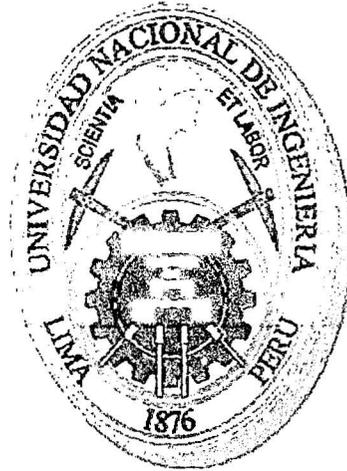


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CIENCIAS  
SOCIALES-FIECS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ECONOMICA**



**TESIS:**

**“ANÁLISIS DE DECISIONES EN LA EVALUACIÓN  
ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE READAPTACIÓN  
SOCIAL. CASO: JUANJUI 2009”**

**Presentado:**

**Bach. Luis Daniel Dávalos Pérez  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
INGENIERO ECONOMISTA**

**Lima, mayo 2012**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres María y Daniel en agradecimiento por sembrar en mí la semilla del progreso.*

*A mi hermana Hilda Yessica, con quien he comprendido que las horas de estudio, trabajo y mucho sacrificio valen la pena para concretar sueños en metas.*

*A mi Dios quien me ha cuidado a mí y a la familia, que ha guiado mis pasos, he confiado en él y no ha fallado.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Un reconocimiento especial a la Universidad Nacional de Ingeniería mi alma mater, a la facultad de Ingeniería Económica y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería.*

*Nuestros sinceros agradecimientos al Ing. Julio Gamero Requena, Asesor de Tesis, por su valiosa orientación, recomendaciones y comentarios de los borradores del presente trabajo de investigación.*

*También, quedo profundamente agradecido al profesor Javier Enrique Sicchar Valdez, por su crítica constructiva para la elaboración final de la Tesis a mi amigo al Dr. Isaac Matos Barrionuevo por sugerirme la metodología a seguir en la investigación.*

## RESUMEN

Esta Tesis pretende demostrar que a diferencia de otras metodologías de evaluación, el emplear el Análisis de Decisiones (A.D.) en la evaluación económica del Proyecto de Inversión Pública “Remodelación Integral y Ampliación de la capacidad de albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí”, disminuye la incertidumbre al riesgo económico cuando se sugiere al inversionista la alternativa viable.

A partir de esta metodología se definen tres estrategias logrando identificar tres variables críticas que generan mayor impacto en la rentabilidad del proyecto y su probabilidad de perder (Destrozar o no crear valor).

Los resultados del análisis comparativo de los perfiles de rentabilidad y riesgo señalan que la estrategia 2 es la mejor a partir del indicador de rentabilidad social Costo Efectividad Esperado (CEES), con un valor de S/.8398 nuevos soles por interno beneficiado y un 9.4% de probabilidad de perder.

Además, se concluye que existe dominación estocástica de la estrategia 2 sobre las otras estrategias, asimismo el coeficiente de variación es menor en la estrategia 2 a diferencia de las otras; a partir de la probabilidades condicionadas al número de internos al año se genera la mayor variación sobre el CEES, la sensibilidad respecto a cada variable crítica, a las probabilidades asignadas, a la actitud al riesgo, y al tiempo, revelan que sigue siendo mejor la estrategia 2, asimismo el valor esperado de la información perfecta (VEIP) en la mayoría de los casos es cero recomendándose no buscar información adicional, y aplicándose medidas de control perfecto se podría disminuir el CEES. Finalmente, una vez realizado el ciclo completo del Análisis de Decisiones se sugiere elegir la estrategia 2 considerando el cumplimiento de los requerimientos de calidad decisional y las características del A.D.

*Palabras claves: Evaluación Económica de Proyectos de Inversión Pública, Metodología del Análisis de Decisiones, Costo Efectividad Esperado a precios sociales (CEES), Perfiles de Rentabilidad y Riesgo, Incertidumbre y Riesgo.*

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.3 OBJETIVOS .....	10
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	11
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	14
2.2 MARCO DE REFERENCIA .....	19
2.2.1 MARCO LEGAL.....	19
2.2.2 MARCO CONTEXTUAL .....	21
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.4 TEORÍA GENERAL.....	46
2.4.1 TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS .....	46
2.4.1.1 EVALUACIÓN PRIVADA .....	47
2.4.1.2 EVALUACIÓN SOCIAL O SOCIOECONÓMICA. ....	48
2.4.1.3 EVALUACIÓN SOCIAL VS EVALUACIÓN PRIVADA .....	53
2.4.1.4 ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD O ACE.....	57
A. Medidas de efectividad del proyecto: Indicadores de impacto y resultado.....	57
B. Cálculo del Costo-Efectividad.....	58
2.4.2 TEORIA Y ANALISIS DE PROBABILIDADES .....	59
2.4.2.1 TEORÍA DE PROBABILIDADES .....	59
2.4.2.2 ANÁLISIS DE PROBABILIDADES.....	67
2.5 TEORÍAS ESPECÍFICAS.....	75
2.5.1 GRUPO DEL ENFOQUE ESTRATÉGICO DE DECISIONES .....	75
2.5.2 JERARQUÍA DECISIONAL .....	76
2.5.3 TABLA DE ESTRATEGIAS .....	76
2.5.4 DIAGRAMAS DE INFLUENCIAS .....	77
2.5.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	78
2.5.6 TEORÍA DE DECISIÓN .....	78
2.5.7 PERFIL DE RENTABILIDAD Y RIESGO .....	79
2.5.8 VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA.....	79
2.5.9 EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO .....	80
2.5.10 APROXIMACIÓN DISCRETA A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES .....	80
2.6 HIPÓTESIS .....	82
<b>III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>83</b>
3.1 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.....	83
3.2 SECUENCIA METODOLÓGICA DEL ANÁLISIS DE DECISIONES.....	84
3.2.1 LA FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA.....	84
3.2.2 LA FASE DETERMINÍSTICA .....	87
3.2.3 LA FASE PROBABILÍSTICA.....	88

3.2.4 LA FASE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS O DE INFORMACIÓN .....	90
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	90
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	94
3.4.1 POBLACIÓN .....	94
3.4.2 MUESTRA .....	94
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	95
3.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	99
3.7 PROCESAMIENTO Y ANALISIS .....	100
<b>IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>103</b>
4.1 ESTRUCTURACIÓN EN CICLO DEL ANÁLISIS DE DECISIONES .....	103
4.1.2 ESTRATEGIAS CREATIVAS Y VIABLES.....	109
4.1.3 DIAGRAMA DE INFLUENCIAS .....	113
4.1.4 CRITERIOS DE DECISIÓN .....	116
4.2 ANÁLISIS DETERMINÍSTICO .....	120
4.3 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO .....	131
4.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	155
4.5 CALIDAD DECISIONAL .....	168
4.5.1 MARCO APROPIADO (100%).....	168
4.5.2 ALTERNATIVAS CREATIVAS Y VIABLES (65%).....	168
4.5.3 INFORMACIÓN RELEVANTE Y CONFIABLE (75%).....	168
4.5.4 VALORES Y PREFERENCIAS CLARAS (80%) .....	169
4.5.5 RAZONAMIENTO LÓGICAMENTE CORRECTO (80%) .....	169
4.5.6 COMPROMISO PARA LA ACCION (75%) .....	169
<b>V DISCUSION.....</b>	<b>170</b>
5.1 DISCUSIONES .....	170
5.2 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	170
5.3 CONCLUSIONES .....	172
5.4 RECOMENDACIONES.....	174
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>181</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N° II- 1:	RESPONSABILIDAD FUNCIONAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA.....	26
CUADRO N° II- 2:	TIPOS DE RIESGO .....	33
CUADRO N° II- 3:	PARALELO ENTRE LA METODOLOGIA DEL ANALISIS DE DECISIONES Y LA METODOLOGIA TRADICIONAL PARA EVALUACION DE PROYECTOS .....	46
CUADRO N° II- 4	DIFERENCIAS ENTRE EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL .....	56
CUADRO N° III- 1:	DEFINICION DE VARIABLES DE DECISION.....	97
CUADRO N° III- 2:	DEFINICION DE VARIABLES DE INCERTIDUMBRE.....	98
CUADRO N° III- 3:	DEFINICION DE PARAMETROS .....	99
CUADRO N° III- 4:	PROCEDIMIENTO Y TECNICAS DE INVESTIGACION .....	101
CUADRO N° IV- 1:	TIPOS DE VARIABLES .....	106
CUADRO N° IV- 2:	RESUMEN DE LA FASE DE ESTRUCTURACION I PARTE.....	118
CUADRO N° IV- 3:	RESUMEN DE LA FASE DE ESTRUCTURACION II PARTE .....	119
CUADRO N° IV- 4:	FLUJOS DE CAJA DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS .	121
CUADRO N° IV- 5:	ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICO ALTERNATIVA I.....	123
CUADRO N° IV- 6:	ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA II .....	126
CUADRO N° IV- 7:	ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA III.....	128
CUADRO N° IV- 8:	RESUMEN DE LA FASE DETERMINISTICA I PARTE .....	130
CUADRO N° IV- 9:	RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICO.....	130
CUADRO N° IV- 10	COEFICIENTE DE VARIACION.....	140
CUADRO N° IV- 11:	RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESTOCASTICO .....	146
CUADRO N° IV- 12:	RESUMEN DE LA FASE PROBABILISTICA I PARTE .....	153
CUADRO N° IV- 13:	RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILISTICO.....	154
CUADRO N° IV- 14:	RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LA INFORMACIÓN PERFECTA .....	161
CUADRO N° IV- 15:	RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DEL CONTROL PERFECTO .....	166
CUADRO N° IV- 16:	RESUMEN DE LA FASE DE INTERPRETACION DE RESULTADOS I PARTE .....	167
CUADRO N° IV- 17:	RESUMEN DE LA FASE DE INTEPRETACION DE RESULTADOS II PARTE: VALORES DE INFORMACIÓN PERFECTA Y CONTROL PERFECTO.....	167

## INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO N° I- 1:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN..... 9
GRAFICO N° II- 1:	ACCESOS A LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LOS DIFERENTES PENALES DEL PERÚ ..... 22
GRAFICO N° II- 2:	TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS..... 47
GRAFICO N° II- 3:	ESTRUCTURA DEL FLUJO DE CAJA..... 48
GRAFICO N° II- 4:	DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES DEL VPN DE DOS INVERSIONES..... 70
GRAFICO N° II- 5:	PLANO DE RIESGO RENTABILIDAD PARA UN GRUPO DE PROYECTOS ..... 71
GRAFICO N° II- 6:	COEFICIENTES DE VARIABILIDAD..... 73
GRAFICO N° II- 7:	VARIABLES Y SUS INFLUENCIAS ..... 77
GRAFICO N° II- 8:	EVALUACIÓN Y APROXIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES ..... 81
GRAFICO N° IV- 1:	JERARQUÍA DECISIONAL PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJUÍ..... 107
GRAFICO N° IV- 2:	TABLA DE GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE JUANJUÍ..... 111
GRAFICO N° IV- 3:	TABLA DE ESTRATEGIAS PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE JUANJUÍ ..... 112
GRAFICO N° IV- 4:	DIAGRAMA DE INFLUENCIA PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJUÍ..... 115
GRAFICO N° IV- 5:	DIAGRAMA DE INFLUENCIA SIMPLIFICADO PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJUÍ..... 116
GRAFICO N° IV- 6:	MODELO ESQUEMÁTICO DE DECISIONES DEL PROBLEMA DE JUANJUÍ ..... 121
GRAFICO N° IV- 7:	FLUJOS DE CAJA A TRAVES DEL TIEMPO DE LAS ESTRATEGIAS..... 122
GRAFICO N° IV- 8:	GRAFICO DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA I ..... 125
GRAFICO N° IV- 9:	GRAFICO DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA II..... 127
GRAFICO N° IV- 10:	GRAFICO DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA III..... 129
GRAFICO N° IV- 11:	ÁRBOL DE DECISIONES ESQUEMÁTICO DEL PROBLEMA DE JUANJUÍ..... 132
GRAFICO N° IV- 12:	DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NUMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 1 ..... 133
GRAFICO N° IV- 13:	DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 2 ..... 134
GRAFICO N° IV- 14:	DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 3 ..... 134
GRAFICO N° IV- 15:	DISCRETIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PROBABILIDAD ACUMULADO DE LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO PARA LA ESTRATEGIA 1 ..... 135
GRAFICO N° IV- 16:	ARBOL GENERICO PARA MOSTRAR LA DECISION DE INVERTIR..... 135
GRAFICO N° IV- 17:	PERFILES RENTABILIDAD Y RIESGO DE LAS ESTRATEGIAS ..... 137
GRAFICO N° IV- 18:	CEES DE LAS ESTRATEGIAS ..... 139

GRAFICO N° IV- 19:	VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL NÚMERO DE INTERNOS ..... 140
GRAFICO N° IV- 20:	VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO..... 141
GRAFICO N° IV- 21:	VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL NÚMERO DE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO ..... 142
GRAFICO N° IV- 22:	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL NÚMERO DE INTERNOS..... 143
GRAFICO N° IV- 23:	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO ..... 144
GRAFICO N° IV- 24:	DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL PERSONAL DE EFECTIVOS DE SEGURIDAD..... 145
GRAFICO N° IV- 25:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO ..... 148
GRAFICO N° IV- 26:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO..... 149
GRAFICO N° IV- 27:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO ..... 149
GRAFICO N° IV- 28:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LA ACTITUD AL RIESGO ..... 151
GRAFICO N° IV- 29:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO AL TIEMPO. 152
GRAFICO N° IV- 30:	ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO..... 157
GRAFICO N° IV- 31:	ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL COSTO UNITARIO ANUAL DE LA RACIÓN POR INTERNO.. 159
GRAFICO N° IV- 32:	ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL NÚMERO DE PERSONAL DE EFECTIVOS DE SEGURIDAD AL AÑO ..... 160
GRAFICO N° IV- 33:	ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO ..... 163
GRAFICO N° IV- 34:	ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO..... 165
GRAFICO N° IV- 35:	ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO..... 165

## INTRODUCCIÓN

El propósito del presente trabajo de investigación se ubica en el marco del Análisis de Decisiones para la evaluación de los proyectos de Readaptación Social, en el ámbito nacional, el proceso se realiza como una aplicación piloto al estudio de preinversión a nivel de prefactibilidad del proyecto “Remodelación Integral y Ampliación de la Capacidad de Albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjui”.

El Análisis de Decisiones ofrece una metodología que hace énfasis en el entendimiento del problema y sus consecuencias, en un excelente proceso de concientización y/o comprensión de alternativas y análisis de impactos, y no en el desarrollo de complicados procesos de solución.

La metodología de Análisis de Decisiones es un proceso para llegar a la solución del problema, va desde un enfoque macro, hasta un enfoque micro. El proceso inicia con la comprensión de la parte conceptual y de ideas del proyecto y finaliza con una recomendación basada en el análisis de resultados de los valores económicos, valores de utilidad o valores de preferencia obtenidos. Dicha metodología constituye la secuencia de un proceso integral para evaluar económicamente proyectos de inversión bajo condiciones de incertidumbre y riesgo.

En el capítulo I se fundamenta la investigación del estudio “Análisis de Decisiones en la Evaluación Económica de los Proyectos de Readaptación Social. Caso: Juanjuí 2009”, considerándose los siguientes elementos: planteamiento del problema de estudio; asimismo, se procede a la formulación de los objetivos y justificación del porque se realiza el estudio.

En el capítulo II se diseña el desarrollo del marco teórico, para responder al problema de investigación de la tesis, el mismo que comprende los antecedentes generales, conceptos, marco de referencia, teoría general de proyectos y probabilidades, evaluación de proyectos de inversión pública, teorías específicas describiendo las herramientas y técnicas que emplea la metodología del análisis de decisiones, todo esto con el fin de llegar a un análisis teórico.

Para responder al problema de investigación en la elección de la mejor alternativa de un proyecto de inversión pública, se necesita demostrar que el análisis de decisiones incorporado en la evaluación económica de los proyectos de inversión pública (caso: Readaptación Social), a diferencia de otras metodologías, permiten reducir la incertidumbre del riesgo cuando se sugiere al inversionista la alternativa viable.

Mientras que en el capítulo III se realiza la metodología de investigación, que abarca el procedimiento para investigación dentro de la cual se encuentra la aplicación de la secuencia metodológica del análisis de decisiones con sus fases de estructuración, determinística, probabilística y de interpretación de resultados o información, asimismo se considera dentro de este capítulo, el diseño de la investigación, la búsqueda y selección de especialistas en calidad de expertos, la operacionalización de las variables, se describen las diversas técnicas para la recolección de datos y el consecuente procesamiento y transformación de éstos en información para decidir si se debe invertir o no, y que estrategia elegir para invertir.

En el capítulo IV, se hace el desarrollo del análisis de resultados explicando el segundo proceso iterativo realizado y contrastándolo con la evidencia empírica. Se desarrolla el problema de decisión, el análisis determinístico y probabilístico, se estudia el perfil de rentabilidad y riesgo de las alternativas(estrategias) del proyecto, se emplea el coeficiente de variación para cada estrategia, así como se analiza la posibilidad de incorporar información adicional o qué medidas de control tomar para crear valor o hacer más rentable socialmente un proyecto de inversión; finalmente en el capítulo V se aborda las discusiones, las posibilidades y limitaciones de la tesis, se emiten las conclusiones y se hace comentario de las recomendaciones a seguir.

# I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	
	OBJETIVOS	OBJETIVO GENERAL Identificar alternativas estratégicas y seleccionar la mejor de ellas en el proceso de evaluación del estudio de prefactibilidad del Proyecto de Inversión Pública, para crear valor en un entorno de incertidumbre empleando la metodología de análisis de decisiones.
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Identificar alternativas estratégicas y seleccionar la mejor de ellas en el proceso de evaluación del estudio de prefactibilidad del Proyecto de Inversión Pública, para crear valor en un entorno de incertidumbre empleando la metodología de análisis de decisiones.  Determinar las variables que generan mayor impacto en la rentabilidad y su probabilidad de perder, en el proceso de evaluación de las alternativas identificadas.  Establecer un análisis comparativo de los perfiles rentabilidad y riesgo desde el punto de vista del impacto de las variables definidas y las alternativas estratégicas identificadas en la fase determinística y estocástica del proceso de evaluación del proyecto.
	JUSTIFICACIÓN	
La justificación del trabajo pretende aportar al conocimiento en cuanto a la manera de tomar decisiones en la evaluación económica de proyectos, para reducir la incertidumbre, además de generar valor para los inversionistas involucrados en el pliego INPE, en el sentido de maximizar beneficios ó minimizar costos, en maximizar la probabilidad de obtener buenos resultados. Reducir la incertidumbre es sinónimo de que a partir de esta manera diferente de tomar decisiones en la evaluación de un proyecto implica ser efectivo, reducción al mínimo de los errores empleando apropiadas herramientas para alcanzar el objetivo de tomar la decisión de invertir en la mejor alternativa de un proyecto.		

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La preparación de un proyecto de inversión en el área de Readaptación Social Instituto Nacional Penitenciario INPE, consiste en determinar los costos en que incurrirá el proyecto y los beneficios, esta información es básica para la construcción del flujo de caja y luego evaluar el proyecto, implica medir la rentabilidad del mismo con diferentes metodologías.

En nuestro país, verificando el Aplicativo Informático del Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sobre el Pliego INPE del Sector Justicia; de un promedio de cien estudios de preinversión declarados viables sólo un estudio es evaluado empleando la metodología del análisis de decisiones, los 99 proyectos restantes son evaluados mediante una metodología de análisis sensibilidad débil que no constituye fundamentos teóricos.

Asimismo, los estudios de preinversión de los proyectos formulados por el INPE y evaluados por la Oficina de Programación de Inversiones del Ministerio de Justicia OPI-MINJUS, en su mayoría el análisis de sensibilidad es muy simple, carece de la elaboración de sensibilidad en la fase determinística y en consecuencia, no se cuenta con un análisis de sensibilidad en la fase probabilística más aun tales condiciones impiden el desarrollo coherente del análisis de riesgo de la evaluación de los proyectos; esto indica la deficiencia metodológica existente para la mejor toma de decisión en la elección de la mejor alternativa.

El inadecuado empleo de herramientas metodológicas como por ejemplo, el mal uso del análisis de sensibilidad, al momento de definir un criterio para seleccionar los rangos de variación, no ayudan a identificar las variables sustantivas que inciden sobre el Costo Efectividad - CE para los proyectos de Readaptación Social, es necesaria una regla, sin embargo existen muchas de ellas utilizadas por los organismos de gobierno de modificar cada variable en la misma proporción, no tiene

sentido, hay variables expresadas en toneladas de producción, otras en millones de dólares y otras en años, en esa línea una cantidad constante como 100 no podrá aplicarse en todos los casos.

El argumento del porcentaje fijo no es adecuado para el modelo. De hecho es muy posible que el porcentaje escogido no sea apropiado para ninguna de las variables. Por ello este tipo de análisis de sensibilidad podría conducir a resultados erróneos. Entonces la regla correcta para escoger los rangos se basa en capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo.

La dificultad para la evaluación del proyecto de inversión específicamente se inicia a partir de la estimación de la proyección a futuro de la demanda y la oferta del servicio, las cuales son inciertas, por lo que el gran problema que se tiene en la evaluación de proyectos es como incorporar esta incertidumbre. Por otro lado en términos estratégicos el problema que tiene el inversionista (decisor) es el riesgo estratégico, este riesgo constituye una amenaza que va más allá de las condiciones normales, son los que pueden surgir al operar bajo nuevas condiciones<sup>1</sup>.

En referencia a la administración de la calidad total tradicional ésta ayuda a asegurar el éxito operacional; pero también se requiere calidad estratégica para asegurar el éxito corporativo, entonces es claro que la limitación está en el área estratégica, la calidad total asegura el éxito de una estrategia ganadora y mantiene el éxito, pero no garantiza que los proyectos producirán estrategias ganadoras, y entonces no resuelve automáticamente el problema estratégico.

