

## ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN FINANCIERA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN AGRÍCOLA UTILIZADAS EN COLOMBIA

Ramón Antonio Rosales Álvarez<sup>1</sup>, Armando Malebranch Eraso Dorado<sup>2</sup>, Clemencia Martínez Aldana<sup>3</sup>, Román Leonardo Villarreal Ramos<sup>4</sup>, Alexander Zamora Velandia<sup>5</sup>, Susan Yurany Garzón Bautista<sup>6</sup>, Catalina Micán Alba, Angélica Núñez Useche y Margarita Sanabria Martínez

(Recibido: septiembre 14 de 2006, Aprobado: octubre 6 de 2006)

### Resumen

Se reporta una investigación enfocada a evaluar las metodologías utilizadas en la década de los noventa en proyectos de tipo agrícola, particularmente en los distritos de riego, identificando las fortalezas y debilidades teóricas y técnicas y operativas en los aspectos financieros, económicos, sociales y ambientales. A partir de una selección de los proyectos de mayor envergadura implementados por el sector agrícola durante el período se realiza la evaluación de las metodologías con base en un conjunto de normas teóricas estándar en la evaluación de proyectos, lo cual permite identificar las fortalezas y debilidades técnicas en la evaluación de dichos proyectos. Los resultados del estudio muestran que en la mayoría de los proyectos analizados, se presentan deficiencias técnicas básicas en materia de parámetros esenciales como las tasas de descuento y la no utilización de precios sombra. Así mismo los proyectos no involucran los costos ambientales en los flujos de fondos, lo cual afecta la realidad de la valoración de proyecto mismo haciéndolos artificialmente más rentables en términos de una comparación internacional. De la misma manera, son prácticamente inexistentes las valoraciones sociales y por tanto no es posible evaluar los impactos sobre el bienestar y la utilidad social. Sobre las bases de datos del Proyecto más importante emprendido por el sector agrícola para dicho período (Ariari), se incorporan los aspectos de medición y cuantificación del riesgo, encontrándose que sí existen beneficios técnicos al combinar metodologías financieras.

**Palabras Claves:** Proyectos, Evaluación Económica, Financiera, Social, Ambiental, Riesgo, Precios Sombra, Tasas de Descuento.

## ANALYSIS OF THE METHODOLOGIES OF EVALUATION IN FINANCIAL, ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL, USED UN PROYECTS OF AGRICULTURAL INVESMENT IN COLOMBIA

### Summary

The present investigation this focused in evaluating the methodologies used in the Nineties in projects of agricultural type, particularly in the districts of irrigation, by identify the theoretical and technical and operative strengths and weaknesses in the aspects financial, economic, social and environmental. From a selection of the projects of greater spread implemented by the agricultural sector during this period the evaluation of the methodologies is made from a set of theoretical norms standard in the evaluation of projects, which allows to identify the technical strengths and weaknesses in the evaluation of these projects. The results of the study show that in most of the analyzed projects, technical deficiencies in the matter of essential parameters like the rates of discount and there is not use of shade prices. Also the projects do not involve the environmental costs in the cash flows, which artificially affects the reality of the valuation of same project making them more profitable in terms of an international comparison. In the same way, the social valuations are practically nonexistent and therefore it is not possible to evaluate the impacts on the well-being and the social utility. On the data bases of the most important Project (Ariari) undertaken by the agricultural sector for this period, the aspects of measurement and quantification of the risk are gotten up, finding technical benefits when combining financial methodologies.

**Keywords:** Projects, Economic, Financial, Social, Environmental Evaluation, Risk, Prices Shade, Rates of Discount.

---

\* Grupo de Investigación en Finanzas. Facultad de Economía. Universidad Católica de Colombia.

<sup>1</sup> Docente: Universidades de los Andes y Católica de Colombia, Facultad de Economía.

<sup>2</sup> Docente Área de Finanzas, Facultad de Economía.

<sup>3</sup> Docente Área de Finanzas, Facultad de Economía.

<sup>4</sup> Docente Área de Finanzas, Facultad de Economía.

<sup>5</sup> Docente Área de Finanzas, Facultad de Economía.

<sup>6</sup> Estudiantes Co investigadores, Programa de Economía.

## **Antecedentes**

El sector agrícola colombiano se ha visto afectado en forma negativa por la política de globalización de la economía, al no estar preparado para enfrentar los retos que ella impone. Las entidades públicas y privadas han venido haciendo esfuerzos con el fin de mejorar la situación del campo, pero aún se requiere de una mejor asignación y de un monto mayor de recursos destinados al sector. Los proyectos relacionados con la adecuación y mejoras de tierra, específicamente los distritos de riego, tienen un impacto grande en la productividad, adicionalmente este tipo de proyectos requiere generalmente de cuantiosas inversiones que ameritan ser sometidas al análisis costo-beneficio. La mejora en la eficiencia y eficacia de los recursos utilizados por el sector en la adecuación y construcción de distritos de riego depende de una adecuada formulación y evaluación de estos proyectos de inversión.

La labor de la evaluación de los proyectos de inversión hoy en día es más compleja, ya que debe contemplar diferentes aspectos que afectan la rentabilidad de los proyectos que hace unos años no se tomaban muy en serio. Aspectos como el riesgo y la incertidumbre, la sostenibilidad financiera, los impactos sobre el medio ambiente y los efectos distributivos cobran cada vez mayor importancia en la evaluación. Una apropiada evaluación financiera, económica, social y ambiental de los proyectos de inversión garantiza un sistema nacional de inversión pública y privada eficaz y eficiente.

Ante la inquietud de si se están evaluando de manera apropiada los proyectos de inversión de construcción y adecuación de distritos de riego en el sector agrícola colombiano, surge la necesidad de llevar a cabo una revisión y análisis de las metodologías que se están utilizando para determinar la viabilidad de este tipo de proyectos desde diferentes puntos de vista. Debido al impacto que tiene los proyectos de construcción y adecuación de distritos de riego en la productividad y bienestar de los agricultores, y al monto considerable de recursos que requieren, se determinó tomar este tipo de proyectos para el desarrollo del estudio.

### **1. Diagnostico de la evaluación de los proyectos de riego en Colombia**

Dentro de este capítulo se presentan los resultados obtenidos con el análisis de la evaluación financiera, económica, social y ambiental de los proyectos de distrito de riego, con el objetivo de destacar la metodología de evaluación que se ha puesto en práctica en Colombia e identificar cuales son las herramientas teóricas que se han utilizado.

Para llevar a cabo el acopio de la información, se utilizaron técnicas de investigación como la entrevista y el análisis sobre documentos concretos (proyectos de riego), recopilados en el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), correspondientes al periodo que abarca de 1990-1999 y que cumpliesen con la condición de contar con al menos un tipo de Evaluación (financiera, económica, social o ambiental).

#### **1.1. Diagnostico de la evaluación financiera de proyectos de riego en Colombia**

En concordancia a lo establecido por la muestra de proyectos suministrados por el instituto de adecuación de tierras INAT desarrollados en la última década se pudo determinar la estructura general con la cual se formularon y evaluaron desde el aspecto financiero los proyectos de distritos de riego de pequeña irrigación.

La evaluación financiera del proyecto determina el rendimiento o productividad en términos de rentabilidad que produce la inversión, en función de los recursos que se destinan, con el fin de incrementar el margen de rentabilidad generado por cada uno de los cultivos que se desarrollan en la zona.

Para medir la incidencia anterior, se utilizan indicadores basados en cálculos de Beneficios y Costos incrementales, mediante la comparación de la situación “Con” y “Sin” Proyecto que fueron explicados con anterioridad.

Los indicadores utilizados en la evaluación financiera de los proyectos son los convencionales tales como:

- Tasa Interna de Rendimiento a Precios de Mercado (TIR).
- Valor Presente Neto a Precios de Mercado (VPN).
- Relación Beneficio / Costo a Precios de Mercado (B/C)

La evaluación de los proyectos comprende los siguientes análisis tanto a nivel del proyecto como a nivel de fincas tipo:

- Evaluación Financiera de todo el Proyecto y de Fincas Tipo.
- Flujos de Fondos a Recuperar de los Usuarios por los organismos ejecutores.
- Flujo de Fondos a percibir por la Asociación de Usuarios.
- Escalamiento de las Inversiones del Proyecto.

Tanto los beneficios como los costos de los proyectos se discriminan y distribuyen durante el período de evaluación, los cuales presentan un horizonte de 20 a 25 años.

El análisis de los proyectos está enmarcado en la situación agropecuaria, el plan agropecuario, el estudio de mercados, el estudio de las obras de Ingeniería, en los costos de operación y mantenimiento, equipos requeridos y en general en todos los componentes que directamente inciden en los beneficios o costos del proyecto, durante el período de evaluación.

Toman en cuenta las áreas de cada cultivo, sus rendimientos incrementales, sus precios y demás componentes que inciden directamente en los beneficios y en los costos tanto individuales como totales del proyecto valorados a precios de mercado.

Los intereses, arrendamientos y la cuota, parte de operación y mantenimiento, los incluyen como un ítem independiente en el flujo de costos e inversiones del proyecto. El valor presente de los ingresos y los costos, los calculan a nivel de finca y para el análisis financiero de todo el proyecto utilizan una tasa de oportunidad de doce por ciento (12 %) anual, que es la tasa de descuento social utilizada para Colombia.

Asimismo, realizan análisis de sensibilidad independientes, con respecto a cambios porcentuales en los rendimientos, precios de productos agrícolas y pecuarios, costos de producción agropecuarios, costo de obras, retraso y adelanto en el programa de inversiones, incremento o disminución de las áreas de adecuación predial, a fin de determinar la solidez del proyecto frente a éstas situaciones. En general consideran las siguientes variaciones para el análisis.

Tabla 1. Análisis de Sensibilidad

ÍTEM	VARIACIÓN	ÍTEM	VARIACIÓN
Rendimientos	± 15 %	Precios agropecuarios	± 15 %
Costos de obra	± 10 %, 20% y 30%.	Costos de Producción	± 15 %
Tiempo Construcción de las Obras	± 1 y 2 años	Área predial adecuada.	± 10 %

### Fincas Tipo

El análisis financiero de las fincas tipo tiene como objeto determinar, desde el punto de vista financiero, la incidencia que la ejecución del proyecto tiene sobre los ingresos y egresos de los agricultores a nivel de cada finca representativa, determinada por el plan agropecuario, y con base en lo anterior determinar si sus fondos generan capacidad de pago suficiente de sus acreencias y obligaciones y en consecuencia determinar el incremento de los niveles de ingreso en cada unidad de explotación. En el flujo de caja tienen presente la situación actual, el plan agropecuario, las cargas que genera la situación “*con proyecto*”, los costos agropecuarios, la amortización de las inversiones por obras civiles del distrito y prediales. Los créditos y sus intereses, la operación y el mantenimiento del distrito de adecuación, los impuestos prediales y demás ingresos y egresos propios de la respectiva explotación lo hacen con base en resoluciones del CONSUAT.

Para cada una de las fincas tipo tienen presente, sus rendimientos crecientes, precios, tamaño de cada finca y todos los costos de producción agropecuarios y los incentivos y subsidios de acuerdo al tamaño de la finca determinada en el plan agropecuario. Para los incentivos y subsidios se debe tener presente el tamaño de la UAF (Unidad Agrícola Familiar), las disposiciones de CONSUAT y las normas del Fondo Financiero Agropecuario.

La evaluación financiera de las fincas tipo las realizan a precios de mercado y a nivel de finca, el beneficio neto incremental, de cada Finca Tipo resultante de la comparación de la situación actual Con y Sin proyecto, durante el período de análisis; además la evaluación financiera la están realizando a precios constantes.

**Análisis Descriptivo.** Una vez realizado el análisis de la muestra de los 30 proyectos, se determinó que 18 de ellos que representan el 60% presentan evaluación financiera, en donde se calcularon algunos de los indicadores financieros como VPN, TIR o B/C.

Doce (12) de los dieciocho (18) proyectos que presentaron evaluaciones de tipo financiero, calculan los tres indicadores básicos; Aguas Blancas, Corrales, Mazamorra y San Pedro fueron los proyectos que únicamente calcularon TIR, y por su parte, en el proyecto El Bálsamo calcularon TIR y VPN; mientras que para el proyecto La Mesa calcularon VPN y Razón B/C.

