona elegida.

En efecto, los datos empíricos muestran que en la mayoría de los casos el máximo alcance que se logra es un 70% u 80% del total de hectáreas que se deseaban irrigar; y a ese máximo se llega en lapsos que pueden superar los 7 años. En consecuencia, quizás convenga diseñar un proyecto para, digamos, el 40% del área total a irrigar, a los “n” años otro para el 40% siguiente y “n+t” años después, el porcentaje restante. Obviamente, esta alternativa deberá compararse con la de hacer toda la obra hoy.

3. LA IMPORTANCIA DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA EN LOS PROYECTOS DE RIEGO

3.1. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA

Mencionamos oportunamente que el proyecto se evalúa comparándolo contra *la situación actual optimizada*. La situación actual optimizada es la situación actual modificada por aquellas acciones que pueden tomarse con “bajo” costo, y que reportan un uso más eficiente de los recursos actuales. Esto es, es una situación que refleja cómo sería el mundo si se proyectara la situación actual haciéndole una “sintonía fina” que suprimiera ineficiencias en el uso de recursos.

La situación actual optimizada intenta captar los beneficios “latentes”, logrando mejoras en la rentabilidad de la situación actual mediante pequeños ajustes en la operación y administración con muy bajos costos.

La razón de este paso metodológico es atribuirle al proyecto sólo los costos y beneficios derivados de su implementación, y no los que surgen de optimizar la situación presente. Esa atribución indebida se haría si comparáramos directamente el proyecto con la situación actual sin optimizar.

El estudio de la situación actual permite identificar si el problema se soluciona con riego o con mejoras en la gestión.

3.2. ACCIONES OPTIMIZANTES DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LOS PROYECTOS DE RIEGO

Las acciones optimizantes se caracterizan por ser “pequeñas” respecto a los proyectos. En sentido estricto son “miniproyectos” que deberían ser evaluadas tanto como los proyectos “grandes”. Podemos categorizarlas en tres tipos (MIDEPLAN, 1993: 253):

- a. Incorporación de los proyectos que afectan al área a irrigar o al área de influencia del proyecto en estudio, que han sido ya evaluados y decidida su ejecución.
- b. Obras de infraestructura “menores” o marginales.
- c. Medidas que optimicen la gestión de los recursos.

Si hay proyectos evaluados y listos para ser ejecutados y operados, tanto en el área a irrigar como en la zona de influencia, deben ser incorporados a la situación actual. Por ejemplo, en la zona a irrigar se está por realizar un proyecto de vialidad: se mejorarán los caminos de acceso. Este proyecto va a generar beneficios que deben atribuirse a la situación actual optimizada.

Las obras de infraestructura “menor” son aquellas que con inversiones relativamente pequeñas se logra una obra determinada. Por ejemplo, la reparación de un tramo de un canal secundario. El punto importante en este tipo de acciones optimizantes es poner el límite entre las obras “menores” y los proyectos. ¿Cuándo una reparación es marginal y cuándo un proyecto? En parte, esta pregunta sólo tiene respuesta en cada caso en particular; en sentido estricto, aún la obra más marginal es un proyecto. Sin embargo, es razonable suponer que si la inversión promedio en un canal principal en la provincia X es de diez millones de dólares, y la obra de reparación no supera los 100,000 dólares, la misma es claramente marginal.

Finalmente, las medidas que optimicen la gestión de los recursos existentes son medidas de aumento de la eficiencia en el uso de los sistemas existentes. El punto principal es, otra vez, el “tamaño” de la medida. Por ejemplo, contratar a un técnico para que recorra los predios y ayude a los agricultores a solucionar problemas en el uso del agua puede ser una medida de

optimización, mientras que un conjunto de acciones de capacitación en el uso de las nuevas técnicas de riego y su impacto en la gestión de la explotación agrícola, que emplee decenas de instructores y requiera movilizar a los agricultores a centros de capacitación, etc., debería ser considerado como un proyecto de asistencia técnica.

CAPITULO QUINTO: IDENTIFICACION Y VALORACION DE COSTOS Y BENEFICIOS DE UN PROYECTO DE RIEGO

1. INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importantes en el estudio de proyectos se relaciona con la determinación de los costos y beneficios. Usualmente se pueden realizar dos tipos de estudios. Desde el punto de vista del inversor se realiza una evaluación que contempla exclusivamente los costos incurridos y los beneficios apropiables por él mismo. En este caso todas las valuaciones se realizan a precios de mercado. Esta tipo de evaluación se define como *evaluación privada*.

Existe otro tipo de análisis, la *evaluación social*, que intenta captar el impacto del proyecto sobre la riqueza de la sociedad. Esta medición se realiza con independencia de los beneficiarios, captando todos los costos y beneficios asociados al proyecto para la sociedad en su conjunto. La valuación de costos y beneficios se hace entonces utilizando los precios sombra o precios sociales.

La evaluación privada analiza el proyecto desde el punto de vista del dueño del mismo, identificando y valorando los beneficios y costos que son relevantes para él. La evaluación social evalúa el proyecto desde el punto de vista de toda la sociedad, contemplando los beneficios y costos relevantes para la misma.

2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE UN PROYECTO DE RIEGO

2.1. EVALUACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA PRIVADO

2.1.1. Evaluación Privada Pura y Espuria

Existen dos formas de analizar un proyecto de riego desde el punto de vista privado. La primera es aquella en la que se analizan los costos e ingresos *directos* del proyecto (esto es, los directamente atribuibles al proyecto) a precios de mercado, en la segunda se agregan los costos e ingresos *indirectos*, también a precios de mercado. El primer enfoque se denomina evaluación privada pura, y el segundo, evaluación privada espuria.

2.1.1.1. Evaluación privada pura

La evaluación se realiza considerando el proyecto como un proyecto común, realizado por un emprendedor privado. Identificaremos como costos relevantes todos aquellos egresos relacionados con la construcción y operación del proyecto: obras de captación y obtención de agua, canales hasta la puesta en la puerta del predio, energía utilizada, empleados de control y funcionamiento, etc. Todos ellos valuados a precios de mercado.

Con respecto a los ingresos del proyecto se consideran solamente aquellos que producen ingresos para el proyecto: la venta de agua o los pagos realizados por los agricultores para recibir agua, contribución de mejoras, etc.

Este tipo de evaluación corresponde al tipo de análisis que realizaría un constructor privado que emprende una obra de riego. En efecto, no se están considerando ni los beneficios ni los costos indirectos. Se supone que el constructor evalúa, tal como lo hace un agricultor cuando estudia la introducción de riego en su predio, la venta del servicio de agua.

Este es el mismo criterio que se utiliza cuando se concesiona una ruta o algún otro tipo de obras que normalmente están en manos del Estado y se han privatizado.

2.1.1.2. Evaluación privada espuria

Este tipo de evaluación analiza los aspectos considerados en la evaluación privada pura y le agrega los aspectos indirectos. Este tipo de evaluación es llamada a veces, en el caso de los proyectos de riego, evaluación privada. Sin embargo, es una forma espuria de evaluar privadamente un proyecto.

¿En que se diferencia la evaluación privada pura de la evaluación privada espuria? Básicamente, en que mientras la primera toma en cuenta solamente los beneficios apropiables directamente por el proyecto, la segunda considera como beneficio del proyecto el incremento de cultivos y otros beneficios atribuibles al proyecto aunque el constructor no se apropie de ellos. En el caso de los precios a considerar no hay diferencias: ambas variantes de evaluación se realizan utilizando los precios de mercado.

¿Es correcto este tipo de análisis? La respuesta es negativa; por el contrario, se trata uno de los errores más comunes cometidos en las evaluaciones. El error consiste en que debemos evaluar un proyecto desde una óptica privada o desde una óptica social, pero en ningún caso como desde un enfoque mixto. Hacerlo así sólo mezclará conceptos, y enturbiará el resultado: si el proyecto evaluado de manera “mixta” resultara rentable, ¿sería rentable para quién? ¿Para el productor privado? Quizás, aunque parte de los beneficios no los puede captar (los indirectos). ¿Para la sociedad? Puede ser, también, aunque costos y beneficios están medidos a precios de mercado, que pueden no corresponderse con los precios sociales.

La evaluación privada considerará solamente los ingresos apropiables y los costos efectivamente incurridos y en ningún momento deberá considerar los beneficios y costos indirectos.

Ejemplo 23

Evaluación privada pura y espuria

Un proyecto de riego tiene como beneficios directos el aumento en la producción de trigo, pero genera además, como beneficio indirecto, la circulación de aguas de un estero, cuando antes se estancaban. Según los estudios realizados, la circulación del agua evitaría 12,500 casos anuales de enfermedades gastrointestinales. Entre sus costos se cuentan el aumento de horas trabajadas, tanto en el predio como en las empresas acopiadoras.

En el cuadro siguiente cuantificamos los beneficios y costos, considerando los precios de mercado y sociales.

Concepto	Unidades	Evaluación Privada		Evaluación Social
		Pura	Espuria	
Beneficios				
Aumento de producción de trigo en el predio A	tons./año	100,000	100,000	100,000
Precio de mercado del trigo	\$/ton.	250	250	
Precio social del trigo				190
Menor contaminación por aguas estancadas	casos/año		12,500	12,500
Costo de la atención médica en el mercado	\$/casos		1,200	
Costo social de la atención médica				800
Total Beneficios		25,000,000	46,000,000	29,000,000
Costos				
Aumento de horas trabajadas en el predio A	horas/año	1,200	1,200	1,200
Costo de mercado del trabajo	\$/hora	650	650	
Costo social del trabajo	\$/hora			500
Aumento de horas trabajadas por acopiadores	horas/año		500	500
Costo de mercado del trabajo	\$/hora		900	
Costo social del trabajo	\$/hora			850
Total Costos		790,000	1,230,000	1,025,000

Como apreciamos en el ejemplo, la evaluación privada espuria sobreestima los beneficios y los costos, y agrega confusión a la decisión. ¿Para quién son un beneficio los \$40 millones calculados? ¿Para el empresario privado, para la sociedad? Lo mismo sucede con los costos.

La postura correcta es evaluar el proyecto según los datos de la primera columna, si nos colocamos en el rol del empresario privado; o con los de la tercera, si nos ponemos en el punto de vista de la sociedad en su conjunto.

2.1.2. Temas a Tener en Cuenta en la Identificación y Valoración de Costos y Beneficios Privados

¿Qué aspectos deben considerarse en un proyecto de riego a nivel de predio?. El propietario de un predio agrícola debe analizar el proyecto de aplicar riego a su predio centrándose exclusivamente en los efectos de éste sobre la *producción* y los *ingresos* y por otra parte el efecto del mismo sobre los *costos*. En todos los casos (como quedará claro más adelante) se trata de producción, ingresos y costos *incrementales* y *capturables* por el agricultor

Este análisis es similar al que debe realizar un evaluador cuando está intentando estimar el impacto de un proyecto de riego sobre la producción de una región y lo analiza a partir del comportamiento de un agricultor “típico”.

La metodología del análisis privado a nivel de predio sigue entonces los pasos tradicionales del análisis Costo-Beneficio: determinación de la situación sin proyecto, de la situación actual optimizada y de la situación con proyecto. Veamos ahora qué consideraciones debemos tener en cuenta en cada una de esas situaciones, en lo referente a la identificación y valoración de costos

2.1.2.1. La situación sin proyecto

El productor agropecuario conoce la rentabilidad de su propiedad. En ella desarrolla cierta actividad productiva que tiene costos y beneficios. Si preguntamos a este productor sobre el desempeño de su actividad, es seguro que le mostrará sus registros contables y probablemente los recibos de las ventas al acopiador o al agente comercial de concentración de la región.

Si bien éste es un análisis privado debe remarcarse la diferencia entre los ingresos y costos contables y los beneficios y costos económicos. En efecto, el productor no considera como ingresos la producción para autoconsumo y tampoco considera como costo el uso alternativo del predio, de la maquinaria agrícola o de su propio trabajo. En general el productor reconoce como costos solamente los costos desembolsados y como se ha señalado anteriormente, estos son solamente una parte de los costos económicos que son los verdaderamente relevantes para el análisis (Desarrollamos más estos conceptos en el próximo capítulo).

Volviendo a los beneficios de la situación actual. En este punto deberíamos considerar *toda* la producción realizada en el predio, ya sea que se destine al mercado o al consumo personal.

Existen dos aspectos importantes en el análisis. Por una parte debería considerarse el comportamiento de las cosechas de los últimos años, valuadas a precios históricos actualizados, con el objetivo de captar el efecto “climático” en la producción y las variaciones de ingresos resultantes del comportamiento de los mercados. Este es un aspecto muy importante ya que si el riego tiende a disminuir el riesgo climático, no es suficiente analizar el proyecto con la producción de un sólo año ni con los resultados de una producción testigo, ya que este criterio puede afectar -en más o en menos- los resultados de la evaluación.

En igual sentido debería analizarse el comportamiento de los precios. Considerar los precios vigentes en un año determinado podría afectar en demasía los resultados del análisis.

Para la construcción de la situación actual debe considerarse el comportamiento observado en un conjunto de períodos. Debe analizarse el comportamiento de los precios en un período prudente de tiempo para evitar la sobre o sub valuación de los beneficios.

2.1.2.2. La situación actual optimizada

En la determinación de la situación actual optimizada se debería analizar la producción agrícola teniendo en cuenta las prácticas culturales adecuadas al tipo de explotación que se realiza. En ese sentido este análisis puede ser realizado sobre la base del estudio de un profesional agrícola (ingeniero agrónomo o forestal, etc.), el que definiría -sin realizar inversiones cuantiosas- cual sería la mejor práctica para la propiedad y su efecto sobre los resultados, considerando factores climáticos normales.

Sobre esta base deberán introducirse el análisis de los dos aspectos mencionados en la situación actual: variabilidad climática y variabilidad de precios. Este aspecto es realmente importante para lograr una adecuada asignación de beneficios al riego.

En efecto, es común que se cambien las prácticas agrícolas junto con la introducción del riego y en consecuencia se asigne a este último todos los beneficios. En consecuencia, si no se aísla la componente “cambio de prácticas” de la componente “riego” en el aumento de la producción de la situación con proyecto, se podría aceptar la introducción del riego como un proyecto rentable, cuando en realidad gran parte de los beneficios corresponde a nuevas variedades de semillas o a la fertilización.

2.1.2.3. La situación con proyecto

En la situación con proyecto se intentan medir los costos y beneficios asociados a la disponibilidad de agua o a la eliminación del riesgo climático. El análisis debe partir de la situación actual optimizada. Esto es, los beneficios y costos *atribuibles al proyecto* se obtienen como la diferencia entre los beneficios y costos *totales* en la situación actual optimizada y los beneficios y costos *totales* en la situación con proyecto.

Los mejores rendimientos se logran con un provisión de humedad óptima para los cultivos, ésto permite el desarrollo pleno de los mismos y la maximización de la producción. Esta situación puede ser clara en aquellas zonas áridas o semiáridas que sufren de un fuerte déficit hídrico, pero el análisis puede resultar un poco más complicado en zonas donde los déficit son circunstanciales -el riego es complementario- y pueden existir períodos con exceso de agua.

2.1.2.3.1. Eliminación del riesgo climático

En este caso el predio se ubica en una zona que puede tener déficit hídrico permanente o esporádico, lo que limita los resultados de las prácticas agrícolas o pecuarias.

La evaluación del riego debe realizarse sobre la base del análisis histórico. La variabilidad de las cosechas puede ser notablemente alta, no sólo por el déficit sino por la existencia de períodos con inundaciones que pueden dejar improductivos los campos por prolongados períodos de tiempo.

2.1.2.3.2. Introducción de riego

En las regiones áridas o semiáridas con déficit de humedad permanente, la situación con proyecto puede definir un nuevo tipo de actividad cultural. Por ejemplo en una determinada zona sólo puede realizar cría de caprinos. La disponibilidad de agua mediante riego permite el cultivo de variedades frutales.