Naturalmente el inversionista buscar maximizar sus beneficios y minimizar costos, encontrar un indicador de rentabilidad y beneficios, muchos de estos empresarios crean alternativas estratégicas (Estrategias o también llamadas alternativas), del cual le conlleve a lograr propósitos que justifiquen su inversión, efectivamente el indicador más adecuado para los proyectos es el Valor Presente Neto (Valor Actual

---

<sup>1</sup> El análisis estadístico no nos prepara para tratar estos riesgos, ya que no hay datos acerca del futuro.

Neto o Valor Actual de Costos o Valor Anual Equivalente) o Costo Efectividad para el caso de proyectos de Readaptación Social, a través del periodo de horizonte estimado.

La Metodología del Marco Lógico (MML), que para efectos del desarrollo de este trabajo se le está denominando Metodología Tradicional de Evaluación de Proyectos que emplea el SNIP, considera en el *diagnóstico* un enfoque de la situación presente, además, considera momentos retrospectivos, al recopilar información de series temporales en el examen de causalidad, útil para el planteamiento de alternativas, de otro lado, la Metodología del Análisis de Decisiones (MAD) se basa en la *estructuración del problema decisional*; sea en la participación de los grupos involucrados donde debe definirse el problema de decisión que tiene una visión prospectiva, es decir se define el problema de decisión a través de expertos concluyendo en la generación de la tabla de estrategias y el diagrama de influencias.

La MML considera una *evaluación determinística*, es decir, realiza un análisis oferta demanda para el dimensionamiento de las alternativas del proyecto, luego se hace la determinación de los costos del proyecto a precios privados y sociales. Asimismo se aplica la Metodología Costo efectividad donde la preferencia del inversionista está basada con respecto al tiempo. Además, en esta *evaluación determinística* el análisis de sensibilidad es deficiente tomando de manera arbitraria las variables que afectan la rentabilidad del PIP, así como adoptando el método del porcentaje fijo. Finalmente el resultado de evaluación es determinística dando poca importancia al análisis de riesgo y probabilidades. Por el lado de la MAD, el *análisis determinístico* plantea la selección de variables más importantes (Decisión, incertidumbre y los parámetros), se hace la creación de un modelo estructural, la creación del modelo de valores y de preferencias con respecto al tiempo, así como la sensibilidad determinística para elegir las variables críticas las mismas que serán analizadas en una etapa probabilística.

La MML se vierte en un resumen a partir de la elaboración de la *Matriz de Marco Lógico* con la definición de objetivos, los indicadores, los medios de verificación, así como los supuestos del proyecto a ser viable y sostenible en el tiempo. Finalmente, luego de la Matriz del Marco Lógico se realiza una *Evaluación Ex post* para determinar el grado de efectividad, eficacia y eficiencia en el logro de los objetivos del proyecto.

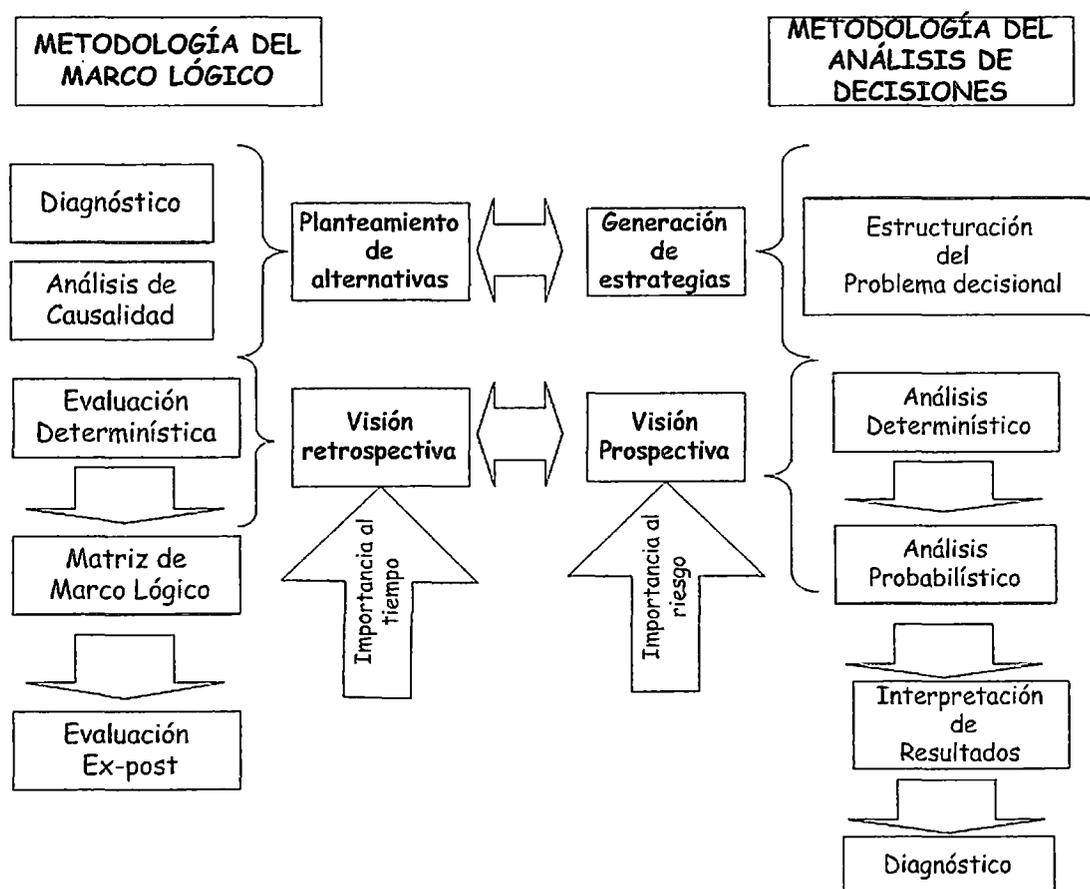
Mientras que la MAD en el *análisis probabilístico* le da importancia explícita al riesgo e incertidumbre, es decir, de la identificación de las variables críticas determinadas en el *análisis determinístico*, se da relevancia al análisis de probabilidades empleando la opinión probabilística de expertos frente a información incierta, asignando probabilidades a dichas variables que ahora son aleatorias, se determina un modelo probabilístico, el cual determina las loterías de rentabilidad para cada estrategia para luego seleccionar la mejor estrategia en condiciones de incertidumbre y riesgo, luego se realiza la sensibilidad estocástica, así como se hace un análisis de las preferencias del inversionista basada con respecto al tiempo y al riesgo, dicho proceso se vierte en la *interpretación de resultados* que contempla el valor de la información perfecta, el valor de la información imperfecta(experimental), y el valor del control perfecto, así como se plantea un *diagnóstico* para identificar las opciones relevantes para recolectar información adicional que tenga una contribución de mejora en la rentabilidad y en consecuencia en la calidad de la decisión, realizándose de esta manera una nueva iteración del ciclo del análisis de decisiones.

Cabe remarcar que la Metodología de Marco Lógico (MML) se ha venido empleando como teoría en los proyectos sociales, a diferencia de la Metodología del Análisis de Decisiones para proyectos privados y decisiones de negocio, no obstante no sería malo incluir las variables inciertas en el campo social razón por la cual invita al empleo de la metodología del análisis de decisiones.

Por otro lado la MML no emplea los conceptos de la calidad decisional, mientras que en la MAD es de suma importancia el cumplimiento de los requerimientos de calidad

decisional. El análisis comparativo de las mencionadas metodologías se señala en el siguiente gráfico.

GRAFICO N° I- 1: ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN



Elaboración propia

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las principales cuestiones que se plantean para la presente investigación son las siguientes:

- ¿Cuál va a ser el proceso de toma de decisiones para evaluar económicamente los proyectos de Readaptación Social?

- ¿Cuáles son las variables sustantivas en la creación de valor y generación de riesgo en un problema de decisiones para evaluar económicamente un proyecto de Readaptación Social?
- ¿Cuál es la mejor alternativa de decisión a seguir que el especialista o analista evaluador puede recomendar para buscar información adicional que minimice el Valor del Costo Efectividad Esperado a precios sociales (CEES), de acuerdo a información confiable libre de incertidumbre, desde un punto de vista de su análisis interpretativo?

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar alternativas estratégicas y seleccionar la mejor de ellas en el proceso de evaluación del estudio de prefactibilidad del Proyecto de Inversión Pública, para crear valor en un entorno de incertidumbre<sup>2</sup> empleando la metodología de análisis de decisiones.

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables que generan mayor impacto en la rentabilidad y su probabilidad de perder<sup>3</sup>, en el proceso de evaluación de las alternativas identificadas.
- Establecer un análisis comparativo de los perfiles rentabilidad y riesgo desde el punto de vista del impacto de las variables definidas y las alternativas estratégicas identificadas en la fase de estructuración del proceso de evaluación del proyecto.

---

<sup>2</sup> La incertidumbre es lo que no conocemos, como la población demandante, demanda de servicios penitenciarios, la cantidad y el precio de raciones, etc.

<sup>3</sup> "Perder" es no crear valor, según Salinas (2009) "Perder" es también destrozar valor. En esta Tesis, perder es generar mayores costos o pérdidas económicas que disminuyan la rentabilidad social del PIP.

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

**El presente trabajo de investigación, propone ayudar a los técnicos a incorporar la gestión del riesgo económico en un entorno de incertidumbre, principalmente para cambiar del enfoque retrospectivo al enfoque prospectivo, esto permitirá no tener una perspectiva de ver al riesgo como algo malo sino como una fuente de creación de valor<sup>4</sup>.**

El enfoque tradicional (retrospectivo) ve al riesgo como algo negativo, suponen que los riesgos son desconocidos, sin embargo su enfoque está en el pasado, además la administración de riesgo implica recolectar tanta información para tratar de limitar la incertidumbre, teniendo en cuenta los datos del pasado proyectando las series econométricas del pasado.

El enfoque toma como referencia la Disciplina de Análisis de Decisiones, que nos permitirá tomar decisiones de inversión de recursos en forma efectiva y cumplir con los objetivos de maximizar beneficios ó minimizar costos en la creación de valor en entornos inciertos, complejos, dinámicos y competitivos, este enfoque adopta como principio importante, tomar decisiones estratégicas de calidad y administrar los riesgos adoptando la incertidumbre en los proyectos de inversión pública. Los proyectos evaluados desde este punto de vista tienen éxito en entornos cambiantes y sabiéndose que no hay datos acerca del futuro sólo incertidumbre.

**La justificación del trabajo pretende aportar al conocimiento en cuanto a la manera de tomar decisiones en la evaluación económica de proyectos, para reducir la incertidumbre, además de generar valor para los inversionistas involucrados en el pliego INPE, en el sentido de maximizar beneficios ó minimizar costos, en maximizar la probabilidad de obtener buenos resultados. Reducir la incertidumbre es sinónimo de que a partir de esta manera diferente de tomar decisiones en la evaluación de un proyecto implica ser efectivo, reducción al mínimo**

---

<sup>4</sup> La creación de valor es sinónimo de generar más ganancias, en el caso de esta Tesis es reducir costos, no generar pérdidas.

de los errores empleando apropiadas herramientas para alcanzar el objetivo de tomar la decisión de invertir en la mejor alternativa de un proyecto.

Por otro lado el concepto de valor es específico a cada problema de decisiones. Para intervenciones vinculadas a resolver problemas de Readaptación Social, el valor refiere de incurrir anualmente en menores costos de albergue, dotación de tratamiento y servicios complementarios por interno beneficiado, pero claro está con adecuadas condiciones de habitabilidad.

Asimismo, **el propósito de este trabajo es dar un mayor sustento al decisor (Inversionistas del INPE<sup>5</sup>) en la elección de la mejor alternativa de inversión del proyecto**, mejorando la calidad de la toma de decisiones estratégicas. Esto permitiría garantizar la viabilidad del proyecto en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública, asegurando las condiciones de rentabilidad social y sostenibilidad. Además, se garantizará un mejor compromiso para la acción.

---

<sup>5</sup> Dado que es una evaluación económica de la rentabilidad social de un Proyecto de Inversión Pública, en realidad la Sociedad peruana es el inversionista, dicha Sociedad a través de normas encarga al INPE ser el responsable de tomar la decisión de invertir y asumir los gastos de inversión, así como los de operación y mantenimiento, con la participación de otros agentes económicos.

## II. MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO	ANTECEDENTES	
	MARCO DE REFERENCIA	* MARCO LEGAL * MARCO CONTEXTUAL
	MARCO CONCEPTUAL	Decisiones, resultados, probabilidades, riesgos, incertidumbre, otros.
	TEORÍA GENERAL	*TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS * Evaluación privada * Evaluación social o socioeconómica. * Evaluación social vs evaluación privada * Análisis de costo-efectividad o.
	TEORÍAS ESPECÍFICAS.	* Grupo del enfoque estratégico decisiones * Jerarquía decisional * Tabla de estrategias * Diagramas de influencias * Análisis de sensibilidad * Teoría de decisión * Perfil de rentabilidad y riesgo * Valor de la información perfecta * El valor del control perfecto * Aproximación discreta a la Distribución de probabilidades
	HIPÓTESIS	<b>Hipótesis General</b> El análisis de decisiones incorporado en la evaluación económica de los proyectos de inversión pública (caso: Readaptación Social), a diferencia de otras metodologías, permite reducir la incertidumbre del riesgo cuando se sugiere al inversionista la alternativa viable.  <b>Hipótesis Específicas</b> Las variables sustantivas identificadas en el análisis determinístico de la evaluación económica de las alternativas identificadas generan más del 90% de variación en el impacto sobre la rentabilidad social del proyecto.  Los perfiles rentabilidad - riesgo desde el punto de vista del impacto de las variables definidas y las alternativas estratégicas identificadas en la fase de estructuración del proceso de evaluación del proyecto, establecen una confiabilidad en más del 90% en la inversión de la alternativa elegida.

## 2.1 ANTECEDENTES

En el contexto de las inversiones, la escasez de recursos obliga a requerir mecanismos adecuados para tomar decisiones óptimas de inversión. Para tal efecto existen diversas técnicas para analizar la viabilidad de los proyectos de inversión, las cuales hace de conocimiento Humberto Valencia y Eduardo Gándara (2009)<sup>6</sup> en donde señala que según Brennan y Trigeorgis (1999) se pueden clasificar en: (a) modelos mecánicos o estáticos, como el periodo de recuperación (PR), la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN); (b) los modelos en donde los flujos son parcialmente controlables y la toma de decisiones responde a la incertidumbre sobre las condiciones exógenas que los afectan, y (c) los modelos dinámicos o de teoría de juegos, en donde no sólo las condiciones exógenas afectan la decisión, sino también las reacciones de otros agentes económicos.

A nivel de América Latina se han desarrollado diversos trabajos de investigación basados en análisis de inversiones estratégicas en contextos inciertos, cambiantes y complejos, bajo modelos tipo b). Así pues se tiene, entre otros, el trabajo de Contreras, Eduardo (2009)<sup>7</sup>, el cual señala brevemente en aspectos teóricos, la presentación y análisis de los elementos y tópicos relevantes en materia de cuantificación y valoración del riesgo y/o incertidumbre, a partir de los distintos desarrollos disponibles a la fecha en materia de medición de riesgos en proyectos. Se incluye el desarrollo de los siguientes temas: Análisis Probabilístico, Análisis de Sensibilidad y de Escenarios, Equivalencia a la Certidumbre, Simulación, Opciones reales, Arboles de Decisión y el Valor en Riesgo (VeR). Para cada uno de ellos se presentan aplicaciones a proyectos.

---

<sup>6</sup> VALENCIA HERRERA, HUMBERTO; GÁNDARA MARTÍNEZ, EDUARDO ENRIQUE, "Relación entre incertidumbre e inversión en México, Enfoque de opciones reales", Revista de Administración, Finanzas y Economía (Journal of Management, Finance and Economics), vol. 3, núm. 2 (2009), pp. 74-90. Ver página 2.

<sup>7</sup> CONTRERAS, EDUARDO, "Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile" Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) 63 manuales. S E R I E Santiago de Chile, noviembre de 2009. Página 7.

Dejando de lado las inversiones bajo de condiciones de incertidumbre y riesgo, orientamos la atención a lo que son las decisiones. La frase "Teoría de la Decisión" fue empleada por primera vez en el año 1950 por el estadístico americano E. L. Lehmann. La Teoría de la Decisión (TD), es un desarrollo teórico sobre decidir, es decir, sobre cómo decidimos y sobre cómo debemos decidir<sup>8</sup>. Los orígenes de la TD se remontan a Aristóteles, quien en su *Ética a Nicómaco* ya esboza una verdadera teoría<sup>9</sup>. Luego científicos como Lanchester, Edison y Arquímedes buscaron determinar la decisión óptima en las guerras, optimizando los ataques.

El análisis científico del proceso de toma de decisiones, tiene su origen en el desarrollo de la Investigación de operaciones militares durante la segunda guerra mundial, por equipos multidisciplinarios, para la defensa de la Gran Bretaña.

Al finalizar la segunda guerra mundial, se aplicó las técnicas de investigación de operaciones a problemas de negocios e industria, buscando imitar el éxito que tuvo en el contexto militar.

A mediados de 1950, surgió la disciplina de Management Sciences como una rama engendrada por la Investigación de Operaciones que enfatizaba más la ciencia pura que los aspectos prácticos de la administración. En 1954 se fundó The Institute of Management Sciences (TIMS), que editó la Revista Management Sciences.

En 1958, se desarrollaron las técnicas de programación de proyectos PERT (Project Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method).

En la década de los 60 se desarrolló una nueva disciplina llamada Análisis de Decisiones. En 1964 el Dr. Ronald Howard definió la disciplina, y desde entonces ha contribuido a desarrollarla en dos frentes complementarios. Primero en la docencia universitaria y la supervisión de numerosas tesis de doctorado en el Departamento de

---

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_de\\_la\\_decisi%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_la_decisi%C3%B3n)

<sup>9</sup> Dice Aristóteles, por ej.: "...propuesto algún fin, consultan de qué manera y por qué medios lo alcanzarán. Y si parece que se puede alcanzar por muchos medios, deliberan por cuál medio más fácilmente y mejor se alcanzará, y si en un medio se resuelven, deliberan cómo se alcanzará por éste". ARISTÓTELES. "Ética", Libro III, trad. Pedro Simón Abril, Madrid, Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, 1918. Puede consultarse en: <http://www.bibliojuridica.org/libros/2/763/8.pdf>

Ingeniería de Sistemas Económicos (Engineering Economic System ) de la Universidad de Stanford. Segundo en la utilización del Análisis de Decisiones en todos los campos posibles de aplicación, desde la planificación de inversiones a la investigación y desarrollo estratégico<sup>10</sup>.

El Análisis de Decisiones es el resultado de combinar aspectos del Análisis de Sistemas y la Teoría de las decisiones. El Análisis de Sistemas o Metodología del modelaje de sistemas, brinda los medios para tratar las interacciones y el comportamiento dinámico de las situaciones complejas. Por otro lado, la Teoría de Decisiones trata situaciones inciertas simples de una manera lógica. Cuando ambos conceptos metodológicos se combinan, pueden revelar cómo ser lógico en situaciones complejas, dinámicas e inciertas: este es el campo del Análisis de Decisiones<sup>11</sup>.

Desde su nacimiento a mediados de la década del 60, el Análisis de Decisiones ha evolucionado en diversas direcciones o escuelas, muchas escuelas se concentran directamente en evaluar probabilidades y las diferentes dimensiones del valor, y dedican mucho esfuerzo a valorar y examinar los resultados conflictivos e inciertos. Otras se concentran en el arte de reunir a un grupo de personas para que, en conjunto, escojan un curso de acción.

El profesor José Salinas Ortiz (2000) presenta en su libro “Análisis de Decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos”, un enfoque alternativo que se desarrolló en el Departamento de E-ES de la Universidad de Stanford y que fue pionero, como metodología práctica, en el Stanford Research (SRI) desde 1965. A este enfoque se le denomina la escuela de Stanford.

La Escuela de Stanford se caracteriza porque la decisión se toma de manera racional y esta se expresa a través de un modelo matemático que permite que los problemas complejos puedan ser tratados con mayor simplicidad pero sin perder la objetividad,

---

<sup>10</sup> SALINAS ORTIZ, JOSÉ, “Análisis de Decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos - 2da.ed. 2000- Lima-Perú. Pág. 25.

<sup>11</sup> SALINAS ORTIZ, JOSÉ, op. cit. Pág. 28.

y más cuando el modelo es introducido en un entorno computarizado reduciendo notablemente las tareas. Además el enfoque de la escuela de Stanford resalta que para evaluar un problema de decisión se une la experiencia de personas y grupos siendo esto sobre todo adecuado para tomar decisiones estratégicas de alta gerencia.

La Escuela de Stanford considera que el Análisis de Decisiones es aplicable a cualquier problema de asignación de recursos (Y de manera particular en el contexto de las inversiones bajo riesgo e incertidumbre), en el sentido de tomar una decisión simple o compleja, corporativa o personal que en muchas ocasiones podría ser irreversible.

El Análisis de Decisiones, es una disciplina normativa; es decir, describe la manera como las personas deben tomar decisiones de una manera lógica, a través de especificar sus alternativas, la información relevante y sus preferencias.

En 1981 se desarrolló el enfoque de la Calidad Decisional, gracias al grupo estratégico de decisiones, Strategic Decisions Groups(SDG), el mismo que permite tomar la decisión de inversión de recursos en forma efectiva y cumplir con el objetivo de maximizar el valor en entornos inciertos. Asimismo, este enfoque brinda una metodología para evaluar los proyectos propuestos, así como un proceso para asegurar decisiones de calidad y el compromiso organizacional para su implementación.

Lo que no se ha buscado hasta la fecha en la evaluación de los proyectos de inversión pública de Readaptación Social, es seguir como lo vienen haciendo algunos trabajos vinculados a otros tipos de proyectos o intervenciones similares, el empleo de la metodología del Análisis de Decisiones, como un proceso integral de evaluación económica de proyectos bajo condiciones de incertidumbre y riesgo.

Por ejemplo el artículo denominado “Estructura del Análisis de Decisiones para la evaluación económica de los proyectos petroleros bajo condiciones de incertidumbre

y riesgo”<sup>12</sup> describe de manera breve, las principales herramientas y la estructura metodológica del Análisis de Decisiones desarrollada para brindar soluciones en la industria, con énfasis en aplicaciones petroleras.