**Tasa Interna de Retorno**

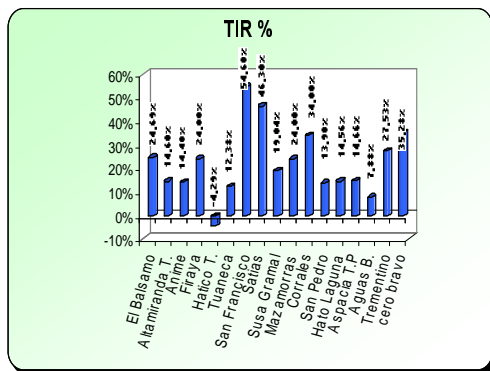


Gráfico 1. Tasa Interna de Retorno (TIR)

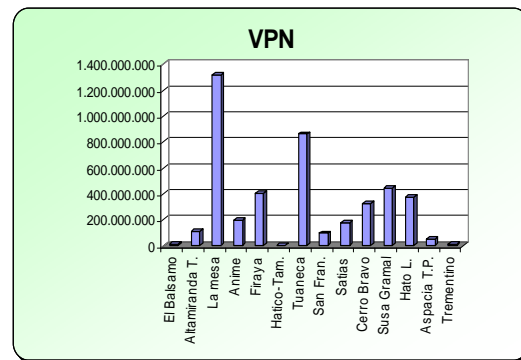


Gráfico 2. Valor Presente Neto (VPN)

De los dieciocho (18) proyectos que presentan evaluación financiera calculando alguno de los tres indicadores anteriormente mencionados, diecisiete (17) de ellos tienen calculada la Tasa Interna de Retorno (TIR). La mayor tasa la alcanza el proyecto San Francisco ubicado en el departamento de Antioquia con el 54.6%, seguido por el proyecto Satias del departamento del Huila con una tasa del 46.3%, porcentajes parecidos presentan los proyectos Corrales y Cerro Bravo correspondientes a los departamentos de Norte de Santander y Cesar. Por otro lado, se evidencian tasas internas de retorno TIR que se encuentran por debajo del costo de oportunidad, que para Colombia es del doce (12%) en el capital social, estos proyectos son Aguas Blancas con el 7.88% y Hatico Tamarindo que curiosamente tiene una TIR negativa de -4.29% dado que sus egresos a lo largo del horizonte del proyecto son superiores que sus ingresos, a lo anterior se agrega que proyectos que generen una tasa interna de retorno (TIR) menor que la Tasa interna de oportunidad (TIO) teóricamente no es recomendable su aprobación.

Es primordial aclarar que la TIR entrega respuestas múltiples cuando se alternan los flujos negativos y positivos; también se puede señalar que este indicador no es comparable con tasa histórica de rentabilidad, lo que quiere decir; que el cálculo de la TIR supone que las reinversiones se realizan a la misma TIR, para solucionar los problemas que tiene este indicador lo recomendable es que sea utilizada la Tasa Interna de rentabilidad modificada (TIRM), que corrige el problema de la reinversión al asumir que los flujos de caja del proyecto se reinvierten a la (TIO).

**Valor Presente Neto.** De la muestra obtenida solamente 14 cuentan con el cálculo del Valor Presente Neto (VPN). El proyecto de mayor VPN fue el presentado por La Mesa en el departamento de Cesar con un VPN de \$1.319.116.000 millones seguido de Tunezca del Departamento de Boyacá con \$862.340.372. Los proyectos siguientes se encuentran en un rango entre \$9.000.000 y \$440.000.000 millones, siendo el proyecto Susa Gramal del Departamento del Cundinamarca el más sobresaliente entre estos, con un VPN de \$ 441.781.500 millones, contrastándose con el proyecto el Bálsamo del Departamento del Bolívar, el cual presenta un VPN de \$9.067.430 millones.

La tasa de descuento utilizada para calcular el VPN en la evaluación financiera es la misma utilizada para descontar los flujos de fondos en la evaluación económica, es decir, se confunde el costo de oportunidad del

capital social que para Colombia es del 12%, con el costo de oportunidad del capital privado, que podría ser para estos proyectos la DTF mas unos puntos de acuerdo al nivel de riesgo que este involucrado.

La técnica del VPN contempla el valor del dinero en el tiempo, este valor depende del momento en el que se decide invertir, recibir o gastar, si el periodo de vida del proyecto es muy amplio como es el caso de los proyectos de análisis 20 – 25 años, (periodo que es establecido por el Plan Agropecuario Nacional), las fluctuaciones del valor del dinero tienden a ser mayores, lo involucra un aumento de incertidumbre. Lo recomendable para estos proyectos es una vida útil no superior a 10 o 15 años debido a que el un gran numero de los productos objeto del proyecto presentan una periodicidad no superior a un año excepto de productos de larga duración como el caso de la palma africana.

**Relación Beneficio Costo.** De los 30 proyectos que se tomaron como muestra, 13 de estos tienen dentro de su evaluación financiera el cálculo de la Relación Beneficio Costo (B/C). El proyecto que presenta mayor B/C es el Satias Andes Bajos del departamento del Huila, con 4.3. Seguido de este se encuentra el proyecto Trementina de Córdoba con 2.49. Los restantes 13 proyectos oscilan entre 0.118 y 1.4, siendo el proyecto de Hático Tamarindo el de menor relación con 0.118 y el proyecto de La Mesa el de mayor relación con 1.4, estos corresponden a los departamentos de Tolima y Cesar respectivamente.

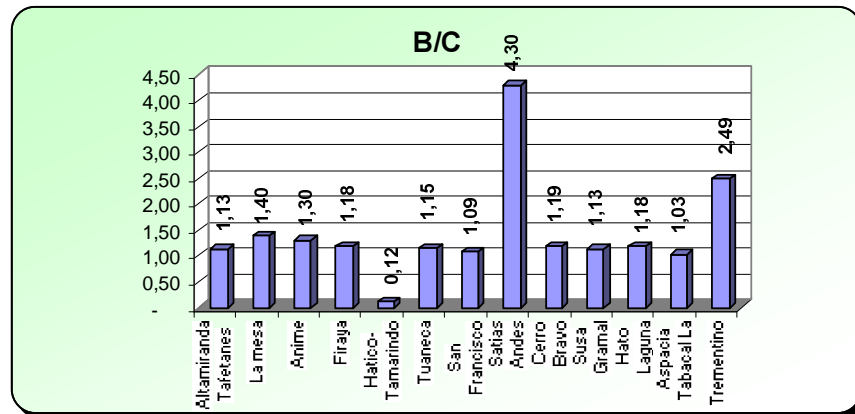


Gráfico 3. Relación Beneficio Costo (B/C)

Existe una relación directa entre el valor presente neto y la relación B/C siendo esto un instrumento de control preliminar a la evaluación del proyecto en términos financieros, de igual manera el índice de TIR es inversamente proporcional a las dos anteriores, ratificando la coherencia en el cálculo de los flujos de caja de los proyectos; tal es el caso del proyecto **Hático** Tamarindo que presenta un comportamiento anómalo con un VPN de \$-27.5 Millones, una tasa interna de retorno de - 4.29% y una Razón Beneficio Costo de 0.118, donde sus indicadores presentan un comportamiento directamente relacionados entre sí.

## 1.2. Diagnostico de la evaluación económica, social y ambiental de proyectos de riego en Colombia

Estas características fueron cumplidas por doce proyectos de una muestra total de treinta proyectos de distrito de riego recopilados, que se pueden observar en la siguiente matriz:

**Análisis Descriptivo.** Al realizar el análisis de los proyectos de distrito de riego con cálculo de proporciones se encontró que de una muestra total de treinta (30) proyectos analizados, doce (12) proyectos, que representan el 40%, realizan algún tipo de evaluación económica, social o ambiental.

De los doce (12) proyectos seleccionados, tan solo tres (3), que representan el 25% utilizan precios cuenta o sombra para realizar la evaluación económica, desarrollando la metodología de precios internacionales especialmente para los ítems de mano de obra no calificada, precio de la divisa y productos agropecuarios tanto nacionales como importados, hecho relevante ya que es con éstos precios y no con los de mercado con

los que se calcula el flujo de fondos económico, el cual arroja la real situación socioeconómica y ambiental de la comunidad afectada, positiva o negativamente, por la ejecución de un proyecto de riego.

El restante 75% de los proyectos de irrigación (que son 9 proyectos) no calculan los precios cuenta ni utilizan la Razón Precio Cuenta (RPC) estipulada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para los diferentes bienes y servicios involucrados de manera directa o indirecta en el montaje y operación de los proyectos, sino que utilizan los precios del mercado para el cálculo del flujo de fondos.

Tabla 2. Listado de Proyectos de Riego

Número	Departamento	Nombre del Proyecto	Municipios
1	Antioquia	Altamiranda Tafetanes	Sopetrán
2	Bolívar	El Bálsamo	Carmen de Bolívar
3	Cesar	Pacho Prieto	Chirigüana
4	Cesar	Cerro Bravo	Aguachica
5	Cesar	Aguas Blancas	Torcoroma
6			Minas
7			Pescado
8	Córdoba	Damasco-El Castillo	San Bernardo del Viento
9	Huila	Paniquita	Campo Alegre
10	Meta	Pió XII	Guamal
11	Tolima	Hatico Tamarindo	Alvarado
12		Palmar de Varela	



Gráfico 4. Precios utilizados para la Evaluación Económica

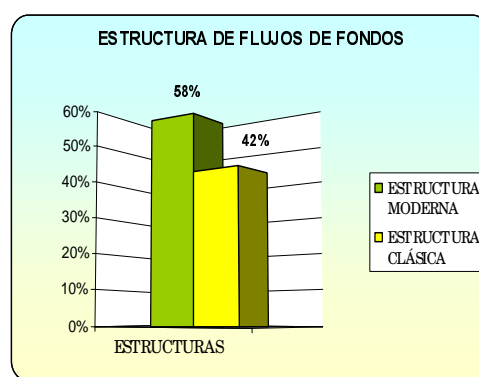


Gráfico 5. Estructura de Flujo de Fondos

De igual manera, esos mismos 9 proyectos (75%), de los flujos de fondos financieros se limitaron a eliminar el ítem transferencias para transformarlo en flujo de fondos económico dejando sus valores a precios de mercado y realizando sobre estos la evaluación económica, lo que se considera una falla puesto que estos precios de mercado deben convertirse a precios sombra.

En cuanto a la estructura de Flujo de Fondos utilizada en los proyectos, se observa que el 58% de éstos utiliza una estructura moderna que consiste en ubicar en las filas cada una de las cuentas necesarias para el cálculo de los indicadores económicos, beneficios y costos y en las columnas los períodos a analizar; y por su parte el 42% utilizan una estructura clásica que radica en situar en las filas el horizonte de tiempo del proyecto y en las columnas las cuentas requeridas en el análisis.

Del total de los proyectos 10 que representan el 83% de éstos, determinan que el horizonte de tiempo para realizar la evaluación económica es de 20 años, puesto que se requiere de éste tiempo para establecer los beneficios o efectos negativos causados por el montaje y ejecución del proyecto de irrigación, además este

período de evaluación es el establecido por el Plan Agropecuario Nacional; sin embargo es de tener en cuenta que estos proyectos no se pueden tomar como obras civiles, sino que incluyen maquinarias (motobombas, aspersores, entre otros) cuya vida útil no concuerda con las proyecciones del proyecto, por lo que es necesario tener en cuenta un criterio que se acople más como lo es la reposición de activos fijos, para realizar una aproximación a la vida útil dependiendo de la ficha técnica de estas maquinarias. Por otro lado el 17% consideran como horizonte de tiempo 22 o 25 años debido al plan de cosechas de los productos elaborados en éste.



Gráfico 6. Horizonte de Tiempo

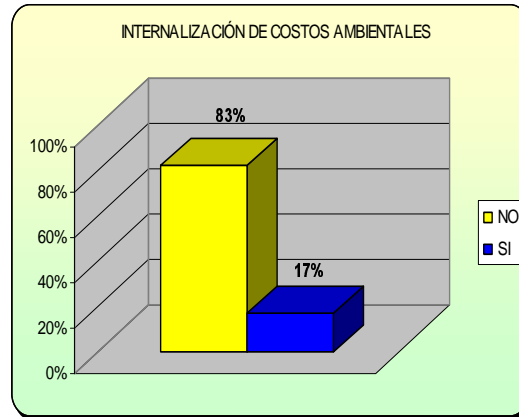


Gráfico 7. Internalización de Costos Ambientales

Por otro lado, se denota que el 100% de los proyectos presentan la evaluación financiero-económica en escenarios no inflacionarios, dejando de lado una variable que siempre ha sobresalido en el país, siendo esta la que mide los cambios en el poder adquisitivo de la moneda a través del tiempo; de hecho no se utilizan precios relativos cuando en el país se presentan inflaciones específicas y no puras de los diferentes bienes y servicios comercializados.

Dentro del análisis realizado a los proyectos con evaluación económica, social o ambiental se encuentra que en el 100% de los proyectos, el costo de oportunidad que representa la Tasa Social de Descuento (TSD) es del 12 %, siendo esta tasa apropiada ya que para América Latina esta oscila entre el 12 y el 14% y además ésta es la tasa estimada como el costo de oportunidad del capital en Colombia. En cuanto a los indicadores económicos se observa que la totalidad de los proyectos analizados calcularon el Valor Presente Neto Económico (VPNE), la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) y la Relación Beneficio Costo (RBC) sobre los flujos de fondos económicos incrementales, lo cual concuerda con la metodología asignada para los proyectos de riego; pero es de resaltar que la mayoría de estos indicadores no son confiables ya que como anteriormente se dijo, estos flujos de fondos no están calculados con precios cuenta.

De igual manera, es de resaltar que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es utilizada dentro de la evaluación de éstos proyectos para medir su rentabilidad cuando este no es un indicador confiable para este fin ya que las reinversiones en un proyecto no se tienen que realizar a la misma tasa que da la TIR, sino por el contrario lo que es racional es realizarlas a la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), por lo cual es recomendable la implementación de la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), con la cual se corrige esta tasa de reinversión.