Este cambio define una situación con proyecto donde se están en realidad evaluando dos proyectos complementarios: el cambio de actividad y el riego. Este punto es importante debido a que en general resulta complejo discriminar entre los subproyectos “ocultos” en el proyecto “de riego”.

La experiencia en evaluación muestra que existe una tendencia a evaluar juntos proyectos que son separables. En el caso del cambio de la ganadería ovina a la fruticultura los proyectos son dependientes, ya que sin riego no es posible la fruticultura. Este es un caso claro pero en general la realidad muestra proyectos donde resulta más complejo separar los subproyectos.

Ejemplo 24

Análisis de los resultados del rendimiento triguero en la zona pampeana.

El análisis de los cambios de rendimiento de los cultivos en la zona pampeana argentina puede ser interesante como ejemplo de la variabilidad de la producción en áreas con variabilidad climática.

En la zona se han realizado estudios del efecto del riego en la producción agrícola (trigo), comparando predios en los que se introdujo riego con predios “testigo” de secano. Los resultados ha sido los siguientes.

Campañas	Rendimientos (Kg/Ha)		Incrementos
	Riego	Secano	
1996/1997	4,742	2,632	2,110
1995/1996	4,400	3,100	1,300
1994/1995	3,650	2,746	904
1993/1994	3,980	3,050	930
1992/1993	3,270	2,950	320
Promedio	4,008	2,895	1,113

Tal como puede observarse la variabilidad ha sido extrema. En la campaña 1992/1993 sólo se aplicaron 15 mm de agua ya que con posterioridad hubo exceso de agua.

Este cuadro señala distintos aspectos mencionados en el texto:

- El beneficio atribuible al riego es el incremento en el rendimiento entre la situación con riego y la situación con secano.

Ejemplo 24 (Continuación)

- b. Si la evaluación del proyecto la hacemos sobre la base de un año en particular podemos llegar a una estimación errónea de costos y beneficios. Supongamos que estamos evaluando un proyecto de riego para la campaña 1997/1998. Los rendimientos esperados, ¿serán los correspondientes a la campaña inmediata anterior, o a la de 1992/1993? Ambas han ocurrido, y pueden volver a ocurrir. Tampoco el promedio es un indicador adecuado, ya que sintetiza valores muy diferentes. La metodología más adecuada es determinar la tendencia de los rendimientos, identificar qué factores han jugado en la volatilidad que muestran y proyectar el comportamiento de dichos factores y de la tendencia.
- c. Por otra parte, ilustra también acerca de que la variación de los volúmenes influye en la de los precios, lo que puede llevar también a dificultades en la estimación de los beneficios. En efecto, los precios fueron 190 U\$S por tonelada para la campaña 1996/1995 y 136 U\$S en la campaña 1997/1996. Esa variabilidad, unida a la de los rendimientos de la producción, influyen decisivamente sobre los beneficios.
- d. En resumen, la moraleja es que debemos conocer el comportamiento de las principales variables durante un número suficiente de años, para no proyectar en base a situaciones coyunturales.

2.1.3. Beneficios y Costos desde el Punto de Vista de la Evaluación Privada

2.1.3.1. Beneficios

En la evaluación privada se valoran los ingresos que genera el proyecto a los precios relevantes del mercado. Esto es, el análisis considerará solamente aquellos beneficios que son apropiables por el dueño del proyecto y que le significan un ingreso monetario.

¿Cuáles son los beneficios más destacados de un proyecto de riego? En la mayoría de los proyectos, los beneficios estarán principalmente constituidos por el *incremento de la producción agropecuaria*. La medida de los beneficios será entonces el incremento de los kilogramos por hectárea cultivados *adicionalmente* a lo que se hubiera cultivado en condiciones de secano.

Ejemplo 25

Beneficios de un proyecto de riego (evaluación privada)

Un agricultor cultiva en su campo maíz, trigo y soja. Está evaluando introducir riego. Según los estudios realizados, podría esperar los siguientes beneficios:

Cultivo	Rendimiento (quintales/ha)		Producción incremental	Precio (\$/quintal)	Beneficio esperado
	Con riego	Sin riego			
Maíz	110	70	40	9	\$ 360
Trigo	50	30	20	14	\$ 280
Soja	33	25	8	19	\$ 152
Total					\$ 792

El agricultor puede esperar un beneficio de \$360 por quintal de maíz, \$280 por quintal de trigo y \$190 por quintal de soja. Para la estimación de los rendimientos con riego y sin riego, y del precio de cada cultivo valen los comentarios que realizamos precedentemente.

2.1.3.2. Costos

La identificación y medición de costos del proyecto desde el punto de vista privado está generalmente acotada a la valorización de las variables técnicas definidas en el estudio de ingeniería. Para ello se utilizan los precios de mercado y el análisis se restringe a los costos efectivamente desembolsados más los costos económicos que mencionamos más arriba.

Los costos incluyen los gastos en estudios complementarios, tales como análisis del sistema de riego, del suelo, del agua -sea esta superficial o subterránea-, y el diseño de la obra de riego (perforaciones, ductos, acequias, etc.). En el flujo del proyecto se incluirán también los costos de operación y mantenimiento (energía, combustibles, mano de obra, etc.). En todos los casos se considerarán los precios de mercado.

En el Ejemplo siguiente se observa una estructura de costos típica para un proyecto de riego complementario abastecido con agua subterránea.

Ejemplo 26

Inversiones y costos de un proyecto de riego (evaluación privada)

El agricultor del ejemplo anterior va a producir riego complementario con un equipo de pivote central, que tendrá dos posiciones anuales. El detalle de las inversiones y de los costos de operación es el siguiente (datos tomados de Cetrángolo y otros, 1992: 41 y sgs.):

Detalle de Inversiones y Costos		
Inversiones		112.000
Equipo de pivote central		70.000
Instalación del equipo		5.000
Perforación del pozo		12.500
Motor		8.000
Bomba sumergible		5.500
Cañería (500 metros)		5.000
Otros gastos de instalación		6.000
Costos		10.302
Personal (traslado equipo y supervisión)		2.500
Combustible		4.555
Consumo (litros/hora)	11	
Horas trabajadas x año	1.972	
Precio del gasoil (\$/litro)	0.21	
Lubricantes (% sobre Comb.)	12%	547
Reparaciones y mantenimiento		2.700

2.2. EVALUACIÓN SOCIAL

En la evaluación social la visión sobre el proyecto es significativamente más amplia, pues engloba todos los efectos del mismo sobre la sociedad.

¿Porqué es necesaria una evaluación de este tipo? Este análisis se justifica pues incluye en la evaluación aquellos aspectos que diferencian un mercado real de un mercado de competencia perfecta, esto es, de un mercado que funciona eficientemente.

En efecto, a diferencia del mercado de competencia perfecta de la teoría económica, en la economía real existen bienes y servicios que no están en el mercado, y por lo tanto no tienen un precio y la oferta y demanda no tienen signos para manifestarse; mercados que operan de manera no eficiente (monopolios, oligopolios, etc.); bienes públicos y semipúblicos, para los cuales no existen precios de mercado, y precios que no representan adecuadamente la disposición a pagar de los consumidores, al estar afectados por impuestos, subsidios, etc.

El análisis del proyecto desde el punto de vista de la sociedad debe incluir los efectos directos e indirectos valuados a precios sociales y descontados a una tasa social de interés relevante.

2.2.1. Beneficios Relevantes Desde el Punto de Vista Social

En términos generales los beneficios sociales correspondientes al proyecto deben *incluir toda la ganancia de riqueza producida para la sociedad* con independencia de quien se apropia de la misma. En consecuencia, un proyecto de riego tendrá beneficios (y por ende beneficiarios) directos e indirectos.

2.2.1.1. Beneficio por aumento de la producción

El principal beneficio perseguido por un proyecto de riego es el *aumento de la producción agropecuaria*, sea ésta vendida en el mercado o de autoconsumo. Esta debe ser valuada a precios sociales.

¿Cómo definimos los precios sociales o precios sombra? Se trata de aquellos precios que equilibran el mercado en ausencia de distorsiones. Los organismos de planificación de los países realizan la estimación de coeficientes para determinar los valores sociales. En términos generales los coeficientes determinados se utilizan para determinar las principales variables de los proyectos: tipo de cambio, salarios, tasa de interés, etc.

2.2.1.2. Beneficio por control de crecientes

En el caso en que una obra de riego implica la construcción de una represa, la que también actúa como regularizadora de flujos del río, aparece como un beneficio el control de las crecientes. Es decir, es atribuible al proyecto la eliminación de inundaciones (sin proyecto de riego no se hubiera hecho la represa, y por lo tanto no se hubieran controlado las inundaciones).

Las inundaciones se valoran por las pérdidas que ya no ocurrirán en la producción o en los bienes. Este análisis requiere el estudio de la cuenca para definir la probabilidad de ocurrencia.

2.2.1.3. Beneficio por mejora en la salud

Una obra de riego puede mejorar la salubridad de la zona objetivo del proyecto. En ese caso es atribuible al proyecto el ahorro en los gastos en salud y los días de trabajo no perdidos. Todos ellos valuados a los precios sombra.

2.2.1.4. Beneficios ambientales

En el caso que la obra de riego produzca un mejoramiento de las condiciones ambientales, éstas deben ser incorporadas. Un caso común corresponde a la mejora de la cubierta vegetal debido al riego. En este caso disminuye la erosión y en consecuencia existe un beneficio relacionado con la no pérdida de la producción atribuible a la pérdida de suelos. Si bien debe reconocerse que la determinación de este tipo de beneficios puede ser difícil de realizar, este puede ser considerado un beneficio no valuado atribuible al proyecto.

2.2.1.5. Otros beneficios

La experiencia demuestra que el riego introduce cambios culturales en las comunidades alcanzadas por el proyecto. Aquí se debe tener extremo cuidado con la asignación de beneficios. Los cambios de comportamientos sociales debido a la modernización pueden ser considerados como “males” por parte de la comunidad “beneficiaria del proyecto”. En ese caso el estudio de la opinión de la comunidad sobre ciertos aspectos conflictivos debe formar parte del análisis de impacto.

Ejemplo 27

Ejemplo de beneficios sociales de un proyecto de riego y energía

Este proyecto consiste en una represa que regulará el curso de un río, permitiendo tanto su uso para riego como para generar energía hidráulica. Los beneficios identificados para cada subproyecto son los siguientes:

Subproyecto Riego:

- a. Aumento de producción en el área que recibirá riego y que actualmente hace agricultura de secano.
- b. Aumento de producción por mayor seguridad de riego en el área que actualmente recibe riego con baja seguridad.

Subproyecto Energía:

- a. Venta de energía a la distribuidora local

La estimación de los montos anuales de dichos beneficios se hizo como sigue:

a. Beneficio por aumento de la producción de las hectáreas sin riego que van a recibirlo con el proyecto:

Primero se determinó la estructura de cultivos en la situación actual. Luego se investigó si la misma se modificaría con el riego, y se estimó la nueva estructura más probable de cultivos. Se estimaron los rendimientos adicionales de los cultivos que se hacían sin riego y que se seguirían haciendo con riego, y la producción de los nuevos cultivos. Se estimaron luego los precios sociales relevantes, a partir de los precios privados, ajustándolos de acuerdo al carácter del cultivo: si se destinaba al mercado interno o a la exportación o sustituía importaciones.

Ejemplo 27 (Continuación)

Con esos datos se obtuvo el beneficio promedio por hectárea considerando la nueva estructura de cultivos (Beneficio = Precio social de cada cultivo x porcentaje de participación de cada cultivo en la hectárea a lo largo del año). Finalmente, se multiplicó por la cantidad de hectáreas afectadas por el proyecto.

b. Beneficio por aumento de la producción debido a la mayor seguridad de riego:

Se trabajó de manera similar a lo señalado en a.

c. Beneficio por generación de energía:

Se consideró el total de energía generada, multiplicándolo por el precio social de la misma para obtener el beneficio.

2.2.2. Costos Relevantes Desde el Punto de Vista Social

2.2.2.1. Costos directos

Las obras necesarias para la realización del proyecto constituyen los costos directos del mismo. En ella deben ser considerados las obras de captación de agua (represas, bocatomas, pozos, etc.), las obras de transporte (canales, acequias, ductos, etc.) hasta la puerta del predio.

Deben considerarse las obras civiles y el equipo necesario para la administración del proyecto tanto en el período de construcción como en la operación (centrales de control, centro de administración, etc.). Los costos de mantenimiento forman parte de los costos directos de la obra.

2.2.2.2. Costos indirectos

Estos están conformados por las obras necesarias dentro de los predios para utilizar el riego, tales como obras de riego, canales internos, bombas, ductos, sistemas de aplicación, sistemas de control, etc.

2.2.2.3. Costos de los cambios culturales

Son los costos derivados de la plantación de cultivos o árboles, los costos de la siembra, y de la operación normal de la explotación.

2.2.2.4. Otros costos relacionados con el riego en el predio

Estos se relacionan con los servicios de apoyo: capacitación para la utilización del riego, desarrollo de centrales de acopio para la producción, etc. En este caso los costos deben ser aquellos estrictamente relacionados con el proyecto y que correspondan a proyectos conjuntos y/o dependientes.

En todos los casos los precios utilizados para valorar el proyecto deben corresponder a precios sociales.

2.2.2.5. *Costos ambientales*

Los cambios en el entorno producidos por los proyectos de riego pueden ser considerables, en consecuencia es una condición la realización de un análisis de impacto ambiental que mida los efectos sobre el área del proyecto. Existen experiencias en zonas tropicales, en las que la construcción de represas han cambiado las condiciones ambientales permitiendo la difusión de enfermedades inexistentes antes del proyecto.

En este caso la evaluación debería considerar como costo el valor de los tratamientos de la producción caída como consecuencia de la enfermedad.

Ejemplo 28

Ejemplo de costos sociales de un proyecto de riego y energía

En el caso del ejemplo anterior se identificaron también los siguientes costos:

Subproyecto Riego:

- a. Costo de construcción y operación del canal matriz y de las obras de arte.
- b. Costo de construcción y operación de la red de riego extrapredial (canales secundarios).
- c. Costo de construcción y operación de la puesta en riego intrapredial.
- d. Costo del agua.

Subproyecto Energía:

- a. Costo de construcción y operación del canal de vinculación hasta la central.
- b. Costo de construcción y operación de la central.
- c. Costo de construcción y operación de la línea de transmisión de energía y de la subestación.

En todos los casos se utilizaron los precios sociales de la mano de obra, los insumos principales y las divisas.

3. EL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO EN LOS PROYECTOS DE RIEGO

3.1. ESPECIFICIDADES DEL ANÁLISIS

La evaluación de los proyectos de riego requiere un tipo de análisis particular debido a la especificidad del mercado en cuestión. En consecuencia, es necesario introducir modificaciones en el análisis con el objetivo de acercar los resultados de la evaluación a los que ocurrirían si la economía fuera efectivamente competitiva.

Si bien para evaluar un proyecto de riego se sigue el criterio general de comparar una situación “sin proyecto” con una situación “con proyecto”, la diferencia corresponde al incremento de la riqueza atribuible al proyecto.

La particularidad radica en que “el producto” de este tipo de proyectos es la provisión de agua en determinados momentos del tiempo, bajo ciertas condiciones de calidad y cantidad y con cierto grado de certidumbre.

Normalmente este tipo de “producto” no tiene un mercado definido, en consecuencia *no existen precios* para valorar los resultados del proyecto.

Existen diferentes causas que explican la ausencia de un mercado de agua de riego: dificultades técnicas, dificultades de definir los derechos de propiedad, tradición, etc.. Si este mercado estuviera desarrollado y siguiera reglas de competencia, el agua tendría un precio, esto es, se tendría el valor del agua de riego. Entonces se podría comparar los “ingresos por ventas de agua de riego” con los “costos de producción del riego” y obtener un resultado económico del proyecto.

Como consecuencia de la ausencia de un mercado del agua fue necesario desarrollar metodologías que permitieran “captar” el valor del agua.