Los indicios de evaluar proyectos para reducir el riesgo son evidentes a partir de los trabajos realizados por distintos especialistas mexicanos en incorporar la metodología del análisis de decisiones a proyectos petroleros, los cuales, en los últimos años han destacado por sus trabajos aplicados a la industria petrolera, presentándolos en los máximos foros técnicos de esta importante industria: las Jornadas Técnicas de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México, y el Congreso Nacional de Ingenieros Petroleros. De estos trabajos destacan: “Análisis de Decisiones. Caso: el Impacto de la Incertidumbre en la Factibilidad Económica para la Recuperación de Plataformas Marinas”, “Evaluación Económica de Sistemas Artificiales de Producción bajo Condiciones de Incertidumbre”, “Análisis de Decisiones. Caso: Desarrollo de un Modelo de Toma de Decisiones para Selección de Infraestructura para el Manejo, Procesamiento y Transporte de Crudo”, y “Modelo para el Análisis de Incertidumbre y Riesgo al Proceso de Planeación de la Producción en la Región Marina Suroeste”.

Asimismo, el artículo “Costo Efectividad del Cambio de los Esquemas de Tratamiento para Malaria en el Perú (1999-2003)”<sup>13</sup> parte del problema de dar respuesta a la emergencia de la resistencia del *P. falciparum* a los antimaláricos, el Ministerio de Salud del Perú decidió adoptar los esquemas de tratamiento para malaria combinados recomendados por la OMS: MQ-AS y SPAS, pero el costo de la nueva terapia es significativamente superior a los anteriores esquemas; SP y quinina más tetraciclina, sin embargo tendría como ventaja una mayor eficacia y probablemente la capacidad de disminuir la transmisión. Por estos motivos se evaluó

---

<sup>12</sup> **MORALES REYES, GERARDO**, Estructura del Análisis de Decisiones para la evaluación económica de proyectos petroleros bajo condiciones de incertidumbre y riesgo, Revista UPIICSA, Núm. 44, Mayo-Agosto 2007. <http://www.revistaupicsa.20m.com/Emilia/RevMayAgo07/Gerardo.pdf>.

<sup>13</sup> **SANCHEZ MODENA CESAR ANTONIO y DURAND V., SALOMÓN**, Costo efectividad del cambio de los esquemas de tratamiento para Malaria en el Perú, 1999-2003. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2004, vol. no. 4. p. 197-209. ISSN 1726-4642. <http://atenco.unmsm.edu.pe/atenco/handle/123456789/899>.

de manera prospectiva el costo efectividad del cambio en los esquemas de tratamiento para malaria.

Para tal efecto, se usó el método de análisis de decisiones y de riesgos, se construyó un modelo probabilístico que estableció las relaciones formales entre diversos factores que van a modificar el número de casos, muertes, los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) y los costos del programa en un periodo de cinco años.

El mencionado trabajo determinó que si bien el costo unitario por tratamiento es mayor con el esquema de tratamiento combinado, el uso del nuevo esquema es más costo efectivo en reducir los AVADs, concluyéndose que en el marco de la estrategia del control de la malaria en el Perú, la terapia combinada es más costo efectiva que los anteriores esquemas.

## 2.2 MARCO DE REFERENCIA

### 2.2.1 MARCO LEGAL

El marco de referencia está constituido por el Marco Legal vigente así como los documentos de gestión del Instituto Nacional Penitenciario<sup>14</sup>.

**La Constitución Política del Perú**, en el Título IV, Capítulo XIII, Artículo 139° preceptúa “el derecho de los reclusos y sentenciados de ocupar establecimientos adecuados” (Numeral 21) y “el principio de que el régimen penitenciario tiene por objeto la reeducación, rehabilitación y reincorporación del penado a la sociedad” (Numeral 22).

**El Código de Ejecución Penal (Decreto Legislativo N° 654)**, establece las normas reguladoras de la ejecución de penas, los deberes y derechos fundamentales del interno, cuya finalidad resocializadora abarca el régimen penitenciario y el ámbito de su competencia. Asimismo establece la organización y funciones del INPE como

---

<sup>14</sup> VIGNES AUBERT CARLOS, TORRES PONCE ERIKA, Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Remodelación Integral y Ampliación de la capacidad de albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí”, 2009.

organismo rector del Sistema Penitenciario Nacional. Igualmente estipula los aspectos del tratamiento penitenciario relativo al trabajo (Arts. 65° al 68°), educación (Arts. 69° al 75°), salud (Arts. 76° al 82°), asistencia social (Arts. 83° al 86°), asistencia legal (Arts. 87° al 91°), asistencia psicológica (Art. 92°) y asistencia religiosa (Arts. 93° al 94°).

**La Programación Multianual de la Inversión Pública 2012-2014 Sector Justicia y su actualización**, a través del documento físico Programa Multianual de la Inversión Pública, que consolida toda la programación de la cartera de proyectos del Sector. Dicho documento está normado por Decreto Supremo N° 176-2006-EF, que aprueba la Directiva para la Programación Multianual de la Inversión Pública y la Directiva N° 003-2010-EF/68.01 aprobada por Resolución Directoral N° 002-2010-EF/68.01, que tiene por objeto establecer los criterios y responsabilidades a tener en cuenta para la elaboración de la Programación Multianual 2012-2014, ambas Directivas establecen la revisión y actualización del PMIP, y su remisión a la Dirección General de Política de Inversiones del MEF.

**Plan Estratégico Institucional del Instituto Nacional Penitenciario 2007-2011**, constituye una herramienta de gestión que permite direccionar en la perspectiva de su visión institucional, los cambios a nivel estructural y organizacional, situación que permita ir gradualmente acortando las brechas de las problemáticas existentes, enfocado en una estrategia competitiva y además corporativo al cumplimiento de la misión institucional del sistema penitenciario nacional.

**Reglamento de Organización y Funciones del INPE, D .S. 009-2007 JUS**, que establece la naturaleza, objetivos, funciones y la estructura orgánica del Instituto Nacional Penitenciario, así como sus relaciones y régimen económico y disposiciones pertinentes.

**Plan Nacional de Tratamiento Penitenciario aprobado con Resolución Ministerial N° 187-2003-JUS**, documento que sirve de referencia para lograr un cambio importante de la crítica situación penitenciaria que persiste.

## 2.2.2 MARCO CONTEXTUAL

### La privatización de cárceles

El tema aparece como negocio en los Estados Unidos en la década de los 80, los términos económicos de costo-beneficio y calidad de los servicios, son los argumentos que impulsan la privatización de los establecimientos penitenciarios en países de América Latina, la consecuente necesidad de construcción carcelaria; los espacios por la sobrepoblación son los problemas que aquejan inevitablemente.

Las empresas transnacionales como inversionistas en el rubro de establecimientos penitenciarios ofrecen un paquete integral, incluyen el diseño, construcción, financiamiento y administración (operación y mantenimiento) de las cárceles.

Esta administración -que por lo general las empresas la plantean con una duración de veinte años- es la que produce las mayores ganancias para las empresas, por lo que ellas insisten en que para ejecutar este componente deben tener a su cargo la seguridad interior. Sin embargo, por lo general, los países consideran esta función como indelegable por disposición constitucional.

Existen varios aspectos que regularmente son evaluados para dar paso a las cárceles privadas entre éstos el económico: ¿Cuánto de ahorro implica para el Estado la delegación de las actividades penitenciarias a las empresas privadas, o cuánto más debe de gastar para hacer rentable esta actividad a la empresa privada? En efecto, los primeros estudios realizados por el CEAS (2006)<sup>15</sup> indican que para hacer atractiva la cárcel económicamente, el Estado debería de pagar a la empresa privada entre 12 a 15 dólares diarios por interno, cifra mucho mayor al monto actual que es de 3 dólares y medio, lo que evidenciaría que la privatización en lugar de significar un ahorro implicaría un incremento del gasto de los recursos públicos en el sistema penitenciario.

---

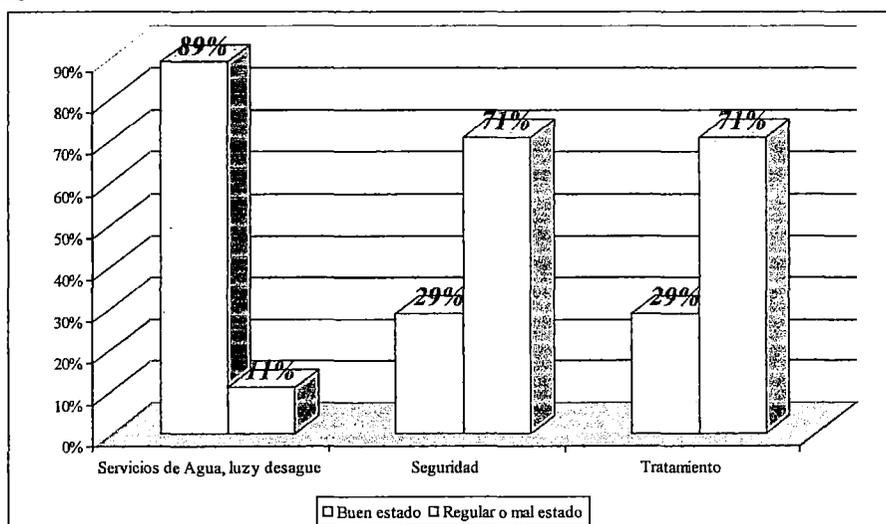
<sup>15</sup> COMISIÓN EPISCOPAL DE ACCIÓN SOCIAL Y DEFENSORÍA DEL PUEBLO, La Realidad del Sistema Penitenciario en el Perú: Diagnóstico, limitaciones y retos. Lima, Enero 2006. Pág. 72.

Es aquí donde se abre el debate, para realizar estudios de análisis de riesgo desde la perspectiva de la Teoría de Decisiones en las inversiones del Pliego INPE buscando más ampliaciones y/o construcciones de los establecimientos penitenciarios.

Por el lado de la Infraestructura penitenciaria y sus servicios que brinda, la construcción de los establecimientos de la presente década se ha priorizado el criterio de seguridad. Muestra de ello, es la construcción del penal de Piedras Gordas I en Ancón.

La infraestructura penitenciaria en la mayoría de casos se encuentra en regular o mal estado, afectando las condiciones de detención de los internos así se puede describir en el siguiente gráfico. Pues el 89% de los penales a nivel nacional en cuanto a los servicios de agua, luz y desagüe están en buen estado porque hablar de los demás servicios como seguridad y tratamiento, están en condiciones de regular a mal estado.

GRAFICO N° II- 1: ACCESOS A LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LOS DIFERENTES PENALES DEL PERÚ



Elaboración propia

*Alimentación.*- El presupuesto diario por interno es de S/. 3.50 que resulta insuficiente para una adecuada alimentación<sup>16</sup>.

En algunos casos, el déficit calorífico es cubierto por el aporte de ellos mismos, sus familiares o instituciones humanitarias.

La adecuada administración y el manejo responsable del presupuesto para alimentación, constituyen dos factores fundamentales para garantizar un mínimo de calidad del servicio. Es notable la mejora de la alimentación en los penales donde los internos participan en la programación, elaboración y distribución de los alimentos.

Desde enero del 2004 los alimentos han sido concesionados a empresas privadas. Este nuevo sistema ha presentado constantemente problemas debido a que los mecanismos de control no son adecuados, siendo necesario mejorar la técnica contractual y los procesos de licitación para instalar mecanismos de supervisión en la cantidad, calidad y el respeto de los derechos de los internos e internas que, contratados por los proveedores laboran en la cocina.

*Los Servicios Penitenciarios.*- Como parte del adecuado tratamiento penitenciario y atención a las necesidades de los internos, en todo penal se ordena la existencia de un conjunto de servicios, brindados por profesionales penitenciarios.

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL

El término proyecto proviene del latín *proiectus* y cuenta con diversas significaciones. Podría definirse a un proyecto como el conjunto de actividades

---

<sup>16</sup> "La comida es buena. La preparan los propios internos. Creo que el Estado da una ración diaria de 3.40 o 3.70 soles por interno al día. El director del penal se encarga de comprar los alimentos. Hay suficiente para todos, pero lo que pasa es que la alimentación no llega completa".

"Al ingresar al penal, los víveres se desvían. El comandante, el jefe de seguridad externa, los jefes del penal, desde el grado de mayor para arriba, todos los policías reciben víveres de lo que se compra para los internos".

coordinadas e interrelacionadas que buscan cumplir con un cierto objetivo específico<sup>17</sup>.

Un proyecto según el PMBOK<sup>18</sup>, es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Luego un proyecto de inversión es un conjunto de actividades de cualquier naturaleza, que se realiza utilizando recursos escasos o limitados, para producir y ofrecer bienes y/o servicios a sus clientes meta, y lograr que los utilicen, con la esperanza de generar en un período de tiempo mayor, beneficios superiores a los que se obtienen con el empleo actual de dichos recursos.

En el Sistema Nacional de Inversión Pública del Perú, un proyecto de inversión pública- PIP, es definido como toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios de una Entidad; cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los de otros proyectos.

Todo proyecto de inversión pública-PIP, dispone de un ciclo con tres fases: preinversión, inversión y postinversión. La fase de preinversión comprende la elaboración de los estudios de preinversión, documentos físicos empleados para tomar la decisión de invertir o no en un proyecto de inversión pública, cuya elaboración está a cargo de las Unidades Formuladoras, las cuales consideran para la elaboración de los estudios los denominados contenidos mínimos de la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública<sup>19</sup>, así como los Parámetros y Normas Técnicas para Formulación (Anexo SNIP-09), los Parámetros de Evaluación (Anexo SNIP-10), además de otros parámetros que se definan para una tipología específica de proyectos.

---

<sup>17</sup> <http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-Etimologica-De-Proyecto/15695.html>

<sup>18</sup> Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Tercera Edición (c) 2004 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 EE.UU.

<sup>19</sup> Directiva N° 001-2011-EF/68.01, Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobada por la Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01, vigente desde el 10 de abril de 2011. Los contenidos mínimos hacen referencia a los ANEXOS SNIP 05A, 05B, 07, 09 y 10.

Una vez elaborados los estudios del PIP, según sea el caso, éstos deben ser registrados en la Ficha del Banco de Proyectos o se debe proceder a la actualización respectiva en el caso de haber sido registrados anteriormente. Realizado el registro y enviado el estudio para evaluación al Responsable de la Oficina de Programación e Inversiones (OPI) o el Sectorista de la Dirección General de Política de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (DGPI-MEF), según sea el caso, el mismo que evalúa el estudio de preinversión, en el sentido de revisar que todo el contenido del mismo determine que el proyecto de inversión pública sea viable<sup>20</sup>; “evaluar”, equivale a valorizar, es decir medir el valor del proyecto en base a la comparación entre los costos y los beneficios. Es emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar o no un proyecto; permite conocer lo atractivo de una inversión. Para ser más claros, en el contenido de todo estudio de preinversión se encuentra el acápite de la “Evaluación Social”, la cual permite medir la contribución al bienestar de la sociedad o de un grupo humano, sopesando los beneficios y costos, asimismo, se encuentra el acápite de la “Evaluación Privada”, la cual mide cuan rentable es un proyecto para el inversionista privado.

Existe una gran variedad de tipología de proyectos de inversión en el Sistema Nacional de Inversión Pública, tal como lo señala el ANEXO SNIP 01 de la Directiva General del SNIP, vinculados a su correspondiente FUNCIÓN, PROGRAMA Y SUBPROGRAMA. Además, de acuerdo al ANEXO SNIP 04 una vez identificado el tipo de estudio ligado a la FUNCIÓN, se asigna la responsabilidad de la evaluación del estudio al nivel de Gobierno respectivo, a través de la OPI.

En particular, existen los proyectos de Readaptación Social (R.S.), dicha expresión de R.S.<sup>21</sup> proviene del latín re, preposición inseparable que denomina reintegración o repetición, y adaptación, acción y efecto de adaptar o adaptarse. Adaptar es

---

<sup>20</sup> Condición atribuida expresamente, por quien posee tal facultad, a un PIP que demuestra ser rentable socialmente, sostenible y compatible con las políticas sectoriales.

<sup>21</sup> <http://www.iuriscivilis.com/2009/06/diccionario-juridico-letra-r.html>.

acomodar, ajustar una cosa a otra, dicho de personas significa acomodarse, avenirse a circunstancias, condiciones, etc. Readaptarse socialmente, significa volver a hacer apto para vivir en sociedad, al sujeto que dejó de ser apto y que, por esta razón, violó la ley penal, convirtiéndose en delincuente.

El Instituto Nacional Penitenciario (INPE) es el organismo rector del Sistema Penitenciario Nacional, cuya organización y funciones es señalada en el Código de Ejecución penal, donde se establece además los deberes y derechos de los internos (reos)<sup>22</sup>, así como se explica el tratamiento penitenciario a seguir.

Por lo tanto, los proyectos de inversión pública de Readaptación Social, en el marco del SNIP, constituyen aquellas intervenciones orientadas a la dirección y control del sistema penitenciario, construcción y funcionamiento de establecimientos penales, para la custodia, reeducación, rehabilitación y reincorporación social del interno.

Para el presente proyecto de inversión pública “Remodelación Integral y Ampliación de la capacidad de albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí”, con código SNIP 21377, éste está vinculado de acuerdo al cuadro N° II-1 en:

CUADRO N° II- 1: RESPONSABILIDAD FUNCIONAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

Función	06 JUSTICIA
Programa	019 JUSTICIA
Subprograma	0040 READAPTACION SOCIAL
Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04)	JUSTICIA

Fuente: Anexo 01 de la Directiva N° 001-2011-EF/68.01

La OPI-JUSTICIA del SECTOR JUSTICIA<sup>23</sup>, fue la responsable en declarar la viabilidad del PIP, a través de Informe N° 025-2009-MINJUS (OPI-JUSTICIA), de fecha 11 de agosto 2009. El citado PIP fue formulado por la Oficina de

<sup>22</sup> Personas privadas de su libertad.

<sup>23</sup> El Ministerio de Justicia, constituye el ente rector del Sector Justicia. El Sector Justicia está conformado por el Ministerio de Justicia y sus Organismos Públicos: Instituto Nacional Penitenciario y Superintendencia Nacional de los Registros Públicos.

Infraestructura Penitenciaria del Instituto Nacional Penitenciario-INPE y está vinculado a los proyectos de Readaptación Social.

Por otro lado, dejando momentáneamente de lado los proyectos, se ve lo concerniente a las decisiones, para tal efecto, la toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas para resolver diferentes situaciones de la vida, éstas se pueden presentar en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, sentimental, empresarial, es decir, en todo momento se toman decisiones.

Luego, la teoría de la decisión es un área interdisciplinaria de estudio, cuyos participantes son de diversas ramas de la ciencia, ingeniería, y principalmente la psicología del consumidor. Se trata de estudiar el comportamiento y fenómenos psíquicos de aquellos que toman las decisiones, así como las condiciones por las que deben ser tomadas las decisiones óptimas<sup>24</sup>.

El concepto del análisis en la toma de decisiones no sólo se basa en ejemplos del pasado y que en función a esa información proyectamos lo que probablemente sucederá. Una visión retrospectiva del análisis de decisiones puede ser un error garrafal, mientras que la prospectiva no, según nos explica (Godet, 1985)<sup>25</sup>.

El propio Godet señala exégesis terminológica la palabra prospectiva proviene del vocablo latino “prospicere” que significa mirar a lo lejos o desde lo lejos.

El fundamento de la visión prospectiva enmarcado por el estado de la naturaleza es decir por los posibles resultados de los escenarios alternativos contemplados en un ambiente, cambiante, dinámico, e incierto crea confusión y preocupación en el inversionista. La toma de decisiones no significa una planificación estratégica social y política aunque los fundamentos tengan que ver, según De la Cruz (2004) en su artículo expuesto en el Octavo Congreso Internacional del CLAD sobre la reforma

---

<sup>24</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría\\_de\\_la\\_decisión](http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_decisión)

<sup>25</sup> **GODET, MICHEL (1985)** “De la Anticipación a la Acción” Alfa omega Marcombo. Barcelona. 1985. Págs. 1-18 “...La Prospectiva dado el interés del hombre por conocer el futuro y desarrollar mecanismos para poder controlarlo, siendo su objetivo principal el anticiparse a los diversos escenarios posibles tomando decisiones para poder controlar una estrategia que nos lleve a un futuro deseado...”

del Estado y la administración pública refiere a procedimientos prospectivos que cambian el actuar del presente, a las variables para la elección de un proyecto alternativo asemeja tal comportamiento<sup>26</sup>.

De la Cruz retoma los puntos de prospectiva aplicada al sector social, no hay nada que extrañar que esta herramienta de análisis es indispensable también para la toma de decisiones de las empresas en el sector privado.

Muchos consultores, acostumbrados al análisis basado en las informaciones retrospectivas sugieren decisiones construidas en base del pasado al presente; como es la estadística inferencial y el análisis de regresiones que toman como estructura el uso de la muestra de serie histórica o corte transversal, pero que en realidad todo este procedimiento no presta atención a la toma de decisiones sabiendo que ésta es el arma útil para elegir alternativas estratégicas, empresariales y planes sociales como lo afirma de la Cruz.

Pues en economía existen problemas en los que no es posible obtener muestras de corte transversal peor aún si son series de carácter histórico. En otros casos la información histórica no constituye una buena guía para la toma de decisiones en entornos inciertos y sujetos a riesgos. Por tanto es necesario recurrir a información de una persona experta o de grupos, además de una muestra de corte transversal (Muestra determinística).

La teoría de decisiones no contrapone el enfoque del análisis clásico o empírico estadístico sino que toma información objetiva por el lado de la muestra y lo complementa con la información del experto (información subjetiva). En base a esto se dice conceptualmente que la *teoría de decisiones* fundamenta las nociones básicas en el análisis lógico y cuantitativo de todos los factores que afectan los resultados de una decisión en un mundo incierto.

---

<sup>26</sup> DE LA CRUZ PH. CARLOS D. "Gestión Pública en México: Un enfoque prospectivo para la toma de decisiones y planeación estratégica de gobierno" VIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Panamá, 28-31 Oct. 2003 "...La generación de nuevas estrategias políticas, en base a procedimientos prospectivos metodológicos nos permite cambiar nuestro actuar presente para construir futuros deseables, ellos nos representan un cambio paradigmático en la planeación política..."