Cabe destacar que tan sólo 2 de los proyectos analizados (17%) internaliza los costos ambientales causados por el montaje y operación del proyecto de irrigación en la zona de influencia particularmente sobre los factores, agua, suelo y aire; y el restante 83% (10 proyectos) no cuenta con una evaluación económica ni valoración de costos ambientales de ningún tipo, considerando este hecho como una de las principales fallas de los proyectos ejecutados puesto que es una realidad que todo proyecto de inversión causa efectos negativos sobre el equilibrio ambiental.



Por su parte, el 75% de los proyectos de irrigación estudiados (9 proyectos) no presentan ningún tipo de evaluación social, tanto de los costos como de los beneficios que se consideran otorga el montaje del proyecto en los diferentes municipios y considerando que se poseen las herramientas necesarias para realizarla es de resaltar que es una gran deficiencia en la evaluación de estos proyectos; y el 25% (3 proyectos) presentan esta evaluación social pero sin ninguna valoración monetaria ni utilización de indicadores tales como el Valor Presente Neto Social (VPNS) para los diferentes agentes económicos participantes del proyecto (gobierno-trabajadores-productores), y tampoco se presentan bases estadísticas que soporten el progreso aludido por el proyecto y resaltado dentro de éste.

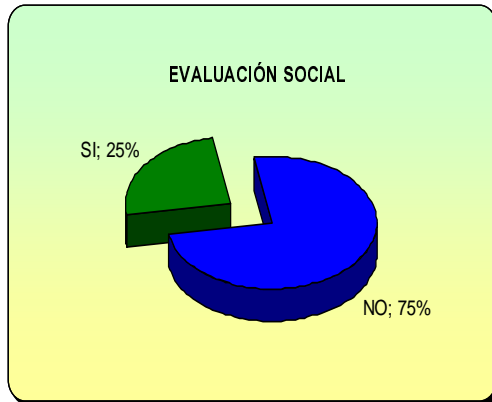


Gráfico 8. Evaluación Social



Gráfico 9. Reposición de Activos

El 25% de los proyectos cuenta con la reposición de activos fijos a un determinado tiempo de evaluación del proyecto, lo que quiere decir que en éstos se tiene en cuenta la vida útil de la maquinaria y equipo incorporada en el proyecto y en su reposición. Por su parte, el 75% restante no considera el ítem reposición de activos fijos lo que es considerado una falla puesto que es conocido que ni la maquinaria ni el equipo tienen una vida útil de 20 años siendo este el horizonte de tiempo del proyecto de riego.

Por otra parte, cabe destacar que el 50% de los proyectos presenta un análisis de sensibilidad en el cual se varían en un  $\pm 10$  o 15% los ingresos, los egresos y las inversiones del proyecto con el fin de determinar el comportamiento tanto presente como futuro del proyecto en diferentes escenarios lo que indica el interés de los evaluadores por conocer y determinar a través de resultados económicos y financieros la evolución del proyecto. Por otro lado, el restante 50% no realiza análisis de sensibilidad lo que se considera como una falta de conocimiento de la realidad económica del país en cuanto a las variables inflación, costos e inversiones las cuales sin lugar a duda afectan tanto positiva como negativamente el desarrollo de un proyecto.

## 2. Estudio de caso: Proyecto Ariari

Este capítulo avanzará hacia la valoración a cerca de la viabilidad de un proyecto específico, el cual satisface especificaciones metodológicas citadas por el Banco Nacional de Proyectos de Inversión (BPIN), a fin de estimar los beneficios técnicos, económicos, sociales y ambientales que se derivan de la asignación de recursos a la actividad productiva. A demás esta valoración puede llagar a sustentar la toma de decisiones sobre el otorgamiento de recursos de financiamiento y la sostenibilidad del proyecto. Con base en esto, se ha elegido el Distrito de Riego Ariari para el desarrollo del presente apartado, el cual ha sido adelantado desde el año 2002 con una proyección a 30 años y cuyos informes fueron suministrados por el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER).

En un principio se establecerá la metodología realizada por la firma consultora "PASIFIC CONSULTING" contratada por el INCODER para llevar a cabo el proyecto, seguidamente se hará una síntesis de los resultados arrojados por él.

El proyecto Ariari, reúne las diferentes áreas de estudio tal como es el campo económico, financiero, social y ambiental, elementos comunes encontrados en la revisión de la muestra de proyectos del mismo tipo. En el área financiera se establece el valor presente neto, la tasa interna de retorno y la razón beneficio costo del



citado estudio, con el fin de determinar si la metodología utilizada en este proyecto difiere de las evaluaciones realizadas en la década de los noventa. El aporte de la investigación es el recomendar incluir en las evaluaciones la variable riesgo, medida desde la perspectiva financiera a través de modelos de riesgo como: CAPM, Probabilidades, Monte Carlo, Varianzas y Covarianzas, y promedios móviles.

En el área económica los indicadores que se obtuvieron a partir de la conformación del flujo de beneficios y costos incrementales del proyecto siguiendo el modelo clásico, fueron, la tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), el Valor Presente Neto Económico (VPNE) y la Relación Beneficio Costo (RBC), aunque no se incluye la Tasa interna de Retorno Ajustada ni la Relación Costo-eficiencia, los cuales son indicadores indispensables por el gran impacto que este proyecto causa a la economía nacional.

En el área social se analizaron los impactos generados en el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta las siguientes variables como objeto de estudio: generación de expectativas, generación de empleo, afectación de construcciones y cultivos permanentes, efectos sobre la salud humana, mejoramiento de la calidad de vida, atracción de población foránea, conflictos de orden público – acciones violentas, conflictos por el uso del agua, conflictos por el uso del agua, desplazamiento de ocupación habitual, presión sobre la tenencia de la tierra, conflictos estructurales, cambios en servicios públicos y sociales, dinamización en la producción agrícola y pecuaria,

En el área ambiental se tuvo en cuenta el análisis de los impactos generados en las siguientes variables: variación de la disponibilidad de agua o caudal, contaminación del agua, alteración del nivel freático, sedimentación, eutricación, salinización del suelo, toxicidad por acidez y aluminio, compactación del suelo, contaminación del suelo, cambio del uso del suelo, contaminación sonora, contaminación del aire, lavado y pérdida de suelo y nutrientes, afectación de comunidades vegetales, afectación de ecosistemas acuáticos, alejamiento de fauna, pérdida y/o alteración de hábitat, proliferación de plagas,

Se encontró que dentro de la evaluación del proyecto de Distrito Ariari un análisis de sensibilidad, simulando escenarios de +- 15 % sobre los precios, los rendimientos, los cotos de producción. Este análisis sirve para evaluar el grado incertidumbre de variables exógenos y suponer diferentes posibles escenarios que muestren hasta donde soporta el proyecto en esos cambios porcentuales en estos factores.

### **2.1. Descripción del estudio**

El Plan Nacional de Desarrollo del departamento del Meta, para el período 1998-2002, contempla como una de sus estrategias la construcción del Distrito de Riego Ariari con el objeto de fortalecer las condiciones de producción y comercialización de los productos agropecuarios colocando a Bogotá como el principal mercado hacia el que fluyen los bienes agrícolas primarios. Asimismo se considera éste sector como crítico debido a la inseguridad por las acciones bélicas de los grupos armados, el desestímulo a la inversión en el sector agrícola y la apertura económica.

El anterior análisis deja ver al sector agrícola como fundamental para la economía del Meta y resalta el impacto negativo que sobre el desarrollo del departamento ha producido el estancamiento y situación recesiva que ha atravesado el sector en los últimos años.

De esta manera, el proyecto Ariari es considerado como estratégico para el proceso de articulación del sistema productivo a través de la adecuación de tierras y la discusión de un plan agropecuario que no sólo refleje los intereses de los propietarios beneficiados con el proyecto sino que además responda a las líneas del desarrollo regional.

Los municipios en cuya jurisdicción se encuentra ubicado el proyecto Ariari, están subdivididos en cincuenta veredas, de las cuales once corresponden a Lejanías, veintiuna a Granada, cuatro a San Juan de Arama y catorce a Fuentes de Oro. Según el registro de usuarios de cada vereda, en el área del proyecto habitan 1.251 familias; con un promedio de 4.5 personas por familia, se tiene una población de 5.630 personas que son beneficiarias directas del proyecto. El área ocupada corresponde a la sumatoria del área total de los predios que se encuentran, total o parcialmente, dentro del área beneficiada para un total de 37.472, es decir, del área ocupada debe sustraerse aquella superficie que no es posible beneficiar por falta de

dominancia del riego o por micro-relieve complicado, para obtener las 32.163 hectáreas netas beneficiadas, para lo cual la inversión total en precios cuenta y a valores corrientes es de \$ 407.520.000.000,00 , que equivale a \$230.386.000.000,00 a precios actualizados al primer semestre de 2002.

El horizonte de evaluación de este proyecto, según los datos del mismo, se hizo a 30 años.

Por otra parte, cabe resaltar la actitud que han tenido los pobladores de los diferentes municipios frente a la construcción del proyecto, por un lado, se puede observar el interés que muestran muchos pobladores en el proyecto en el desarrollo económico, generación de empleo y solución de conflictos armados que éste va a traer al departamento del Meta, y por otro lado, se encuentra un sector de la sociedad que manifestó desconocimiento de los objetivos y características del mismo, su costo, la forma de financiación y otros aspectos de considerable importancia para la negociación del distrito de riego.

**Situación sin proyecto.** En cuanto al uso actual de la tierra, se puede concluir que la actividad principal es la agricultura con 22.300 has sembradas al año, mientras que a la ganadería sólo le corresponden 8.000 has. Por otra parte, el área de descanso aumento a más de 25.700 has en el año.

Los principales cultivos son el arroz con 9.500 has.-año, el maíz con 3.600 has.-año, el plátano con 5.000 has. Y la soya con 530 has.-año. Se cultivan también en la zona yuca, cítricos, maracuyá, guayaba pera, cacao, papaya, caña panelera, palma aceitera y hortalizas en superficies menores a 500 has., además de otros cultivos permanentes.

El volumen actual de la producción anual asciende a 186.700 toneladas, con un valor de la producción de 82.000 millones de pesos a precios de febrero de 2001. El mayor volumen corresponde al cultivo de plátano, con 81.400 ton. para un valor de 31.700 millones; le siguen el arroz con 43.800 ton. y un valor de 21.500 millones y el maíz con 14.400 ton. y un valor de 5.500 millones.

El volumen total de la producción ganadera en todas las modalidades de esta actividad, es de 3.900 ton. para un valor total de 4.200 millones de pesos. La piscicultura produce anualmente cerca de 2.500 ton. para un valor de 7.400 millones valores indicados a pesos de febrero de 2001.

Por otro lado, el valor neto de la producción es de 853.509 millones de pesos.

Con base en los análisis realizados se seleccionaron los productos que presentan mayores posibilidades dentro de las expectativas productivas en la zona del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Los cultivos que requieren el riego para aumentar el rendimiento durante la época seca.
- Aquellos que se encuentran contemplados dentro de la política nacional en el Programa de Oferta Agropecuaria-PROAGRO.
- Los cultivos que han mostrado una participación estable en el área del Proyecto.
- Los productos que se están comercializando en Bogotá o tienen un mercado asegurado.
- Las explotaciones que generan mayor cantidad mano de obra.
- Los productos que aseguran un incremento en los ingresos de los agricultores.

De acuerdo a los criterios mencionados, el estudio de mercado, se realizo para los siguientes productos.

- Cultivos Transitorios: arroz riego, maíz, soya, fríjol, algodón, hortalizas y sorgo.
- Cultivos Semiperennes: plátano, papaya, yuca, caña panelera, maracuyá y otros frutales.
- Cultivos Perennes: cítricos, palma africana, guayaba-pera y cacao.
- Ganadería de ceba y lechería.
- Piscicultura.

**Situación con proyecto.** En pleno desarrollo el proyecto tendrá un volumen de producción de 471.500 ton/año del cual, 451.800 ton corresponden a la actividad agrícola, 17.250 ton a la ganadería y 2.450 a la piscicultura. El incremento de la producción con respecto a la situación actual, es de 284.850 ton, cerca de un 250%.

El valor de la producción será de 202.600 millones de pesos, un incremento de 120.600 millones frente a la situación actual, equivalente también a un 250%. Los ingresos netos generados ascienden a 74.600 millones, un aumento de 50.900 millones con respecto a la producción presente, equivalente a un 315%.

El proyecto requerirá anualmente para la condición de plena producción un total de 1.985.200 jornales, equivalentes a cerca de 7.350 empleos permanentes, un incremento cercano al 90% con respecto a la situación actual.

Las necesidades de maquinaria agrícola para pleno desarrollo, ascienden a 491.300 horas-maquina, un aumento del 312% con respecto a las necesidades presentes.

De igual manera, se tiene previsto el desarrollo de programas de capacitación tanto para los agricultores como para profesionales y técnicos agropecuarios, y se considera necesario que el distrito desarrolle, desde un principio, un programa de control, seguimiento y evaluación de todas las actividades físicas, técnicas y financieras, que permitan evaluar la marcha del proyecto y aplicar rectificaciones en caso de encontrar factores que estén afectando el cumplimiento de las metas previstas.