A partir de allí, considerando al agua de riego como un insumo de producción, la metodología se ha orientado a medir el *incremento del valor de la producción agrícola atribuible al proyecto*.

3.2. METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE BENEFICIOS

Si bien existe un conjunto significativo de obras de riego que tienen usos alternativos, en nuestro caso el análisis de la metodología se orientará a medir el valor del recurso exclusivamente por su uso de riego, tratando de identificar el proyecto que maximice el bienestar de la comunidad.

Teniendo en cuenta lo anterior se analizarán dos técnicas alternativas de medición de beneficios:

- a. cuantificar el diferencial del precio de la tierra con riego versus la tierra sin riego, atribuyendo esa diferencia al valor actual de los beneficios del riego y
- b. medir el valor de la producción agrícola incremental.

3.2.1. Valor Incremental de la Tierra

Este método se utiliza normalmente para medir el incremento del valor en proyectos de incorporación de nuevas tierras al riego. Para lograr esa medición el criterio utiliza los valores registrados en el mercado de tierras.

Se define como situación “sin proyecto” a la tierra de secano libre de mejoras. La situación “con proyecto” corresponde a la tierra agrícola libre de mejoras, con riego. La diferencia entre ambos valores corresponde al valor actual de los beneficios incrementales atribuibles al riego¹⁴.

¹⁴ La definición y cálculo del valor actual lo veremos en el próximo capítulo. Ahora basta definirlo como la técnica para estimar hoy el valor de un flujo futuro de beneficios o costos.

Este método, que es conceptualmente claro, tiene una serie de limitaciones en su aplicación práctica.

La primera restricción a su aplicación es que se requiere que los mercados de la tierra funcionen competitivamente, es decir, que no registren distorsiones -limitaciones a la compra/venta, precios controlados, restricciones a la tenencia de tierras, etc.- que afecten en algún sentido el valor que surgiría de un mercado completamente competitivo.

Una segunda restricción se relaciona con las características de la tierra "sin riego". La tierra tomada como base para la situación sin proyecto deben tener como características estar libre de mejoras y no tener incorporadas expectativas de riego.

Este es un aspecto verdaderamente importante. Si existe alguna posibilidad, aunque sea remota, de que se construya algún tipo de obra de riego, el mercado automáticamente incorporará esa expectativa al precio de mercado. Por lo tanto, si se tomara como base un valor de la tierra que tenga incorporado un valor "expectativas" se estaría castigando la rentabilidad del proyecto riego.

Las expectativas, tal como se verifica en los mercados, generan diferencias entre los precios que surgirían de un mercado competitivo y los efectivamente verificados. Un ejemplo de ello se observa en las tierras improductivas. Según la teoría pura deberían tener un precio cero, pero tienen un precio de mercado positivo. Esta diferencia entre el concepto económico de valor y el precio de mercado se puede atribuir a las expectativas - incorporadas en el análisis de los propietarios- sobre la utilidad potencial del recurso.

El valor del riego surge de la comparación entre el valor actual de los beneficios netos de la explotación en seco y el valor actual de los beneficios netos de la explotación bajo riego.

Puede ser relativamente complejo identificar tierras que solamente se diferencien por la ausencia de riego, ya que debería existir similitud en los restantes aspectos: características de la tierra, infraestructura pública general, infraestructura productiva y cercanía relativa a las mismas (la distancia a un camino afecta la valorización de las tierras, etc.).

Por ello este criterio es utilizado en pocas oportunidades, prefiriéndose en la práctica el método del valor actual neto de la producción incremental.

3.2.2. El Valor Actual Neto de la Producción Incremental

Este método se orienta directamente a captar el incremento de la producción agrícola debido a la mayor disponibilidad de agua.

Para lograr este objetivo se realiza toma como situación “sin proyecto” la situación actual del área a ser afectada por el proyecto. Para ello es necesario realizar un mapa exacto de la zona alcanzada por el proyecto, los cultivos que se realizan y sus productividades, la estructura de costos de las explotaciones agrícolas, etc., tal como se detalló en el capítulo correspondiente.

Para la construcción de la situación “con proyecto” es necesario realizar una estimación del incremento de la producción agrícola si se eliminara el déficit hídrico, así como los costos incrementales de la explotación y la proyección de precios para el horizonte del proyecto.

Este último punto es extremadamente importante: si la situación con proyecto no afecta las condiciones básicas del funcionamiento de los mercados agrícolas de la región o del país, los precios utilizados para proyectar la situación “con” y “sin” proyecto deben ser iguales.

En cambio, si como resultado del proyecto se afectan las relaciones de oferta y demanda existentes, es necesario realizar una estimación de precios diferente para la situación “con” y “sin” proyecto.

En ese sentido debe rescatarse la experiencia de los grandes proyectos de riego realizados en las décadas del 60 y 70, que tuvieron un impacto significativo sobre la oferta de alimentos. El efecto sobre los precios (disminución de los mismos) fue de tal magnitud que las estimaciones sobrevaloraron significativamente los beneficios de los proyectos.

Un aspecto adicional que debe considerarse es el grado de transabilidad de los productos agrícolas producidos por el proyecto y su efecto sobre los precios.

Si el aumento de la oferta, generada por el proyecto, cambia la característica del bien (un bien de importable puede convertirse en exportable, puede aumentar el flujo de exportaciones o disminuir el monto de importaciones) es necesario realizar un análisis de los precios internacionales del producto en cuestión.

Por ejemplo, si el proyecto modifica el bien de importable a exportable, el precio relevante para la evaluación social pasa de ser el CIF de importación al FOB de exportación. En el caso de la evaluación privada los precios deberían ser ajustados por los aranceles o impuestos según corresponda.

¿Cómo medir el incremento de la producción?. El cálculo de los beneficios requiere de una estimación del incremento de la producción. Para ello se utilizan generalmente dos criterios: el análisis general (de la zona regada por el proyecto) y el análisis a nivel de predio.

- a. Si la región cumple con condiciones de homogeneidad tanto en las técnicas de producción, características del terreno, cantidad de agua, etc., el conjunto de predios pueden ser considerados como una unidad. En ese caso el análisis del impacto del riego se puede realizar sobre el conjunto de la región.

- a. Si la región cumple con condiciones de homogeneidad tanto en las técnicas de producción, características del terreno, cantidad de agua, etc., el conjunto de predios pueden ser considerados como una unidad. En ese caso el análisis del impacto del riego se puede realizar sobre el conjunto de la región.
- b. El análisis a nivel de predio parte de la base que el análisis debe centrarse en la respuesta del agricultor al riego. Allí se define el cálculo del incremento de la producción y a partir de ello se extrapolan los resultados al conjunto de predios regados.

Este tipo de análisis permite un mayor grado de detalle sobre los impactos microeconómicos del riego y los efectos sobre la cultura de los agricultores, sus relaciones sociales, la posibilidad de cambio tecnológico, etc.

Ejemplo 29

Metodologías de estimación de los beneficios del riego

Se trata de un proyecto de riego que afectará un área de 5,000 hectáreas, donde se cultiva trigo, maíz y soja en seco. Con el uso del riego se estima que aumentará la producción, pero no la composición de los cultivos.

a. Estimación de los beneficios por el método de la producción incremental:

Dados los datos de producción, precios e incrementos en la producción esperados, el beneficio por hectárea por la adopción de riego es de \$792.

Cultivo	Rendimiento (quintales/ha)		Producción incremental	Precio (\$/quintal)	Beneficio esperado
	Con riego	Sin riego			
Maíz	110	70	40	9	\$ 360
Trigo	50	30	20	14	\$ 280
Soja	33	25	8	19	\$ 152
Total					\$ 792

Eso haría que el beneficio total anual del proyecto fuera el siguiente

$$\$/ha 792 \times 5,000 \text{ has.} = \$3,960,000$$

Y el beneficio actualizado para 10 años de proyecto¹⁵, para una tasa de descuento de 12% anual:

$$\text{Valor Actual Beneficios} = \$22,374,000$$

b. Estimación de los beneficios por el método del diferencial en el valor de la tierra:

En la zona a irrigar por el proyecto, una hectárea apta para producir los cultivos referidos, libre de mejoras y sin riego vale entre \$400 y \$550. Con riego, el precio de mercado es de \$3,500/4,000. Aceptando que el mercado de la tierra no tiene distorsiones, de manera que los precios de mercado representan la valoración social de la tierra, el diferencial atribuible al riego sería:

¹⁵ La definición y cálculo del valor actual lo veremos en el próximo capítulo. Para la comprensión del ejemplo basta considerarlo como una suma ponderada de los beneficios futuros, donde a medida que se alejan en el tiempo, el factor de ponderación es menor.

Ejemplo 29 (Continuación)

$$(\$/\text{ha } 4,000 - \$/\text{ha } 550) \times 5,000 \text{ has.} = \$17,250,000$$

$$(\$/\text{ha } 3,500 - \$/\text{ha } 400) \times 5,000 \text{ has.} = \$15,500,000$$

Se observa que por este método los beneficios son menores que por el método anterior. Esto puede deberse a tres factores:

- a. Los estudios sobreestiman los rendimientos agrícolas diferenciales logrados con el riego.
- b. El mercado de terrenos tiene distorsiones que están afectando los precios de mercado.
- c. La tasa de descuento (que mide la rentabilidad exigida para el uso del suelo) es mayor al 12%.

4. INTERACCIONES DE LOS PROYECTOS DE RIEGO

4.1. ENFOQUE GENERAL

Los proyectos de riego pueden tener proyectos complementarios y/o competitivos. En ese caso debemos incluir en el análisis el uso alternativo del recurso agua.

En efecto, el agua tiene diferentes usos:

- a. *Como un bien privado*: En este caso existe competencia en su uso. Los ejemplos típicos son el consumo humano y el uso del agua como insumo productivo (agrícola, industrial, generación de energía, etc.).
- b. *Como bien público*: En este caso corresponde al uso del agua superficial en actividades que no presentan competencia en el uso y tienen altos costos de exclusión. Esos son los casos del uso del agua superficial destinados a la recreación, mantenimiento de la fauna, etc.
- c. *Como agente de eliminación de residuos*: En este caso el agua puede tener características de bien público o privado, según esté definido el derecho de propiedad..

La definición de bien privado se relaciona fundamentalmente en la competencia y exclusión en su consumo. Si se utiliza el agua para regar un predio no se puede utilizar para dar de beber a los animales. Esa competencia en el consumo y la posibilidad de establecer una exclusión (se puede definir una restricción en su uso o más explícitamente se puede definir un derecho de propiedad sobre él), permite establecer un precio para el bien.

Tal como lo define la teoría económica, el objetivo de la metodología de proyectos es tratar de medir el valor del mismo a través de la medición de la disposición a pagar por el recurso.

En el caso de los bienes públicos, la medición de los beneficios requiere el desarrollo de metodologías que permitan captar, mediante criterios indirectos, el valor de los beneficios generados por el proyecto.

Este es el tipo de método utilizado cuando se intenta medir el valor producido por una represa que además de generar energía o permitir el riego, genera un impacto positivo sobre el medio ambiente, es decir, se convierte en un espacio para la recuperación de la vida silvestre, agrega valores paisajísticos, etc.¹⁶.

Un caso importante es el del uso del agua para la generación de energía. Desde el punto de vista de la comparación de su utilización, la valoración del uso del agua como recurso eléctrico es relativamente sencilla de medir ya que la generación de energía eléctrica es un bien privado -aunque las empresas de energía eléctrica estén en manos del sector público- y su valor puede ser considerado como el costo alternativo de producir energía. Este criterio no presenta dificultades conceptuales.

Sí debe tenerse en cuenta que los mercados eléctricos se encuentran normalmente regulados, en consecuencia los precios revelados pueden estar significativamente alejados de los precios de eficiencia. En ese sentido es imprescindible valorar el agua destinada a la generación de energía eléctrica con precios sin distorsiones.

4.2. OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA

El agua tiene usos múltiples y muchos de ellos son competidores. Este “dilema” se hace explícito en todo tipo de obras, tanto las que usan aguas subterráneas como las que se abastecen de aguas superficiales.

En los proyectos que utilizan agua subterránea surge una competencia por el recurso si consideramos que los acuíferos tienen tasas óptimas de extracción y que por encima de las mismas se producen problemas de agotamiento, contaminación, etc.

En el caso de las obras que utilizan aguas superficiales, la competencia se produce desde la definición del proyecto. En efecto, los proyectos multipropósito suelen tener unas pocas opciones de uso que deben optimizarse: riego, energía, control de inundaciones, etc. Cada una tiene su propia lógica y su demanda de agua, que debe coordinarse con las restantes para lograr el uso óptimo del recurso.

En general no existe competencia entre el control de inundaciones y los restantes usos¹⁷, pero son comunes los conflictos entre riego y generación eléctrica, regularización de caudales y el uso industrial o humano.

¹⁶ En realidad en muchos casos los recursos constituyen bienes semipúblicos ya que por una parte puede existir competencia en el consumo o restricción de acceso pero los límites se encuentran lejanos.

¹⁷ En casos extremos puede haber competencia entre el control de inundaciones y, por ejemplo, la generación de energía. Si no existen diques compensadores que le otorguen regularidad al flujo del río, la generación de energía puede producir inundaciones bajo determinados regímenes de operación. En consecuencia, no se opera una central cuando produce inundaciones pero si se han producido problemas con centrales que han privilegiado la generación frente a la navegación o la regularidad del flujo de agua.

La pregunta que debemos plantearnos es *cómo resolver el problema*. La primera respuesta es una respuesta técnica: existe un conjunto de opciones de uso que permiten maximizar la disponibilidad del recurso. Esto es, la cuenca se comporta como un sistema donde la interconexión de las distintas áreas de la misma permite el aprovechamiento del agua en otras áreas de la misma cuenca, ya que los procesos de infiltración y escurrimiento definen la disponibilidad total del recurso. En consecuencia, introduciendo todas las restricciones de uso y las demandas de cada subproyecto, habría una solución matemática que establecería la mejor combinación de usos.

El punto está en que la mejor solución técnica no siempre es la mejor solución económica; esto es, la que considera los precios -y por lo tanto la escasez relativa- del recurso. Por ello, una vez definido un cierto conjunto de alternativas técnicas de manejo de la cuenca -en el caso de las aguas subterráneas será el acuífero- debemos pasar a la optimización económica de la misma.

El objetivo es asignar el recurso según su mayor valorización económica. Esta optimización requiere el conocimiento del valor del uso alternativo del recurso y ese valor es cambiante en el tiempo en función de la escasez.

Teóricamente, algunos autores han planteado la necesidad de definir un mercado de derechos de agua que vaya más allá del mercado de derechos de riego que fue desarrollado en los capítulos anteriores. Este esquema ha sido cuestionado por diferentes razones pero en realidad el mayor problema radica en que el agua tiene diferentes usos y atributos. En algunos momentos o lugares puede tomar las características de bien público, en otras de bien semipúblico y en otros de bien privado. Esta característica no permite la definición de un mercado que funcione eficientemente. En consecuencia se utiliza un camino indirecto: sobre la base de la definición de un manejo técnico de la cuenca se asigna el uso del recurso en función de su “valor” de escasez.

En los períodos en los cuales los cultivos no requieren de riego, el agua se asigna por ejemplo a la generación de energía y se destina al riego en la etapa de bajo nivel de lluvias, en tanto se mantiene una provisión regular y planeada de agua para el uso humano e industrial.

Este tipo de esquema se utiliza en los países con problemas graves de provisión de agua. Un ejemplo de ello se encuentra en algunos países europeos y en ciertas regiones de México. Obviamente, requiere de un manejo técnico muy pulido de la cuenca y de control sobre los distintos demandantes para que, ante la ausencia de un mercado que regule vía el precio, no se produzcan abusos en el consumo de agua.