Antes de continuar con la teoría de decisiones valga la pregunta ¿Qué es en realidad una decisión?, según el diccionario Océano Uno “*Es formar Juicio sobre algo dudoso, tomar determinación de algo...*”<sup>27</sup>

Desde esa perspectiva en economía se conceptualiza la **decisión** como la asignación irreversible en el sentido que para cambiar la decisión será necesario invertir recursos adicionales que pudieran resultar prohibitivos. Naturalmente todo inversionista espera que ocurran buenos resultados. Entonces, una **buena decisión** es integral, lógica, de información explícita, de las alternativas y preferencias del decisor.

Como todo inversionista en tomar inversiones de riesgo, existe una aversión al riesgo, y si damos una mirada a la vida cotidiana muchas personas muestran el mismo comportamiento, entonces, es necesario ceñirnos al significado según el diccionario Océano Uno (1990) el riesgo es la *Contingencia y posibilidad de que suceda un daño, desgracia o contratiempo, cada una de las contingencias que pueden ser objetos de un contratiempo.*

Para Jeffrey H. Moore y Larry R un riesgo implica costo, peligro de perder, implica enfrentarse a lo desconocido<sup>28</sup>, al referirse de que toda decisión puede llegar a una estimación de probabilidades de ocurrencia de cada uno de los diversos estados de la naturaleza.

Deducimos de estos conceptos que **el riesgo** es la posibilidad de perder ante una situación dada. Es la posibilidad de no ganar (*Probabilidad de perder*), *el mismo salinas Ortiz (1992), señala*<sup>29</sup>. Se describe al análisis de riesgo como el riesgo estadístico de demasiada información (datos), dicho tipo de riesgo se encuentra bajo

---

27 GRUPO EDITORIAL OCÉANO, “Océano Uno, Diccionario Enciclopédico Ilustrado” MCMXCI Ediciones Océano Gallach, S.A. Bogotá Colombia 1991

28 G.D EPPEN, F.J GOULD, C.P SCHMIT, JEFFREY H MOORE, LARRY R. WEATHERFORD “Investigación de Operaciones en la Ciencias Administrativas”, México, 2000, Quinta edición. “...Nos referimos a una clase de modelo de decisión para lo cual hay más de un estado de la naturaleza y para lo cual suponemos. Quien toma decisión puede llegar a una estimación de probabilidades de ocurrencia de cada uno de los diversos estados de la naturaleza...”

29 SALINAS ORTIZ, JOSÉ PH D, “Análisis de riesgo” 1992(1) Pág. 1 “...Existe dos enfoques para administrar el riesgo, el primer enfoque tradicional, que enfatiza lo estadístico e ignora la incertidumbre, el segundo es el enfoque de la Disciplina de Análisis de Decisiones que considera en forma explícita la incertidumbre del entorno y la actitud frente al riesgo del proyecto...”

control, por otro lado considera a los proyectos de enfrentar a un tipo de riesgo estratégico de muchas amenazas debido a que no hay información en el futuro, posición coincidente con el punto de vista de Carlos de la Cruz en su documento prospectiva.

***Incertidumbre:*** Se llama incertidumbre a la situación de desconocimiento de los hechos futuros. En su significado más especial de conocimiento sobre los eventos futuros y sus probabilidades, se dice situación bajo certidumbre cuando se pueden conocer los eventos futuros posibles, pero no se sabe nada acerca de la distribución de probabilidad de los eventos; esto cuando no se conocen las probabilidades asociadas a cada evento<sup>30</sup>.

Entendido de esa manera, la incertidumbre implica señales de uso de modelos matemáticos para el análisis de la toma de decisiones entre ellas la más utilizada y indicador coherente es, *El Valor Presente Neto (VPN)*, el cual mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada, después de recuperar la inversión. Como un caso particular del VPN se encuentra el Valor Actual Neto (VAN) que mide, en monedas de hoy, cuanto más rico serán los inversionistas si se realiza el proyecto en vez de colocar su dinero en actividades que le brinden como rentabilidad la tasa de descuento. La regla de decisión es que es rentable un proyecto si su VAN es mayor que cero como defina Simón Andrade (1980)<sup>31</sup>.

***Calidad Decisional:*** Es el enfoque que utiliza la Disciplina del Análisis de Decisiones para estructurar radicalmente el proceso de toma de decisiones en el contexto organizacional. La Calidad Decisional se concentra en tomar decisiones estratégicas pues considera que es fundamental para cualquier organización decidir

---

30 SIMÓN ANDRADE ESPINOSA, "Preparación y Evaluación de Proyectos", Lima- Perú: editorial y librería Lucero primera, Primera edición, 1997 Pág. 440 "...Una incertidumbre se asocia a una situación donde los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y en consecuencia sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre se caracteriza por ser una información incompleta, con exceso de datos, información inexacta y sesgada;..."

31 SIMÓN ANDRADE ESPINOSA (1997) , " Preparación y Evaluación de Proyectos", Lima- Perú: editorial y librería Lucero primera, Primera edición, 1997 Pág. 406 "Se define como la sumatoria del valor actualizado de los beneficios y de los costos del proyecto a una tasa de descuento en el horizonte de planeamiento".

correctamente el camino que seguirá. Asimismo, este enfoque presenta una perspectiva normativa en el sentido de no enfatizar la manera como las organizaciones toman sus decisiones hoy, sino en cómo deben tomar sus decisiones para maximizar la generación de valor en el largo plazo.

**Parámetro:** (Constantes).- Los parámetros son los factores de ponderación entre las variables incluidas en las ecuaciones de un modelo. Tienen un significado económico concreto<sup>32</sup>.

**Tasa de descuento:** Representa una rentabilidad mínima que se debe exigir a una inversión por reiniciar a un uso alternativo, en proyectos de riesgos similares, se calcula retrospectivamente para determinar el valor presente. En la fase determinística de la Metodología del Análisis de Decisiones, se establece la tasa de descuento adecuada para representar la preferencia del decisor con respecto al tiempo, mientras que en la probabilística se evalúa su preferencia con respecto al riesgo.

En cada instante de la vida se toman decisiones para resolver problemas; para el caso de un proyecto de inversión pública el problema es decidir ponerlo en marcha o no, para tal efecto, se selecciona la alternativa de un conjunto de propuestas<sup>33</sup>, de acuerdo con los resultados de la evaluación social (un análisis costo beneficio), y de sus herramientas complementarias como son el análisis de sensibilidad, el análisis de riesgo, y el análisis de sostenibilidad, explicitando los criterios y razones de tal selección.

Existen abundante literatura sobre trabajos de investigación para el mejoramiento de métodos de evaluación en proyectos de inversión<sup>34</sup>, y de sus herramientas complementarias como el análisis de sensibilidad y el análisis de riesgo, siendo de

---

<sup>32</sup> G.D EPPEN, F.J GOULD, C.P SCHMIT, JEFFREY H MOORE, LARRY R. WEATHERFORD "Investigación de Operaciones en la Ciencias Administrativas", Mexico, 2000, Quinta edición, Pág.13. "Parámetros son variables que están bajo control de otra persona o de la madre naturaleza del que la decisión no puede ser controlada".

<sup>33</sup> Para el caso de la selección de la alternativa en un estudio de prefactibilidad se empleaba para la evaluación el Anexo SNIP 06 Contenidos Mínimos -Prefactibilidad de la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública". Perú, 2009.

<sup>34</sup> No obstante, se ve claramente que se desconocen o se emplean mal las herramientas de análisis para la demanda y/o evaluación social, o no se contrastan dichas herramientas de análisis con otras similares justificando el empleo de una u otra, es más, existe una falta de definición de parámetros de oferta y demanda, pues los supuestos con los que se vienen usando pueden conducir a resultados erróneos en la evaluación de los proyectos.

vital importancia desarrollarlos, cuando se toman decisiones de inversión, pues inevitablemente se está en un contexto de riesgo e incertidumbre.

A continuación, se describe la relación entre riesgo e incertidumbre, sus similitudes, o sus diferencias, a partir de las opiniones de ciertos autores, para luego en este contexto explicar cuán importantes son el análisis de sensibilidad, el análisis de riesgo, siendo estas herramientas importantes en la evaluación de los proyectos de inversión sobre todo en el caso de inversión pública (La Dirección General de Política de Inversiones del MEF establece mediante el SNIP que la evaluación de un PIP se realiza con al menos dos alternativas).

Figuroa Adolfo (1993)<sup>35</sup>, cita al profesor Knight, quién en la década de los noventa, hizo una distinción entre riesgo e incertidumbre, según la cual hay un contexto de “riesgo” cuando se conocen las probabilidades, y de “incertidumbre” cuando no se conocen las probabilidades. Asimismo, Sapag Chain, Nassir (2001)<sup>36</sup> de manera similar a Knight, conceptualiza riesgo e incertidumbre como que el primero considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el segundo enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar la probabilidad. Sobre el particular, este autor señala que aún cuando existen distintos modelos para efectuar un análisis de las probabilidades en proyectos que tienen riesgos, estos difícilmente se pueden validar en forma objetiva.

Por otro lado, Fontaine Ernesto (2000)<sup>37</sup> se plantea la interrogante ¿El primer tipo de riesgo no asegurable es incertidumbre? y a partir de ello señala un ejemplo claro de incertidumbre que éste está asociado con la duración de la inversión y con el cambio tecnológico. Al cabo de unos años puede producirse cambios tecnológicos (de mercado o de gusto) que harán obsoleta la inversión.

---

<sup>35</sup> FIGUEROA, ADOLFO, “Crisis Distributiva en el Perú”. Lima-Perú: Fondo Editorial, PUCP; 1993, Primera Edición, Pág. 43.

<sup>36</sup> SAPAG CHAIN, NASSIR, “Evaluación de Proyectos de Inversión en la Empresa”, Pearson Education S.A- Chile; 2001.

<sup>37</sup> FONTAINE, ERNESTO, “Evaluación Social de Proyectos”, Alfaomega- Chile; 2000.

En cambio, Figueroa Adolfo (1993)<sup>38</sup>, señala que la incertidumbre es un contexto en el que opera el individuo con información. Hay riesgo sí, y solo sí, hay incertidumbre. La combinación de tipos de riesgo define un contexto particular de incertidumbre, los cuales se muestran a partir del siguiente cuadro:

CUADRO N° II- 2: TIPOS DE RIESGO

	Soportable	Insoportable
Medible	(1)	(3)
No medible	(2)	(4)

Fuente: Adolfo Figueroa 1993

Según lo señalado por Figueroa (1993), la celda (1) muestra un contexto de incertidumbre donde los riesgos son medibles y soportables. Considérese la compra de un boleto de lotería, donde el individuo conoce las probabilidades porque conoce el mecanismo que genera los eventos (los sorteos) y donde la pérdida involucrada al no obtener el premio es fácilmente soportable por el individuo.

La celda (2) muestra un contexto donde los riesgos no son medibles y soportables. Este sería el caso de decisiones cotidianas que toma el individuo. Por ejemplo el riesgo de seleccionar a un nuevo trabajador poco capaz para una tarea particular será absorbido por el empresario sin mayor dificultad.

La celda (3) muestra un contexto donde los riesgos son medibles e insoportables. Considérese la compra de una casa y el riesgo de incendio. En este caso el individuo tiene la posibilidad de transferir parte del riesgo a otros individuos, a través del mercado de seguros. El cálculo actuarial permite que una empresa pueda establecer las probabilidades y, así, poder hacer el cálculo económico sobre los costos y las ganancias. Es en este contexto donde se desarrollan los mercados de seguros.

Finalmente, la celda (4) muestra un contexto donde los riesgos son no medibles e insoportables. Considérese el riesgo del clima de la actividad agrícola. Debido a la debilidad del cálculo actuarial, pues no se conocen las probabilidades, los mercados de seguros no se podrían desarrollar en este caso. El individuo no podría desplazar

<sup>38</sup> FIGUEROA, ADOLFO, "Crisis Distributiva en el Perú". Lima-Perú: Fondo Editorial, PUCP; 1993, Primera Edición, Pág. 40-43.

parte de su riesgo a otros. Aquí el individuo estaría expuesto a llegar al punto del desastre.

Según Figueroa (1993), esta distinción es necesaria si se quiere comprender el problema de la elección económica del individuo (del empresario, del estado y cualquier otro agente) bajo condiciones de incertidumbre. Y para cada contexto el individuo mostrará una racionalidad económica particular.

En opinión personal, los conceptos de riesgo e incertidumbre no deben ser excluyentes sino por el contrario, éstos son inherentes a cualquier decisión que se tome, ya sea que el mecanismo de generación de eventos pueda ser medible o no o que el decisor, experto o inversionista sea amante, adverso o conservador al riesgo. En tal sentido, este trabajo toma de referencia la relación entre riesgo e incertidumbre, así como la clasificación de riesgo propuesta por Adolfo Figueroa.

Valencia Humberto y Gándara Eduardo(2009)<sup>39</sup> cita a autores como Brennan y Trigeorgis (1999), los cuales clasifican las técnicas para analizar la viabilidad de los proyectos o evaluación de éstos en: (a) modelos mecánicos o estáticos, como el periodo de recuperación (PR), la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN); (b) los modelos en donde los flujos son parcialmente controlables y la toma de decisiones responde a la incertidumbre sobre las condiciones exógenas que los afectan, y (c) los modelos dinámicos o de teoría de juegos, en donde no sólo las condiciones exógenas afectan la decisión, sino también las reacciones de otros agentes económicos.

Con respecto a los modelos mecánicos (tradicionales) para evaluar PIP se dispone del indicador de rentabilidad económica Valor Actual Neto (VAN), en algunos casos de proyectos de infraestructura social, cuando no es posible de cuantificar los beneficios monetarios se opta por el Valor Actual de Costos (VAC), que son los valores actuales de costos del proyecto, descontados a la tasa social de descuento y

---

<sup>39</sup> VALENCIA HERRERA, HUMBERTO; GÁNDARA MARTÍNEZ, EDUARDO ENRIQUE, "Relación entre incertidumbre e inversión en México, Enfoque de opciones reales", Revista de Administración, Finanzas y Economía (Journal of Management, Finance and Economics), vol. 3, núm. 2 (2009), pp. 74-90. Ver página 2.

por lo tanto actualizados al presente. En los proyectos de Readaptación Social<sup>40</sup> se opta por el Costo Efectividad (CE) a partir del VAC o el Valor Anual Equivalente (VAE).

El VAN pretende determinar el valor presente de los flujos de efectivo generados por el proyecto.

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+r)^i} - I \dots\dots\dots (1)$$

Donde  $F_i$  = Flujo neto de fondos en el año  $i$ ,

$$F_i = B_i - C_i$$

$B_i$  = Beneficios del proyecto en el año  $i$ ,

$C_i$  = Costos del proyecto en el año  $i$ ,  $r$  = Tasa de descuento,  $I$  = Inversión inicial

En el análisis de sensibilidad es importante la determinación de las variables críticas que ayudan a determinar la conveniencia o no de ejecutar el proyecto, y si para variaciones de éstas, el proyecto sigue siendo rentable. Por ese motivo, pueden ser consideradas variables como la inversión fija, el valor residual de ésta al momento de liquidación del proyecto, inversión en capital de trabajo, etc.

Una de las formas de realizar el análisis de sensibilidad, es mediante el cálculo de elasticidades del VAN respecto a cada una de las variables riesgosas:  $(\Delta VAN / VAN) / (\Delta X / X)$ , donde  $X$  es cualquiera de las variables riesgosas sujeto de análisis y en este caso hace referencia al período base, VAN es el Valor Actual del período base,  $\Delta X$  y  $\Delta VAN$  son las variaciones aritméticas respectivas de  $X$  y el VAN con respecto a dos períodos referenciales, uno base y el otro obtenido como dato.

---

<sup>40</sup> La aplicación de la metodología de evaluación de proyectos de naturaleza penitenciaria (Readaptación Social), ha empleado el Análisis Costo Efectividad (ACE) aproximadamente desde el año 2002, debido a que en el proceso de cálculo no se contaba con información cuantitativa en términos monetarios; dificultándose la estimación de los beneficios del proyecto, razón por la cual no se hace el Análisis Beneficio Costo (ABC).

Por lo general, el análisis de sensibilidad planteado en la mayoría de los estudios de preinversión de los proyectos de Readaptación social es realizado estableciendo un rango de variación definido arbitrariamente sobre la variable, mediante la cual ésta como la inversión, los costos de operación y mantenimiento o el número de beneficiarios permanece constante en una alternativa y en la otra no.

No obstante, este análisis de sensibilidad es simple y deficiente, es simple porque considera variables muy generales como la inversión cuando detrás de ella esta se puede desagregar en precios o cantidad de insumos de materiales de construcción, cantidad de internos, tecnología de construcción empleada, equipamiento, etc.; y es deficiente porque puede conducir a resultados erróneos al asumir el argumento del porcentaje fijo y no definir un mismo nivel de incertidumbre, al no determinar escenarios probables (optimista, conservador y pesimista), al no medirse el efecto de sensibilización como resultado de la variación simultánea de todas la variables críticas, es incorrecto al asumir que digamos la variable inversión se modifica y altera el indicador de rentabilidad pertinente en una alternativa, permaneciendo constante en la otra alternativa no solo la variable de inversión, la variable “crítica”, sino también el indicador de rentabilidad de dicha alternativa, metodología que explica Beltrán, Arlette y Cueva, Hanny (2008)<sup>41</sup>, y de la cual no se comparte por qué como asumir que la efectividad de una alternativa se mantiene constante y la otra no, como asumir que la variable inversión se mantiene constante en una alternativa y en la otra no, si ocurriera el caso de que ambas alternativas presentan iguales o similares insumos de materiales de construcción de activos fijos, con tecnología de construcción similares, con similar equipamiento. ¿Acaso estas componentes de obra civil no variarían en ambas alternativas y sus indicadores de rentabilidad pertinentes también? , por lo tanto se concluye que dicha metodología empleada conduciría a resultados erróneos en tal situación.

---

<sup>41</sup> BELTRAN ARLETTE; CUEVA HANNY, “Evaluación Social de Proyectos para países en desarrollo”, Lima-Perú: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2008. Pág. 140-142.

Con respecto al análisis de sensibilidad, Sapag Puelma, José (2000)<sup>42</sup> señala que la limitante de las metodologías de sensibilización unidimensional, radica en la carencia de un análisis multivariable del comportamiento de los distintos factores que permiten determinar la rentabilidad de un proyecto, frente a cambios simultáneos en más de una variable. Para un análisis más seguro del comportamiento probabilístico de las variables, existen diversas aplicaciones computacionales que permiten que los distintos factores puedan interactuar simultáneamente mostrando mediante una distribución probabilística el VAN esperado del proyecto. Este resultado permite establecer un rango de valores confiables en el que el VAN podría situarse.

Por su parte Beltran Arlette (2003)<sup>43</sup>, explica que dada la incertidumbre que rodea a muchos proyectos de inversión, se hace indispensable llevar a cabo un análisis de sensibilidad de la rentabilidad del proyecto ante diversos escenarios. Esto supone estimar los cambios que se producirán en el ratio costo efectividad o el valor actual neto ante cambios en las variables inciertas y analizar en qué circunstancias se elige un proyecto alternativo u otro. Las variables inciertas son aquellas sobre la que no es posible disponer de información precisa o proyecciones confiables, debido a probables restricciones en la información o porque no se cuenta con métodos de cálculo más precisos. Algunas de éstas, además son de especial importancia al momento de determinar la rentabilidad del proyecto, ya que cuando experimentan cambios relativamente pequeños con respecto a la estimación inicial que se realiza, la rentabilidad calculada se modifica sustancialmente.

De los dos párrafos anteriores, un primer análisis de sensibilidad simple, en la evaluación de un proyecto de inversión implica variar un parámetro manteniendo constante los restantes, o considerar variaciones combinadas de todos ellos. Desde un punto de vista operativo, el primer método nos puede servir para identificar las variables críticas o más influyentes y una vez determinadas podemos pasar a realizar variaciones combinadas de las mismas.

---

<sup>42</sup> SAPAG PUELMA, JOSÉ, "Evaluación de Proyectos", McGraw Hill/Interamericana de Chile LTDA; 2000

<sup>43</sup> BELTRAN, ARLETTE; CUEVA HANNY, "Evaluación Privada de Proyectos" Universidad del Pacífico, Segunda edición, marzo de 2003.

Luego el análisis de sensibilidad se puede ir desagregando sobre la base de calcular el efecto de un cambio potencial en los componentes de dicha variable. Digamos el precio de venta en función de un margen de ganancias, costo de producir las materias primas 1, 2 y 3 o de adquirirlas.

Cada variable o componente de ésta, puede tomar valores diferentes que al combinarse unos con otros, generan varios flujos de caja y, por consiguiente producen distintos resultados de la inversión. Esto significa que las diferentes maneras de realizar análisis de sensibilidad no resuelven satisfactoriamente el problema derivado del incierto comportamiento de las variables básicas que definen una inversión. Es decir, no se estima la probabilidad que tiene el proyecto de conseguir cierto grado de rentabilidad. A pesar de este inconveniente, presenta la ventaja de dar una medida objetiva de la posible incidencia que en la rentabilidad puede producir una variación de los parámetros más importantes, hasta el punto de determinar el umbral crítico o de seguridad.

Dado el contexto de riesgo e incertidumbre, surge la necesidad de otras técnicas o herramientas como los árboles de decisión, el análisis del riesgo y la simulación, o metodologías como tópicos de Teoría Financiera Avanzada, Opciones Reales, el Análisis de Decisiones o la misma Teoría de Juegos, las cuales pueden ser empleadas para evaluar la ejecución de un proyecto de inversión, comparando sus alternativas y al final seleccionar la mejor o ninguna.