Como resultado se obtiene que el valor neto de la producción a precios sombra se va a incrementar de 853.509 millones de pesos a 2` 638.802 millones de pesos al comparar la situación sin proyecto frente a la situación con proyecto, en cuanto al valor neto de producción incremental este se incrementara en 1` 785.294 millones de pesos a precios corrientes o su equivalente a precios actualizados al primer semestre de 2002 de 299.818 millones de pesos.

“Se aplicará el riego oportunamente, se conseguirá estabilizar y garantizar la producción, sembrando mayor superficie, cultivado en los semestres del año, supliendo la falta de agua lluvia con la aplicación del riego, se mejorará la situación socioeconómica de la región, incrementando el nivel de vida de los usuarios” *Armando Mario Madrid – Director General del INAT (2002)*

El Instituto Nacional de Adecuación de Tierras –INAT- hasta finalizar el 2003 fue el organismo ejecutor, contando con el estudio de factibilidad “Proyecto de Desarrollo Agrícola Integrado de la Cuenca del Río Ariari” realizado en los años 1988 y 1989 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA. En el año 2004 el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural –INCODER- pasa a ser la entidad encargada de adelantar los procesos antes desarrollados por el INAT en lo concerniente a la adecuación de tierras, por lo tanto es el actual dirigente en el avance del distrito Ariari.

El proyecto cuenta con recursos de un crédito otorgado por el Japan Bank for International Cooperation –JBIC-, contrato de préstamo firmado en el año 1996, y para finales del periodo presidencial 2002-2006 se tendrá el 100% de cumplimiento de los requisitos previos a la construcción.

En agosto del año 2002 el proyecto tenía un avance del cumplimiento de los requisitos previos de contratación de los diseños con un 3.75% y a diciembre del mismo año alcanzó un 4%; no se había iniciado la construcción y por lo tanto no existía área adecuada. Por otro lado del 3 al 18 de junio de 2004 se trabajó con la misión del JBIC para ultimar los detalles destinados al cambio de prestatario y a la prórroga de desembolsos del crédito que vence el 17 de julio de 2004. Del Presupuesto de 2004, de los recursos del Fondo Nacional de Adecuación de Tierras se tiene previsto invertir \$1.000 millones para revisar los diseños y el plan agropecuario.<sup>7</sup>

**Tabla 3. Proyecto ARIARI**

Monto	\$230.3 millones
Financiamiento	Japan Bank for International Cooperation –JBIC-,
Hectáreas beneficiadas	32.160 Has.
Familias beneficiadas	1.291 familias
Horizonte del Proyecto	30 años
Inversión Pre operativa	\$1.000 millones

De los estudios adelantados el *Flujo de Fondos* se construyo a precios de mercado y a precios sombra, proyectado a 30 años tomando como referencia el periodo de vida vegetativo de la *palma africana*.

<sup>7</sup> INCODER. Proyecto de Distrito de Riego Ariari. Bogotá: 2002. p. 15-25

A precios de mercado (junio del 2002) se incluyen los beneficios “con” y “sin” proyecto, el valor neto de la producción incremental, y por último los costos del proyecto; a precios sombra se encuentran los mismos rubros. (Anexo 4.1)

Dentro del flujo de fondos, cuando se hable de “con proyecto”, se hará referencia a lo que se espera suceda con los beneficios y costos del distrito una vez se ejecute el riego para la zona, por lo que al pasar de un año a otro los valores variarán hasta cuando se establezca el uso del sistema. Por otro lado cuando se mencione la situación “sin proyecto”, se estará diciendo que no está activo el sistema de riego en las hectáreas y que por lo tanto las variaciones en los ingresos y costos del proyecto no tendrán lugar, es decir, que los valores para estas variables no cambian año a año.

### 2.1.1. Beneficios del Proyecto.

Esta parte del flujo de fondos integra el Valor Bruto de Producción, los Costos de Producción, el Valor Residual del Hato y el Valor Neto de Producción, asumiendo ingresos y egresos con el supuesto de que se dispone de un sistema de riego.

#### ▪ Valor bruto de producción (VBP)

Son los ingresos del proyecto conformados por: el área cultivada por hectárea de cada cultivo, los precios al productor por hectárea en miles a junio del 2002, el rendimiento de cada hectárea (precios vigentes a junio del 2003 en el mercado en la zona de ubicación del estudio). (Anexo 4.2)

$$\begin{aligned} & \text{Área cultivada por hectárea de cada cultivo} \\ & * \text{Precios al productor por hectárea} \\ & * \text{Rendimiento de cada hectárea} \\ \hline & = \text{Valor Bruto de Producción} \end{aligned}$$

#### ▪ Costos de Producción

Comprenden los gastos de explotación agrícola y de los predios, no consideran las transferencias, es decir los impuestos, intereses y renta de la tierra ni las tarifas por concepto de los servicios de riego y drenaje pues éstas se incluyen dentro de las inversiones, como costos de operación y mantenimiento. (Anexo 4.3)  
Para efectos de este cálculo también se toman los costos tanto de agricultura como de ganadería.

#### ▪ Valor Residual del Hato

Como su mismo nombre lo indica, este corresponde a un supuesto valor que tendrá el territorio dedicado a la cría de ganado al final de la vida útil del proyecto, por ello sólo se registra en el año treinta (30) dentro del flujo de fondos, teniendo una valoración de \$22.105 millones.

#### ▪ Valor Neto de Producción

Es el resultante de deducir al valor bruto de producción los costos de producción, así como sigue:

$$\begin{aligned} & \text{VBP} \\ & \text{CPA} \\ \hline & = \text{VNP} \end{aligned}$$

Esta expresión nos sirve para identificar en cuánto queda valorada la producción del proyecto al finalizar cada año, luego de haber sacado los costos de la misma.

Para los beneficios sin proyecto, se tomaron los mismos rubros excepto el Valor Residual del Hato. Como se expresó anteriormente, la zona no cuenta con adecuación de tierras, por lo tanto se tomaron las variables agropecuarias de la situación actual, comprendida por los dos primeros años del proyecto y se proyectó para los siguientes 28 años. Estos valores son constantes a lo largo de los 30 años tanto para beneficios como para costos, siendo de \$86.318 millones y \$57.698 millones respectivamente.

### 2.1.2. Valor Neto de la Producción Incremental. (Anexo 4.1 columnas 8 y 9)

#### ▪ Valores constantes

Este cálculo indica el incremento acumulado año a año en el valor neto de la producción bajo la situación "con Proyecto", lo que permite justificar la ejecución del proyecto Ariari.

De este modo la ecuación que es aplicada es la siguiente:

$$(Pn_1 - Pn_{1-1}) + /- \Delta(Pn_0 - Pn_{0-1})$$

#### ▪ Valores Actuales

Este cálculo trae a valor presente los valores calculados a precios constantes (operaciones anteriores) de la producción incremental. Para esto se utiliza la tasa de descuento otorgada a Colombia del 12%, resultando la siguiente ecuación:

$$\text{Producción Incremental} / (1.12)^n$$

Así, cada valor estimado en el punto anterior es descontado a una tasa del 12%, siendo "n" el correspondiente al año calculado.

#### 2.1.3. Costos del Proyecto. (Anexo 4.1)

El flujo de costos está conformado por aquellos recursos que se retiraran de la economía para ser invertidos en el proyecto, los cuales son: obras de adecuación y sus gastos de operación y mantenimiento; adquisición de maquinaria y equipos para la realización de las labores de operación y mantenimiento del Distrito y reposición de equipos; adquisición del equipo de riego y su reposición a nivel predial; servicios complementarios como trabajo comunitario, asistencia técnica, capacitación y extensión; plan de manejo ambiental, acciones de protección del medio ambiente, requeridas por la ley 99 de 1993 que establece no menos del 3% del costo total de las obras destinado a la adquisición de áreas estratégicas para preservación del recurso hídrico y no menos del 1% del total de la inversión del Proyecto para protección y conservación de cuencas; y por último las inversiones ganaderas y su reposición.

#### 2.1.4. Beneficios – Costos.

Esta columna es la última que se realiza en el flujo de fondos y también se realiza a precios corrientes y actuales. Los primeros son hallados por medio de la resta entre los valores constantes de la producción neta incremental y los valores corrientes del total de costos.

### 3. Los modelos de riesgo en la evaluación de proyectos

En ésta sección se determina la máxima pérdida de capital que se espera del Proyecto del Distrito Ariari, teniendo una composición fija (horizonte temporal y un nivel de confianza que puede ser de 95, 99 y 99.9%) como consecuencia de cambios en los precios de los activos.

Ante la magnitud de los recursos invertidos para el desarrollo del Distrito Ariari en el departamento del Meta, es necesario realizar estudios que permitan estimar los riesgos de dicha inversión, a fin de calcular que variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación, y decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, con el objeto de mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

Hay que tener en cuenta que el comportamiento de los flujos de fondos de una inversión son supuestos, luego conllevan un grado de incertidumbre o de riesgo, porque su resultado puede tener diferentes resultados, es decir son aleatorios, por lo tanto el se deben conocer los diferentes modelos de medición del riesgo y aplicar el más conveniente a la naturaleza del proyecto, y a la información de la que se dispone.

Los modelos aplicados para el desarrollo de este capítulo son: El Modelo de Probabilidades, el Modelo CAPM, el Modelo de Simulación Histórica, el Modelo de Varianza y Covarianza, el Modelo de Promedio Móviles Ponderados y por último el Modelo Monte Carlo.

El modelo de probabilidades es llevado a cabo a partir de los beneficios del proyecto a estudiar durante la vida útil del mismo, para luego estimar la participación año a año dentro del total de beneficios, con el fin de hacer una aproximación de los posibles cambios que podrían ocurrir en el(los) factor(es) de riesgo.

Como el objetivo es establecer la volatilidad de los rendimientos, medida por la dispersión de los resultados que se podrían esperar, se estima una variación alrededor del rendimiento promedio del proyecto formulado a través de la desviación estándar.

El valor de la desviación estándar concluye que bajo unas rentabilidades que tienen una distribución normal llevada a la campana de Gauss, con un determinado nivel de confianza, la rentabilidad esperada estará en el intervalo (resultado de distribución). La idea básica para la utilización del análisis de riesgo es evaluar la relación entre una ganancia interesante con un riesgo aceptable dentro de la lógica que a mayor rentabilidad esperada, mayor nivel de incertidumbre (o riesgo de pérdida).<sup>8</sup>

Para efectos de este estudio se pretende establecer el riesgo que está dispuesto a asumir el Inversor del Distrito Ariari dada una rentabilidad. Para ello es necesario establecer una rentabilidad en equilibrio que determine el mínimo riesgo del proyecto o la mínima pérdida del mismo; para lo cual es necesario comparar una variable beneficios con un parámetro de mercado IPP, establecer la dispersión de cada una y el grado de relación lineal entre ellas (correlación). Además interviene el comportamiento de la rentabilidad del proyecto ante variaciones en la rentabilidad del mercado ( $\beta_i$ ) y la parte del rendimiento de los beneficios que es independiente del mercado ( $\alpha_i$ ) (Markowitz y Sharpe).

En el modelo de Simulación Histórica, como su mismo nombre lo indica se toman datos históricos de los rendimientos que se desean medir, partiendo así mismo de bases de datos de los precios sobre periodos de tiempo significativos. Una vez tenido esto para hallar el valor en riesgo (VaR), se debe construir la serie de datos históricos (FR) y calcular las variaciones según el periodo de tiempo (años o días) de los factores de riesgo (en este caso Beneficios e IPP) por la forma matemática o logarítmica para mayor exactitud. Luego se simulan escenarios para conocer las variaciones de los factores en cada uno de los periodos (es decir para cada año de la vida útil del proyecto), lo que conlleva a la estimación de las pérdidas y ganancias del proyecto, obtenidas a partir de la diferencia entre el valor de los beneficios estimados con cada escenario y el valor de los beneficios iniciales.

Se ordenan estos resultados de mayor a menor y se calcula el riesgo con base en un nivel de confianza escogido, siendo analizado no con el valor correspondiente a la máxima pérdida sino con el valor que le sigue (la segunda máxima pérdida).

Otro modelo a utilizar es el de Varianza – Covarianza. A partir de los valores de mercado de las dos variables a analizar se puede calcular la desviación estándar con base en los precios históricos del valor de mercado (tomados del modelo anterior), la volatilidad a partir de la desviación estándar por el nivel de confianza escogido (para el proyecto es de 95% = 1.65) y la dependencia lineal de los factores de riesgo ante variaciones en los mismos.

El resultado es el comovimiento de las variables medida con la covarianza; si ésta es positiva significará que existe una relación directa (si aumenta el IPP también lo hacen los Beneficios), pero si es negativa se considera que los factores de riesgo son independientes (una variación en el IPP no afectará los Beneficios del proyecto).

Finalmente con un método Monte Carlo, a partir de datos aleatorios que generan las sendas temporales de los valores de los beneficios, se forma un valor esperado y una dispersión de los beneficios del proyecto bajo estudio. Este proceso es repetido varias veces para estimar el riesgo deseado. Definido el modelo estocástico que permite simular la distribución de frecuencia de los cambios en los factores de riesgo, se determina el modelo de valuación de los instrumentos y se construye la distribución de probabilidad de pérdidas y ganancias del proyecto Ariari. Con dicho modelo se construyen varios escenarios posibles de riesgo, identificando cuál es el que más se aproxima a las expectativas, de acuerdo a la inversión inicial.