CAPITULO SEXTO: EVALUACION DEL PROYECTO

1. CÓMO PRESENTAR LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO: ELEMENTOS DEL PERFIL DEL PROYECTO

1.1. QUÉ ES EL “PERFIL” DEL PROYECTO

En los capítulos anteriores presentamos los conceptos y técnicas que sirven para definir el problema que permitiría formular un proyecto de riego, y para identificar y valorar los costos, las inversiones y los beneficios del mismo. También definimos las características y los alcances de la situación actual optimizada. Resta entonces mostrar la forma en que se organizan esos datos para permitir la evaluación del proyecto.

El análisis costo/beneficio se basa en la comparación de los costos (e inversiones) del proyecto con los beneficios, esto es, obtiene un beneficio (o costo) neto. El mismo se compara con los de la situación actual optimizada, a fin de determinar la conveniencia o no de emprender el proyecto. Para realizar esa comparación se requiere armar un “perfil” del proyecto: un cronograma de los beneficios y costos atribuibles al proyecto a lo largo del tiempo¹⁸. Dado que lo que muestra el “perfil” es el flujo futuro de beneficios y costos del proyecto, también se lo llama *flujo proyectado de beneficios netos*.

Al realizar el “perfil” del proyecto estamos en la penúltima de las acciones de la evaluación: el ordenamiento de los costos, inversiones y beneficios en el tiempo. A partir de ese ordenamiento podremos compararlos utilizando algún tipo de indicadores.

1.2. ELEMENTOS A TENER EN CUENTA AL ARMAR EL “PERFIL” DEL PROYECTO

En el armado del “perfil” del proyecto debemos tener en cuenta una serie de elementos, formales y conceptuales. La explicación se complica levemente al tener que considerar los casos en los cuales el proyecto se evalúa desde el punto de vista privado y los casos en que se lo analiza desde el punto de vista de la sociedad.

1.2.1. Elementos Formales

1.2.1.1. Distinción entre período y momento

Armar el “perfil” del proyecto implica proyectar hacia el futuro los costos, inversiones y beneficios identificados del mismo. Implica también establecer cuándo ocurren. Por ello la vida del proyecto se divide en *períodos*. Un período es un lapso de tiempo entre un

¹⁸ No debe confundirse el “perfil” del proyecto, el flujo de beneficios y costos generados por éste, con un estudio a nivel de perfil, un estudio preliminar basado en información sobre todo secundaria. A fin de distinguir ambos conceptos (por más que el contexto hace difícil la confusión de significados), usaremos comillas para referirnos a perfil en el sentido de flujo.

momento inicial y un *momento* final. Supongamos que los períodos de análisis de un proyecto son años. Entonces, el momento inicial es el 1° de enero, y el momento final el 31 de diciembre. La distinción entre período y momento, a pesar de lo simple que es, resulta relevante por lo que sigue: en qué momento se reciben los costos y beneficios.

1.2.1.2. Convenciones acerca de cuándo se reciben los costos y beneficios

Los costos, inversiones y beneficios del proyecto ocurren a lo largo de su vida. Se producen en distintos momentos dentro de un período. Por ejemplo, un beneficio de los proyectos de riego es el aumento de la producción agrícola. Este incremento se produce a medida que los predios van incorporando riego, comienza el ciclo del cultivo, cosechan la producción y la venden. Entonces, el beneficio se hace efectivo en el momento en que i) se obtiene la cosecha (desde el punto de vista social) o ii) se vende la producción (desde el punto de vista privado). Ahora, en el "perfil" del proyecto, ¿cuándo los asignamos?

La convención que se utiliza es la siguiente:

- a. *Las inversiones se realizan en el momento 0* (esto es, en el inicio del período 1), salvo que se incurran durante varios períodos, en cuyo caso la inversión inicial se coloca en el momento 0 y las subsiguientes en los momentos que correspondan. Lo mismo vale para las inversiones hechas en la mitad de la vida del proyecto (una reparación importante, por ejemplo).
- b. *Los costos y beneficios se asignan en el momento final de cada período.* Esto es, en un proyecto "normal", en los momentos 1, 2, 3, ..., n.

1.2.1.3. Determinación y explicitación de los períodos de análisis

Otro elemento a tener en cuenta es definir en qué período se está trabajando. Esto es, si se trabajará en semanas, meses, años, etc. Lo habitual es trabajar en meses o años. A mayor necesidad de detalle, los períodos considerados serán más cortos. También es posible combinar períodos de distinta duración. Así, por ejemplo, si interesa conocer la cantidad de hectáreas que se incorporan al riego cada mes, se puede armar un "perfil" dividido en períodos mensuales hasta el momento en que se han incorporado todas las hectáreas. Luego puede pasarse a períodos anuales.

Cuando las variaciones en los beneficios o en los costos dentro de cada año son importantes (por ejemplo, por la estacionalidad) conviene trabajar con períodos menores a un año, de modo tal que la convención de colocar los ingresos y egresos al final del año no genere distorsiones que perjudiquen a la evaluación.

1.2.1.4. Determinación del horizonte del proyecto

Una decisión a tomar es qué duración se le da al proyecto, esto es, cuál es el *horizonte* del mismo. Las opciones son dos:

- a. *El proyecto tiene un horizonte definido.* El mismo está dado por la vida útil de los activos principales o por la finalización de algún contrato o similar que dé fin a la propiedad del dueño sobre el proyecto (esto es válido para una evaluación privada, como por ejemplo una concesión). Así, en un proyecto de riego el horizonte del mismo puede ser la vida útil del canal matriz, v.g., 30 años. O la de la concesión de uso de un campo, digamos 10 años.
- b. *El proyecto tiene un horizonte indefinido:* En este caso, el proyecto no termina, sino que dura “100 años”. Podría ser el caso de un proyecto de riego de una empresa productora de frutas. La empresa piensa durar en el tiempo, y el proyecto durará lo que la empresa. En este caso, hay que tomar en cuenta las sucesivas inversiones que habrá que realizar cuando termine la vida útil de los activos (canales, bocatoma, etc.). Sería más realista, sin embargo, considerar que durante los “100 años” de vida de la empresa la misma emprende sucesivos proyectos de riego de, digamos, 25 años de vida útil cada uno. En ese caso, se evaluará el primer proyecto y se dejará abierta la opción sobre qué tipo de proyecto hacer a la finalización del mismo (si se hiciera un proyecto por 100 años se consideraría una tecnología constante, en cambio, cuatro proyectos de 25 años permitirían incorporar el cambio tecnológico).

1.2.1.5. Decisión acerca de cómo terminar el proyecto

Relacionado con lo anterior, está la decisión de qué hacer con el proyecto al final de su horizonte. Puede parecer que si el horizonte es indefinido la elección ya está hecha: el proyecto no se termina. Sin embargo, lo habitual es que se haga un *horizonte explícito* (es decir, detallado período a período) de 10, 20 o 30 años, y que luego se decida si el proyecto termina allí o continúa.

Si termina allí, debemos considerar, en el último momento, los costos o beneficios del cierre del proyecto. Por ejemplo:

- a. *Recupero de máquinas y equipos*, que pueden tener un mercado de reventa, y por lo tanto un valor mayor que cero.
- b. *Costos de demolición* de edificios o galpones.
- c. *Costos de indemnización* de la mano de obra que quedará cesante o por contratos que deban rescindirse.
- d. Etc.

Si el proyecto continuara, deberemos incorporar en el último momento explícito el valor de todos los restantes años de actividad del proyecto. Para ello hay una metodología que ofrece una estimación “gruesa” de ese valor, tal como mostraremos más adelante.

1.2.2. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en General (Tanto en la Evaluación Privada como en la Social)

1.2.2.1. Tener claro si trabajamos con flujos incrementales o comparando la situación con proyecto y la situación sin proyecto

Ambas opciones llevan a un mismo resultado, pero la presentación y el armado del "perfil" son diferentes. En el primer caso, la comparación entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto se hace implícitamente. Por ejemplo, si en el primer año la producción con el proyecto ascendería a \$1,000 por hectárea y sin el proyecto sería de \$800, entonces en el "perfil" incremental se colocará como beneficio del primer año sólo \$200 (el *incremento* en los beneficios por hectárea, que es la parte de los beneficios atribuible al proyecto).

En cambio, si se hicieran dos "perfiles", uno para cada situación, se debería luego obtener un "perfil" incremental. Así, en el ejemplo, tendríamos el "perfil" de la situación con proyecto, donde aparecería un beneficio de \$1,000 en el primer año, y un "perfil" de la situación sin proyecto, donde aparecería un beneficio de \$800 en dicho año. Finalmente, habría un tercer "perfil", el incremental, donde el beneficio del primer año sería de \$200.

Cuando los proyectos son complejos, es recomendable encararlos de la segunda forma, esto es, planteando un "perfil" para la situación con proyecto y otro para la situación sin proyecto. De esta manera se evitan el olvido de algunos costos o beneficios, olvidos más factibles si se encara de manera directa el "perfil" incremental.

1.2.2.2. Incluir los costos de oportunidad

Un costo clave en la evaluación de proyectos es el *costo de oportunidad*. Este se define como el valor de la mejor alternativa dejada de lado al optar por la que se emprende. Así, si nos preguntamos cuál es el valor de un m³ de agua empleada en riego, nos contestaríamos que debería ser al menos el valor del kw/h que deja de producirse por no usarla para generar energía.

Muchos de los costos de oportunidad no son otra cosa que los beneficios dejados de percibir en la situación sin proyecto (también se puede definir un beneficio de oportunidad, como los costos en los que no se incurre por hacer el proyecto). Así, si el proyecto de riego de una empresa productora de árboles frutales incluye una represa que anegará 100 hectáreas que pueden venderse a \$1,000 por hectárea, la tierra no es gratuita por más que la empresa ya la tenga y no deba pagar por ella: su costo de oportunidad es el ingreso que se ganaría si se vendiera, esto es, \$100,000, y a ése valor se la debe considerar en el proyecto.

Los costos (o beneficios) de oportunidad pueden tratarse de dos maneras: aparecen explícitamente como tales en el flujo incremental; mientras que aparecen en el flujo de la situación sin proyecto como beneficios (o como costos, en el caso de los beneficios de oportunidad).

Ejemplo 30

Distintas formas de reflejar los costos de oportunidad

Comparación de la situación sin y con proyecto	
<i>Sin Proyecto</i>	
Ingreso por venta (100 has)	\$100,000
<i>Con Proyecto</i>	
Ingreso por venta (100 has)	\$0
Con proyecto - Sin proyecto (costo de oportunidad)	(100,000)
"Perfil" incremental	
Costo de oportunidad de la tierra (100 has)	(100,000)

En el primer caso se plantea la situación sin proyecto y luego la situación con proyecto; comparando ambas, se obtienen los costos de oportunidad. En la segunda metodología, se plantea directamente el "perfil" incremental del proyecto

1.2.2.3. Definición correcta de la comparación "con" versus "sin" proyecto

La comparación a realizar es, siempre, la de la situación con proyecto versus la situación sin proyecto, no la de la situación "antes" del proyecto y "después" del mismo. En efecto, casos como el reflejado en el ejemplo anterior son planteados a veces de manera errónea, suponiendo que la tierra no tiene costo pues la empresa la posee *antes* y *después* del proyecto:

Antes	
La empresa posee 100 hectáreas	\$100,000
Después	
La empresa posee 100 hectáreas	\$100,000
Antes - Después (costo de oportunidad)	0

El error de este razonamiento consiste en que lo que hace valiosa a la tierra es su posibilidad de ser vendida. Si esta posibilidad no existe, como ocurre al hacer el proyecto, su valor es nulo.

Por lo tanto, "antes" (sin proyecto) la empresa poseía una tierra que podía ser vendida en \$100,000 y "después" (con proyecto) posee una tierra que no puede ser vendida, por lo que vale \$0. Su pérdida, por el proyecto, es de \$100,000. En otras palabras, con el proyecto paga el valor de mercado de la tierra como si la hubiera comprado en vez de tenerla de antemano.

1.2.2.4. Inclusión de los efectos adicionales e indirectos

Por efectos adicionales nos referimos a los efectos que el proyecto pueda causar en otros aspectos del negocio, mientras que los efectos indirectos son los que causa *fuera* del negocio, a otros miembros o actividades de la sociedad.

La idea es la siguiente: si tomamos como unidad de análisis la explotación agrícola que genera diferentes proyectos, un proyecto de riego puede generar tres tipos de efectos:

- a. *Directos*: son los costos y beneficios atribuibles directamente al proyecto.
- b. *Adicionales*: son los costos y beneficios que el proyecto genera al resto de la explotación.
- c. *Indirectos*: son los costos y beneficios que el proyecto genera a otras explotaciones agrícolas u otras actividades fuera del marco de la unidad de análisis.

Ejemplo 31

Efectos directos, adicionales e indirectos de un proyecto de riego

Una explotación agropecuaria tiene tres líneas de negocios:

- a. Producción de cereales.
- b. Cría de ovejas.
- c. Producción de frutas cítricas.

Su dueño está evaluando introducir mejoras en el sistema de riego de su plantación de árboles frutales. La idea es reemplazar el riego por surco, donde el agua se toma del canal principal y abastece tanto a los frutales como al cultivo de cereales, por un sistema de riego localizado. Los efectos identificados de este proyecto son los siguientes:

- a. Efectos directos: El riego localizado permitiría mejorar la productividad de los árboles. Los estudios agronómicos realizados muestran que es posible alcanzar una mejora del 15% anual en la productividad.
- b. Efectos adicionales: El riego localizado sería abastecido con agua subterránea, lo que permitirá liberar recurso agua del sistema de riego por surcos, y aumentar el área sembrada con cereales.
- c. Efectos indirectos: La mayor productividad de los frutales impactará favorablemente en la producción apícola.

En la evaluación privada, los efectos a atribuir al proyecto son los directos y los adicionales. Los efectos indirectos, que el productor privado puede no captar, son considerados en la evaluación social. En el caso del ejemplo, si el apicultor coloca las colmenas bajo los frutales y paga un porcentaje de su producción al empresario agropecuario por ese servicio, entonces puede suceder que este último sí pueda captar ese efecto en su flujo de fondos. En ese caso, la mayor producción apícola sería un efecto adicional, ya no un efecto indirecto, y debería ser considerada en la evaluación privada.

1.2.2.5. No considerar los costos hundidos

Los costos hundidos son los costos ya incurridos, y por eso mismo irremediables. Como tales, estarán presentes tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto. En consecuencia, no deben ser considerados en el análisis.

Esto no significa que los costos hundidos no tengan ninguna influencia. Como se mencionó en el Capítulo 4, *dada la existencia de infraestructura de riego en desuso* (en sí un costo hundido), el proyecto de rehabilitarla puede ser rentable, aún cuando el proyecto original (construir la infraestructura de riego y usarla) no lo fuera. El punto aquí no es que los costos hundidos influyen en la decisión sino que cambian la naturaleza del proyecto.

Ejemplo 32

Impacto en el proyecto de los costos hundidos

Un agricultor invirtió en un sistema de riego utilizando aguas subterráneas, sin realizar demasiados estudios previos. Al comenzar a dar riego a sus cultivos, descubrió que la calidad no era la adecuada, por lo que para regar debía tomar precauciones, hacer un análisis de sus tierras y del agua cada año, etc. Se planteó entonces la disyuntiva de seguir regando o de abandonar la irrigación. Lo conversó con su ingeniero agrónomo, remarcando que se resistía a abandonar el riego "luego de todo lo que invertí en él".

- El punto es- dijo el ingeniero- que no debemos mirar cuánto invirtió Ud. en el riego sino qué costos y beneficios le genera seguir regando versus los costos y beneficios que obtendrá por no regar con un agua poco adecuada. El sistema de riego ya lo tiene hecho, y la decisión de seguir regando o de suspender el riego no debe ser influida por las inversiones ya hechas.

- Entonces, si los costos de seguir regando superan los beneficios, ¿debo perder toda mi inversión?

- Perdería la inversión, pero evitaría una pérdida mayor que es regar con un agua que dañe sus terrenos. Si Ud. hubiera analizado los costos y beneficios *antes* de hacer el proyecto, hubiera evitado este problema.