Como lo dice la Guía del Análisis Costo Beneficio (2003)<sup>44</sup>, el análisis de sensibilidad ayuda en la determinación de las variables críticas, el análisis de riesgo se complementa en estudiar la probabilidad de que un proyecto arroje resultados satisfactorios a través de valores esperados. Asimismo, Villarreal Samaniego, Jesús (2008)<sup>45</sup>, da un ejemplo de evaluación de proyectos a través de árboles de decisiones empleando análisis de escenarios. Libros como Riesgos en proyectos de inversión de

---

<sup>44</sup>FONDOS ESTRUCTURALES FEDER (FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL)", FONDO DE COHESIÓN E ISPA(INSTRUMENTO ESTRUCTURAL DE PREADHESIÓN), COORDINADOR DEL EQUIPO, MASSIMO, FLORIO," Guía del Análisis Costes - Beneficios de los Proyectos de Inversión", 2003, elaborado para la Unidad responsable para la evaluación DG Política Regional Comisión Europea. Págs. 42-45

<sup>45</sup> VILLARREAL SAMANIEGO, JESÚS, "Administración Financiera II", 2008.

Herrera Lana, Eduardo, (2007)<sup>46</sup>, útil como manual para el empleo del software Crystal Ball al enfrentar riesgos en los proyectos de inversión, a partir de modelos de simulación y de otras herramientas, y así se puede ir resaltando las particularidades de las investigaciones realizadas.

El presente trabajo de investigación en un contexto de riesgo económico e incertidumbre, tal como lo señala Figueroa (1993)<sup>47</sup>, recoge la metodología del Análisis de Decisiones en búsqueda de mejorar la evaluación integral de los proyectos bajo una secuencia ordenada de ésta, ya que como explica Salinas Ortiz, José (2000)<sup>48</sup>, no sólo considera un análisis de sensibilidad simple o determinístico, sino que amplía la sensibilidad a una fase probabilística con análisis de riesgo e incluso se da la posibilidad de poder llegar a una información perfecta con ayuda de decisores, expertos y genios, seleccionando la alternativa de inversión a tomar bajo un enfoque no solo retrospectivo sino también prospectivo, asegurando una calidad decisional y un compromiso de acción en la implementación o no del proyecto de inversión.

La Planeación estratégica es la elaboración, desarrollo, y puesta en marcha de distintos planes operativos por parte de las empresas u organizaciones, con las intenciones de alcanzar objetivos o metas planteadas. Luego la habilidad que puede tener una empresa para cumplir tales objetivos dependerá del impacto que probablemente ejercerá un problema estratégico como cambio dentro o fuera de la organización. Dicho cambio es consecuencia de la presencia de riesgos, en particular riesgos estratégicos, los cuales se asocian con la forma en que administra la entidad. El manejo del riesgo estratégico se enfoca a asuntos globales relacionados con la misión y el cumplimiento de los objetivos estratégicos, la clara definición de políticas, diseño y conceptualización de la entidad por parte de la alta gerencia<sup>49</sup>.

---

<sup>46</sup> HERRERA, EDUARDO, "Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos", Quito: Cydhem, 2007.

<sup>47</sup> FIGUEROA, ADOLFO, "Crisis Distributiva en el Perú". Lima-Perú: Fondo Editorial, PUCP; 1993, Primera Edición, Págs. 28, 38. Según el autor Incertidumbre es un contexto donde la información que tiene el individuo sobre las consecuencias futuras de una acción tomada hoy es inexistente o incompleta. Asimismo, riesgo económico es el peligro de una pérdida económica que puede sufrir el individuo como consecuencia de tomar decisiones bajo un contexto de incertidumbre. Página 28.

<sup>48</sup> SALINAS ORTIZ, JOSÉ, "Análisis de Decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos - 2da.ed. 2000- Lima-Perú. Se decide emplear esta metodología por seguir ciertos atributos en la evaluación de proyectos como son: Secuencia Ordenada de Análisis, Evaluación integral y Calidad Decisional.

<sup>49</sup> [http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/N\\_admon/obj/img/vinculoscbg/FAONGs.pdf](http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/N_admon/obj/img/vinculoscbg/FAONGs.pdf). Diapositiva N° 10.

Para el caso de análisis de inversiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos se introduce el concepto de decisiones estratégicas los cuales definen estrategias o alternativas (O alternativas estratégicas o estrategias alternativas).

En una pirámide de jerarquía decisional se estructura tres niveles de decisión<sup>50</sup>:

- Decisiones Políticas, aquellas decisiones ya tomadas o establecidas y sobre las cuales el ejecutor no podrá intervenir para modificarlas. Se consideran como parámetros.
- Decisiones Estratégicas, aquellas decisiones relevantes y trascendentales, sobre las que se deberá concentrar el mayor esfuerzo para la formulación de las estrategias alternativas, quienes luego de su implementación podrán generar valor en el largo plazo.
- Decisiones Operativas, las que definirán el accionar diario de la estrategia implementada.

Asimismo, de la Pirámide de Jerarquía Decisional, se podrá construir la Tabla de Generación de Estrategias y ensayar la mejor combinación de estrategias técnicamente viables. Una vez determinadas las estrategias alternativas, el formulador procederá a construir los Diagramas de Influencia o Mapas de Conocimiento que facilitarán la comunicación entre los expertos multidisciplinarios relacionados con el proyecto y el formulador, a fin de convertir las apreciaciones cualitativas y las interrelaciones entre ellas a decir de los expertos, en expresiones cuantitativas que permitan obtener finalmente el valor de la variable de resultado sobre la que se decidirá la implementación del proyecto.

Se puede señalar entonces, que a través de la formulación de proyectos, que consideren estrategias alternativas, se podrá solucionar problemas o identificar

---

<sup>50</sup> Una experiencia de análisis de riesgo en planes de negocio rural, es una publicación producida por encargo del Programa Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria - REDESA, de CARE Perú, Octubre, 2006, © CARE Perú Av. General Santa Cruz 659, Jesús María, Lima – Perú. Pág. 14.

oportunidades para la obtención de beneficios, logrando alcanzar las metas u objetivos por los que fueron diseñados. Sin embargo, la formulación de estrategias alternativas creativas, demanda que los formuladores de los proyectos tengan definido muy claramente qué problema se va a resolver, qué se va a hacer para solucionarlo, cómo se va a hacer y qué significará lograr el éxito al final del esfuerzo. Estas interrogantes permitirán al proyectista evaluar un conjunto de estrategias alternativas ante la oportunidad de una inversión real que podrá generar beneficios, en donde el éxito del esfuerzo desplegado en la formulación, significará haber contribuido con el inversionista a tomar una buena decisión. Pero luego se viene preguntas como ¿Qué significa tomar una buena decisión?, ¿Qué se entiende por conseguir un buen resultado? ¿Una buena decisión conduce necesariamente a un buen resultado?

La diferencia entre la calidad de decisión y calidad de resultado se puede apreciar claramente en el Contexto del Análisis de Decisiones, tal como lo señala José Salinas (2009)<sup>51</sup>. Un buen resultado es aquel apreciado favorablemente por el decisor; es decir, el que le gustaría que ocurriera. Una buena decisión es a la que se llega tras considerar en forma integral, lógica y explícita, la información, opciones y preferencias del decisor.

Es decir, conforme a lo señalado por José Salinas (2009)<sup>52</sup>, un buen resultado es un estado futuro del mundo que se valora favorablemente respecto de otras posibilidades. Una buena decisión es una acción que se emprende y que es lógicamente consistente con las alternativas generadas, la información relevante desarrollada y las preferencias subjetivas. De este modo, se puede separar la acción de las consecuencias y, por tanto, mejorar la calidad de decisión. En un mundo incierto como el actual, hasta las buenas decisiones pueden conducir a malos resultados.

---

<sup>51</sup> SALINAS ORTIZ, JOSÉ, "Análisis de Decisiones Estratégicas en entornos inciertos, cambiantes y complejos - .1ª ed. 1ª reimp. Buenos Aires, Cengage Learning Argentina- 2009. Contratapa del libro.

<sup>52</sup> SALINAS ORTIZ, JOSÉ, op. cit. Pág. 22.

A las personas se los juzga casi siempre por la calidad de sus resultados, más no por la calidad de sus decisiones. Por ejemplo, si se sabe que la probabilidad de ganar una lotería es de 80%, y de no ganarla de 20%, ¿Se jugaría?, la respuesta evidente sería: “SI”. Y esto, sería la mejor decisión frente a la opción mostrada. Sin embargo, ¿Qué pasaría si no gana la lotería? ¿Se tomó una buena decisión?, entonces, ¿Por qué no se ganó? La respuesta es que los resultados de los eventos no están vinculados directamente a las decisiones diarias que se toman.

Es decir, se juzga siempre las acciones de las personas por los resultados que provocan, y no por las buenas decisiones que toman. Si se pone en el caso contrario, y toma una mala decisión, y por una coyuntura externa, el resultado es positivo, ¿Merece que lo premien o reconozcan?

Las evaluaciones que se puede hacer sobre las personas o situaciones que enfrentamos. Puede entonces haber buenas decisiones y malos resultados, así como también malas decisiones con buenos resultados. Lo que hace una buena decisión es maximizar la probabilidad de obtener un buen resultado, pero definitivamente no lo asegura. El entorno es incierto, cambiante, alterado por un sin número de variables en diferentes momentos y lugares.

Otra de la herramientas para evaluar los proyectos de manera cualitativa está centrado en el análisis multicriterio, el cual atiende simultáneamente a distintos objetivos en relación con la intervención objeto de evaluación que en algunos casos, no han podido integrarse en el análisis financiero y económico, como, por ejemplo, la justicia social, la protección del medio ambiente y la igualdad de oportunidades.

Una de las herramientas más importantes y que paulatinamente ha cobrado una real importancia en la evaluación de los proyectos es el análisis de riesgo, cuyo proceso cuantitativo o cualitativo permite evaluar los riesgos. Esto involucra una estimación de incertidumbre del riesgo y su impacto. Frente a estos riesgos, surge la administración de éstos que no es otra cosa que usar el análisis de riesgo para diseñar estrategias que permitan reducir o mitigar los mismos.

El análisis de riesgos<sup>53</sup> consiste en estudiar la probabilidad de que un proyecto arroje resultados satisfactorios (en términos de TIR o de VAN), así como la variabilidad del resultado en relación con la estimación óptima efectuada previamente. El procedimiento recomendado para la evaluación de riesgos se basa:

- En primer lugar, en un análisis de sensibilidad, esto es, del impacto que la teórica modificación de las variables que determinan los costes y beneficios tiene sobre los índices financieros y económicos calculados (TIR o VAN);
- En una segunda fase, en el estudio de las distribuciones de probabilidad de una serie de variables seleccionadas y en el cálculo del valor esperado de los indicadores de resultados del proyecto.

Una vez determinadas las variables críticas, como se dijo anteriormente para llevar a cabo el análisis de riesgos es necesario asociar a cada una de ellas una distribución de probabilidad, definida dentro de un intervalo preciso de valores en torno a la estimación óptima utilizada en la hipótesis de referencia para calcular los índices de evaluación. Una vez establecida la distribución de probabilidad de las variables críticas, puede procederse al cálculo de la distribución de probabilidad de la TIR o del VAN del proyecto.

La curva de probabilidad acumulada permite atribuir al proyecto un grado de riesgo, comprobando, por ejemplo, si la probabilidad acumulada es superior o inferior a un valor de referencia que se considera crítico. Es posible estimar asimismo las probabilidades de que la TIR (o el VAN) sea inferior a un valor determinado, que, también en este caso, se adopta como límite.

---

<sup>53</sup> FONDOS ESTRUCTURALES FEDER (FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL)”, FONDO DE COHESIÓN E ISPA (INSTRUMENTO ESTRUCTURAL DE PREADHESIÓN), COORDINADOR DEL EQUIPO, MASSIMO, FLORIO,” Guía del Análisis Costes - Beneficios de los Proyectos de Inversión”, 2003, elaborado para la Unidad responsable para la evaluación DG Política Regional Comisión Europea. Pág. 42.

Respecto al análisis de escenarios<sup>54</sup>. Este método permite resolver el problema de la unidimensionalidad del análisis de sensibilidad. Esto se logra a través de definir escenarios para las distintas variables riesgosas que afectan la inversión. Cada escenario está determinado por los valores que supuestamente tomarían las variables riesgosas en éstos. Habitualmente se definen 3 escenarios: optimista, medio (también llamado escenario base o neutro) y pesimista, los mismos que deben ser definidos por la propia organización que está evaluando el proyecto o por expertos de ese sector industrial.

Si se toma de referencia todos los párrafos anteriormente descritos, y al establecer un paralelo entre la metodología del análisis de decisiones este método tiene un análisis prospectivo, se mira hacia el futuro, a lo lejos, a largo plazo, se considera la opinión de expertos, mientras que la metodología tradicional de evaluación de proyectos que generalmente es retrospectivo, emplea la estadística inferencial y el análisis de regresiones a partir del presente y de los datos históricos del pasado.

La metodología de análisis de decisiones buscar reducir el riesgo debido a un contexto de incertidumbre, cambiante y complejo, es decir disminuye la probabilidad de pérdida económica en contextos de información limitada y restringida, en cambio la metodología tradicional da poca importancia al riesgo y trabaja con la información más fácil de encontrar sin lugar a despertar la creatividad, sin buscar otras mejores maneras de resolver un problema.

El análisis de decisiones considera explícitamente el análisis probabilístico de la alternativas y de las variables aleatorias que se puedan plantear, por el lado de la metodología tradicional el análisis de probabilidades es poco importante y no se le da el mérito que debería tener en el momento de tomar la decisión de invertir en una alternativa de un proyecto de inversión.

---

<sup>54</sup> EDUARDO CONTRERAS, "Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: Teoría y aplicaciones a proyectos en Chile, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile, noviembre de 2009, Pág. 18.

Por el lado de la calidad decisional, la metodología de análisis de decisiones considera que cada uno de los 6 requerimientos de calidad decisional (Marco apropiado, alternativas creativas y viables, información relevante y confiable, valores y preferencias claras, razonamiento lógicamente correcto, y compromiso para la acción) tienen la misma importancia al momento de elegir la mejor decisión, mientras la calidad decisional no es considerada relevante en la metodología tradicional de evaluación.

La metodología de decisiones identifica todas las variables posibles que impactan sobre los cambios en la rentabilidad del proyecto, en cambio en la metodología tradicional, se toma de manera arbitraria las variables que afectan a la rentabilidad del proyecto (costos de operación y mantenimiento, inversión, número de beneficiarios).

La metodología de decisiones, señala que las variables sustantivas son las consideradas de mayor atención para un mejor tratamiento en el análisis probabilístico y las que no tiene relevancia se parametrizan. En cambio, la metodología tradicional no parametriza las variables elegidas.

La metodología de decisiones se basa en información determinística (cierta) para luego, seguir opinión probabilística de expertos o genios (incierto). Esto determina una característica única del análisis de decisiones, se refiere a la habilidad para determinar el valor económico de eliminar la incertidumbre en las variables aleatorias, antes de tomar la decisión, lamentablemente no se cuenta con alguien en el mundo que permita deshacerse por completo de la incertidumbre, pero lo que se busca es un forma especial de recolección de información. Por el lado de la metodología tradicional se basa en información determinística (cierta) y poca importancia a la opinión probabilística de expertos (incierto).

Finalmente el análisis de decisiones, busca establecer que las preferencias del inversionista se manifiestan a través de una actitud de este como decisor con respecto al tiempo, debido a la impaciencia o espera, manifestándose cambios en la tasa de

descuento, y una actitud con respecto al riesgo debido a la tolerancia del decisor. Mientras que la metodología tradicional se basa en las preferencias con respecto al tiempo.

Toda esta explicación se sintetiza en el siguiente cuadro:

CUADRO N° II- 3: PARALELO ENTRE LA METODOLOGIA DEL ANALISIS DE DECISIONES Y LA METODOLOGIA TRADICIONAL PARA EVALUACION DE PROYECTOS

METODOLOGIA DE ANALISIS DE DECISIONES	METODOLOGIA TRADICIONAL DE EVALUACION DE PROYECTOS
Énfasis Prospectiva	Generalmente retrospectivo
Reducir explícitamente el riesgo en contextos inciertos, cambiantes y complejos	Poca importancia al riesgo y al contexto de incertidumbre
Se da importancia al análisis de probabilidades	Se da poca importancia al análisis de probabilidades
Es de suma importancia la calidad en decisiones	No se emplea los conceptos de la calidad de decisiones.
Se identifican todas las variables posibles que impactan sobre los cambios en la rentabilidad del proyecto.	Se toman de manera arbitraria las variables que afectan a la rentabilidad del proyecto.
Las variables sustantivas son las consideradas de mayor atención para un mejor tratamiento en el análisis probabilístico y las que no tiene relevancia se parametrizan.	No se parametrizan las variables elegidas.
Basada en información determinística (cierta) para luego, seguir opinión probabilística de expertos (incierto).	Se basa en información determinística (cierta) y poca importancia a la opinión probabilística de expertos (incierto).
La preferencia del inversionista está basada en el análisis cuya tasa de descuento es con respecto al tiempo y con respecto al riesgo.	La preferencia del inversionista está basada en el análisis cuya tasa de descuento es con respecto al tiempo.

Elaboración: El investigador

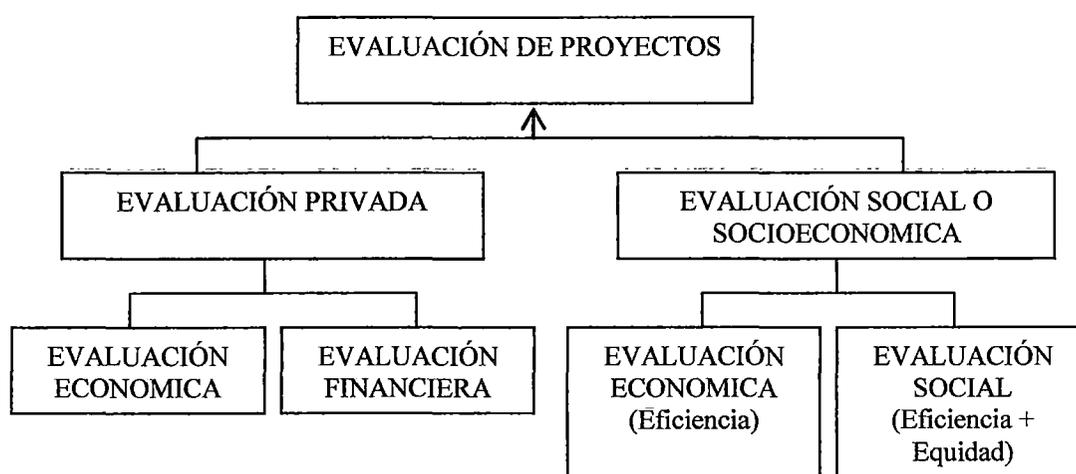
## 2.4 TEORÍA GENERAL

### 2.4.1 TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Cuando una empresa o institución, decide invertir incurre en un desembolso de efectivo con el propósito de generar en el futuro beneficios económicos que ofrezcan un rendimiento atractivo. Para ello se debe *Evaluar el proyecto de inversión*, que consiste en determinar, mediante un análisis de *costo-beneficio*, si genera o no el rendimiento deseado, para tomar la decisión de realizarlo o rechazarlo.

Además, la evaluación de un proyecto de inversión, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable<sup>55</sup>. Al respecto, existen varios tipos de evaluación de proyectos, gráficamente se muestra a continuación:

GRAFICO N° II- 2: TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS



Fuente: Elaboración Propia

#### 2.4.1.1 EVALUACIÓN PRIVADA

Esta evaluación pretende determinar la rentabilidad para un agente económico, por decir, a un empresario le puede interesar saber si le conviene o no ejecutar un determinado proyecto; se hace entonces la evaluación teniendo en cuenta los beneficios y costos que el proyecto implica para él, es decir, los que él percibe, sin considerar si hay otras personas o actividades que a su vez se benefician o se perjudican con el proyecto. Al agente económico que va tomar la decisión de ejecutar o no el proyecto, le interesa saber si al hacerlo su riqueza será mayor o menor que si no lo hace<sup>56</sup>.

La evaluación privada se puede clasificar en:

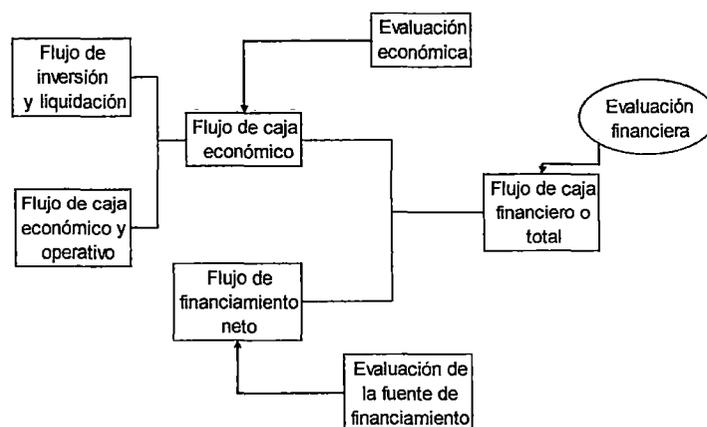
<sup>55</sup> Baca Urbina, Gabriel, "Evaluación de Proyectos" 3ra. Edición 1998.

<sup>56</sup> FERRÁ COLOMA, "Evaluación Socioeconómica de Proyectos" 2da. Edición 2000.

- Evaluación Económica:* Esta evaluación contempla en su análisis, que todas las compras y las ventas son al contado riguroso y que el capital es “propio”; es decir, la evaluación privada económica desestima el problema financiero.
- Evaluación Financiera:* Esta evaluación contempla en su análisis, a todos los flujos financieros del proyecto, distinguiéndose entre capital “propio” y “prestado”. Esta evaluación es pertinente para determinar la llamada “capacidad financiera” del proyecto y la rentabilidad de capital propio invertido en el proyecto.

En consecuencia, para evaluar un proyecto necesitamos conocer al menos dos elementos: un flujo de fondos y una tasa de interés. El flujo de fondos nos muestra los beneficios, inversiones y costos que el proyecto va a generar de aquí hasta su finalización, y la tasa de interés nos permitirá actualizarlos, es decir, estimar cuánto valen hoy esos flujos futuros. Ver gráfico N° II-3.

GRAFICO N° II- 3: ESTRUCTURA DEL FLUJO DE CAJA



Fuente: Beltrán Barco Arlette.