### 3.1. Modelo de simulación histórica

#### 3.1.1. Metodología.

<sup>8</sup> MARTÍNEZ ALDANA, CLEMENCIA; ROSILLO, JORGE. Modelos de Evaluación de Riesgo en Decisiones Financieras. Universidad Externado de Colombia, Bogotá: 2004.



Según lo planteado en el marco teórico en referencia al modelo de medición del riesgo de Simulación Histórico, se debe tomar una base de datos históricos en un período de tiempo determinado, y se sigue el siguiente proceso:

1. Se crea una serie histórica del factor de Riesgo, en este caso de los Flujos netos de Caja del proyecto Ariari y se identifica con ( $F_1$ ), también se retoman los datos del IPP calculado por el promedio ponderado de los índices de cada producto en los 30 años.
2. Seguidamente se liquida el Rendimiento de los Flujos netos de Caja con la expresión del  $Ln\left(\frac{F_i}{F_{i-1}}\right)$ , es decir se calculan las variaciones logarítmicas anuales, para obtener mayor precisión en las fluctuaciones de los flujos de caja.
3. Como complemento se estiman escenarios que faciliten aún más determinar las variaciones de los datos de cada uno de los períodos de la base de datos tomada. Esto implica que al último valor registrado de los Flujos Netos de Caja se le agregue el nuevo valor de las variaciones calculadas, para lo cual se toma el último dato del Flujo de Caja (año 30) y se revalúa con cada uno de los valores estimados aplicando la siguiente fórmula:

$$FR_n = \exp\left(\sum_{i=2}^n R_i\right) \cdot FR_1 = FR_n$$

Esta liquidación se hace para cada año y luego se saca una sumatoria de los datos observados. La razón de esta adición es la de suavizar la serie de la tendencia de cada uno de los períodos analizados.

4. Complementando el modelo se calculan las Pérdidas y Ganancias del proyecto, tomando la diferencia entre el valor estimado de cada uno de los escenarios y el último valor de los FNC en la fecha en que se está valorando el proyecto de cada período suavizado, tanto para los benéficos como para el IPP.

El total de las pérdidas y ganancias se obtiene por la sumatoria de los beneficios con el IPP ya ajustados y suavizados.

5. Para liquidar con mayor facilidad, se ordenan todos los datos en orden ascendente es decir de mayores pérdidas a mayores ganancias y finalmente se calcula el VaR (Valor máximo de exposición al Riesgo) con el nivel de confianza elegido, para este caso fue del 95%. La estimación de las pérdidas y ganancias se analiza no con la máxima pérdida sino con la siguiente es decir n-1. (95% de 30 datos = 28.5; 30 - 28.5 = 1.5)

### 3.1.2 Desarrollo del Modelo.

1. Inicialmente se retoma la información original del estudio del proyecto Ariari en lo referente a la serie de años y a los flujos netos de caja, es decir los beneficios netos que van desde \$-77.323 millones, hasta \$64.068.4 millones, para un total de \$1.278.194.81. También se retoman los IPP ponderados calculados por los autores a partir de los índices de precios al productor de cada producto del sector agrícola y los del sector ganadería. Con las participaciones por producto, de estas dos variables, se establece por año el **Promedio Ponderado del IPP**, de la manera siguiente:

$$[(area+1) * (IPP+1)] - 1$$

Ejemplo:

*Para el maíz:* en el año 3, éste tuvo una participación del 16% anual dentro del total para ese año en área sembrada, y de 4% anual dentro del total de miles pesos por tonelada. Aplicando la fórmula esto sería:



$$[(0.16+1)*(0.04+1)]-1 = 0.210492582$$

Lo que quiere decir que, el precio por tonelada y por hectárea de maíz para el año tres contribuirá con el 21% del IPP total para ese año; si este procedimiento se realiza para los restantes productos y al final se suman sus participaciones, se tendrá un IPP ponderado de 0.12055685, que es el 100% del IPP para el año tres. Al tener todos los datos, año por año, del promedio ponderado del IPP, se conforma la columna denominada IPP.

Tabla 4. Modelo de Simulación Histórica

n	VARIACION a)				ESTIMACION ESCENARIOS b)	
	Beneficios Valores Cor.	IPP	Beneficios Valores Cor.	IPP	Beneficios Valores Cor.	IPP
1	-77.323,00	0,010538926				
2	-78.719,71	0,010538926	-0,017902115	4,21885E-15	62.931,65	0,001176667
3	-43.862,53	0,001176762	0,584833144	-2,192309447	114.983,01	0,000131385
4	-23.055,73	0,001176750	0,643146096	-1,01481E-05	121.887,36	0,001176656
5	-14.298,45	0,001176746	0,477763189	-2,9591E-06	103.307,96	0,001176664
6	18.292,85	0,001176723	0,246359133	-1,97222E-05	81.966,48	0,001176644
7	43.800,37	0,001176686	0,873131992	-3,11444E-05	153.405,27	0,001176631
8	55.939,79	0,001176668	0,244633669	-1,55665E-05	81.825,17	0,001176649
9	56.757,92	0,001176668	0,014519272	-1,49508E-07	65.005,41	0,001176667
10	60.710,92	0,001176668	0,067328377	-1,01411E-07	68.530,55	0,001176667
11	62.240,78	0,001176668	0,024886829	-6,38045E-09	65.682,87	0,001176667
12	63.471,40	0,001176668	0,019578999	-6,37973E-09	65.335,16	0,001176667
13	63.823,40	0,001176668	0,005530484	-6,37904E-09	64.423,71	0,001176667
14	63.108,40	0,001176668	-0,011266012	-8,26092E-09	63.350,66	0,001176667
15	64.878,40	0,001176668	0,027660866	-8,26003E-09	65.865,33	0,001176667
16	64.809,40	0,001176668	-0,001064094	-8,25914E-09	64.000,26	0,001176667
17	64.657,40	0,001176668	-0,002348093	-8,25833E-09	63.918,14	0,001176667
18	63.771,40	0,001176668	-0,013797747	-8,25746E-09	63.190,47	0,001176667
19	61.842,40	0,001176668	-0,030715601	-8,25658E-09	62.130,42	0,001176667
20	64.903,40	0,001176668	0,048310797	-8,25579E-09	67.239,58	0,001176667
21	64.903,40	0,001176668	0	-8,25488E-09	64.068,40	0,001176667
22	62.826,40	0,001176668	-0,032524643	-8,25401E-09	62.018,12	0,001176667
23	64.423,40	0,001176668	0,025101554	-8,25322E-09	65.696,97	0,001176667
24	63.339,40	0,001176668	-0,016969353	-8,25242E-09	62.990,37	0,001176667
25	64.579,40	0,001176668	0,019387906	-8,25136E-09	65.322,67	0,001176667
26	64.809,40	0,001176668	0,00355518	-8,25067E-09	64.296,58	0,001176667
27	64.657,40	0,001176668	-0,002348093	-8,24975E-09	63.918,14	0,001176667
28	64.374,40	0,001176668	-0,004386523	-8,24893E-09	63.787,98	0,001176667
29	64.464,40	0,001176667	0,001397095	-8,24809E-09	64.157,97	0,001176667
30	64.068,40	0,001176667	-0,006161871	-8,24717E-09	63.674,83	0,001176667
TOTAL	1.278.194,81	0,054024874			2.138.911,49	0,033077981

- Para correr el modelo se hace necesario calcular las variaciones las que se liquidaron con el logaritmo natural, con el objetivo de determinar las variaciones infinitesimales por ejemplo para el año 2:  
 $Ln (-78.719,71 / -77.323,00) = -0.01790211541$  (factor de variación para los beneficios). Igual proceso se realiza con la serie de datos del IPP. (Tabla 1)

3. Para suavizar las series de datos, se trabajó el esquema exponencial en virtud al comportamiento creciente de los beneficios de los datos estipulados en el proyecto Ariari; para la serie del IPP se toma la misma metodología en razón a que el comportamiento no es decreciente. Ejemplo para el año 2:  $64.068,40 \text{ EXP} (-0.01790211541) = 62.931.65$  (Año 2 de los FNC). Es decir que los \$64.068,40 del año 30, afectados exponencialmente por las fluctuaciones de los beneficios del año 1 al año 2, equivalen realmente a: \$62.931.65. (Tabla 1 Anexo 5.1)

**Tabla 5. Resultados Modelo Simulación Histórica**

n	PERDIDAS O GANANCIAS (d)			PERDIDAS O GANANCIAS ORDENADO		
	Beneficios Valores Cor.	IPP	TOTAL PERDIDAS O GANANCIAS	Beneficios Valores Cor.	IPP	TOTAL PERDIDAS O GANANCIAS
1						
2	-743,19	9,70418E-12	-743,1869763	-1.656,71	-0,001045282	-1.656,71
3	51.308,18	-0,001045282	51.308,1817	-1.544,42	-3,66364E-08	-1.544,42
4	58.212,53	-1,19311E-08	58.212,5298	-743,19	-2,31965E-08	-743,19
5	39.633,13	-3,47217E-09	39.633,1296	-684,46	-1,83067E-08	-684,46
6	18.291,65	-2,31965E-08	18.291,6484	-484,36	-1,19311E-08	-484,36
7	89.730,44	-3,66364E-08	89.730,4392	-324,18	-3,47217E-09	-324,18
8	18.150,34	-1,83067E-08	18.150,3401	-	-1,66217E-10	-
9	1.330,58	-1,66217E-10	1.330,5799	113,15	-1,09622E-10	113,15
10	4.855,72	-1,09622E-10	4.855,7180	243,31	-1,61817E-14	243,31
11	2.008,03	2,19651E-12	2.008,0328	243,31	-1,5137E-14	243,31
12	1.660,32	2,19735E-12	1.660,3230	325,43	-1,40918E-14	325,43
13	748,88	2,19816E-12	748,8782	393,57	-1,31388E-14	393,57
14	-324,18	-1,61817E-14	-324,1773	483,14	-1,21069E-14	483,14
15	2.190,49	-1,5137E-14	2.190,4925	621,75	-1,10749E-14	621,75
16	325,43	-1,40918E-14	325,4289	748,88	-1,01479E-14	748,88
17	243,31	-1,31388E-14	243,3053	1.330,58	-9,07672E-15	1.330,58
18	-484,36	-1,21069E-14	-484,3615	1.647,84	-8,05822E-15	1.647,84
19	-1.544,42	-1,10749E-14	-1.544,4165	1.660,32	-7,11779E-15	1.660,32
20	3.564,75	-1,01479E-14	3.564,7472	2.008,03	-6,17735E-15	2.008,03
21	393,57	-9,07672E-15	393,5674	2.022,14	-4,93681E-15	2.022,14
22	-1.656,71	-8,05822E-15	-1.656,7114	2.190,49	-4,12691E-15	2.190,49
23	2.022,14	-7,11779E-15	2.022,1381	3.564,75	-3,04314E-15	3.564,75
24	-684,46	-6,17735E-15	-684,4593	4.855,72	-2,07646E-15	4.855,72
25	1.647,84	-4,93681E-15	1.647,8391	18.150,34	-1,08377E-15	18.150,34
26	621,75	-4,12691E-15	621,7475	18.291,65	0	18.291,65
27	243,31	-3,04314E-15	243,3053	39.633,13	2,19651E-12	39.633,13
28	113,15	-2,07646E-15	113,1454	51.308,18	2,19735E-12	51.308,18
29	483,14	-1,08377E-15	483,1396	58.212,53	2,19816E-12	58.212,53
30	-	0	-	89.730,44	9,70417E-12	89.730,44
	-63.674,83					
<b>TOTAL</b>						

4. Para determinar las Pérdidas y Ganancias de cada uno de los años se liquidaron año por año tomando como referente el dato del año 30 y por ejemplo para el año 2:  $62.931.65 - 63.674,83 = -743,19$  dato que se interpreta como la pérdida real que presenta el flujo para el año 2, es decir que

al incluir las fluctuaciones logarítmicas de los FNC, por la amortización de las cifras en cada uno de los períodos en la serie de datos. (Tabla 2 Anexo 5.1)

En relación con el IPP, al realizar la distribución de las variaciones periódicas frente al último dato de la serie, su resultado es infinitesimal, debido a que este indicador permanece relativamente constante en el tiempo.

El total del Estado de Resultados para el año 2, se toman los beneficios:

$$-1.656,71 - 0,001045282 = -1.656,71$$

5. Finalmente se procede a ordenar los datos para poder establecer la máxima pérdida que puede soportar el proyecto, la que para el año 2: es del orden de: **-1.656,71**. (Cuadro 9)

### 3.2. Modelo Montecarlo

Como es bien sabido el método del modelo de Montecarlo parte de tomar datos aleatorios para generar un valor esperado y una dispersión de los precios de unos activos financieros.