Al tiempo, el agricultor vendió el terreno. Quien lo compró reactivó el sistema de riego para utilizarlo en árboles frutales. El agricultor se encontró con el ingeniero y le preguntó cómo, si a él la evaluación *ex-ante* del proyecto riego le hubiera dado no rentable, el nuevo dueño la usaba. ¿Estaba equivocándose? ¿Qué pasaba con los costos hundidos?

- No necesariamente- contestó el ingeniero- El nuevo dueño no se planteó la decisión de invertir en un sistema de riego nuevo o no, sino la de invertir en rehabilitar un sistema de riego existente. Los costos y beneficios relevantes eran otros. Pero el sistema de riego seguía siendo un costo hundido; se lo rehabilitara o no, allí estaba. Lo que sucedía era que había cambiado el proyecto.

1.2.2.6. *Explicitar los criterios de la proyección*

Este punto parece más formal que conceptual. La idea es que en toda exposición de los flujos futuros de beneficios y costos del proyecto se deben señalar claramente qué criterios se emplearon para proyectarlos.

Esta recomendación no se refiere sólo a explicitarlos a los posibles lectores del proyecto, sino a que formuladores y evaluadores tengan claros cuáles son los criterios empleados, y puedan, por lo tanto, evaluar la consistencia de los mismos. Los supuestos que permanecen implícitos hacen más probable que se cometan errores de consistencia. Debemos recordar que en general los proyectos los evalúa un equipo. En consecuencia, cada participante debe explicitar sus propios presupuestos.

Ejemplo 33

Explicitación de los supuestos de las proyecciones de costos y beneficios

Supongamos que el estudio de un proyecto de riego establece que los beneficios del mismo aumentarán un 10% anual. En el proyecto no se explicita si dicho incremento será por mayor producción, por aumento del área sembrada o por un aumento del precio de los cultivos.

Esta falta de claridad en los supuestos puede generar problemas en el diseño del tamaño del proyecto: el agua requerida será distinta si el aumento se produce por mayor producción o por mayor área sembrada, y por supuesto si se debe sólo a un aumento de precios (en cuyo caso quizás no sea atribuible al riego). En consecuencia, en 10 años los cultivos podrían estar requiriendo más agua que la que los canales pueden transportar.

1.2.2.7. Cuidado de la consistencia de los supuestos

La proyección de los costos y beneficios requiere que los supuestos utilizados sean consistentes entre sí. En particular, debería haber consistencia en el tratamiento de la *inflación* y en el de la *tasa de interés*.

Las dos opciones para tratar la inflación son:

- a. proyectar los costos y beneficios en *moneda constante de un año* (normalmente, el año base), esto es, no considerar la inflación.
- b. proyectar los costos y beneficios *incluyendo la inflación*.

Si las proyecciones son en moneda constante, entonces las variaciones de beneficios y costos son variaciones reales, esto es, no varían por un cambio *nominal* de los precios sino que varían

- a. porque aumentan (o disminuyen) las cantidades producidas o demandadas, v.g., aumentan los rindes del cultivo a medida que el riego va haciendo efecto, por lo que los ingresos de cada año son mayores,
- b. o porque aumentan (o disminuyen) los precios específicos.

Sea que las variaciones se deban a una variación de cantidad o de precios específicos, o de ambos, debemos revisar que esas variaciones puedan justificarse con lo que las proyecciones del sector agrícola o del estudio técnico nos aportan.

En el segundo caso debemos considerar que la inflación no es similar para todos los rubros del proyecto. Es decir, quizás aumenten más los costos que los ingresos o a la inversa, lo que significa que se producen *variaciones de precios relativos*. En consecuencia, debemos estimar la *inflación específica* de cada uno de los costos y beneficios más relevantes del proyecto, y transformarlo luego en moneda constante tomando un índice general de precios.

Un punto adicional se refiere a la relación entre la tasa de interés y la inflación. Como explicamos más adelante en este capítulo, los indicadores para evaluar la conveniencia del

proyecto se calculan descontando los flujos del proyecto por una tasa de interés¹⁹. Esta tasa se toma usualmente del mercado financiero. Ahora bien, la tasa habitual tiene incorporada las expectativas inflacionarias, por lo que cuando se proyecta en moneda constante se debe tomar una tasa *real* (neta de inflación)²⁰.

Ejemplo 34

Consistencia en el tratamiento de la inflación

Supongamos un proyecto que implica invertir \$100,000 hoy y recibir \$110,000 en un año: su "perfil" sería el siguiente:

Proyecto A	0	1
	(100.000)	110.000

La rentabilidad del Proyecto A es

$$(\$110,000/\$100,000 - 1) * 1000 = 10\%$$

Ahora, el 10% es una tasa *nominal*. Esto significa que tiene incorporada la inflación. En efecto, los \$100,000 están expresados en moneda del momento 0, mientras que los \$110,000 están expresados en moneda del momento 1. Si la inflación entre ambos momentos fuera del 3%, entonces, \$110,000 expresados en pesos de *igual poder adquisitivo* que los pesos del momento 0 equivaldrían a

$$\$110,000/(1+0.03) = \$106,796.12$$

Dada una inflación del 3% anual, entonces, la tasa real de rentabilidad es:

$$(1+0.10)/(1+0.03) = 6.79\%$$

En consecuencia, si trabajamos en moneda corriente (moneda de cada período), la rentabilidad relevante para el proyecto es 10% anual. Si trabajamos en moneda constante del período 0, la rentabilidad relevante es 6.79%. El error es trabajar moneda constante con una rentabilidad corriente o viceversa.

¹⁹ Ver punto 2. Siguiendo.

²⁰ El análisis completo del uso de la tasa de interés en la evaluación de proyectos y de la manera de quitarle la componente inflacionaria no son objeto de esta Guía. Sugerimos consultar Brealey y Myers, 1991: capítulos 2, 3 y 6 en particular, para mayores detalles.

1.2.3. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en la Evaluación Privada

1.2.3.1. Sólo el efectivo es importante

En la evaluación privada, lo relevante son los *fondos cobrados* (en conceptos de ingresos por el proyecto, esto es, por los beneficios del mismo) y los *fondos pagados* (en conceptos de egresos, o sea por los costos del proyecto). Esto es, sólo se consideran los costos y beneficios que representan ingresos o egresos de caja apropiables por el dueño del proyecto.

Sin embargo, eso no excluye la medición de los costos de oportunidad, o de los ahorros de costos (o pérdidas de beneficios)

Ejemplo 35

Ingresos y egresos en la evaluación privada

En el ejemplo 1 mostramos que un terreno que ya se tiene en propiedad pero que se afecta al proyecto debe considerarse igual dentro de los costos debido a que representa un costo de oportunidad.

Puede pensarse que como no representa un movimiento de fondos no debería considerarse. Sin embargo, sí es un movimiento de recursos: el terreno se invierte en el proyecto, por lo que se anula cualquier uso alternativo. Eso es lo mismo que "congelar" los fondos que representan el valor del terreno, o sea que en cierta medida sí es una salida de fondos.

1.2.3.2. Tratamiento de los costos contables

El criterio principal es considerar sólo aquellos costos y beneficios que signifiquen un movimiento de fondos. Este criterio es diferente de los criterios contables que se aplican en la empresa, donde aparecen ciertos costos que no son movimientos de fondos: fundamentalmente, la depreciación de los activos fijos o de activos intangibles.

En la evaluación de proyectos, esos costos sólo se consideran por su impacto en la determinación del monto a pagar por impuesto a las ganancias. Ese impacto debe ser captado por el proyecto, pues el pago del impuesto sí es una salida de fondos. Hay dos formas de captar el impacto:

- a. *Variante 1*: consideramos los costos contables como un "costo" del proyecto, calculamos el resultado antes de impuestos, el impuesto correspondiente y el resultado neto, y luego sumamos los "costos" contables antes deducidos.
- b. *Variante 2*: obtenemos el monto que el proyecto ahorra en impuestos por la existencia de un "costo" contable que no representa una salida de dinero, y agregamos ese valor al flujo de fondos como un ingreso, pues eso es lo que significa: una suma que no pagamos en concepto de impuestos, o sea un no-egreso.

Ejemplo 36

Tratamiento de las depreciaciones

Supongamos un proyecto de riego que genera un beneficio de \$1,000 y costos de \$500 en cada período. Ambos son movimientos de fondos. Además, la inversión inicial de \$1,000 puede depreciarse en 10 años, a razón de \$100 por año. Esta depreciación no es un movimiento de efectivo, pero sí un costo que puede deducir de impuestos. ¿Cómo puedo tratarlo en el proyecto? El cuadro siguiente muestra las dos variantes:

	<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>
Beneficios (ingreso de fondos)	1,000	1,000
Costos (egreso de fondos)	(500)	(500)
Depreciación	(100)	
Resultado antes de impuestos	400	500
Impuesto 30%	(120)	(150)
Resultado después de impuestos	280	350
+ Depreciación	100	
Ahorro impositivo (30% depreciación)		30
Flujo de Beneficios Netos	380	380

1.2.3.3. Tratamiento de los intereses

Con respecto de los intereses puede hacerse un razonamiento similar al de la depreciación. El costo de capital del proyecto tiene dos componentes: el interés que se paga por los fondos tomados en préstamo y el interés que se paga por los fondos aportados por los dueños del proyecto (esto es, la rentabilidad exigida a los fondos propios). En general, sin embargo, sólo los intereses por fondos de terceros pueden descontarse como costo en la contabilidad, y disminuir el monto pagado por impuesto a las ganancias.

La forma de computar los intereses en el "perfil" del proyecto es similar a la de la depreciación, con la salvedad de que los intereses pagados a los financistas del proyecto sí son una salida de fondos. Los intereses a terceros pueden mostrarse tanto en la parte del cuadro antes del cálculo del impuesto (esto es, en la parte que representa un "estado de resultados") o después (en la parte que es propiamente un "flujo de fondos o de efectivo"), en cuyo caso se deberá calcular el ahorro impositivo derivado de tener que pagarlos²¹.

²¹ Explicaremos la razón para no mostrarlos en la parte de estado de resultados del "perfil" en el punto 3. de este capítulo.

Ejemplo 37

Tratamiento de los intereses

Supongamos que el ejemplo del punto anterior incluye el pago de \$150 en cada período en concepto de intereses por un préstamo tomado para financiar la construcción de los canales. Las dos variantes de tratamiento son como sigue:

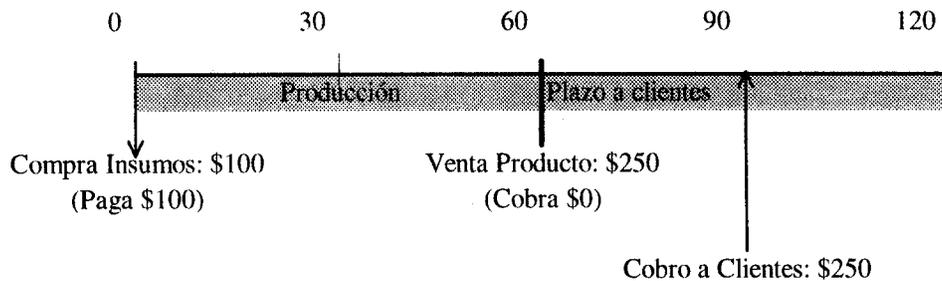
	<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>
Beneficios (ingreso de fondos)	1,000	1,000
Costos (egreso de fondos)	(500)	(500)
Depreciación	(100)	
Intereses pagados a terceros	(150)	
Resultado antes de impuestos	250	500
Impuesto 30%	(75)	(150)
Resultado después de impuestos	175	350
+ Depreciación	100	
Ahorro impositivo (30% depreciación)		30
Flujo de Beneficios Netos a/Intereses	275	380
- Intereses pagados a terceros		(150)
Ahorro impositivo (30% intereses)		45
Flujo de Beneficios Netos d/Intereses	275	275

La diferencia entre ambas variantes es que la segunda permite separar los flujos concernientes al proyecto "puro", esto es, sin considerar el financiamiento, de los flujos que incluyen el efecto del financiamiento del proyecto. Es decir, el proyecto en sí mismo genera \$380 por período (considerando un financiamiento total por parte del dueño). Si cambiamos la estructura financiera incorporando un préstamo, y disminuyendo el aporte de capital propio, entonces el proyecto genera \$275, luego del pago de intereses.

La segunda variante muestra más claramente cuál es el efecto del endeudamiento. Esta variante es la aconsejada, como veremos más adelante.

1.2.3.4. Requerimientos de capital de trabajo

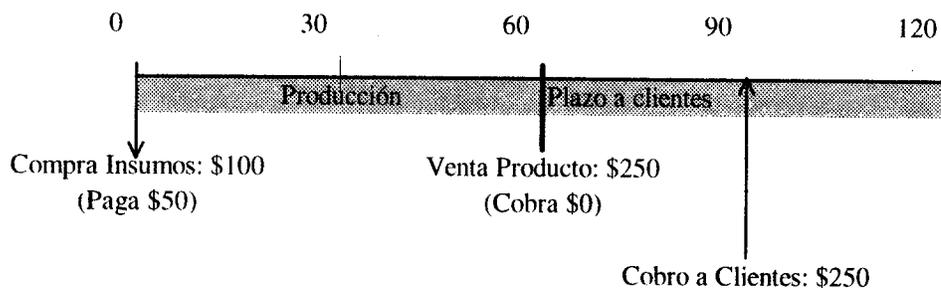
Cuando se analiza un proyecto desde el punto de vista privado deben reflejarse los requerimientos de capital de trabajo. Entendemos por capital de trabajo a los fondos necesarios para financiar el ciclo de operaciones del proyecto:



Antes de vender sus productos, el proyecto genera demanda de fondos para cubrir las compras de insumos, los pagos de salarios, etc. Al mismo tiempo, algunas ventas se hacen dando plazo a los clientes para que abonen las mismas, lo cual también agrega una necesidad de financiamiento. En el ejemplo, el proyecto tiene un ciclo de 90 días: compra los insumos en el día 0, tarda 60 días en producir, vende los bienes en el día 60 pero los

cobra recién en el día 90. En consecuencia, requiere disponer de \$100 para financiar cada ciclo. Los \$100 iniciales son la *inversión en capital de trabajo*, que se recupera cada 90 días pero que debe volverse a realizar para financiar el ciclo siguiente. De esta manera, hay siempre \$100 “circulando” en el proyecto.

En algunos proyectos, parte de las demandas de fondos del ciclo operativo las cubren los proveedores, dando plazo para pagar los insumos, o los mismos trabajadores, que cobran al fin del mes, no en cada momento que trabajan. *La diferencia entre las demandas de fondos y el financiamiento de corto plazo conseguido es el capital de trabajo*. En el diagrama siguiente, se muestra un ejemplo en el que los proveedores financian la mitad de los requerimientos de fondos, de donde la inversión en capital de trabajo es de \$50.



El capital de trabajo se trata como una inversión: es una salida de fondos del proyecto en el momento 0. Su peculiaridad es que, finalizado el proyecto, se recupera el capital de trabajo. La razón es que los fondos invertidos en capital de trabajo “vuelven” al final de cada ciclo operativo y son “reciclados”, hasta que se interrumpe el ciclo

Ejemplo 38

Tratamiento del capital de trabajo

Supongamos un proyecto que tiene costos por \$100 y beneficios por \$250. Los costos se pagan todos al principio del período, y los ingresos se cobran totalmente al final. Este proyecto requiere \$100 de capital de trabajo. Al final del proyecto, el capital de trabajo se recupera, pues ya no se necesitan \$100 para financiar un próximo período, pues no habrá más producción.

	0	90	180	270	360
Ventas		250	250	250	250
Costos	(100)	(100)	(100)	(100)	
Neto	(100)	150	150	150	250

Requerimiento de capital de trabajo → (100) en el día 0

\$150 Utilidad
\$100 Recupero del capital de trabajo → 250 en el día 360

1.2.4. Elementos Conceptuales a Tener en Cuenta en la Evaluación Social

1.2.4.1. No incluir las transferencias de ingresos

La evaluación social de proyectos toma en cuenta los beneficios y costos que el proyecto genera para la sociedad. Parte de éstos son similares a los que el proyecto genera para sus dueños (y que se captan en la evaluación privada); otra parte no son captados sino cuando se observa el proyecto desde la óptica de toda la sociedad (externalidades, efectos primarios y secundarios).