#### 2.4.1.2 EVALUACIÓN SOCIAL O SOCIOECONÓMICA.

Esta evaluación pretende determinar si a un país, una provincia o una región, como conjunto, le conviene o no ejecutar un proyecto. Tiene en cuenta, los beneficios y

costos que perciben todos los habitantes del país (o de provincia o región). El proyecto puede ser llevado a cabo por una empresa privada, pública (Por la administración central del gobierno o por organismos descentralizados); la entidad que lo ejecute percibirá ciertos beneficios y costos. Pero cuando se hace una evaluación social o socioeconómica no basta considerar los costos y beneficios que el proyecto implica para quien lo lleva a cabo, sino que además tiene en cuenta los efectos que el proyecto tendrá sobre otras personas que forman parte de la comunidad desde cuyo punto de vista se evalúa el proyecto.

La evaluación social o socioeconómica trata de determinar si el bienestar del país como un todo aumenta o disminuye como consecuencia del proyecto. Si la situación con proyecto se prevé que el país alcanza un mayor bienestar que en la situación sin proyecto, le convendrá que esté sea ejecutado<sup>57</sup>.

En contexto de la evaluación de proyectos, se discute el análisis de eficiencia y equidad. Por supuesto el desafío presentado por la eficiencia es muy diferente al que se presenta por la equidad<sup>58</sup>.

*Evaluación Económica (Eficiencia):* La evaluación económica, también denominada costo-beneficio, estudia y mide el aporte neto de un proyecto al bienestar nacional, teniendo en cuenta el objetivo de *eficiencia*. Consiste en un examen de la *eficiencia* de los recursos invertidos en la ejecución de políticas o proyectos.

*Evaluación Social (Eficiencia + Equidad):* La evaluación social incorpora tanto un análisis de eficiencia de los impactos de un proyecto o política, como otro que contempla los aspectos de equidad, o sea, los efectos que genera el proyecto o política sobre la distribución de ingresos y riqueza.

En la actualidad, la evaluación socioeconómica o social de proyectos tiende a limitarse a los aspectos de eficiencia económica discriminando la valoración para los grupos beneficiados y perjudicados.

---

<sup>57</sup> FERRÁ COLOMA, Op. cit.

<sup>58</sup> CASTRO-MOKATE, "Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión" 1ra. Edición 1998.

Para el caso de proyectos de inversión pública de Readaptación Social la evaluación social, consiste en:

- Calcular los costos incrementales de inversión y de explotación (operación y mantenimiento) en todo el horizonte del proyecto.
- Convertir los flujos de costos estimados de precios de mercado a precios sociales.
- Actualizar los flujos con una tasa de preferencia con respecto al tiempo de 10% promedio anual.
- Obtener los Indicadores de Costo Efectividad por alternativa considerando el Valor Actual de Costos, Costo Anual Equivalente y la población penitenciaria promedio o representativa del período (Indicador de efectividad o eficacia) en evaluación para cada alternativa y efectuar su comparación.

Los supuestos básicos y premisas que se están asumiendo son:

- Los costos de inversión, así como de operación y mantenimiento corresponden y han tenido como referencia principal a los presupuestos estimados del estudio de preinversión.
- En la “situación con proyecto” cualquier alternativa genera los mismos beneficios.
- El período de evaluación es de 10 años.
- El análisis es incremental, es decir la obtención de los costos con proyecto menos los costos sin proyecto (Costos incrementales).

- Los costos de inversión a precios de mercado a fin de convertirlos a precios sociales son afectados por el factor de corrección correspondiente.

### **Factores de corrección**

La evaluación social requiere definir factores de corrección para ajustar los precios privados a precios sociales. Al respecto hay dos grandes grupos de estos factores:

- Impuestos directos (impuesto a la renta), que no se considerarán como costos adicionales del proyecto, dado que si bien es una salida de dinero para la respectiva institución, es también un beneficio para el Estado, por lo que su efecto social final es nulo.
- Distorsiones en la valoración de mercado de los bienes y servicios, que hacen que sea distinta a la valoración social. Entre dichas distorsiones se encuentran los impuestos indirectos (IGV, ISC y aranceles).

Al aplicar estos factores a los costos de mercado se tiene:

$$\text{Costo Social} = (\text{Factor de Corrección}) * (\text{Costo de Mercado})$$

Los factores de conversión o corrección han sido determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas en la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobada con Resolución Directoral N° 001-2011-EF/63.01- Anexo SNIP 10: Parámetros de Evaluación.

### **FLUJO DE COSTOS**

El flujo de costos sociales totales se determina ajustando el flujo de costos a precios de mercado, para que reflejen sus valores sociales. En función a estos flujos, se estima el valor actual de los costos sociales totales de cada alternativa, considerando

que el valor social del dinero en el tiempo es 10% (costo de oportunidad social del capital).

### **VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS (VACS) Y COSTO EQUIVALENTE ANUAL A PRECIOS SOCIALES (CEAS)**

El Valor Actual de los Costos Sociales Netos es el valor en soles, a precios sociales, de hoy al conjunto de recursos que involucra cada alternativa de inversión a lo largo de su vida útil, considerando el valor del dinero en el tiempo, expresado a través de la tasa de interés o costo de oportunidad del capital (COK). Mientras que el Costo Equivalente Anual es el valor promedio anual, a precios sociales de ese conjunto de recursos que se emplearía año a año durante el horizonte de evaluación.

Para calcular el Costo Equivalente Anual a precios sociales, se utiliza la siguiente ecuación:

$$CEAS = \frac{VACS \times (1 + TSD)^n}{(1 + TSD)^n - 1} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

VACSN = Valor Actual de Costos Sociales Netos.

n = Horizonte de evaluación del proyecto.

TSD = Tasa Social de Descuento.

CEAS = Costo Equivalente Anual a precios sociales.

### **COSTO EFECTIVIDAD**

El COSTO EFECTIVIDAD es un indicador apropiado para la evaluación social de proyectos de inversión pública, cuyo resultado se obtiene de dividir el Costo Equivalente Anual a precios sociales -CEAS del flujo de caja dividido entre el indicador de resultado-IR

Para calcular el Costo Efectividad a precios sociales se utiliza la siguiente ecuación:

$$CES = \frac{CEAS}{IR} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

CES= Costo Efectividad a precios sociales

CEAS= Costo Equivalente Anual a precios sociales

IR= Indicador de resultado, también llamado indicador de efectividad o eficacia.

#### 2.4.1.3 EVALUACIÓN SOCIAL VS EVALUACIÓN PRIVADA

La evaluación social de proyectos persigue medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Esta información, por lo tanto, debe ser tomada en cuenta por los encargados de tomar decisiones para así poder programar las inversiones de una manera que la inversión tenga su mayor impacto en el producto nacional. Sin embargo, debido a que la evaluación social no podrá medir todos los costos y beneficios de los proyectos, la decisión final dependerá también de otras consideraciones económicas, políticas y sociales. Habrá proyectos con altas rentabilidades sociales medidas que a su vez generan otros beneficios que no han sido posibles medir (tales como la belleza, la justicia);

Estos proyectos obviamente deberán realizarse. Habrá otros que tienen rentabilidades sociales medidas negativas y que también generan costos sociales intangibles, los que de ninguna manera querrán emprenderse. Sin embargo, habrá casos de proyectos que teniendo rentabilidades sociales medidas positivas generan costos intangibles, y otros que teniendo rentabilidades medidas negativas inducen beneficios sociales intangibles. Es en estos últimos casos donde la evaluación **social** del proyecto tiene una gran utilidad, puesto que ella arroja la información que es la más pertinente para la toma de decisiones.

La evaluación **social** de proyectos es así mismo útil para el caso de tomar decisiones de proyectos que significan un drenaje al presupuesto nacional, de proyectos que

tienen rentabilidad *privada* negativa y que por lo tanto requieren de subsidios para operar.

Tanto la evaluación *social* como la *privada* usan criterios similares para estudiar la viabilidad en un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables determinantes de los costos y beneficios que se le asocien. A este respecto, la evaluación *privada* trabaja con el criterio de precios de mercado, mientras que la evaluación *social* lo hace con precios sombra o sociales. Estos últimos con el objeto de medir el efecto de implementar un proyecto sobre la comunidad, deben tener en cuenta los efectos indirectos o externalidades que los proyectos generan sobre el bienestar de la comunidad, como por ejemplo, la redistribución de los ingresos o la disminución ambiental.

De igual forma, hay otras variables que la evaluación *privada* incluye y que pueden ser descartadas en la evaluación *social* como el efecto directo de los impuestos, subsidios u otros que, en relación con la comunidad, sólo corresponden a transferencias de recursos entre sus miembros.

Los precios privados de los factores se pueden corregir a precios sociales, ya sea por algún criterio particular a cada proyecto o aplicando los factores de corrección que varios países definen para su evaluación *social*. Sin embargo, siempre se encontrará que los proyectos sociales requieren del evaluador la definición de correcciones de los valores privados a valores sociales; para ello, el estudio del proyecto considera los costos y beneficios directos, indirectos e intangibles y además, las externalidades que producen.

Los beneficios directos se miden por el aumento que el proyecto provocará en el ingreso nacional mediante la cuantificación de la venta monetaria de sus productos, donde el precio *social* considerado corresponde al precio de mercado ajustado por algún factor que refleje las distorsiones en el mercado del producto. De igual forma, los costos directos corresponden a las compras de insumos, donde el precio se

corrige también por un factor que incorpore las distorsiones de los mercados de bienes y servicios demandados.

Los costos y beneficios sociales indirectos corresponden a los cambios que provoca la ejecución del proyecto en la producción y consumo de bienes y servicios relacionados con éste. Por ejemplo, los efectos sobre la producción de los insumos que demande o de los productos sobre los que podría servir de insumo dependen de la distorsión que exista en los mercados de los productos afectados por el proyecto.

Los beneficios y costos sociales intangibles, si bien no se pueden cuantificar monetariamente, deben considerarse cualitativamente en la evaluación, en consideración a los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo la conservación de lugares históricos o los efectos sobre la distribución geográfica de la población.

Son externalidades de un proyecto los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversora, tales como la contaminación ambiental que puede generar el proyecto o aquellos efectos redistributivos del ingreso.

En conclusión, las diferencias entre la evaluación privada y social se resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO N° II- 4 DIFERENCIAS ENTRE EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL

EVALUACION PRIVADA	EVALUACION SOCIAL
Objetivo: rentabilidad privada. Maximizar la rentabilidad del inversionista privado.	Objetivo: rentabilidad social. Maximizar la rentabilidad económica nacional.
La rentabilidad calculada a precios de mercado de los insumos y productos.	La rentabilidad calculada a precios de cuenta, llamada también precios de sombra.
Se hace caso omiso de los efectos externos del proyecto.	Toma explícitamente en cuenta las externalidades del proyecto.
Beneficios y costos actualizados a la tasa de descuento pertinente del inversionista.	Beneficios y costos actualizados a la tasa de descuento social.
La evaluación incluye las transferencias.	La evaluación excluye las transferencias (impuestos y subsidios).

Fuente: Cuadro obtenido de Taller de la DGPI-MEF, realizado del 9 al 13 de noviembre de 2009.

La evaluación social de los proyectos emplea dos metodologías de evaluación basadas en la determinación y posible cuantificación de sus beneficios, las mismas que a continuación se describen:

La metodología costo efectividad se basa en identificar los beneficios del proyecto y expresarlos en unidades no monetarias por medio del uso de indicadores de impacto y/o de resultado. Esta metodología permite comparar y priorizar las alternativas de inversión en términos de costos que implica alcanzar los resultados establecidos.

En tal sentido, la metodología costo efectividad opera empleando por lo general indicadores de resultados a través de los cuales se identifican los objetivos, luego se determina el Valor Actual de los Costos o Costo Anual Equivalente, se estima el ratio costo efectividad dividiendo el VAC ó CAE entre el indicador de efectividad o de eficacia, después se comparan los resultados de las distintas alternativas, seguidamente se realiza la comparación con la línea de corte, y finalmente se

selecciona aquella alternativa que presenta el menor ratio costo efectividad y que es menor o igual a la línea de corte<sup>59</sup>.

En cambio la metodología costo beneficio se basa en el cálculo de la rentabilidad social de un proyecto en un determinado momento, a partir de la comparación de los beneficios sociales atribuidos a éste y de sus respectivos costos sociales totales, valores ambos en términos monetarios. Sobre la base de los resultados anteriores, se compararán las alternativas de los proyectos y se seleccionará la mejor.

#### 2.4.1.4 ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD O ACE

El Análisis de **Costo-Efectividad** (ACE) es la técnica de Evaluación Económica más empleada sobre todo en Salud, Educación, Saneamiento, Readaptación Social, entre otros, y se caracteriza por la medición de los resultados de la intervención en lo que podríamos denominar "unidades naturales".

##### A. Medidas de efectividad del proyecto: Indicadores de impacto y resultado

El primer problema al que nos enfrentamos al aplicar la metodología costo efectividad es la necesidad de establecer medidas de efectividad del proyecto. Estas por lo general, se basan en los indicadores de impacto y resultado que se incluyen en el marco lógico del proyecto. La necesidad de contar con mecanismos que permitan controlar el desempeño de los proyectos puestos en marcha impulsa la creación de diversos indicadores sobre la base de la información inherente a ellos. A partir de tales indicadores se establecen las metas que se incluyen en el marco lógico y que constituyen la primera referencia a cerca del desempeño de un proyecto.

**La efectividad** se refiere al impacto del proyecto, es decir a las modificaciones que este genera en el bienestar de las poblaciones objetivo, midiendo dicho bienestar a

---

<sup>59</sup> Arlette Beltrán Barco y Hanny Cueva Beteta en su libro "Evaluación social de proyectos para países en desarrollo" señala que si se está haciendo el análisis de una sola alternativa de inversión, dicho ratio costo efectividad debiera ser más bien comparado con algún parámetro al cual se llamará línea de corte, que constituye un estándar nacional o internacional atribuible a proyectos similares que hayan mostrado un adecuado impacto para los costos requeridos en su implementación.

través de cualquiera de las dimensiones que el abarca de acuerdo con la naturaleza del proyecto que se evalúa (mejoras en la educación y la salud, mayor disponibilidad de los servicios públicos, generación de ingresos, entre muchos otros). Es por ello que debe medirse a través **de indicadores de impacto**, que son aquellos relacionados con el objetivo central del proyecto.

**La eficacia** en cambio está referida al logro de resultados concretos vinculados con los objetivos de un programa o actividad específica, por lo que da cuenta de la capacidad o acierto en la consecución de los mismos. En este sentido, se utilizará como **indicadores de eficacia aquellos indicadores de resultado** relacionados con la consecución de los componentes.

Son los indicadores de efectividad los que interesan de manera especial en la evaluación de las alternativas de inversión, pero muchas veces la ausencia de información lleva a recurrir tan solo a los indicadores de eficacia o resultado.

La identificación y medición del indicador de efectividad como se ha mencionado, es el punto cardinal del ACE. La elección de la Unidad de Medición dependerá entre otros puntos de los Objetivos de Intervención, y de nuestros recursos para poder medirlo.

#### B. Cálculo del Costo-Efectividad

Una vez definida la medida de Efectividad, se recurre a una comparación entre Costos y Efectividad que puede ser expresada ya sea en Unidades de Efectividad por Costo, ejemplo, Casos Detectados por cada 1000 dólares, o (como es más habitual) se compara el Costo por Unidad de Resultado a partir de un menor Costo por Caso Detectado, o Costo por Año de Vida Ganado, etc. vida por cada 100 exámenes.

La Evaluación Económica requiere de un punto de referencia contra el cual efectuar la comparación. Este punto de comparación puede ser "no hacer nada" es decir, lo que sucedería si no se interviniera. En la práctica esto muchas veces no es posible

por impedimentos éticos o porque hay una intervención que ya se viene efectuando, y por lo tanto habitualmente el punto de referencia es la "práctica actual".

Como muchas veces los datos obtenidos, ya sea de fuente primaria o secundaria, tanto para el costo como para la efectividad, pueden no ser determinantes o tienen un margen de error dependiendo de algunas variables, es recomendable efectuar lo que se denomina "Análisis de Sensibilidad", es decir, calcular diversos resultados de costo-efectividad basados en la variación de parámetros tales como la prevalencia de la enfermedad. La precisión de los instrumentos empleados para el diagnóstico, tasas de inflación prevista, etc.

## 2.4.2 TEORIA Y ANALISIS DE PROBABILIDADES

### 2.4.2.1 TEORÍA DE PROBABILIDADES

La teoría de las probabilidades es la teoría de la incertidumbre, es la teoría de la medida numérica de la posibilidad de que un evento ocurra. La teoría de probabilidades se basa en el álgebra de eventos o álgebra de conjuntos.

Se define como probabilidad al conjunto de reglas que permiten determinar si un fenómeno ha de producirse, fundando la suposición en el cálculo, las estadísticas o la teoría. El objetivo de esta práctica es realizar varios experimentos. En el contexto de las probabilidades, un experimento es un proceso que genera resultados definitivos. En cada repetición del experimento, habrá uno y sólo uno de los posibles resultados experimentales.

Existen tres maneras de determinar la probabilidad de una ocurrencia:

- Probabilidad objetiva.- Esta manera de asignar probabilidades es conveniente para resolver problemas que involucran el uso de objetos físicos. Es llamado el método clásico de asignación de probabilidades y es apropiado cuando todos los

resultados experimentales tienen la misma posibilidad. Si existe  $n$  resultados experimentales, la probabilidad asignada a cada resultado experimental es  $1/n$ . Estas probabilidades no son apropiadas para tratar problemas de decisiones estratégicas.

- Probabilidad experimental.- Es también llamada frecuencia relativa de una ocurrencia. La probabilidad experimental supone que una misma situación puede repetirse varias veces, y sobre todo, se asume que tal situación no cambiará en el futuro. Probabilidades de este tipo no son frecuentes en la toma de decisiones estratégicas, y por lo tanto, no se pueden calcular probabilidades mediante una serie de repeticiones de un experimento. La probabilidad experimental determina valores de probabilidad basada en la observación y recopilación de datos.
- Probabilidad subjetiva.- Es la medida asignada a la valoración subjetiva hecha por un individuo, acerca la probable ocurrencia de un evento. Se basa en la información de la que dispone esta persona en un momento dado; es decir en su estado de información.

Al depender de la probabilidad del estado de información (grado de certeza o evidencia del que se dispone), esta puede cambiar con el acceso a nueva información y puede variar entre diferentes individuos. A esta manera de asignar probabilidades se le conoce como el punto de vista bayesiano y es esencial en la práctica del Análisis de Decisiones.

Para enfatizar el hecho de que la medida de probabilidad varía con el estado de información, se usa la siguiente notación inferencial:

$p(A/e)$  = Probabilidad asignada a que el evento  $A$  haya ocurrido u ocurra, dado el estado actual de información,  $e$ .

La notación equivalente es:

$$p(A/e) = p(A)$$

Un experimento es determinístico, si los resultados del experimento están completamente determinados y pueden describirse por una fórmula matemática llamado también modelo determinístico.

Un experimento es no determinístico, si los resultados del experimento no pueden predecirse con exactitud antes de realizarse el experimento.

Un experimento es aleatorio si cada experimento puede repetirse indefinidamente sin cambiar esencialmente las condiciones, cada experimento es no determinístico, y cada experimento tiene varios resultados posibles que pueden describirse de antemano con precisión.

Luego se define espacio muestral asociado a un experimento aleatorio, al conjunto de todos los resultados posibles de dicho experimento. En la teoría de conjuntos el espacio muestral es el conjunto Universo “U”. Asimismo, el evento imposible o que no ocurre es el conjunto vacío “ $\emptyset$ ”.

Se llama suceso o evento a cualquier subconjunto del espacio muestral y se denota por letras mayúsculas A, B, C, D, etc.

Un evento es una situación a cerca de la cual es posible afirmar que sucedió o no sucedió, a partir de la información que se disponga. La no ocurrencia del evento A se define como el complemento del evento A y representado como A’.

## OPERACIONES CON EVENTOS

Sub eventos, dados dos eventos, se dice que A esta contenido en B o que A es sub evento de B y denotado por  $A \subset B$ , si todo suceso favorable a A es favorable a B. Es decir, si ocurre el evento A, entonces ocurre el evento B.

Igualdad de eventos se dice que dos eventos A y B son iguales, y se denota por “A = B”, si  $A \subset B$  y  $B \subset A$ .

Unión de eventos, dado los eventos A y B, se llama unión de A con B y se designa por  $A \cup B$  al evento formado por los sucesos que pertenecen a A ó a B ó a ambos.

La expresión  $AB$  representa el producto lógico de los eventos A y B, y se define como la ocurrencia de A y B simultáneamente. Esta expresión también puede representarse como " $A \cap B$ ".

Diferencia, dados los eventos A y B, se llama diferencia de A con B y se denota  $A - B$  al evento formado por los sucesos favorables de A que no son favorables a B.

Los Diagramas de Venn son construcciones abstractas, útiles para representar un problema real, los mismos que definen áreas que indican la ocurrencia o no de eventos específicos.

La probabilidad marginal es la probabilidad incondicional de que se presente un evento; probabilidad de que se presente un solo evento. También llamada probabilidad simple, o probabilidad de un evento cualquiera.

Eventos mutuamente excluyentes, éste surge cuando la ocurrencia de un evento excluye la existencia de otro u otros. Dos eventos, A y B, son mutuamente excluyentes si ambos no pueden ocurrir simultáneamente, es decir:

$$AB = \emptyset$$

Eventos colectivamente exhaustivos, se define como el conjunto de eventos que poseen la propiedad de que al menos uno debe ocurrir. Un conjunto de eventos  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  son colectivamente exhaustivos si se cumple:

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = U$$

Finalmente, se pueden combinar los conceptos antes mencionados y definir eventos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos. Los eventos  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  son mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos si cumplen las dos condiciones siguientes:

$$A_i A_j = \emptyset, \text{ para } i \neq j$$

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = U$$

Un árbol de eventos es útil cuando los eventos suceden en forma secuencial y no simultáneamente, pero puede ser usado para cualquier tipo de éstos. Además es una herramienta apropiada cuando el número de eventos es mayor que tres y ya no se puede usar el diagrama de Venn para representar todas sus posibles relaciones.