#### 3.2.1 Metodología.

Para desarrollar el modelo se aplicaron los siguientes pasos:

1. Se partió de los datos iniciales suministrados por el Incoder en cuanto a los beneficios y se calculó el VPN con una tasa de descuento del 12%, es decir se tomaron como datos fuentes los del Valor presente neto de cada año. Para el caso del IPP se tomaron los índices calculados en el ponderado.
2. Para las probabilidades se liquidaron las posibilidades de ocurrencia de cada uno de los datos tanto del VPN como del IPP, tomando la expresión: 1 dividido entre el número de observaciones.
3. En este punto para dar cumplimiento al concepto de Montecarlo es decir a los números aleatorios, se simularon valores para cada uno de los referentes utilizando la herramienta de Excel Análisis de Datos en la regleta superior de Herramientas, Generación de números Aleatorios, tomando una distribución Discreta y el Rango de entrada, los valores del VPN y del IPP desde al año 1 al año 30 y su respectiva probabilidad.
4. A partir de los valores del punto anterior tanto de los históricos como de los simulados, se procede a liquidar las pérdidas y ganancias, para determinar el valor en riesgo, restando del los datos simulados el valor del los datos históricos.
5. Con los datos anteriores se saca la diferencia entre los nuevos *VPN* y los IPP simulados para obtener la respectiva ganancia o pérdida a que se de lugar, a fin de determinar en que monto los *VPN* están siendo afectados por el IPP.
6. Posteriormente se ordena cada posición de manera ascendente y se suman los valores obtenidos en cada una de las posiciones y aplicando un nivel de confianza del 95%, se aplica el valor máximo de exposición al riesgo VaR. (95% de 30 datos = 28.5; 30 – 28.5 = 1.5).

**Nota:** distribución de las tablas:

**Columna A** En una primera columna se establecen los años que corresponden al horizonte del proyecto Ariari.

**Columna B** Esta columna corresponde al VPN del proyecto por año, tomado del Anexo 4.1 de los documentos facilitados por el INCODER.

**Columna C** Es la probabilidad de que cada Valor Presente Neto ocurra dentro de la vida útil del proyecto.

**Columna D** En esta columna se encuentran registrados los valores del IPP estimados para poder desarrollar el modelo CAPM.

**Columna E** Es la probabilidad de que cada valor del IPP ocurra dentro de la vida útil del proyecto.

**Columna F** Por medio de la función: Herramientas – Análisis de Datos – Generación de Números Aleatorios, se simularon valores para los beneficios que concordaran con el rango de valores iniciales y con su probabilidad.

**Columna G** Con la misma función anterior, también se simularon valores para el IPP, los cuales fueran coherentes con el rango inicial de valores y con su probabilidad. (Anexo 5.2)

#### Pérdidas o Ganancias

**Columna A** Se establecen los años que corresponden al horizonte del proyecto Ariari.

**Columna B** Corresponde al valor neto de pérdida o ganancia en cuanto a beneficios, obtenido por medio de la resta entre el valor simulado de beneficios con el valor inicial de beneficios, año por año.

**Columna C** Corresponde al valor neto de pérdida o ganancia del IPP, obtenido por medio de la resta entre el valor simulado de IPP con el valor inicial de IPP, año por año.

**Columna D** El total de pérdidas o ganancias es producto de la suma algebraica entre los resultados de las dos columnas anteriores (beneficios más IPP).

**Columna E, F, G.** Estas columnas ordenan los datos obtenidos anteriormente, de menor a mayor. (Anexo 5.2)

### 3.2.2 Desarrollo del Modelo.

1. Inicialmente se toman los VPN y los IPP suministrados por el Incoder en el Anexo 4.1. En este caso se trabajó sobre los VPN y no sobre los beneficios netos.
2. Como son tan sólo 30 datos la probabilidad de ocurrencia se tomó equitativamente:  $1/30 = 3.33\%$
3. Se simularon 30 escenarios y se tomó el número 30, aplicando una distribución discreta para el rango de valores:
4. Para liquidar las pérdidas y las ganancias se procedió restando del VPN original, supuesto VPN afectado por su respectiva probabilidad (aleatoria) por ejemplo en el año 3:  $10571,81703 - (-31220,48247) = 41.792,30$
5. Se liquida la diferencia entre los valores de utilidades o de pérdidas tanto de los VPN como del IPP y se obtiene el neto de ambas series de datos ejemplo en el período 3 :  $41.792,30 - (-0,0000001) = 41.792,30$
6. Finalmente se ordenan del más negativo al más positivo.

### 3.3. Modelo de probabilidades

En este modelo se estima el riesgo que puede llegar a tener un flujo neto de caja a partir de un estimado neto que se simula y sobre él se calcula la probabilidad de que se dé dentro de una serie de tiempo.

#### 3.3.1. Metodología.

El riesgo de un proyecto se puede cuantificar tomando la variabilidad de los flujos netos de caja reales con respecto a los estimados, pero las estimaciones del comportamiento futuro se obtienen tomando la distribución de probabilidades de los flujos de caja generados por el proyecto, los que se concretan más en detalle visualizando la dispersión de estos frente a un valor esperado que a su vez incluye la probabilidad de ocurrencia como parámetro para minimizar la objetividad de los resultados.

El análisis de riesgo en proyectos de inversión se desarrolla diferente según los flujos de caja sean o no dependientes entre sí, es decir si el resultado de un período depende de lo sucedido en el período anterior.

Para el caso en estudio se parte del modelo de "Independencia de los flujos de caja sobre el tiempo".

Cuando no se observa dependencia entre las distribuciones de probabilidades de los flujos de caja futuros, el valor esperado del valor actual neto se expresa:

$$VAN = \sum \frac{\bar{A}}{(1 + \%)^n} - I_0$$

Donde el % corresponde a la tasa de interés libre de riesgo, pero para el caso del proyecto específico Ariari se considera la tasa del 12% como referente que aplica para los proyectos gubernamentales, según disposición de Planeación Nacional.

La desviación estándar de la distribución de probabilidades de este valor actual neto, se expresa:

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{\sigma^2}{(1 + \%)^n}}$$

A su vez la desviación en función de los valores esperados se expresa:

$$\sigma = \sqrt{\sum (A - \bar{A})^2 * P(x)}$$

Donde:

$A_x$  : Es el flujo de caja neto de cada período.

$P_x$  : Es su probabilidad de ocurrencia

$\bar{A}$  : Es el valor esperado de la distribución de probabilidades de los respectivos flujos de caja y se expresa:

$$\bar{A} = \sum (A_x * P_x)$$

Al incorporar a la desviación estándar la diferencia de los cuadrados de los flujos versus el valor esperado total, se obtiene la siguiente expresión:

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(A - \bar{A})^2 * P(x)}{(1 + \%)^n}}$$

Para afinar el modelo se calcula también la probabilidad de que el VAN o VPN sea igual, mayor o menor de un monto cualquiera. Para el efecto se debe restar el valor esperado que se estima de valor neto calculado y se divide por la desviación estándar:

$$Z = \frac{A - VAN}{\sigma} * \sqrt{n - 1}$$

Donde  $Z$  es la variable estandarizada o el número de desviaciones estándar de la media o sea el valor esperado del  $VAN$

Finalmente para encontrar la probabilidad de que el  $VAN$  ó  $VPN$  del proyecto sea como se dijo anteriormente igual, mayor o menor que cualquier monto, se localiza el valor que resulta de la fórmula en una tabla de distribución normal, que refleja el área de la distribución normal y que es  $N$  desviaciones estándares hacia la izquierda o hacia la derecha de la media.

Se tomaron cinco escenarios, acordes con lo planteado por quienes simularon el proyecto por parte de la firma contratada por el Incoder, es decir, se parte de un escenario inicial en el cual se toman los flujos netos del proyecto y en los restantes se simula incrementos y disminuciones del 15% en los ítem de los Rendimientos, en los Precios, en los Costos de Producción y en las Inversiones. El modelo para relacionar los flujos netos de caja con una probabilidad, se desarrolló tomando un porcentaje de participación de cada uno de los flujos frente al 100% de los beneficios.

El valor esperado se calculó con el producto de cada flujo por su correspondiente nivel de participación.

La desviación de los datos se calculó por el diferencial al cuadrado de los flujos netos de caja y de la sumatoria del valor esperado, multiplicado por su correspondiente participación dentro del 100% (1/30).

Con la serie correspondiente a los flujos de 30 años se calculó el VPN de cada beneficio neto y en consecuencia el acumulado total.

Con todas las variables anteriores se estructuró la medición del riesgo.

Para el caso Ariari se tomaron los Flujos Netos de Caja de cada una de las alternativas postuladas, es decir un escenario normal y otros escenarios en los que se simulan variaciones del 15% para los precios, otro para los costos, otro para los rendimientos y un 10% para el ítem de inversiones.

### 3.3.2. Desarrollo del Modelo.

Escenario 1:

En este escenario se tomaron los valores que arrojó el estudio inicial del Incoder (Anexo 5.1), el saldo neto, producto de la diferencia de los beneficios y los costos correspondientes al Flujo de Fondos a precios de mercado, expresados en millones de pesos del primer semestre del 2002, anotándose que se reliquidaron los procesos matemáticos encontrándose unas pequeñas variaciones.

En cuanto al concepto de probabilidad estimada o empírica de un suceso, se define como la frecuencia relativa de la aparición de un evento o circunstancia, pero en el caso específico, no se puede aplicar la conceptualización, al proyecto en concreto porque no se dispone de datos históricos que faciliten su estimación, por lo que se tomó de manera subjetiva la distribución igual para todos los flujos es decir **1/30** y así encontrar un porcentaje de participación de cada flujo con el 100%, es decir, una participación y a partir de ese esquema se aplicó el modelo.

**Tabla 6. Escenario 1**

Ítem	Valor
$A_n$	\$ 60.000
$Z$	0.496
Valor Tabla (Distribuc. Normal)	0.1879
Probabilidad	31.21%
Limite Superior	\$ 63.151
Limite Inferior	- \$ 3.865

El valor esperado expresa como  $\bar{A}$  fue de \$42.606 para un escenario sin ninguna afectación o simulación. La desviación estándar fue de \$ 7.793, es decir que el valor esperado puede oscilar entre  $\pm$  la desviación estándar. Para este escenario el  $VPN$  dio positivo \$59.281.23, es decir que se espera que al cabo de los 30 años con una tasa de descuento del 12%, se recupere la inversión. Para medir el riesgo del escenario inicial se estimó la probabilidad de que se obtuviera un  $VPN$  del orden de \$ 60.000 millones, para lo cual se normalizaron los datos con el modelo de la Distribución Normal. Los resultados

se muestran enseguida.

$$Z = \frac{A_n - VPN}{\sigma} * \sqrt{n - 1}$$

**Tabla 7. Escenario 2<sup>a</sup> (Anexo 5.4)**

Ítem	Valor
$A_n$	\$ 195.000
$Z$	3.034
Valor Tabla (Distribuc. Normal)	0.4988
Probabilidad	0.21%
Limite Superior	\$ 221.210
Limite Inferior	\$ 156.835

**Escenario 2a**

En el segundo escenario se simula un incremento en los Rendimientos en porcentaje del 15%, simulación que implica mayor productividad por hectárea, hipótesis que resulta válida porque el  $VPN$  pasó de \$ 59.281 a \$ 189.022, claro que con una volatilidad superior del orden de \$ 10.607 frente al caso inicial de \$ 7.793. y que debe esperarse unos mayores beneficios, aspecto que también resultó válido porque los beneficios netos pasaron de \$ 1.278.194,81 a \$ 2.136.775,000. Lo anterior refleja que al incrementar los

rendimientos o la productividad por hectárea, el efecto se siente en los beneficios del proyecto, es decir que se justifica incursionar en mejoramiento tecnológico. Para este escenario el  $VPN$  dio más positivo que en el escenario inicial \$189.022.92, es decir, que se espera que al cabo de los 30 años con una tasa de descuento del 12%, siempre y cuando la innovación tecnológica se presente. Para medir el riesgo de este escenario se estimó la probabilidad de que se obtuviera un  $VPN$  del orden de \$ 195.000 millones, para lo cual se normalizaron los datos con el modelo de la Distribución normal.

**Escenario 2b**

En el segundo escenario también se estima un decremento del 15% en los **Rendimientos** y se detecta que en los primeros años los beneficios netos disminuyen notablemente posiblemente por unos costos marginales crecientes generados al bajar la productividad de la tonelada por hectárea.

Para este escenario el  $VPN$  dio negativo \$-129.329.51 es decir que se espera que al cabo de los 30 años con una tasa de descuento del 12%, y una disminución de los rendimientos de tonelada por hectárea, no se recupere la inversión.

En cuanto a la búsqueda de la probabilidad se invalida porque estimando un de \$0 el resultado de  $Z = -18.13$ , es decir que no existe la más mínima probabilidad. (Anexo 5.4)

**Escenario 3a.**

El tercer escenario supone una variación en  $\pm 15\%$  de los precios en toneladas por hectárea, lo que conlleva a que los beneficios netos totales al cabo de los 30 años disminuyan frente al escenario inicial y aplicando el modelo se observa que es inválido por cuanto es negativo el valor que mide la distribución normal de los flujos netos del proyecto, es decir que los datos no están agrupados normalmente en torno a la media. Y que se encuentran dispersos. Adicionalmente el valor de la distribución  $Z$  es negativo, cuando los precios se incrementan en el 15%, luego no aplica medición de probabilidad.