Asimismo, hay efectos que son relevantes para el dueño (privado) del proyecto, pero que no lo son desde la óptica social (al menos en una primera instancia). Un ejemplo de estos efectos son las transferencias de ingresos entre grupos sociales. Así, los impuestos y subsidios no son considerados, pues sólo representan una transferencia entre grupos.

La razón de este análisis está en que lo que interesa al evaluar el proyecto es que el mismo agregue riqueza a los habitantes de una sociedad: es decir, que el proyecto se justifica socialmente si después de hacerlo los habitantes son más ricos que antes.

¿Qué sucede si se cumple esa condición para el conjunto de la sociedad, pero los costos del proyecto los paga un grupo social, y los beneficios los recibe otro? Supongamos que un proyecto de riego tiene como efecto que se aneguen con una represa tierras de un grupo aborígen, para beneficiar con el sistema de riego a una gran compañía productora de frutas. Si se calcula para la sociedad en su conjunto, después del proyecto tendrá más bienes (mayor riqueza), pero los aborígenes pierden sus tierras mientras que los empresarios y todos los vinculados con la empresa (agricultores, distribuidores, etc.) se ven beneficiados. ¿Cuál sería la decisión adecuada? Lo que recomendaría un economista es que se haga el proyecto, y que los que resultan beneficiados con él trasladen parte de los beneficios a los que resultan perjudicados. En el ejemplo, los aborígenes deberían ser indemnizados y/o provistos de tierras de similar calidad.

Ejemplo 39

Tratamiento de las transferencias en la evaluación social

Supongamos que evaluamos el proyecto de los ejemplos anteriores desde el punto de vista social. El flujo de fondos relevante desde el punto de vista privado era el siguiente:

	<u>\$ miles</u>
Beneficios (ingreso de fondos)	1.000
Costos (egreso de fondos)	(500)
Depreciación	
Intereses pagados a terceros	
Resultado antes de impuestos	<u>500</u>
Impuesto	(150)
Resultado después de impuestos	<u>350</u>
+ Depreciación	
Ahorro impositivo (30% depreciación)	30
Flujo de Beneficios Netos a/Intereses	<u>380</u>
- Intereses pagados a terceros	(150)
Ahorro impositivo (30% intereses)	45
Flujo de Beneficios Netos d/Intereses	<u><u>275</u></u>

Para su dueño, el proyecto genera un flujo neto de \$275 por período. ¿Es ése el ingreso neto relevante para la sociedad?

La respuesta es no. En realidad, la riqueza neta que el proyecto agrega a la sociedad en cada período es \$500, la diferencia entre los ingresos y los egresos. Los otros costos, que son relevantes para el productor privado, no lo son para la sociedad: los impuestos y los intereses²². No son relevantes pues sólo muestran transferencias entre el proyecto y el Estado o los financistas, y tanto el Estado como los financistas son parte de la sociedad.

En resumen, la sociedad es \$500 más rica cada período con el proyecto. Cómo se distribuya esa riqueza excede el marco del análisis costo-beneficio.

1.2.4.3. Usar precios relevantes para la evaluación social

En la evaluación social deben utilizarse los precios que representen el costo social de los insumos o el valor social de los bienes producidos por el proyecto. Estos precios no son necesariamente los precios de mercado; cuantas más distorsiones e imperfecciones tenga el mercado, más “mentirosos” serán los precios en cuanto a reflejar el real valor que la sociedad asigna al recurso o bien utilizado:

“[...] es el caso de los bienes públicos, donde el precio privado es como norma igual a cero; el de los servicios que proveen proyectos tales como defensa nacional, algunas carreteras, calles y otros proyectos en que es difícil obtener una recaudación de

²² Los intereses serían relevantes en la evaluación social si el financiamiento fuera de fuentes externas al país. En ese caso, no habría una transferencia interna sino un costo para la sociedad: de los fondos netos generados por el proyecto, parte debería ser girado al exterior para cancelar los intereses y el capital del endeudamiento externo.

quienes utilizan los bienes o servicios generados, y el caso de bienes que la sociedad de alguna forma ha decidido "objetar" (opio y heroína) o bien "fomentar" (parques nacionales, vacunación, educación primaria) [...] [el de] las imperfecciones del mercado de bienes y servicios, provenientes de situaciones de monopolio y monopsonio, [...] [de las] disposiciones legales (impuestos y subsidios, cuotas, prohibiciones, etc.), [...] [de las] restricciones e incentivos al comercio exterior [...]" (Fontaine, 1994 [1981]: 273).

En cualquiera de los casos mencionados, deberemos calcular los precios sociales de los principales bienes e insumos del proyecto, a fin de estimar la verdadera rentabilidad social del mismo (que, naturalmente, diferirá en esas situaciones de la rentabilidad privada).

1.2.5. Formatos Sugeridos de "Perfil" del Proyecto

Una vez que hayamos cumplido con todos los pasos reseñados en los capítulos anteriores y en otros puntos de este capítulo, tendremos los elementos necesarios para armar un "perfil" del proyecto. En este tema hay tantas versiones como evaluadores; por lo que los formatos que mostraremos serán sugerencias más que una receta a aplicar. El tipo de proyecto puede también, hasta cierto punto, privilegiar un formato por sobre otro.

Hay diferencias en los formatos a utilizar en el caso de una evaluación privada y de una evaluación social; las mismas son básicamente algunos items que aparecen en una y no en la otra, y viceversa. Por ello, en los cuadros siguientes mostraremos un formato para cada caso.

1.2.5.1. Formato de "perfil" sugerido para la evaluación privada de un proyecto de riego

Este formato tiene las siguientes características:

- a. *Diferencia entre los aspectos de resultado y de flujo de fondos:* A fin de poder determinar cuál es el monto imponible por el impuesto a las ganancias, la primera parte del "perfil" (líneas 1 a 17) muestran el estado de resultados del proyecto; esto es, consideran no sólo los beneficios y (sobre todo) los costos económico/financieros (aquellos que representan ingresos o egresos de fondos) sino también los contables, como la depreciación, que no representan movimiento de fondos pero que influyen en el cálculo del monto imponible. En las líneas 18 a 22 se construye el flujo de fondos, agregando los items descontados como costos pero que no representan erogaciones de fondos (la depreciación, básicamente) y mostrando las inversiones en infraestructura y capital de trabajo. Cada item puede ser considerado en forma absoluta o incremental. En el primer caso, habrá que realizar un "perfil" semejante para la situación sin proyecto.
- b. *Diferencia entre el proyecto sin financiamiento (se hace totalmente con fondos propios) y el proyecto financiado:* Por ello, en este esquema no se incluyen los intereses ni los ingresos o cancelaciones de préstamos. Esos movimientos financieros se detallarán en un flujo aparte (líneas 23 a 27) que se "engancha" a la línea 22 del "perfil" sugerido (ver punto 3. por las razones de esta forma de presentación).

CUADRO 6.1.

FORMATO SUGERIDO DE "PERFIL" PARA LA EVALUACION PRIVADA

"PERFIL" DEL PROYECTO SIN TOMAR EN CUENTA EL FINANCIAMIENTO		199X	199X+1	199X+2	...	199X+n
Concepto						
1	Producción de trigo					
2	Producción adicional de soja					
3	Ahorro de fertilizantes					
4	Etc.					
5= 1+2+3+4	TOTAL INGRESOS					
6	Semillas, etc.					
7	Fertilizantes y pesticidas					
8	Sueldos y Cargas Sociales					
9	Alquiler de maquinaria agrícola					
10	Limpieza y mantenimiento de canales					
11	Repuestos					
12	Depreciación Activos Fijos					
13	Etc.					
14=6+...+12	TOTAL EGRESOS					
15= 5-14	Resultado antes de Impuestos					
16=15*tasa	Impuesto a las Ganancias					
17=15-16	RESULTADO NETO					
18= + 12	más Depreciación Activos Fijos					
19	Inversión en terrenos					
20	Inversión en infraestructura					
21	Inversión (Recupero) Capital de Trabajo					
22=16+...+20	FLUJO NETO DEL PROYECTO					
"PERFIL" DEL FINANCIAMIENTO						
23	Ingreso (Cancelación) del Préstamo					
24	Pago de Intereses					
25=23+24	FLUJO DEL PRESTAMO					
26=24*Tasa	Ahorro impositivo por pago intereses					
27=22+25+26	FLUJO DEL DUEÑO DEL PROYECTO					

Este formato se aplica tanto a la situación con proyecto como a la situación sin proyecto. De este modo podremos establecer la comparación adecuada.

1.2.5.2. Formato de "perfil" sugerido para la evaluación social de un proyecto de riego

En la evaluación total no debemos tomar en cuenta los impuestos, subsidios y otras transferencias, por lo que no es necesario diferenciar el estado de resultados del flujo de fondos. Sólo debemos presentar los beneficios, costos e inversiones sociales. El "perfil" es así más simple.

CUADRO 6.II.

FORMATO SUGERIDO DE "PERFIL" PARA LA EVALUACION SOCIAL

Concepto		199X	199X+1	199X+2	...	199X+n
1	Producción de trigo					
2	Producción adicional de soja					
3	Ahorro de fertilizantes					
4	Etc.					
5= 1+2+3+4	TOTAL INGRESOS					
6	Semillas, etc.					
7	Fertilizantes y pesticidas					
8	Sueldos y Cargas Sociales					
9	Alquiler de maquinaria agrícola					
10	Limpieza y mantenimiento de canales					
11	Repuestos					
12	Etc.					
13=6+...+12	TOTAL DE EGRESOS					
14	Inversión en terrenos					
15	Inversión en infraestructura					
16	Inversión (Recupero) Capital de Trabajo					
17=14+15+16	TOTAL DE INVERSIONES					
18=5-13-17	FLUJO NETO DEL PROYECTO					

También en este caso deberemos preparar un "perfil" para la situación sin proyecto y otro para la situación con proyecto.

2. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los "perfiles" del proyecto son la herramienta básica para su análisis. A partir de ellos se puede realizar la evaluación y estudiar la respuesta a cambios en los supuestos (análisis de sensibilidad). En este punto ofreceremos dos indicadores que se utilizan para evaluar al proyecto.

La idea central detrás de todo el proceso de evaluación es que *se deberían elegir para su ejecución sólo aquellos proyectos que aumenten la riqueza de su dueño y de la sociedad*. Esto significa elegir a los proyectos donde los beneficios superan a los costos e inversiones: de esta manera, los recursos que el proyecto entrega (beneficios) son mayores que los recursos que el proyecto demanda (costos e inversiones). En última instancia, la evaluación es una simple "cuenta del almacenero", donde la sofisticación aparece básicamente en la identificación y valuación de los beneficios, costos e inversiones.

Sin embargo, la "cuenta del almacenero" no es una suma simple, por una razón: los beneficios, costos e inversiones del proyecto no son instantáneos, sino que ocurren en un horizonte temporal que puede ser muy largo. En efecto, en un proyecto de riego hacemos la inversión en el año 0, y recibimos beneficios y pagamos costos hasta el año 30 o más. El *quid* resultante de esta distribución temporal radica en que ni los individuos ni la sociedad valoramos de la misma forma \$1 recibidos en el año 0 que \$1 recibidos en el año 30.

En otras palabras, *el dinero (los recursos) tiene un valor en el tiempo*. Cuanto antes los tengamos, antes los podemos invertir en otros proyectos que generen cierta rentabilidad. Por ello, la demora de un período en recibir un beneficio \$1 no es gratuita: nos cuesta los intereses (la rentabilidad) perdida por no haber recibido \$1 un período antes.

La matemática de este cálculo es sencilla²³:

- Si hoy depositamos \$1 por un año a un interés del 10% anual, al final del año obtendremos:

$$\text{\$1} * (1 + 0.1) = \text{\$1.1}$$

- Si depositamos los \$1.1 por otro año al mismo interés, obtendremos

$$\text{\$1.1} * (1 + 0.1) = \text{\$1.21}$$

Esto es lo mismo que obtendríamos si depositáramos \$1 por dos años al 10% anual (y reinvirtiéramos los intereses). De modo que la fórmula general para saber cuánto dinero obtendríamos si depositáramos \$1 por n períodos a una tasa periódica i (cuál será el Valor Futuro de \$1) es:

$$\text{VF de \$1} = \text{\$1} * (1 + i)^n$$

Ahora bien, cuando evaluamos un proyecto nos interesa conocer cuánto más rico seremos al terminar el proyecto, *pero cuánto más ricos en moneda de hoy*, no en moneda futura (¿Es bueno ser \$1 millón más rico dentro de 30 años? No lo tenemos muy claro. Ahora, ser \$1 millón más rico hoy, sí que es conveniente). Esto significa que no me interesa el valor futuro de los beneficios, costos e inversiones del proyecto sino su *valor actual*. Ahora, el cálculo del valor actual (actualización) es sencillo: si el Valor Futuro (VF) de \$1 es $\text{\$1} * (1 + i)^n$, entonces, el Valor Actual (VA) de un valor futuro es:

$$\text{VA de \$1} = \frac{\text{VF}}{(1 + i)^n}$$

Ejemplo 40

Cálculo del Valor Actual

Por ejemplo, el VA de \$1.33 que obtendremos dentro de 3 períodos, si la tasa es 10% por período equivale a:

$$\text{VA} = \frac{\text{\$1.33}}{(1 + 0.1)^3} = \frac{1.33}{1.33} = \text{\$1}$$

²³ En esta Guía sólo mostraremos las fórmulas y su sentido en la evaluación. Un análisis más detallado de los elementos de matemática financiera utilizados en la evaluación de proyectos y de las sutilezas que deben tenerse en cuenta (por ejemplo, qué tratamiento debo dar a los períodos menores a un año cuando la tasa de interés es anual) se pueden encontrar en Brealey y Myers, 1991.

Si conocemos esto, podemos entender cómo se calculan y qué significan los principales indicadores de la conveniencia económica de un proyecto²⁴.

2.1. INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE UN PROYECTO

2.1.1. Valor Actual Neto (VAN)

La forma de medir si el proyecto es conveniente es sumar beneficios, costos e inversiones. Si los beneficios son mayores que los costos e inversiones, entonces el proyecto es conveniente. Empero, como debemos sumar beneficios, costos e inversiones de distintos períodos, tenemos que traducirlos a una misma moneda; esto es, debemos sumarlos en *moneda de hoy*. Para ello debemos calcular su valor actual.

El indicador llamado Valor Actual Neto es simplemente la suma actualizada de todos los beneficios, costos e inversiones del proyecto. A efectos prácticos, *es la suma actualizada de los flujos netos de cada período* (última línea del "perfil" del proyecto):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + I_0$$

Donde,

- F_t : Flujo de beneficios (o costos) netos para el período t
- i : La tasa de descuento pertinente
- n : El horizonte del proyecto
- I_0 : La inversión inicial (las inversiones que se realizan en un período t están incluidas en F_t)

En otras palabras, actualizamos todos los flujos netos al momento 0 y le restamos las inversiones (que ya están expresadas en moneda del momento 0)

¿Qué criterio de aceptación/rechazo de proyectos propone el VAN? Si un proyecto tiene $VAN > 0$, entonces podremos aceptarlo, en cambio, si el $VAN < 0$ deberemos rechazarlo.

Un VAN positivo nos dice que la suma actualizada de los beneficios del proyecto (en \$ del momento 0) es superior a la suma actualizada de los costos e inversiones del proyecto. En suma, que si hacemos el proyecto seremos más ricos en el monto indicado por el VAN (el VAN da un valor en \$ de hoy)

²⁴ La matemática financiera tiene más sutilezas que las que surgen de este brevísimo análisis. Por ejemplo, ¿cómo actualizar flujos *mensuales* si tenemos tasas de interés *anuales*?. Sugerimos la lectura de Brealey y Myers u obras similares.