La teoría de probabilidades se basa en el álgebra de eventos y en sólo tres axiomas adicionales:

$$p(A/e) \geq 0$$

$$p(U/e) = 1$$

Si A y B son mutuamente excluyentes, entonces

$$p((A+B)/e) = p(A/e) + p(B/e)$$

### Reglas de la Adición

La Regla de la Adición expresa que la probabilidad de ocurrencia de al menos dos sucesos A y B es igual a:

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) \text{ si } A \text{ y } B \text{ son mutuamente excluyentes.}$$

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) - p(A \cap B) \text{ si } A \text{ y } B \text{ son no excluyentes.}$$

Siendo:  $P(A)$  = probabilidad de ocurrencia del evento A

$P(B)$  = probabilidad de ocurrencia del evento B

$P(A \text{ y } B)$  = probabilidad de ocurrencia simultanea de los eventos A y B

### Reglas de Multiplicación

Se relacionan con la determinación de la ocurrencia de conjunto de dos o más eventos. Es decir la intersección entre los conjuntos de los posibles valores de A y los valores de B, esto quiere decir que la probabilidad de que ocurran conjuntamente los eventos A y B es:

$p(AyB) = p(AB) = p(A)p(B)$  si  $p(AyB) = p(AB) = p(A)p(B)$  y A y B son independientes

$P(A \text{ y } B) = P(A \cap B) = P(A)P(B|A)$  si A y B son dependientes

$P(A \text{ y } B) = P(A \cap B) = P(B)P(A|B)$  si A y B son dependientes

## Independencia y probabilidad condicional

### Eventos Independientes

Dos o más eventos son independientes cuando la ocurrencia o no-ocurrencia de un evento no tiene efecto sobre la probabilidad de ocurrencia del otro evento (o eventos).

### Eventos dependientes

Dos o más eventos serán dependientes cuando la ocurrencia o no-ocurrencia de uno de ellos afecta la probabilidad de ocurrencia del otro (o otros). Cuando tenemos este caso, empleamos entonces, el concepto de probabilidad condicional para denominar la probabilidad del evento relacionado. La expresión  $P(A|B)$  indica la probabilidad de ocurrencia del evento A sí el evento B ya ocurrió.

Se debe tener claro que  $A|B$  no es una fracción.

$P(A|B) = P(A \text{ y } B)/P(B)$  o  $P(B|A) = P(A \text{ y } B)/P(A)$

Luego, utilizando la notación de probabilidades subjetivas, se define que dos eventos son independientes si la probabilidad conjunta de que ambos ocurran

simultáneamente es igual al producto de las probabilidades de que ocurran separadamente:

$$p(AB/e) = p(A/e)p(B/e)$$

Si A y B son dos eventos, y  $p(A/e) \neq 0$ , entonces “la probabilidad condicional de B dado A”,  $p(B/A, e)$ , se define como el cociente de la probabilidad que ambos ocurran simultáneamente entre la probabilidad que el evento condicionador ocurra:

$$p(B/A, e) = \frac{p(AB/e)}{p(A/e)}$$

Expansión en cadena e identidades de expansión

De la definición de probabilidad condicional, se deriva el concepto de expansión en cadena,

$$p(AB/e) = p(A/e)p(B/A, e)$$

Es decir que la probabilidad conjunta de A y B es igual a la probabilidad de A por la probabilidad condicional de B, dado A. Cuando existen más de dos eventos, es conveniente utilizar esta propiedad en el árbol de probabilidades.

Teorema de Bayes

El Teorema de Bayes establece la relación más importante en la teoría de probabilidades y es de relevancia central en el Análisis de Decisiones, porque es la base para la revisión de asignación de probabilidades cuando se dispone de información adicional.

Este Teorema resuelve el siguiente problema, considerando dos conjuntos de eventos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos,  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) y  $B_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) se asume que se conocen las probabilidades marginales de los eventos  $A_i$  y las probabilidades condicionales  $p(B_j/A_i, e)$  para  $j = 1, 2, \dots, n$ . ¿Cuál es la probabilidad de que  $A_i$  ocurra, si sabe que  $B_j$  ha tenido lugar,  $p(A_i/B_j, e)$ ? Se usan estos cálculos cuando se invierte el orden de los nodos en un árbol de probabilidades.

Por definición:

$$p\left(\frac{A_i}{B_j, e}\right) = \frac{p\left(\frac{A_i B_j}{e}\right)}{p\left(\frac{B_j}{e}\right)}$$

Usando el concepto de expansión en cadena para escribir la probabilidad conjunta del numerador en términos de probabilidades conocidas, se tiene:

$$p\left(\frac{A_i}{B_j, e}\right) = \frac{p\left(\frac{A_i}{e}\right)p\left(\frac{B_j}{A_i, e}\right)}{p\left(\frac{B_j}{e}\right)}$$

Esta ecuación expresa la respuesta en términos de las probabilidades conocidas  $p(A_i/e)$  y  $p(B_j/A_i, e)$ , y el valor de  $p(B_j/e)$  puede ser calculado a partir de ellas, usando el concepto de expansión en cadena:

$$p\left(\frac{B_j}{e}\right) = \sum_k p\left(\frac{B_j}{A_k, e}\right)p\left(\frac{A_k}{e}\right)$$

Cuando se sustituye este resultado, se obtiene la forma más común del Teorema de Bayes:

$$p(A_i/B_j, e) = \frac{p(A_i/e)p(B_j/A_i, e)}{\sum_k p(A_k/e)p(B_j/A_k, e)}$$

La probabilidad condicional de  $A_i$ , dado  $B_j$  ha sido expresada en términos de las probabilidades marginales conocidas de los eventos  $A_i$ , y de las probabilidades condicionales de  $B_j$ , dado  $A_i$ . Puesto que  $p(A_i/e)p(B_j/A_i, e) = p(A_i B_j/e)$ , se puede escribir esta última ecuación en una forma simple:

$$p(A_i/B_j, e) = \frac{p(A_i B_j/e)}{\sum_k p(A_k B_j/e)}$$

#### 2.4.2.2 ANÁLISIS DE PROBABILIDADES

##### Análisis Probabilístico<sup>60</sup>

Si se tiene una variable aleatoria (v.a.) continua llamada  $X$ , con función densidad  $f(X)$ , entonces su valor esperado o esperanza es:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} Xf(X)dx$$

Con  $X$  variando en todo su espacio muestral.

Si  $X$  es discreta entonces:

$$E(X) = \sum_{i=1}^m X_i P(X_i)$$

Es importante recordar que el valor esperado es un operador lineal, es decir:

---

<sup>60</sup> Eduardo Contreras, "Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: Teoría y aplicaciones a proyectos en Chile, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile, noviembre de 2009, págs. 19-30.

$$E(aX \pm bY) = aE(X) \pm bE(Y)$$

Por otro lado, la varianza de X es:  $V(X) = E\left[\left(X - E(X)\right)^2\right]$

$$E(X) = E\left[X^2 - 2 * X * E(X) + (E(X))^2\right]$$

$$E(X^2) - E^2(X)$$

La varianza no es un operador lineal, en efecto:

$$V(aX + bY) = a^2V(X) + b^2V(Y) \pm 2 \times a \times b \times COV(X, Y)$$

$$COV(X, Y) = E\left[(X - E(X))(Y - E(Y))\right]$$

Donde:  $COV(X, Y) =$

La covarianza será no nula entre las variables aleatorias cuando ellas tienen algún grado de correlación entre ellas. Se define el coeficiente de correlación entre X e Y como:

$\rho_{x,y} = \frac{COV(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y}$   $\sigma_y = \sqrt{V(Y)}$   $\sigma_x = \sqrt{V(X)}$ , donde  $\sigma_x$  y  $\sigma_y$  son las desviaciones estándar o típicas de las variables X e Y.

### VPN esperado

Se parte del supuesto de que se tiene una variable aleatoria X que está presente en todos los flujos, luego se tienen flujos de caja aleatorio con un horizonte de n períodos  $F_0(X), F_1(X), F_2(X), \dots, F_n(X)$ . A partir de estos se puede obtener un Valor Presente (VPN) aleatorio  $VPN(X)$ . Luego el VPN esperado será la esperanza de ese VPN aleatorio:

$$VPN(X) = F_0(X) + \sum_{t=1}^n \frac{F_t(X)}{(1+r)^t}$$

$$E(VPN(X)) = E(F_0(X)) + \sum_{t=1}^n \frac{E(F_t(X))}{(1+r)^t}$$

Tomando en cuenta el criterio de la rentabilidad de un proyecto, el inversionista debería elegir el proyecto que tenga un mayor VPN esperado a diferencia de otros proyectos.

El VPN es una variable aleatoria porque es consecuencia de una suma (ponderada) de  $(n+1)$  flujos de caja que también son variables aleatorias. Con las funciones de distribución de los flujos de caja se puede obtener el comportamiento probabilístico del VPN. La forma funcional de la distribución de probabilidad del VPN dependerá del número de flujos, de la distribución de cada uno y de la independencia que exista entre ellos.

Asimismo, por el Teorema Central del Límite, no importando las distribuciones de los flujos de cada período, la distribución del VPN tenderá a ajustarse a una distribución normal, para proyectos con largos horizontes de evaluación (muchas variables aleatorias  $F_t$ ).

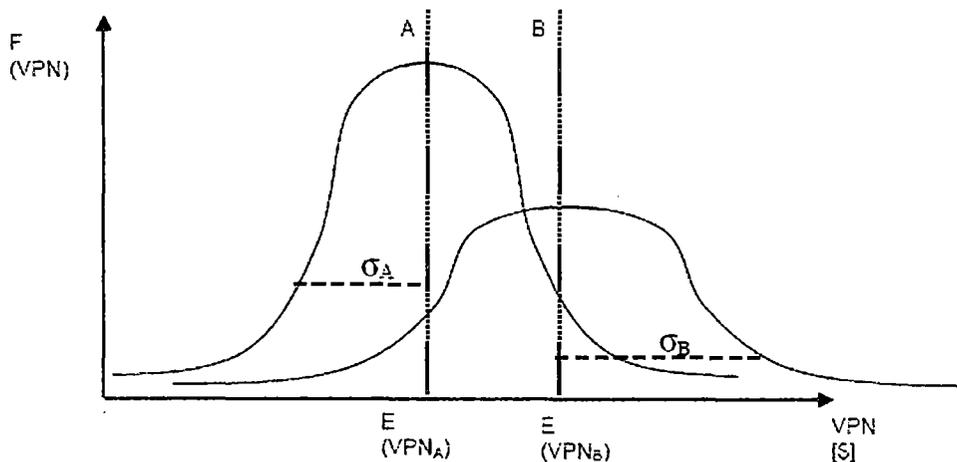
Se precisa que el valor esperado del VPN es el valor al que tenderá determinada variable aleatoria cuando se repite varias veces un mismo experimento. Sin embargo, el proyecto en cuestión no se repetirá numerosas veces y el nivel de riesgo o grado de variabilidad de la rentabilidad es importante para que el inversionista tome una decisión. Por ello, es necesario desarrollar algún otro indicador que permita involucrar dicho nivel de riesgo.

El riesgo de un proyecto está asociado con la variabilidad de los beneficios netos estimados en cada período; es decir, el nivel de dispersión del beneficio promedio. A partir de la variabilidad de los flujos se podrá determinar la variabilidad del VPN, y calcular una medida para el nivel de riesgo involucrado. Los indicadores empleados para medir el grado de variabilidad del rendimiento del proyecto; es decir, su riesgo son la varianza  $\sigma^2(VPN)$  y la desviación estándar  $\sigma(VPN)$  del Valor Presente Neto.

A continuación se plantea otro problema en el siguiente gráfico.

¿Cuál es un mejor proyecto, A ó B?

GRAFICO N° II- 4: DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES DEL VPN DE DOS INVERSIONES



$\sigma_A < \sigma_B$ , El proyecto B es más riesgoso

$E(VPN_A) < E(VPN_B)$ , El proyecto B aporta mayor riqueza esperada

Fuente: Gráfico obtenido del manual "Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile, Eduardo Contreras Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES).

La respuesta a esta pregunta lleva al tema de aversión al riesgo.

### Aversión al riesgo

La decisión de que proyecto realizar no sólo depende de la mejor rentabilidad esperada que se obtenga al elegir un proyecto, sino también depende del "comportamiento" del inversionista frente al riesgo. Estos comportamientos pueden ser clasificados en tres categorías:

- Neutro al riesgo
- Amante de riesgo
- Adverso al riesgo

¿Cómo conocer el comportamiento de un inversionista frente al riesgo? Se puede analizar este tema mediante un ejemplo: Si se ofrecen dos alternativas:

Un ingreso  $I_1$  con probabilidad  $p$  y un ingreso  $I_2$  con probabilidad  $1-p$ .

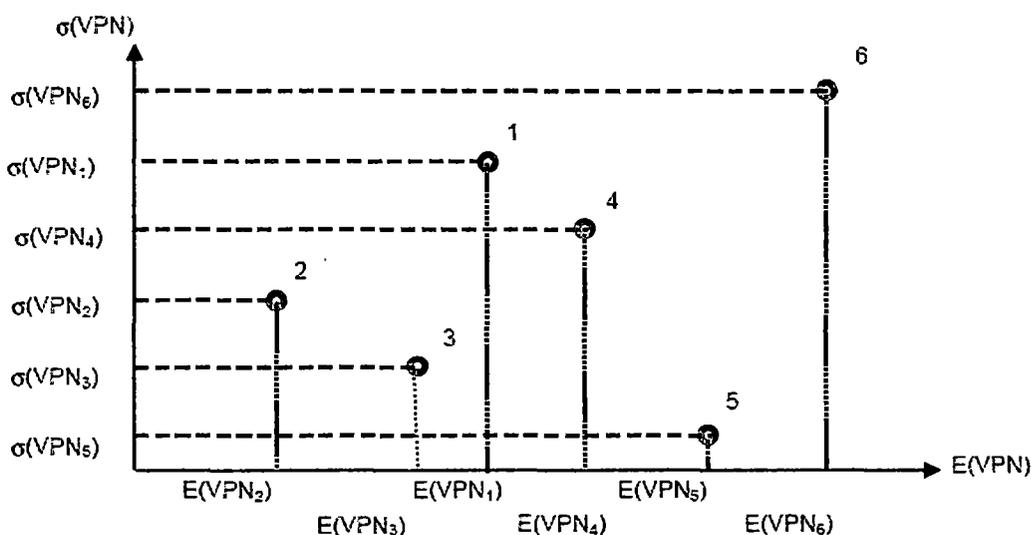
Un ingreso  $I_0$  con probabilidad 1. Con  $I_0 = I_1 p + I_2 (1-p)$ .

La elección entre las alternativas determina el comportamiento frente al riesgo:

- El neutro al riesgo está indiferente entre ambas alternativas.
- El amante del riesgo prefiere la primera alternativa
- El adverso al riesgo prefiere la segunda alternativa.

Considérese que tenemos más de dos proyectos, y que para cada uno de ellos se ha calculado individualmente en un plano su valor esperado  $E(VPN)$  y su desviación estándar  $\sigma(VPN)$ .

GRAFICO N° II- 5: PLANO DE RIESGO RENTABILIDAD PARA UN GRUPO DE PROYECTOS



Fuente: Diez y Avilés (1998)

Es importante precisar que el valor presente neto esperado considera la rentabilidad promedio y deja de lado el riesgo, por otro lado, la desviación estándar es sólo una medida absoluta del riesgo que no considera los niveles de rentabilidad, por lo que no

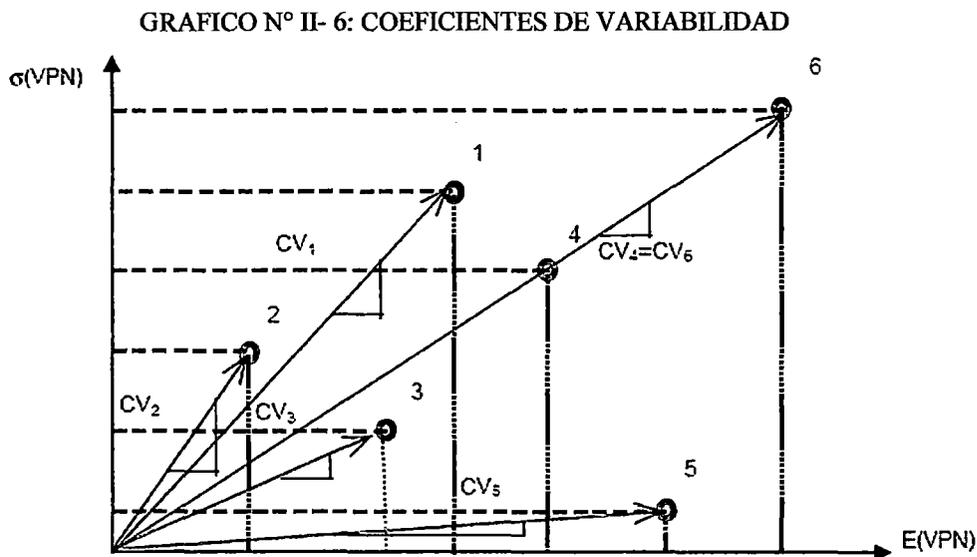
es conveniente tomar una decisión definitiva sobre la base de este indicador únicamente.

En tal sentido, cuando se tienen proyectos con distintos niveles esperados de rentabilidad y riesgo, la elección del mejor proyecto dependerá del grado de aversión al riesgo del inversionista; es decir, de su curva de utilidad o de indiferencia entre riesgo y rentabilidad. Sin embargo, en la mayoría de las veces dicha curva de indiferencia no se conoce. En estos casos se podrá utilizar el coeficiente de variabilidad para la toma de decisiones.

Una primera aproximación al problema de qué proyectos elegir es usar como indicador para la decisión al Coeficiente de Variación (CV), el que se define como:

$$CV_i = \frac{\sigma(VPN_i)}{E(VPN_i)}$$

El coeficiente de variación es una medida relativa de riesgo, que mide el grado de dispersión por unidad de rendimiento esperado. Indica cuantas unidades de riesgo (\$ del VPN) se están tomando por cada unidad obtenida de VPN esperado. Luego, para este indicador, el criterio de decisión bajo este indicador es elegir los proyectos con menor CV. Lo anterior es válido para el comportamiento de un inversionista adverso al riesgo.



Fuente: Diez y Avilés (1998)

En el Gráfico N° II-6, el  $CV_i$  está determinado por la pendiente de la recta que une al proyecto  $i$  con el origen:

En el ejemplo, bajo el criterio de minimizar el CV, el orden de conveniencia de los proyectos debería ser: 5, 3, 4 ó 6 (indiferencia), 1 y 2.

Lo que implícitamente se ha hecho, es suponer que los vectores que salen del origen son curvas de iso-utilidad, tal que proyectos sobre la misma curva le son indiferentes al inversionista. En tanto que proyectos en curvas más horizontales, es decir, con menos pendiente, son más convenientes para individuos adversos al riesgo, ya que aportan más rentabilidad con niveles de riesgo menores.

### Simulación

Surge como respuesta a las limitaciones del modelo probabilístico, este último requiere conocimientos y manejo acabado de conceptos de probabilidades.

Es de difícil formulación matemática debido a la necesidad de:

- Modelación de las relaciones entre flujos

#### -Modelación de la relaciones entre variables

Por lo tanto en algunos casos se llega a la imposibilidad de llegar a una solución analítica. La solución práctica ha sido la Simulación Computacional. Esta técnica surgió a partir del desarrollo de la computación e informática que les permite hacer una gran cantidad de cálculos en poco tiempo. La idea tras la simulación es "recrear" numérica y reiteradamente la experiencia aleatoria que interesa analizar, por medio de un modelo que describa el comportamiento del sistema (no es optimizante) y mida las variables de desempeño del sistema bajo distintos parámetros dados.

La simulación permite la evaluación de un gran número de escenarios generados aleatoriamente, de acuerdo a las distribuciones de probabilidades de las variables riesgosas y de las relaciones de interdependencia entre ellas.

Como resultado de la simulación se obtiene un Histograma, que representa en forma aproximada la Distribución de Probabilidades de la variable aleatoria como por ejemplo el VAN.

Las distribuciones de probabilidad más usadas son las uniforme, triangular, normal, binomial y ad hoc.

Cuando se evalúan los proyectos, se realiza la modelación mediante el uso de algún software de apoyo como el @Risk o Criystallball, que permiten ajustes de curvas a datos históricos, seleccionando las distribuciones que mejor se ajustan con test estadísticos que miden bondad de ajuste, como el Chi cuadrado, el de Kolmogorov – Smirnov y otros.

## 2.5 TEORÍAS ESPECÍFICAS.

### 2.5.1 GRUPO DEL ENFOQUE ESTRATÉGICO DE DECISIONES<sup>61</sup>

Este enfoque nos permitirá tomar decisiones de inversión de recursos en forma efectiva y cumplir con el objetivo de maximizar la creación de valor en entornos inciertos. Nos brinda una metodología para evaluar los proyectos propuestos, así como un proceso para asegurar decisiones de calidad y el compromiso organizacional para su implementación.

Este enfoque de Calidad Decisional presenta seis requerimientos que conforman la calidad de una decisión. Estos son:

**a. Marco Apropriado.-** Encontrar el marco apropiado significa en primer lugar que estamos seguros de estar trabajando en el problema correcto.

**b. Alternativas creativas y viables.-** Definir alternativas es esencial porque sin alternativas no hay decisión que tomar – una decisión es fundamentalmente escoger entre alternativas.

**c. Información Relevante y Confiable.-** Obtener información relevante es obviamente crucial, pero frecuentemente conseguimos la información que sabemos cómo obtener y no la información realmente necesaria para tomar una decisión de calidad.

**d. Valores y Preferencias Claras.-** Lograr ser claros acerca de nuestros objetivos (que queremos realmente) es necesario, o nos encontraremos tomando una decisión para alcanzar lo que pensábamos que queríamos, en vez de lo que nos hubiera gustado si hubiéramos sido más claros acerca de nuestros valores.

---

<sup>61</sup> Ha sido diseñado para asegurar decisiones de calidad tanto en su contenido como en su organización.

**e. Razonamiento Lógicamente Correcto.-** El razonamiento correcto es requerido para no caer en el peligro de combinar alternativas, información y valores de calidad en forma tal que los cálculos se realicen incorrectamente y se encuentre una respuesta incorrecta.

**f. Compromiso Para la Acción.-** Sin un compromiso sincero para la acción, que se basa en la decisión, el proceso para alcanzar la decisión habrá sido una pérdida de tiempo.