Complementariamente al incrementarse los precios en el 15% los flujos netos de caja en los 30 descienden a \$ 829.995,00 en comparación con el inicial de \$ 1.278.194,81, este descenso conlleva a un menor VPN del orden de \$ -26.339 Vrs. \$ 59.281 del escenario inicial. (Anexo 5.5)

**Escenario 3b.**

Para el escenario de disminución de los precios en el 15%, el Incoder no los calculó se asume que es más factible que los precios aumenten en el tiempo a que disminuyan, presuponiendo el efecto de inflación en una economía como la colombiana. (Anexo 5.5)

**Escenario 4a.**

El cuarto escenario plantea variación en los **Costos de Producción** en un rango de  $\pm 15\%$ . Al aplicar el incremento del 15% en los costos de producción, los flujos netos de caja descienden a \$1.012.628,00 en relación al escenario inicial de \$1.278.194,81, pero si los comparamos con el escenario de aumento de los precios, es menos marcada la diferencia por costos que por precios, lo que permite deducir que en el proyecto hay mayor efecto por los precios que por los costos de producción.

En este escenario el VPN a los 30 años es del orden de \$4.438 cifra que disminuye en proporción considerable en relación al escenario inicial de \$59.281, pero en proporción menos marcada que cuando se incrementan los precios, lo que se puede explicar por un incremento marginal decreciente de los costos de producción.

**Tabla 8. Escenario 4<sup>a</sup>**

Ítem	Valor
$A_n$	\$ 6.000
$Z$	1.15
Valor Tabla (Distribuí. Normal)	0.3749
Probabilidad	12.51%
Límite Superior	\$ 12.848
Límite Inferior	-\$ 3.971

Analizando la información se observa que al asumir un incremento en los costos de semillas, fungicidas, empaques, mano de obra directa entre otros el efecto es menor que asumir incremento en los precios por transporte, empaque, embalaje y los indirectos. Los datos de los 3.0 años por la fluctuación al alza de los costos desvían la tendencia en \$7.300 es decir que el promedio de los beneficios netos puede oscilar aproximadamente entre \$40.000 millones y \$26.000.

A su vez al asumir un valor actual de los beneficios en \$6.000 millones la probabilidad de que se de es del 12.51%, sabiendo que el VPN es del orden de \$4.438 y los limites entre los que se pueden mover los beneficios oscilan entre \$12.848 y -\$ 3.971.

**Escenario 4b.** El escenario por disminución en los **Costos de Producción**, lleva a un incremento en el VPN del orden de \$107.852 cifra bastante significativa y refleja que los costos directos impactan fuertemente en el proyecto y muy posiblemente si se mide la correlación es marcada y totalmente dependiente. Los datos realmente están bastante cercanos al promedio y en relación al promedio de los flujos netos de caja - \$51.628 MM- oscilan entre aproximadamente \$60.000 y \$44.000 MM. El resumen de este escenario se muestra a continuación.

**Tabla 9. Escenario 4b**



Ítem	Valor
$A_n$	\$ 110.000
$Z$	1.37
Valor Tabla (Distribuí. Normal)	0.4147
Probabilidad	8.53%
Limite Superior	\$ 119.419
Limite Inferior	\$ 96.284

Asumiendo la posibilidad de que los valores presentes de los flujos netos de caja sean del orden de \$110.00MM, la probabilidad es del 8.53%, que aunque baja no se descarta y más aún retomando que el  $VPN$  por efectos del descenso en los costos es de \$107.852, el segundo valor presente más alto de toda la simulación y que precede al obtenido por el incremento en los rendimientos del proyecto por mejoras tecnológicas en la siembra, en la preparación de las tierras, en la maquinaria, en la calidad de las semillas, en el sistema de ordeño entre otros aspectos.

### Escenario 5a.

El quinto escenario que hace alusión a la variación en las **Inversiones** en un rango de +/- 10%.

**Tabla 10. Escenario 5a**

Ítem	Valor
$A_n$	\$ 40.000
$Z$	2.31
Valor Tabla (Distribuí. Normal)	0.4896
Probabilidad	1.04%
Limite Superior	\$ 55.554
Limite Inferior	\$ 17497

De conformidad a lo planteado el Ítem de Inversiones hace alusión a las obras de adecuación y sus gastos de operación y mantenimiento; adquisición de maquinaria y equipos para la realización de las labores de operación y mantenimiento del Distrito y reposición de equipos; adquisición del equipo de riego y su reposición a nivel predial; servicios complementarios como trabajo comunitario, asistencia técnica, capacitación y extensión; plan de manejo ambiental, acciones de protección del medio ambiente, requeridas por la ley 99 de 1993 que establece no menos del 3% del costo total de las obras destinado a la adquisición de áreas estratégicas para preservación del recurso hídrico y no menos del 1% del total de la inversión del Proyecto para protección y conservación de cuencas; y por último las inversiones ganaderas y su reposición.

**Tabla 11. Escenario 5b**

Ítem	Valor
$A_n$	\$ 85.000
$Z$	2.935
Valor Tabla (Distribuí. Normal)	2.93
Probabilidad	0.17%
Limite Superior	\$103.120
Limite Inferior	\$ 58.614

Al incrementar las inversiones en un 10%, el  $VPN$  se reduce a \$36.525 frente al escenario inicial, no se interrelaciona con los demás escenarios puesto que las inversiones tan sólo afecto los flujos con un 10% frente a los demás del 5%. El comportamiento de las cifras se muestra en las Tablas 5a y 5b.

**Escenario 5b.** Al disminuir las inversiones en un 10% el  $VPN$  presenta un fuerte incremento pasando de \$59.281 (inicial) a \$80.867, denotando que las inversiones pesan dentro de la estructura del flujo de ingresos y egresos del proyecto.

## 3.4 modelo de riesgo a partir del CAPM

### 3.4.1. Metodología.

Para entender el modelo del **CAPM** es importante conocer la metodología que el modelo conlleva a fin de establecer el **Punto de Equilibrio** en el cual el proyecto acepta un cierto riesgo a un determinado nivel de rendimiento. (Anexo 5.9)

Se parte de las ecuaciones referentes al **Riesgo** y a la **Rentabilidad**:

#### ▪ RENTABILIDAD

$$R_i = \alpha_i + \beta_i * \beta_m + \epsilon_i$$

Donde:

$R_i$ , Rentabilidad de los Flujos de Caja (de ARIARI, para el caso).

$\beta_i$  Es la volatilidad de los Flujos de Caja ARIARI con respecto a la rentabilidad del mercado.

$\mathcal{R}_m$  Rentabilidad del mercado (rentabilidad del índice de precios al productor)

$\epsilon_i$  Residuo del modelo o ruidos.

▪ **RIESGO TOTAL:**

$$\delta^2 = \beta_i^2 * \mathcal{R}_m^2 + \delta\epsilon_i^2$$

Donde:

$\beta_i^2 * \mathcal{R}_m^2$  Riesgo del mercado, sistemático o no diversificable

$\delta\epsilon_i^2$  Riesgo no sistemático o diversificable, riesgo del emisor.

Con el objetivo de llegar a determinar la ecuación de la recta y el riesgo total, la metodología a seguir será:

1. Se toman los 30 flujos netos de caja o beneficios netos, y se conforma la primera serie de datos.
2. Luego se tomaron del estudio los precios al productor con proyecto, en miles de pesos por tonelada cosechada (\$000/Ton) y por producto (filas), y las hectáreas sembradas con proyecto por producto (filas) y por año (columnas). Ambas variables con sus respectivas participaciones dentro del total anual por producto. (Anexo 5.8)

Con las participaciones por producto, de estas dos variables, se establece por año el

**Promedio Ponderado del IPP**, de la manera siguiente:

$$[(area + 1) * (IPP + 1)] - 1$$

Al tener todos los datos, año por año, del promedio ponderado del IPP, se conforma la columna que encontramos en el modelo CAPM llamada simplemente **IPP**. (Anexo 5.9)

3. Se halló la variación porcentual anual para cada una de las series conformadas, y se determinó la Rentabilidad de los Flujos de Caja del proyecto Ariari ( $\mathcal{R}_i$ ) y la Rentabilidad del Índice de Precios al Productor IPP ( $\mathcal{R}_m$ ).

Rentabilidad de los Flujos de Caja del Ariari:

$$\mathcal{R}_i = \frac{Valorfinal - Valorinicial}{Valorinicial} \quad (1)$$

Rentabilidad del IPP:

$$\mathcal{R}_m = \frac{Valorfinal - Valorinicial}{Valorinicial} \quad (2)$$

La rentabilidad (en términos porcentuales) para cada serie, se halló basado en fórmulas estadísticas, expuestas en el marco conceptual y en el teórico. También se liquidaron las **Varianzas** y las **Desviaciones**, la **covarianza**, el **Coefficiente de Correlación**, la **Volatilidad** del modelo, la cual refleja en cuánto varía la rentabilidad de los Flujos de Caja del proyecto Ariari, cuando la rentabilidad del mercado se incrementa en una unidad porcentual en el periodo analizado, la **Tasa Libre de Riesgo**, los valores esperados de la rentabilidad de los Flujos de Caja de Ariari dentro del periodo

analizado, en relación con los valores de la Rentabilidad del mercado, el **Riesgo Total** (óptimo) el riesgo sistemático como el no sistemático al en el modelo **CAPM**.

La serie de datos se tomó a partir del del proyecto original denominado: Flujo de Fondos a precios de Mercado: Bocatoma Río Ariari, expresado en millones de pesos del primer semestre del 2002.

### **Resultados:**

Las rentabilidades de cada una de las series de datos se calculó tal como se planteó en la metodología arriba citada y se obtuvieron los siguientes resultados.

Rentabilidad General de los FNC:  $\mathcal{R}_i = 537\%$

Rentabilidad Promedio de los FNC  $\mathcal{R}_i = 18.523\%$

Rentabilidad General del IPP:  $\mathcal{R}_m = -89\%$

Rentabilidad Promedio del IPP  $\mathcal{R}_m = -3.06\%$

Se interpreta diciendo que los flujos netos de caja del proyecto presentan unas variaciones promedio año a año del 18.523% y por su parte el IPP como fue constante, sus variaciones anuales en los 30 años fueron mínimas, razón por la cual es negativo en el orden del -3.06%. Denota que se puede esperar más volatilidad de los componentes de los beneficios netos que del índice de precios al productor.

Una vez calculadas las medias de cada una de las variables, se tienen los datos básicos para determinar las desviaciones tanto de los flujos netos de caja como del IPP, los que se obtienen aplicando las expresiones estadísticas de la **Varianza** y de la **Desviación Típica**.

**Varianza FNC: 2.277,81**

**Varianza IPP: 254,2802424**

**Desviación Típica FNC: 47,72642367 %**

**Desviación Típica IPP: 15,94616701 %**

Los datos anteriores permiten deducir que los rendimientos de los FNC están desviados de su promedio en el 47.7% es decir que oscilan entre el 27.19% y el 12.58%, tomados a partir del

18.523% que es el promedio o  $\hat{\mathcal{R}}_i$ .

Por otra parte la desviación típica del IPP fue del 15.94%, del promedio del IPP o  $\hat{\mathcal{R}}_m$  que ascendió -3.06%, estando dentro del rango de -3.54% y -2.63%.

Contextualizando se deduce que hay más dispersión de la información en los FNC que en el IPP, y es lógico por cuanto el IPP fue constante a partir del año quinto. A su vez permite dilucidar en principio que hay más volatilidad en los beneficios netos del proyecto que en el indicador del mercado, lo cual se demostrará con el resultado del beta.

4. El cálculo de la Covarianza ascendió a -78,1247652, demostrando que no existe relación lineal entre las variables, es decir que el comportamiento de los FNC del proyecto, no se afectan cuando fluctúa el IPP. Esto lleva a analizar dentro del comportamiento de los determinantes de los ingresos y de los egresos, que debe existir una variable más fuerte que los haga más elásticos o que la sensibilidad se puede referenciar a otro indicador que ejerza presión sobre el proyecto como por ejemplo: la productividad, la tecnología entre otros.
5. El Coeficiente de Correlación fue del orden de **-0,102653444**, ratificando que la relación entre las 2 variables es totalmente independiente.
6. La Volatilidad que resultó por el orden del **-0,307238834**, demuestra estadísticamente que por ser negativa, su fluctuación no impacta fuertemente entre las variables en estudio.

Financieramente se explica como la sensibilidad de los rendimientos de los FNC, frente al cambio en la rentabilidad del IPP.

7. La Tasa de Interés Libre de Riesgo, fue de 17,58%, reflejando la rentabilidad de los FNC cuando el riesgo es cero.
8. Una vez obtenida la tasa de interés libre de riesgo ( $\alpha_i$ ) y la volatilidad ( $\beta_i$ ), se plantea el modelo así:

$$\mathcal{R}_i = \alpha_i + \beta_i * \overline{\beta}_m + \epsilon_i \quad (1)$$

Para encontrar el valor esperado de la rentabilidad, se conocen todos los datos excepto el Residuo o los Ruidos de la Regresión (externalidades), los que se calculan a partir de la Sumatoria de los Residuos al Cuadrado según formulas 8 y 9 expresadas en la metodología.