Ejemplo 41

Aplicación del criterio del Valor Actual Neto (VAN)

Supongamos que tenemos que optar entre dos alternativas de proyecto de riego (quizás entre riego por surco y riego por aspersión). Los flujos netos relevantes de cada alternativa son los siguientes:

Flujo Neto	0	1	2	3	4	VAN 10%
Proyecto A	\$ (500)	\$ 150	\$ 200	\$ 250	\$ 300	\$194
Proyecto B	\$ (600)	\$ 100	\$ 150	\$ 200	\$ 250	(\$64)

El proyecto A tiene un VAN de \$194, mientras que el proyecto B tiene uno de *menos* \$64. Esto significa que si hacemos el proyecto A, al cabo de 4 años seremos \$194 más ricos, medidos en pesos de hoy, mientras que con el proyecto B seríamos \$64 más pobres.

¿Qué considera exactamente el VAN? El VAN es una medida adecuada de la bondad de un proyecto (en el supuesto de que el mismo esté bien formulado) porque

- Está expresado en moneda de hoy y toma en cuenta el valor tiempo del dinero.
- Incluye todos los beneficios y costos en el cálculo, *incluso el costo de oportunidad del capital invertido*.

El último punto es importante. El flujo neto representa lo que queda para el dueño del proyecto *luego de descontados todos los costos* (los operativos, los impuestos, etc.). Asimismo, la tasa a la que se descuenta el VAN debe representar *el costo de oportunidad de los fondos que se invierten en el proyecto*; esto es, cuál es la rentabilidad que se deja de lado al invertir los fondos en este proyecto en particular. (Por ello debe elegirse una tasa que refleje un riesgo similar al del proyecto que se está evaluando). En consecuencia, el VAN es una buena medida de la bondad del proyecto.

2.1.2. Tasa Interna de Retorno

Otro indicador muy utilizado es la Tasa Interna de Retorno o TIR. Este indicador se define, matemáticamente, como *aquella tasa que hace que el VAN sea igual a cero*.

¿Cuál es el *criterio de aceptación o rechazo* utilizando la TIR? Este indicador acepta todos los proyectos que cumplan con la condición siguiente:

$$\text{Tasa de descuento relevante} \leq \text{TIR}$$

Esto es, la tasa de descuento que refleja el costo de oportunidad del capital del dueño del proyecto (o de la sociedad) deber ser menor o igual que la TIR.

En la mayoría de los proyectos, esta condición es similar a la de que el $\text{VAN} \geq 0$. En efecto, si la TIR es la tasa que hace que $\text{VAN} = 0$, entonces cualquier tasa menor o igual que la TIR

hará que el VAN sea mayor que 0. Sin embargo, la TIR tiene algunos inconvenientes que la hacen menos confiable (en el sentido de que no da una respuesta unívoca a la pregunta de si el proyecto es conveniente o no)²⁵:

- a. *El significado de la TIR es más confuso que el del VAN*: Si bien su significado matemático es claro, conceptualmente es un promedio ponderado de rentabilidades que la hacen más “abstracta” que el VAN. Así, podemos verla como la máxima tasa de costo de oportunidad que soporta el proyecto, o como la rentabilidad de los fondos que permanecen invertidos en él.
- b. *Es posible que aparezca más de una TIR*: En efecto, si el flujo neto de un proyecto cambia de signo (esto es, tiene beneficios netos negativos intercalados con beneficios netos positivos) entonces es posible que haya más de una tasa que haga que $VAN=0$. El problema en ese caso es con cuál de las TIR comparamos el costo de oportunidad del capital.

La recomendación que hacemos, dados los inconvenientes, es utilizar el VAN como criterio de selección de proyectos, y calcular la TIR a efectos de tener otro indicador (muy utilizado, por otro lado) que ofrece información pero que es menos seguro²⁶.

3. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS

La evaluación del proyecto que hemos desarrollado hasta el momento, en particular la evaluación privada, se basó en unos supuestos fundamentales: todos los fondos requeridos para la inversión los aportaba el dueño del proyecto, y todos los beneficios y costos se cobraban y pagaban al contado, respectivamente. Esta evaluación es suele denominarse evaluación económica.

Sin embargo, en la realidad los proyectos toman y dan crédito: la inversión se financia con un préstamo bancario; se ofrece crédito a los clientes y los proveedores de insumos también dan crédito al agricultor. Evaluar los efectos de la financiación nos lleva a la evaluación financiera.

En este apartado mostraremos los aspectos fundamentales de este tipo de evaluación. Necesariamente seremos esquemáticos. Un análisis más detallado se puede encontrar en Brealey y Myers, por ejemplo, o en cualquier otro texto de finanzas.

3.1. EFECTOS DE LA FINANCIACIÓN

¿Cuáles son los efectos que produce financiar el proyecto? Los principales son los siguientes:

²⁵ Un detalle de todos los inconvenientes de la TIR aparece en Brealey y Myers, 1991: 79 y ss.

²⁶ Quedan varios indicadores que no hemos mencionado para no alargar en exceso la explicación. Por ejemplo, el período de repago, la rentabilidad contable, la razón beneficio/costo, etc. El resumen más sintético acerca de ellos es que no sirven para determinar la conveniencia del proyecto.

- a. *Aumento de los costos*: Si parte de la inversión se financia con capital de terceros, el interés que debemos pagar por esos fondos es un costo adicional del proyecto. Como vimos antes, sin embargo, el aumento neto es menor que el monto del interés, pues debe descontarse el ahorro en el pago de impuestos generado por la aparición de un nuevo costo.
- b. *Mayor rigidez en los costos*: El interés es un costo fijo del proyecto. Esto significa que el proyecto va a resistir menos las variaciones de los ingresos, pues no va a poder adaptar los costos a una baja de los mismos. Por supuesto, si los ingresos aumentan se producirá un efecto *leverage* positivo.
- c. *Diferente distribución de los ingresos netos del proyecto*: Si el proyecto se financia totalmente con capital de los dueños, los ingresos netos (esto es, lo que resta luego de abonados todos los costos) quedan para los dueños. En el caso que financiamos con capital de terceros, parte de los ingresos netos deben destinarse a pagar las cuotas de amortización del préstamo. Lo que el dueño o accionista finalmente recibirá es menor que en el caso sin financiamiento de terceros.

3.2. EVALUACIÓN DEL ENDEUDAMIENTO

Estos efectos pueden hacernos pensar que el endeudamiento es desfavorable. Sin embargo, como toda decisión en un proyecto, la de endeudarse o no debe tomarse en términos de los costos y beneficios.

Para ello resulta útil el "perfil" de proyecto que reseñamos antes. El proyecto con financiamiento total de parte de sus dueños es lo que se denomina "proyecto puro". Es la línea 22, Flujo Neto del Proyecto. La evaluación económica debe hacerse sobre ese flujo, descontándolo a la tasa de costo de oportunidad del capital para hallar el VAN.

El VAN del proyecto puro mide cuánto más rico sería el dueño del proyecto si lo hiciera todo con fondos propios.

Ahora bien, con un financiamiento de terceros, el flujo relevante para el dueño es ahora la línea 27 de nuestro modelo, que representa el Flujo del Dueño del Proyecto, luego de cancelar todos los costos y de devolver al financista intereses y capital.

La decisión acerca de endeudarse o no dependerá de la comparación del Flujo Neto del Proyecto con la del Flujo del Dueño del Proyecto: el VAN mayor decidirá cuál es la opción más conveniente para el dueño²⁷.

Obviamente, distintas opciones de financiamiento en cuanto a monto, tasa y plazo darán distintas alternativas a evaluar.

²⁷ No desarrollamos aquí el análisis que deberá hacer el financista, desde su punto de vista, para decidir si otorga o no un préstamo al proyecto, y en qué condiciones.

Ejemplo 42

Evaluación financiera del proyecto

Supongamos que el "perfil" de un proyecto de riego es el que se muestra, y que el agricultor consigue un préstamo de \$600 a un 12% anual. ¿Le conviene tomar el préstamo?

	0	1	2	3	4	VAN	TIR
Flujo Neto del Proyecto	(1,000)	300	350	400	500	10%	18%
Préstamo bancario							
Capital	600	(200)	(200)	(200)			
Intereses	12%	(48)	(24)	0		(63)	
Flujo Neto del Préstamo	600	(248)	(224)	(200)	0		
Ahorro impositivo	30%	14	7	0		19	
Flujo Neto del Dueño	(400)	66	133	200	500	262	30%

Del cuadro surge que la respuesta es positiva: si bien la tasa del préstamo es superior a la del costo de oportunidad del capital (12% > 10%), esto es, los fondos de terceros son más caros que los fondos propios, el efecto impositivo (el ahorro en el pago de impuesto derivado de pagar un costo adicional, los intereses) y el hecho de que el dueño invierte menos al endeudarse compensa tal diferencia y hace conveniente el endeudamiento.

4. SELECCIÓN DE PROYECTOS: CASOS

La evaluación de proyectos no se limita a calcular el VAN y la TIR, sino que requiere análisis posteriores. Uno es el análisis de sensibilidad, que desarrollaremos más adelante. Otros son los distintos casos que se plantean al optar entre proyectos. En los apartados siguientes mostraremos qué casos se presentan y cómo decidir acerca de la optimización de algunas de las variables del proyecto.

4.1. SELECCIÓN SIN Y CON RESTRICCIÓN DE CAPITAL

Normalmente, ni una empresa ni una sociedad tienen un sólo proyecto, sino una cartera de distintos proyectos entre los cuales optar. Si hubiera recursos suficientes, la regla sería *aceptar todos los proyectos de VAN positivo*. Pero no siempre hay fondos suficientes, propios o prestados, para financiar todos los proyectos aceptables. En consecuencia, debemos tener una regla para decidir cuáles aceptar.

Obviamente, la regla básica, $VAN \geq 0$ todavía se aplica, pero no basta con considerar los VAN individuales. El objetivo es conseguir el máximo rendimiento de los fondos disponibles. Para ello conviene seleccionar los proyectos de acuerdo al IVAN:

$$IVAN = \frac{\text{ValorActualNeto}}{\text{Inversion}}$$

Ejemplo 43

Selección de proyectos con restricción de capital

Supongamos que un agricultor debe elegir entre los siguientes proyectos:

Flujo Neto	0	1	2	3	4	VAN 10%	IVAN
Proyecto A	\$ (100)	\$ 100	\$ 80	\$ 90	\$ 100	\$193	1.93
Proyecto B	\$ (50)	\$ 40	\$ 60	\$ 60	\$ 60	\$122	2.44
Proyecto C	\$ (50)	\$ 40	\$ 55	\$ 60	\$ 65	\$121	2.43
Proyecto D	\$ -	\$ (200)	\$ 90	\$ 100	\$ 160	\$77	0.38

Supongamos que el agricultor sólo tiene \$100 para colocar en estos cuatro proyectos. Si nos guiáramos por los VAN individuales, convendría realizar el proyecto A. Sin embargo, la riqueza total de este agricultor aumentaría más si se guiara por cuáles proyectos ofrecen más beneficios netos por cada peso invertido. En ese caso, si invirtiera guiándose por el IVAN, lo haría en los proyectos B y C, y su VAN total sería de \$243 (Observemos que no estamos violando el criterio de elegir proyectos con $VAN \geq 0$; un proyecto con $VAN < 0$ tendría un $IVAN < 0$).

Este criterio tiene algunas desventajas. Si la restricción es de más de un recurso ya no ofrece resultados adecuados. Por ejemplo, supongamos que la restricción de \$100 de nuestro inversor es por dos períodos. ¿Qué hacer?

Una estrategia es guiarse por el IVAN e invertir en B y C en el primer período. Esto le impide aceptar también D, pues los proyectos elegidos le reportan \$80 en el momento 1, que sumados a los \$100 que dispone no alcanzan para llegar a invertir en D. Su riqueza total, medida por el VAN, es de \$243.

Una estrategia mejor es elegir A, que tiene un VAN menor que B y C pero que le genera \$100 en el segundo período, que sumados a los \$100 que tendrá, le permiten hacer D. Así, su VAN general alcanza \$370.

Como surge del ejemplo, en el caso de que la restricción sea por más de un período o de más de un recurso, ni el VAN ni el IVAN llevan automáticamente a la mejor decisión. Se requiere un análisis más pormenorizado²⁸. Esto no debe llevarnos a pensar, repetimos, en que el VAN no sirve como indicador: en estos casos seguimos eligiendo proyectos con $VAN \geq 0$, el punto es que no se los puede elegir guiándose sólo por el VAN.

4.2. PROYECTOS INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

Hemos visto que un proyecto de riego puede contener varios subproyectos. Por ejemplo, uno de asistencia técnica. La relación entre los distintos subproyectos o entre distintos proyectos puede adoptar alguna de las siguientes variantes:

- a. *Independencia*: dos proyectos son independientes entre sí cuando los beneficios y costos de uno no están influidos por los beneficios y costos del otro. En este caso, se harán ambos si el VAN de cada uno es mayor que cero.

²⁸ Un modelo más elaborado de selección de proyectos con racionamiento de capital utiliza programación lineal. Ver Brealey y Myers, 1991: 114 y ss.

b. *Dependencia*: dos proyectos son dependientes cuando cada uno influye en los beneficios o costos del otro. Los proyectos dependientes pueden ser:

- Sustitutos: Dos proyectos son sustitutos cuando el VAN conjunto es menor que el VAN de cada uno de ellos.
- Mutuamente excluyentes: Dos proyectos son mutuamente excluyentes cuando el VAN conjunto es negativo, siendo positivos los VAN individuales.
- Complementarios: Dos proyectos son complementarios cuando el VAN conjunto es mayor que el VAN de cada uno de ellos.

Ejemplo 44

Proyectos independientes y dependientes

La Dirección de Aguas provincial está evaluando un proyecto de manejo de la cuenca del río R, que tiene los siguientes subproyectos:

- Riego: se planea regar 50,000 hectáreas
- Energía: se generará energía hidráulica antes de entregar el agua para riego. Se prevee que la optimización del uso del agua para energía (cuándo embalsar y cuándo dejar correr) puede tener efectos sobre el proyecto Riego.
- Asistencia técnica: se capacitará a 12,000 agricultores en el manejo del riego.

Calculados los VAN de cada proyecto individual y el VAN conjunto, se armó el siguiente cuadro, que muestre el VAN de cada proyecto solo y en combinación con otro (en miles de pesos):

Proyectos	Riego	Energía	Asistencia
Riego	50	(20)	60
Energía		60	50
Asistencia			25

Del cuadro surge que los tres proyectos son rentables (su VAN individual es positivo), pero que

- el proyecto Riego es mutuamente excluyente con el proyecto Energía: el VAN conjunto es negativo.
- el proyecto Riego es complementario con el proyecto Asistencia Técnica: el VAN conjunto es positivo y mayor que cada VAN individual.
- el proyecto Energía es sustituto con el proyecto Asistencia Técnica: el VAN conjunto es positivo, pero menor que el VAN individual del proyecto Energía.

4.3. OPTIMIZACIÓN DEL PROYECTO: MOMENTO, TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN ÓPTIMAS

Una vez que se ha definido un "perfil" básico del proyecto debemos "pulirlo", estableciendo cuál es la alternativa óptima en un conjunto de decisiones internas al proyecto. Por ejemplo, si el proyecto resulta rentable, ¿será más rentable si lo comenzamos en un año en vez de hacerlo ahora? ¿O si lo ampliamos en un 50%? ¿O si cambiamos la traza del canal principal?

Estas preguntas reflejan las decisiones de optimización del momento de comienzo de la ejecución, del tamaño del proyecto y de la localización del mismo.

¿Por qué hacernos estas preguntas? Simplemente, porque cada cambio en la formulación del proyecto tiene costos y beneficios. Debemos averiguar, entonces, qué cambios agregan beneficios netos al VAN y cuáles no.

Tomemos el momento de inicio. Demorar el proyecto genera costos; por ejemplo, demoramos un año más en captar los primeros beneficios del riego. Pero también genera beneficios, si se supone que el costo de la inversión va a disminuir porque bajarán los derechos de importación de equipos de capital. Determinados proyectos que están vinculados al crecimiento vegetativo de la población resultan más rentables si se demoran, pues se capta una demanda mayor.

Un análisis similar podemos hacerlo con el tamaño. Quizás sea rentable disminuir un poco la seguridad de riego o los rendimientos por hectárea pero aumentar la superficie regada. O con la localización: colocar la bocatoma un kilómetro aguas abajo con respecto al caso original puede permitir disminuir el largo de los canales secundarios, o darle menos pendiente al canal principal.

La regla general en estos casos es que la modificación de momento, tamaño o localización se justifica si el VAN nuevo es superior al VAN del caso base. *Habremos llegado al óptimo cuando el VAN incremental sea cero.* Esto es, cuando aumentar en una unidad más el tamaño, demorar en una unidad más el momento de inicio o mover en una unidad más el proyecto ofrezca un VAN similar al del caso de comparación.

4.4. SELECCIÓN ENTRE EQUIPOS DE DIFERENTE DURACIÓN

En todo proyecto se presentan opciones en los equipos a utilizar. Por ejemplo, ¿convendrá hacer los canales de riego revestidos o sin revestir? La decisión económica entre estas alternativas depende de modificaciones al criterio del Valor Actual Neto.

Ejemplo 45

Selección entre equipos de diferente duración

Supongamos que la inversión y los costos de operar un canal revestido y uno sin revestir son como siguen:

Flujo Neto	0	1	2	3	4	VAC 10%	CAE 10%
Revestido	\$ (100)	\$ (20)	\$ (20)	\$ (30)	\$ (30)	(\$178)	(\$36)
Sin revestir	\$ (50)	\$ (40)	\$ (40)	\$ (40)		(\$149)	(\$60)

Ambas alternativas técnicas generan los mismos beneficios, por lo que deberíamos seleccionar la que tenga un menor valor actual de sus costos (VAC). Si nos guiamos por ese criterio, convendría el canal sin revestir. Empero, hay que renovarlo antes, pues dura menos. ¿Cómo influye eso en la decisión?

Para seleccionar alternativas de este tipo, conviene utilizar el criterio del Costo Anual Equivalente (CAE). Este es simplemente la transformación del valor actual de los costos en una anualidad constante²⁹. En otras palabras, nos dice a qué pago anual equivaldría el VAC de cada alternativa, tomando en cuenta que una tiene menor duración que la otra. En este ejemplo, la alternativa de canal revestido tiene un costo promedio anual menor que la del canal sin revestir. En consecuencia, convendría elegirla.

4.5. DECISIONES DE CUÁNDO REEMPLAZAR UN EQUIPO EXISTENTE

El mismo tipo de análisis se puede aplicar para determinar cuál es el momento *económico* óptimo de cambiar un equipo por otro. Siempre el criterio decisorio es elegir la alternativa que ofrezca un mejor VAN. El punto principal es plantear acertadamente las alternativas.

Ejemplo 46

Momento óptimo de reemplazo de un equipo

Supongamos que el agricultor del ejemplo anterior ya tiene un canal, que le cuesta \$30 al año y que le durará dos años más. Puede hacer algunas inversiones para rehabilitarlo, y aumentar su vida útil en dos años. Para ello debería invertir \$50, pero bajaría el costo anual de mantenimiento a \$20.

Flujo Neto	0	1	2	3	4	VAC 10%	CAE 10%
Sin rehabilitar		\$ (30)	\$ (30)			(\$52)	(\$30)
Rehabilitado	\$ (50)	\$ (20)	\$ (20)	\$ (20)	\$ (20)	(\$113)	(\$46)

La pregunta en este caso es cuándo le conviene arreglar el canal al agricultor. ¿Espera a que el viejo canal esté fuera de servicio, o realiza ahora la inversión en rehabilitación? El VAC no nos da mucha ayuda, pues las duraciones son distintas. Ahora, si calculamos el CAE, vemos que el canal sin rehabilitar, tiene un costo anual de \$30 (obvio, ¿no?) mientras que el CAE del canal rehabilitado es de \$46. En consecuencia, le conviene seguir dos años más a un costo de \$30, y comenzar luego la rehabilitación.

²⁹ La fórmula es:

$$CAE = \frac{VAC}{(1+i)^n - 1} \cdot i$$

4.6. FACTORES DE CARGA FLUCTUANTES

Este punto sirve para remarcar la importancia de analizar el beneficio incremental de una inversión. Aunque un proyecto de \$100 tenga un VAN positivo, debería ser emprendido sólo si el VAN es superior al de una alternativa de \$90. En otras palabras, ¿cuál es el VAN de incrementar en \$10 la inversión?

Ejemplo 47

Uso fluctuante de la capacidad de un equipo

Supongamos que un agricultor tiene dos bombas de extracción de agua subterránea, con una capacidad de trabajo de 2,000 horas al año. En la temporada seca actúan al máximo de su capacidad, mientras que en la época húmeda lo hacen al 50%. En total bombean 1,500 horas por año cada una. Su costo de operación es de \$2 por hora y tienen una vida útil indefinida.

El agricultor está evaluando cambiarlas por dos bombas nuevas, con la misma capacidad, que cuestan \$12,000 cada una, pero cuyo costo de mantenimiento es de \$1 la hora. Dada una tasa de interés del 10% anual, le parece conveniente el cambio. El cálculo que hizo es el siguiente:

		2 Bombas Viejas	2 Bombas Nuevas
Capacidad	horas	2,000	2,000
Total de horas en uso x año	horas	1,500	1,500
Costo operativo x hora	\$/hora	2	1
Costo operativo x máquina	\$/máq/año	3,000	1,500
Costo de capital x máquina	\$		12,000
VA Costos (vida perpetua) de 1 máquina	\$	30,000	27,000
VA Costos (vida perpetua) de 2 máquinas	\$	60,000	54,000

Con las dos bombas nuevas ahorraría \$6,000. Sin embargo, hay otra alternativa que no ha tomado en cuenta: ¿qué sucedería si sólo reemplazara una de las bombas? Dado que la nueva tiene menores costos de operación, trabajaría todo el año, mientras que la bomba vieja entraría en acción en los momentos de exceso de trabajo. Los cálculos serían como sigue:

		1 Bomba Vieja	1 Bomba Nueva
Capacidad	horas	2,000	2,000
Total de horas en uso x año	horas	1,000	2,000
Costo operativo x hora	\$/hora	2	1
Costo operativo x máquina	\$/máq/año	2,000	2,000
Costo de capital por máquina	\$		12,000
VA Costos (vida perpetua) de 1 máquina	\$	20,000	32,000
VA Costos (vida perpetua) ambas máquinas	\$	22,000	24,000

Esta tercera opción resulta más atractiva aún. Lo que está mostrando es que invertir en una bomba nueva permite ahorrar \$2,000; invertir en la segunda bomba nueva tiene un VAN *negativo* de -\$2000.

5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGO DEL PROYECTO

5.1. CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El mensaje que hemos desarrollado a lo largo de esta Guía es que la elección de la mejor alternativa se hace a partir de las proyecciones de beneficios y costos, de acuerdo a supuestos basados en los estudios técnicos.

Sin embargo, proyectar es opinar acerca del futuro, el cual por definición no es conocido sino sólo estimable, en el mejor de los casos. Ahora bien, la mejor estimación no es necesariamente lo que ocurrirá en la vida real del proyecto. Debido a que los factores climáticos pueden diferir de los estimados, los precios pueden ser superiores o inferiores y los agricultores pueden demorar más tiempo en adaptarse a la tecnología, la rentabilidad estimada puede diferir bastante de la rentabilidad real.

Como evaluadores o inversores, nos interesa acercarnos lo más posible a la estimación de la rentabilidad real, de la “verdadera” conveniencia del proyecto. Por esto debemos realizar una serie de estudios complementarios que se orientan a identificar el comportamiento de la rentabilidad del proyecto frente a los cambios en los valores de las principales variables del mismo.

Dentro de este conjunto de estudios, el llamado *análisis de sensibilidad* es uno de los más comunes. Este análisis consiste en *introducir cambios* en los valores de las principales variables del proyecto para analizar su efecto sobre la rentabilidad.

Existen tres categorías en el análisis de sensibilidad: a) el unidimensional, b) el multidimensional y c) el de punto muerto.

- a) *Análisis unidimensional*: Este tipo de análisis selecciona las variables de a una, manteniendo constante el desempeño de las restantes y verifica frente a un cambio porcentual determinado en el valor de la variable cuál es el cambio porcentual de la rentabilidad.
- b) *Análisis multidimensional*: En este caso se modifican los valores de varias variables al mismo tiempo. Por ejemplo, si se estima una caída del precio se supone un aumento de las cantidades vendidas. Es común que la sensibilización multidimensional se estructure de manera tal que se definan escenarios, esto es, futuros “mundos” posibles que combinan distintos valores de las variables principales. Por ejemplo si defino un descenso en el precio, en la cantidad vendida y en los costos, en realidad se está definiendo un escenario dominado por una recesión o un cambio estructural del mercado del producto.
- c) *Análisis de punto muerto*: Este análisis lo podemos aplicar a la sensibilización unidimensional o multidimensional. El objetivo es determinar qué porcentaje de caída o aumento de los valores de las variables es necesario para que el VAN sea cero.

Ejemplo 48

Análisis de sensibilidad

Supongamos que un proyecto de riego muestra los siguientes flujos (muy esquemáticos):

		0	1	2	3	4
Ingresos						
Aumento producción	tons.		1,000	1,000	1,000	1,000
Precio de los cultivos	\$/tons.		50	50	50	50
Ahorro de fertilizantes	tons.		100	100	100	100
Precio del fertilizante	\$/tons.		25	25	25	25
Total de Ingresos			52,500	52,500	52,500	52,500
Egresos						
Mano de obra	Horas hombre		250	250	250	250
Salario promedio			150	150	150	150
Costos de operación	\$/hora		10	10	10	10
Horas trabajadas	horas		700	700	700	700
Total de Egresos			(44,613)	(44,613)	(44,613)	(44,613)
Inversiones						
Sistema de riego		(25,000)				
Total de Inversiones		(25,000)				
FLUJO NETO		(25,000)	7,887	7,887	7,887	7,887

El VAN de este proyecto, a una tasa del 10% anual, es \$359. Para sensibilizarlo planteemos lo siguiente:

- ¿Qué sucedería con el VAN si aumentar los costos de operación en un 10%? El VAN sería negativo, VAN = (\$1,860)
- ¿Qué sucedería con el VAN si disminuyeran los precios del cultivo un 10%? El VAN sería negativo, VAN = (\$15,490)

Vemos que el proyecto es muy sensible a estas dos variables. ¿Qué sucedería si planteamos un escenario de caída de precios en un 10%, aumento de producción en 15% y aumento de costos de operación en 10%? El VAN sería negativo: VAN = (3,445); el aumento de la producción no puede contrarrestar la caída de precios y los mayores costos.

¿Qué aumento de costos de operación hace VAN = 0? Un aumento de 1.61%. Se refuerza la idea de que el proyecto es sumamente sensible a las variaciones de los costos de operación.

5.2. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS DE LA SENSIBILIDAD

Muchas veces al realizar un análisis de sensibilidad y obtener un determinado resultado, los analistas se han preguntado ¿será suficientemente seguro este proyecto? Solamente se puede dar una respuesta a esta pregunta si se realizan estudios sobre el comportamiento de las variables a las cuales el proyecto es sensible.

En general los proyectos son sensibles a un pequeño grupo de variables (precio del producto, algún rubro del costo, la tasa de descuento, el tipo de cambio, etc.). Una vez identificadas dichas variables es necesario profundizar en el análisis de su comportamiento.

Para ello se debe comparar los valores alcanzados por las variables clave en el estudio y su comportamiento histórico de por lo menos los últimos cinco años. Así, si en el ejemplo anterior determinamos que el punto muerto del costo de operación se alcanza con un precio de \$10.162 por hora/máquina y el valor utilizado por el estudio es de \$10 la hora/máquina, diríamos que el proyecto no parece muy seguro: es muy probable que tal variación del costo ocurra durante la vida del proyecto, haciéndolo no rentable. La cuestión cambia si del análisis histórico surge que en los últimos cinco años el precio de la hora/máquina se encontró durante un 85% del período con un precio inferior a \$6, entonces el proyecto parece mucho más seguro: el precio de \$10 utilizado es un precio poco probable.

En este punto es necesario profundizar el análisis, determinar si los valores de la variable corresponden a circunstancias coyunturales o estructurales y en consecuencia emitir una opinión.

Si bien el análisis de sensibilidad tiene debilidades como instrumento para identificar el riesgo del proyecto, es una herramienta extremadamente útil para orientar al analista en los aspectos que deben ser profundizados en el análisis.

BIBLIOGRAFIA

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, DIVISION DE ANALISIS DE PROYECTOS DE DESARROLLO AGRICOLA (1972): "Guía para la Preparación de Proyectos de Riego" (mimeo).

BERGMANN, H. y BOUSSARD, J-M. (1976): Guide to the Evaluation of Irrigation Projects, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

CAMPBELL, D. (1995): "Design and Operation of Smallholder Irrigation in South Asia", World Bank Technical Paper Number 256, Irrigation and Drainage Series.

CETRANGOLO H. y otros (1996): Manual de Riego del Productor Pampeano, República Argentina, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, Secretaría de Agricultura, Subsecretaría de Producción Agropecuaria y Forestal, Dirección Nacional de Producción Agropecuaria, Buenos Aires.

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE -CEPAL- (1991): América Latina y el Caribe: el Manejo de la Escasez de Agua, Estudios e Informes de la CEPAL 82, Santiago de Chile.

CUMMINGS, R., DINAR, A., OLSON, D. (1996): New Evaluation Procedures for a New Generation Water Related Projects, World Bank Technical Paper Number 349.

CURSO INTERAMERICANO EN PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS - CIAPEP- (1984): Aprovechamiento Múltiple Aguas del Río Laja en la Cuenca del Itata, Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, ODEPLAN, Santiago de Chile.

FUENTES YAGÜE, J.L. (1996): Curso de Riego para Regantes, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

HABERGER, A. (1976): "Necesidades básicas versus ponderaciones distributivas en el análisis de Costos-Beneficios", Curso Interamericano de Preparación y Evaluación de Proyectos (CIAPEP). Lecturas Seleccionadas.

JONES, W. (1995): World Bank and Irrigation. The World Bank. Washington, D. C.

NACIONES UNIDAS, COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (1991): América Latina y el Caribe: El Manejo de la Escasez de Agua, Estudios e Informes de la CEPAL, N°82.

O'MARA, G. (1988): Efficiency in Irrigation: the Conjunctive Use of Surface and Ground Water Resources, World Bank Technical Papers.

REPUBLICA DE COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, UNIDAD DE INVERSIONES Y FINANZAS PUBLICAS, DIVISION DE METODOLOGIAS, DIVISION DE OPERACIONES (1992): Manual Metodológico para la Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeña Irrigación, Serie Metodologías N°8.

ROSEGRANT, M.W. y SVENDSEN, M. (1993): Asian Food Production in the 1990s. Irrigation Investment and Management Policy, International Food Policy Research Institute, Reprinted from Food Policy, Vol. 18, N°1, February 1993.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME -UNDP- (1990): How to Write a Project Document, New York.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME -UNDP- (1996): Informe sobre Desarrollo Humano 1996, Mundi-Libros S.A., Madrid.

VAN DER TAK, H. y SCHMEDJE, J. (1988): Economic Aspects of Water Utilization in Irrigation Projects.

WESTLEY, G. (1986): Guía para la Evaluación de Proyectos de Desarrollo Agrícola.

ZAPATA, J.A. (1970): "Análisis Económico del riego con agua subterránea: el caso de Mendoza." (mimeo).