Reemplazando en la fórmula 9 así:

$$SRC = \Sigma \left( \mathcal{R}_i - \hat{\mathcal{R}}_i \right)^2 \quad (8)$$

$$\hat{\mathcal{R}}_i = \alpha_i + \beta_i * \mathcal{R}_m \quad (9)$$

$$\hat{\mathcal{R}}_i = 17.58 + (-0.3072) * \mathcal{R}_m$$

Entendiendo que  $\mathcal{R}_m$  corresponde a cada uno de las rentabilidades del IPP y no a la sumatoria del promedio de las rentabilidades del índice de precio al productor.

Por ejemplo para el año 3:  $\hat{\mathcal{R}}_i = 17.58 + (-0.3072) * (-88,83414189)$

Para el año 4:  $\hat{\mathcal{R}}_i = 17.58 + (-0.3072) * (-0,001014801)$

A continuación se reemplaza el  $\hat{\mathcal{R}}_i$  de cada uno de los años en la expresión (8), y se le resta el  $\mathcal{R}_i$  de su correspondiente período, diferencia que se eleva al cuadrado para encontrar la Sumatoria de los Residuos al Cuadrado de cada año, y se desarrolla una sumatoria total . Por ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Año 3: } SRC &= \left( \mathcal{R}_i - \hat{\mathcal{R}}_i \right)^2 \\ &= (44.28 - 44.88)^2 = 0.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Año 4: } SRC &= \left( \mathcal{R}_i - \hat{\mathcal{R}}_i \right)^2 \\ &= (47.43 - 17.58)^2 = 891.24 \end{aligned}$$

y así sucesivamente con cada uno de los años para obtener la sumatoria total que corresponde a : **67.315,42.**

9. Teniendo toda la información se procede a graficar la relación  $\hat{\mathcal{R}}_i = f_x(\mathcal{R}_m)$ . (Gráfico 1)

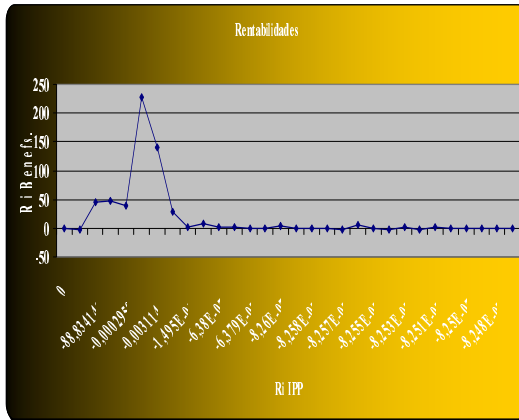


Gráfico 10. Rentabilidad

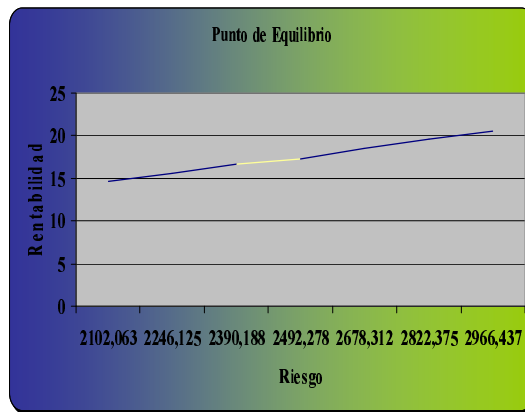


Gráfico 11. Punto de Equilibrio

El riesgo total expresado en función de la sumatoria de los residuos al cuadrado, es de 2.493.16 millones de pesos (para toda la duración del proyecto). Es decir que partiendo del total de la inversión: 200.000 millones de pesos y con un VPN al año 0 de 59.281 millones de pesos, el riesgo es del 1.24%.

El riesgo total del proyecto fue de \$2.492.27MM, que involucra el riesgo del mercado ( $\beta_i^2 * \mathfrak{R}_m^2$ ) que equivale a 0.88568, mas el riesgo de los responsables del proyecto ( $\delta^2$ ), que es del orden de 2493.16.

10. El Punto Optimo está dado por la máxima rentabilidad de los FNC, con el mínimo riesgo que asume el proyecto. (Gráfico 2)

En la ecuación básica de la rentabilidad  $\mathfrak{R}_i = \alpha_i + \beta_i * \bar{\beta}_m + \epsilon_i$  (1), se conoce el intercepto, el beta y los residuos, pero se desconoce el  $\hat{\mathfrak{R}}_m$  (para efectos de graficar el punto óptimo), variable que se encuentra despejando en la ecuación básica del riesgo

$$\delta^2 = \beta_i^2 * \mathfrak{R}_m^2 + \delta \epsilon_i^2 \text{ (2), asi:}$$

$$\beta_i^2 * \mathfrak{R}_m^2 = -\delta \epsilon_i^2 + \delta^2$$

$$\mathfrak{R}_m^2 = \frac{-\delta \epsilon_i^2 + \delta^2}{\beta_i^2}$$

$$\mathfrak{R}_m = \sqrt{\frac{-\delta \epsilon_i^2 + \delta^2}{\beta_i^2}}$$

$$\mathfrak{R}_m = \sqrt{\frac{-2492.27 + 2493.16}{(0.30728834)^2}}$$

$$\mathfrak{R}_m = 3.07\%$$

Calculado el  $\mathfrak{R}_m$ , se reemplaza en la ecuación de la rentabilidad:

$$\mathfrak{R}_i = \alpha_i + \beta_i * \hat{\mathfrak{R}}_m + \epsilon_i$$

$$\mathfrak{R}_i = 17.58 + (-0.3072 * 3.07) + 0$$

$$\mathfrak{R}_i = 16.63\%$$

#### 4. Conclusiones

Las metodologías de evaluación de proyectos de inversión de uso oficial en Colombia se derivan de los manuales del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial, los cuales son los principales agentes del financiamiento de proyectos del sector público en América Latina y el Caribe

En Colombia el DNP regula y estandariza dichas metodologías, lo mismo que las utilizadas por particulares, pymes, y empresas que llevan a cabo proyectos de inversión a través del BPIN, avanzando hacia una formulación no impuesta (generalmente por una entidad bancaria o gubernamental) sino al agrupamiento de herramientas e información para que sean aprovechadas por los entes públicos que llevan a cabo la formulación y evaluación reprojectos para la inversión pública.

La evaluación social que incluye los efectos redistributivos del proyecto; y la evaluación ambiental donde se tienen en cuenta los efectos del proyecto sobre el medio ambiente están mencionadas de forma marginal y casi nunca se exigen a la práctica.

Cabe destacar que tan sólo 2 de los proyectos analizados (17%) internaliza los costos ambientales causados por el montaje y operación del proyecto de irrigación en la zona de influencia particularmente sobre los factores, agua, suelo y aire; y el restante 83% (10 proyectos) no cuenta con una evaluación económica ni valoración de costos ambientales de ningún tipo, considerando este hecho como una de las principales fallas de los proyectos ejecutados puesto que es una realidad que todo proyecto de inversión causa efectos negativos sobre el equilibrio ambiental.

El proyecto Ariari se considera como estratégico para el proceso de articulación del sistema productivo a través de la adecuación de tierras que responda a las líneas del desarrollo regional (Departamento del Meta), con 32.163 hectáreas netas beneficiadas, para lo cual la inversión total en precios cuenta y a valores corrientes es de \$ 407.520.000.000,00, que equivale a \$230.386.000.000,00 a precios actualizados al primer semestre de 2002.

En pleno desarrollo el proyecto tendrá un volumen de producción de 471.500 ton/año del cual, 451.800 ton corresponden a la actividad agrícola, 17.250 ton a la ganadería y 2.450 a la piscicultura. El incremento de la producción con respecto a la situación actual, es de 284.850 ton, cerca de un 250%. El valor de la producción será de 202.600 millones de pesos, un incremento de 120.600 millones frente a la situación actual, equivalente también a un 250%. Los ingresos netos generados ascienden a 74.600 millones, un aumento de 50.900 millones con respecto a la producción presente, equivalente a un 315%. El proyecto requerirá anualmente para la condición de plena producción un total de 1.985.200 jornales, equivalentes a cerca de 7.350 empleos permanentes, un incremento cercano al 90% con respecto a la situación actual.

La metodología de evaluación tanto financiera como económica, social y ambiental es la misma utilizada en todos los proyectos analizados que consiste en: a) armado simple (sin pago de impuestos) del flujo de fondos b) se adopto como horizonte de tiempo para la evaluación del proyecto 30 años, c) cálculo de los indicadores económico-financieros básicos, tales como VPN, TIR y RBC d) análisis de sensibilidad está presentado mediante el manejo de escenarios con variaciones porcentuales a las variables más relevantes con márgenes del 10% o 15%.

El proyecto Ariari, utiliza como tasa de interés de oportunidad del capital en Colombia el 12%, tanto para la evaluación financiera como para la económica y social, la cual se obtuvo en el departamento nacional de

---

planeación (DNP) considerando esto como una falencia puesto que para un proyecto de tal magnitud como lo es el proyecto Ariari ésta tasa se debió calcular.

De igual manera falta la valoración y cuantificación de los impactos socio-ambientales, derivados por la construcción del distrito, relacionados con cada uno de los factores impactados.

Las metodologías que se estudiaron y analizaron, es la que se aplica actualmente a cualquier tipo de proyecto de inversión agrícola en el país, es decir, se esta tomando como referencia la recomendada por el BPIN, en donde se estipulan los pasos mínimos a tener en cuenta para la elaboración de tales proyectos.

Por tal motivo las recomendaciones que se hicieron en este documento deben ser tomadas en cuenta no solo para proyectos de distrito de riego si no para los demás proyectos que se llevan a cabo en el sector agropecuario, sin tener en cuenta la zona o piso térmico en donde sea desarrollado, como por ejemplo en proyectos de cultivos de caucho, frutales (cítricos), aguacate, porcicultura, piscicultura, apicultura, avicultura, entre otros, los cuales en algunos casos tienen periodos vegetativos y productivos largos que ameritan un estudio mas profundo dado el largo plazo en la recuperación de las inversiones y la fluctuación de sus precios los cual es un factor común en el sector.

Cabe señalar que la metodología analizada, se aplica de mejor manera en proyectos de tardío rendimiento, ya que se evalúan sobre flujos de caja proyectados, los cuales cobran mayor importancia cuando involucran periodos de recuperación de varios años, adicionalmente se puede utilizar tanto para proyectos de gran envergadura como el estudio de caso (Proyecto del Distrito Ariari), como en proyectos de producción de caucho o cría de animales, de un pequeño productor agropecuario.



## BIBLIOGRAFIA

- Cano, C G. Memorias 2002-2003, Manejo Social del Campo. Bogotá: 2003. 149 p.
- Castro, R. y Mokate K. Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Bogota: Alfaomega, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Banco de Proyectos de Inversión Nacional, Manual Metodológico para la Identificación, Preparación Y Evaluación de Proyectos de Pequeña Irrigación. Bogotá: 1993. 23-50 p.
- Fabozzi, F J. y Modigliani, F. Mercados e Instituciones Financieras. Prentice Hall. Ciudad de México. 1995.
- Fontaine, E. Evaluación Social de Proyectos. Santiago de Chile: Alfaomega, 1999.
- Gómez Merlano, A. Informe al Congreso: Jalonando el Futuro del Sector Rural. Bogotá: 1994-1998. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1998.
- Infante Villarreal, A. Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión. Bogotá: Grupo Editorial Norma S.A, 1988.
- Mankiw, E. Macroeconomía. New York: Mc Graw Hill 3ª edición. 1999. 518-524 p.
- MINISTERIO DE PLANIFICAIÓN NACIONAL. Inversión Pública, Eficiencia y Equidad. Santiago de Chile: Impreso en Laserprint, 1992. 150-160 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Decreto No. 1881 del 3 de agosto de 1994 por el cual se reglamenta la Ley 41 del 1993. Bogotá.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consejo Superior De Adecuación de Tierras CONSUAT. Resolución 004 del 31 de mayo del 2000
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Informe al Congreso de la República de Colombia. Bogotá: 2000. 115-125 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Informe al Congreso. Bogotá: 2001. 15-22 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Informe al Congreso: Reactivación y Modernización con Visión de Futuro. Bogotá: 2002. 43-50 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. La Revolución Pacífica, Plan De Desarrollo Económico y Social 1990 – 1994. Santa fe de Bogota, 1991. 371-420 p.
- Londero, E. Precios de Cuneta; Principios, Metodología y Estudio de Casos. Washington: BID, 1992.
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, DNP. El Salto Social, Plan Nacional De Desarrollo Ley de Inversiones 1994 – 1998. Bogotá: 1999. 328-341-342 p.
- Rosillo Corchuelo, J y Martinez Aldana, C. Modelos de Evaluación de Riesgo en Decisiones Financieras. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2004.
- Sachs, J.D., Larraín F. B. Macroeconomía en la Economía Global. Ciudad de México: Prentice Hall, 1994.
- Santos Cabeza, C. L. Los Premios Nobel en Economía. Bibliografía, Obras y Teorías. Bogotá: Cat editores, 1998.
- Varela Villegas, R. Evaluaron Económica de Proyectos de Inversión. Bogota: Grupo Editorial Iberoamericana, 1997.

### **Paginas WEB consultadas.**

[www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co) 20 al 30 de Junio.

[www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co) 20 al 30 de Junio.

[www.minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co) 15 de Junio al 08 de Julio.