### 2.5.2 JERARQUÍA DECISIONAL

La jerarquía decisional muestra decisiones imprescindibles para tomar decisiones de calidad, el primero está referido a decisiones políticas, decisiones que ya están tomadas por el decisor, el segundo grupo son las decisiones estratégicas estas decisiones están referidas a establecer la dirección del proyecto o escoger la dirección de una organización y finalmente tenemos las decisiones operativas en estas decisiones asumimos que la decisión ha sido decidida y que estamos aproximadamente en ella.

### 2.5.3 TABLA DE ESTRATEGIAS

A partir de las decisiones estratégicas identificadas en la jerarquía decisional y que se colocan en el encabezado o etiqueta de cada columna de la tabla denominada generación de estrategias, se van definiendo todas las posibles opciones en cada área de decisión estratégica.

La tabla de generación de estrategias o alternativas es un mapa del área decisional. Su función es asegurar que los decisores, expertos y el equipo de trabajo estén de acuerdo con este mapa de estrategias, cuyo producto final es determinar preliminarmente las alternativas de inversión para el proyecto o para la situación de decisión a afrontar.

Para elaborar los resultados finales de dicha tabla, es decir las estrategias o alternativas, se necesita de un esfuerzo creativo y divergente en la generación de un espacio amplio y razonable de opciones para cada decisión estratégica. Asimismo dichas opciones deben ser claras, colectivamente exhaustivas dentro de los límites del problema y mutuamente excluyente en el sentido de no más de una puede ser escogida de cada columna al momento de determinar cada estrategia.

#### 2.5.4 DIAGRAMAS DE INFLUENCIAS

Tiene tres usos principales. Primero, los diagramas son principalmente herramientas de comunicación usadas para estructurar los problemas de decisiones, segundo los diagramas de influencias brindan un marco para captar información, tercero, los diagramas de influencia pueden ayudar a desarrollar un modelo computacional para alcanzar el problema de decisiones. Las relaciones entre decisiones, incertidumbres y valores son mostrados con símbolos. Las claves de diagrama de influencia se aprecian en el grafico siguiente.

GRAFICO N° II- 7: VARIABLES Y SUS INFLUENCIAS

CLAVES	
	Nodo de azar Determinado
	Nodo de incertidumbre
	Nodo de Decisión
	Nodo de medida de valor
	Influencia, Relevancia

Fuente: Salinas O. José.

### 2.5.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad determinístico resulta muy útil para identificar cuáles son las variables sustantivas en la creación de valor y generación de riesgo en un problema de decisión. Este análisis consiste en medir la sensibilidad de los resultados (valor) con respecto a los cambios en las variables del problema. Si los cambios en una variable tienen un gran efecto en la creación de valor, su incertidumbre merece una atención especial y deberá ser modelada como una variable aleatoria en el análisis probabilístico del problema.

Para seleccionar se toma en cuenta la regla correcta, para escoger los rangos se basa en capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo. Este es el enfoque de la Disciplina de Análisis de decisiones, en donde usualmente escogemos un rango que representa el 80% de nuestra incertidumbre total para cada variable. Este enfoque es referido como el método 10 - 50 - 90, porque usamos los puntos en la distribución de probabilidad acumulada asociada al décimo, cincuentavo y noventavo percentil de dicha distribución.

### 2.5.6 TEORÍA DE DECISIÓN

El propósito de la teoría de decisiones es incrementar la probabilidad de obtener buenos resultados en un mundo de incertidumbre. Una decisión es una asignación de recursos, en el sentido que para cambiar la decisión será necesario invertir recursos adicionales que pudieran resultar prohibitivos, las bases fundamentales de toda decisión es ingenio, percepción y filosofía, además tenemos tres elementos básicos que interactúan en todo proceso de toma de decisiones y son: alternativa, información y las perspectivas para la elección de la alternativa óptima se tomara usando el criterio del valor esperado dado que es una decisión neutral al riesgo.

### 2.5.7 PERFIL DE RENTABILIDAD Y RIESGO

Un perfil de rentabilidad y riesgo es un gráfico que muestra el rango de posibles valores para la variable medida de valor de cada estrategia en un problema de decisiones comparando riesgos, rentabilidades e incertidumbre. Usualmente, este perfil se representa como una distribución de probabilidades acumulada.

Uno de los resultados principales de la fase probabilística de la metodología del análisis de decisiones es el perfil de rentabilidad y riesgo para cada estrategia en evaluación. Dado que el resultado final de cada estrategia depende de variables inciertas y habiendo asignado probabilidades a dichas variables, con el modelo probabilístico se está en condiciones de circular la distribución de probabilidades del resultado final, para cualquiera de las estrategias disponibles. Sobre el particular, la *Lotería de rentabilidad* describe la incertidumbre en el resultado final de la decisión como producto de la asignación de probabilidades a las variables aleatorias de cada estrategia dada.

### 2.5.8 VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA

Se puede pensar en la información perfecta como aquella proporcionada por un experto confiable e infalible, quien puede ver el futuro e informar con toda certeza los valores que toman las variables involucradas en la decisión. Puesto que la información perfecta es virtualmente imposible de conseguir ¿por qué calcular su valor? Hay dos razones para hacerlo antes de calcular el valor de cualquier información adicional que se sabe será imperfecta. Primero, el valor de la información perfecta representa el límite superior de cualquier información imperfecta, segundo, para saber en que instancias será correspondiente planificar acciones de recolección de información.

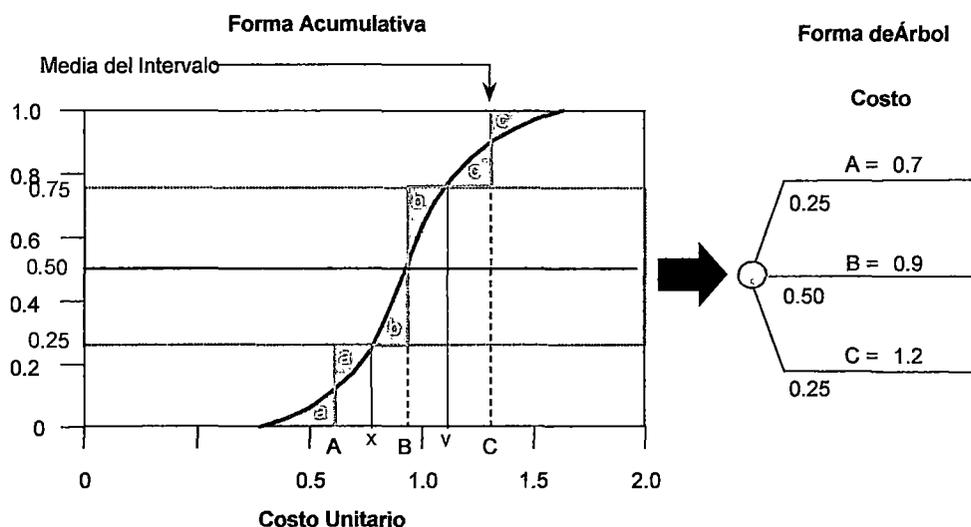
### 2.5.9 EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO

Esta información adicional que se puede obtener de los árboles de decisiones es el valor del control, también conocido como el valor del genio. Se ha visto que a un experto quien puede ver el futuro pero no puede cambiarlo – es muy valioso para el decisor, pues le ayuda a determinar la información perfecta, pero un genio – quien puede acceder deseos y por lo tanto cambiar el futuro – es aun mas valioso. El efecto del control perfecto es que el decisor puede solicitar al genio hacer que uno de los posibles valores de una variable aleatoria realmente ocurra.

### 2.5.10 APROXIMACIÓN DISCRETA A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Para el modelo probabilístico que consta del árbol de decisiones y el modelo financiero es necesario una aproximación discreta a esta distribución acumulada, para lo cual se establece un número de rangos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, es decir, que no se sobrepongan y cubran todo los posibles valores de la variable. Se han seleccionado las probabilidades asociados con estos resultados: 0.25 para el rango menor, trazando una línea horizontal en 0.25, 0.50 para el rango medio, trazando una línea horizontal en  $0.25 + 0.50 = 0.75$ ; y 0.25 para el rango mayor trazando una línea horizontal en  $0.25 + 0.50 + 0.25 = 1$ , como se muestra en el gráfico siguiente.

GRAFICO N° II- 8: EVALUACIÓN Y APROXIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber escogido las probabilidades asociadas a cada rango se requiere definir el valor que representa cada uno o su promedio. Por ejemplo "A", de tal manera que el área sombreada a la izquierda de la línea vertical sea igual al área sombreada de la derecha, en busca de la mejor aproximación de dos áreas sombreadas están marcadas con la letra "a", de igual manera, se escoge un punto "B" en el segundo rango, donde se traza la línea vertical que iguala al área de la izquierda con la de la derecha, ambas marcadas con "b".

Finalmente se hace lo mismo con el tercer rango y se obtiene el punto "C" como se muestra en el gráfico. El resultado que se ha aproximado a la distribución de probabilidades continua es discreta en forma de árbol.

Los valores de A, B, y C serán usados para representar los posibles valores de la variable aleatoria evaluada. Este mismo procedimiento se repetirá con las otras variables aleatorias cuyas probabilidades se asignan en el proceso de evaluación.

El trabajo se enmarca en el desarrollo de una tesis con un enfoque desde el punto de vista de aplicación del análisis de decisiones para los proyectos del pliego INPE que

en muchas ocasiones formuladores de proyectos no consideran en los análisis de sensibilidad y riesgo puntualmente.

Desde el punto de vista del conocimiento en relación a la evaluación económica de los proyectos de readaptación social se trata de resolver este problema, empleando la metodología del análisis de decisiones.

## 2.6 HIPÓTESIS

### **Hipótesis General**

- El análisis de decisiones incorporado en la evaluación económica de los proyectos de inversión pública (caso: Readaptación Social), a diferencia de otras metodologías, permite reducir la incertidumbre del riesgo cuando se sugiere al inversionista la alternativa viable.

### **Hipótesis Específicas**

- Las variables sustantivas identificadas en el análisis determinístico de la evaluación económica de las alternativas identificadas generan más del 90% de variación en el impacto sobre la rentabilidad social del proyecto.
- Los perfiles rentabilidad - riesgo desde el punto de vista del impacto de las variables definidas y las alternativas estratégicas identificadas en la fase de estructuración del proceso de evaluación del proyecto, establecen una confiabilidad en más del 90% en la inversión de la alternativa elegida.

### III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	* PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	
	* SECUENCIA METODOLÓGICA DEL ANÁLISIS DE DECISIONES	* LA FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA
		* LA FASE DETERMINÍSTICA
		* LA FASE PROBABILÍSTICA
		* LA FASE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS O DE INFORMACIÓN
	* DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	
	* OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	
	* INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
* PROCESAMIENTO Y ANALISIS		

Los pasos de este capítulo seguirán las pautas siguientes: Procedimiento de investigación, secuencia metodológica del análisis de decisiones, elaboración del diseño de la investigación, operacionalización de las variables, población y muestra, así como instrumentos de recolección de datos.

#### 3.1 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como primera fase el análisis de documentos a partir de la búsqueda bibliográfica y selección de investigación documental general y específica, consolidándolo a través de fichas o registros electrónicos que sea de utilidad para la descripción y análisis del contenido para la construcción del Marco Teórico.

Luego en segundo lugar, se realizará un análisis del estudio de prefactibilidad del proyecto Juanjuí 2009. Esta descripción y análisis del contenido servirán para la aplicación de las dos primeras fases de la Metodología del Análisis de Decisiones.

Simultáneamente, se realizará la descripción y análisis de los resultados de las entrevistas o encuestas como contenido para la aplicación de las fases de la Metodología del Análisis de Decisiones.

Finalmente y de manera simultánea a la consulta del estudio de prefactibilidad de Juanjuí 2009 y a las entrevistas que se realizarán a los expertos, se hará uso de regresiones econométricas u otros métodos para determinar el crecimiento anual de variables, asimismo se realizará el análisis de sensibilidad y análisis de riesgo.

### 3.2 SECUENCIA METODOLÓGICA DEL ANÁLISIS DE DECISIONES

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se presenta la metodología de Análisis de Decisiones de la Escuela de Stanford, que tiene como objetivo aplicar procedimientos lógicos, matemáticos y científicos<sup>62</sup> a problemas de decisiones estratégicas que se caracterizan por ser: únicos, importantes, inciertos y de preferencias complejas.

Para tratar con los problemas complejos del mundo real, en el análisis de decisiones se usará el enfoque cíclico de dicha metodología, procedimiento que considera 4 fases: Estructuración, Determinística, Probabilística y de Información (Interpretación de Resultados).

#### 3.2.1 LA FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA

En esta fase se plantea el problema de decisión de manera que permita identificar las variables sustantivas para luego ser modelado y posteriormente cuyos resultados sean analizados.

---

<sup>62</sup> Mario Bunge " La Ciencias, Método y Filosofía" facultad de ingeniería de la Universidad de Buenos Aires – Argentina, primera edición 1958.Pág.37-72

Para tal efecto se parte de entrevistas, encuestas y reuniones con el personal clave (El decisor y sus expertos como los formuladores y evaluadores de proyectos de Readaptación Social) para identificar las decisiones principales como las tácticas u operacionales, estratégicas y de política.

La etapa de modelaje, implica en primer lugar, *definir y limitar la decisión* el mismo, consiste en definir de manera clara la situación de decisión que se desea abordar, por ello es necesario tener en cuenta tres aspectos: *el propósito* que define lo que se espera alcanzar; *la perspectiva* con que se atacará el problema, es decir, los supuestos y el contexto aceptado como dado; y *el alcance*, que delimitará los límites del esfuerzo, empleando las herramientas, tales como la visión del esfuerzo para determinar el propósito, el listado de cuestiones para la identificación de los factores relacionados al problema de decisión, y la jerarquía decisional que delimite el alcance dando categorías operacionales, estratégicas y de política a las decisiones identificadas en el listado de cuestiones. De esta manera, se genera un marco de trabajo común para todo el personal involucrado.

Al abordar un problema con Análisis de Decisiones, el primer paso es sentar las bases para un mismo lenguaje entre los especialistas, promoviendo el entendimiento de los conceptos, premisas y supuestos que enmarcan la situación.

En segundo lugar, *identificar alternativas*, bajo los objetivos que se pueda plantear en función al problema de decisión ya sea Minimizar Costos de Inversión y Operación a fin maximizar beneficios sociales de la población usuaria del establecimiento penitenciario; que es donde se establecen los criterios para determinar cuál de las alternativas es la mejor. En este caso, dado que lo que se busca es el mínimo costo por interno beneficiario, la alternativa ganadora será aquella con el menor Costo Efectividad a precios sociales (CES) obtenido del Costo Anual Equivalente (CAE) y del indicador de resultado número de internos beneficiados.

Los objetivos intermedios están vinculados al objetivo fundamental (CES) pues constituyen las formas para lograrlo, en este caso, los objetivos intermedios son:

Minimizar Costo de Inversión, Minimizar Costos de Operación y Mantenimiento. Esto es, la forma de lograr los menores costos totales de inversión y de operación, es a través de la reducción al mínimo, de los costos parciales que el proceso conlleva.

Finalmente, la combinación de opciones que se tienen para poder alcanzar los objetivos intermedios son llamadas alternativas.

*Determinar los resultados*, el tercer paso en la fase de estructuración es identificar las variables de salida suficientes para describir los resultados de las diferentes alternativas; es decir de los eventos subsecuentes que determinan lo deseable de las consecuencias finales de la decisión.

Estas variables pueden incluir: volúmenes de producción, acción del gobierno, etc. Existe cierta arbitrariedad para designar cuales serian las variables de salida. Sin embargo en el contexto del análisis de decisión, un resultado es algo que al decisor le gustaría saber en prospectiva, para conocer lo que pasa con el problema; por ejemplo si se trata de ventas de un bien, el resultado puede ser expresado como el valor presente neto del flujo de ingresos neto en la vida del producto, si fuese un problema médico, el resultado sería más simple como si el paciente murió o no.

Algo muy importante a tener en consideración es que se toma una decisión para lograr algo que valoramos, por lo que el desafío es clarificar que significa valor en un contexto dado y como lo medimos. En el contexto de proyectos de Readaptación Social la determinación de los resultados se determinan a partir de la medida de valor del Costo Efectividad a precios sociales (CES).

*Construir un diagrama de influencias*, es el cuarto paso, los diagramas de influencia son una representación compacta del conocimiento que se tiene sobre una situación de decisión bajo condiciones de incertidumbre. Los diagramas de influencia, también llamados diagramas de decisión tienen una estructura que se orienta a resaltar las relaciones de información y dependencia probabilística entre los elementos de la situación (Clement 1996).

Los diagramas de influencia se integran principalmente por:

- *Nodos de decisión*: rectángulos que representan una situación de selección de alternativas.
- *Nodos de incertidumbre*: óvalos con línea sencilla que representan una variable probabilística que puede aportar riesgo al proyecto.
- *Nodo de valor*: un octágono que representa la función objetivo o el objetivo fundamental del proyecto. En este caso el Costo Efectividad a precios sociales (CES).

### 3.2.2 LA FASE DETERMINÍSTICA

*Selección de variables del sistema*, al seleccionar los resultados del problema con las alternativas usando el diagrama de influencias se trata de definir los factores que son relevantes para la decisión; es decir, se entra en el proceso de seleccionar entre las variables del sistema, aquellas de las cuales dependen los resultados.

Se pueden clasificar en variables de decisión y de estado (aleatorios o también llamadas de incertidumbre). Las variables de decisión son las que están bajo el control del decisor. Seleccionar alternativas es en realidad, especificar el valor que toma la variable de decisión por ejemplo, el tamaño de infraestructura del establecimiento penitenciario.

Las variables de estado están determinadas por el entorno o medio ambiente del problema en cuestión. A pesar que pueden tener un gran efecto en los resultados, son autónomas y están fuera del control de decisor en el caso del proyecto de readaptación social del establecimiento penitenciario de Juanjuí, el costo unitario anual de la ración y el número de internos por año se constituye en las variables de estado.

Creación del modelo estructural

El modelo estructural/cuantitativo, que consiste en expresar formalmente las relaciones entre las variables de decisión, las incertidumbres y la medida de valor, identificadas en el diagrama de influencias, y llevadas en una hoja de cálculo que permita realizar la evaluación de las estrategias bajo distintos escenarios en una forma eficiente. El modelo a diseñar calculará los flujos de costos incrementales de caja netos, el VAC, el CAE y el COSTO EFECTIVIDAD para escenarios, considerando las preferencias con respecto al tiempo. La regla adecuada para escoger los rangos de los escenarios consiste en capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo. Además, facilita el análisis de sensibilidad utilizando los rangos de los valores de la incertidumbre y el software Sensitivity del SUPERTREE.

Se crea el modelo de hoja de cálculo, cuya estructura tiene una sección de estrategia, otra de inputs, otra de cálculos, la del flujo de caja, y una de resumen y detección de errores.

Finalmente los resultados del análisis de sensibilidad nos permiten identificar las variables aleatorias sustantivas en la creación de valor, en las que debe centrarse la atención para iniciar la fase probabilística.

### 3.2.3 LA FASE PROBABILÍSTICA

*Asignación de probabilidades a las variables aleatorias.* Mediante el lenguaje de probabilidades se representa la incertidumbre del medio ambiente, la cual está relacionada con el nivel de información del equipo de trabajo y de los expertos sobre su entorno. Las probabilidades cuantifican valoraciones subjetivas de un individuo sobre la ocurrencia de un evento de tal forma que la incertidumbre pueda presentarse en forma explícita y ser efectivamente comunicadas a otras personas.

Las personas involucradas en este análisis son aquellas responsables de la decisión junto con sus expertos, los cuales tienen el mejor conocimiento del entorno. Ellos poseen información relevante en forma subjetiva que debe ser extraída y expresada a

través de probabilidades. La mayoría de personas no están acostumbradas a hablar en términos probabilísticos, pero felizmente existen técnicas que permiten extraer esta información utilizando procesos paralelos basados en conceptos simples.

El resultado de este paso es una distribución continua de probabilidades acumulada de cada variable aleatoria, la cual será discretizada de tal forma que se pueda tener la probabilidad de ocurrencia para un conjunto finito de valores que pueda tomar cada variable de estado. De esta forma, podremos incorporar la incertidumbre de las variables de estado en el modelo probabilístico a través del Árbol de Decisiones, el cual deberá tener un número finito de ramas para facilitar el análisis.

*El modelo probabilístico.* La siguiente etapa de esta fase es la creación de un modelo probabilístico, el cual consta de un Árbol de Decisiones y del Modelo Determinístico desarrollado en la fase anterior.

El árbol de decisiones es una herramienta utilizada en el análisis. A través de él, y a partir del diagrama de influencias, se representan objetivamente el proceso de toma de decisiones como una serie de nodos tanto a las variables aleatorias como las de decisión que fueron identificadas en la fase anterior.

Cada rama que parte de un nodo de decisión representa una alternativa disponible para el decisor con respecto a esa variable. Las ramas provenientes de un nodo que simboliza una variable aleatoria representa el valor específico que puede tomar dicha variable.

Los nodos ubicados en el extremo del árbol de decisiones se conocen como Nodos Terminales. Una secuencia específica desde el nodo inicial hasta un nodo terminal representa un escenario, donde cada variable toma un determinado valor. Los nodos terminales son resultados cuando las variables de estado y de decisión toman valores específicos para cada uno de los escenarios. El modelo determinístico planteado en la primera fase nos permite obtener valores en forma rápida y económica y la evaluación de las variables de resultado elegida para cada uno de estos escenarios.

Luego, con estas probabilidades será posible evaluar el árbol de decisiones para identificar la mejor alternativa usando los valores esperados y los perfiles de rentabilidad/riesgo. Y finalmente se podrá hacer mayor análisis de sensibilidad. Este análisis de sensibilidad probabilístico permite ver cuán sensible es el perfil de rentabilidad/riesgo con respecto a los posibles valores de las incertidumbres, cuán sensible es la decisión con respecto a las probabilidades asignadas, a la tolerancia al riesgo y al tiempo del decisor.

#### 3.2.4 LA FASE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS O DE INFORMACIÓN

En esta fase se revisarán los resultados de las fases anteriores para determinar el valor económico atribuible a la posibilidad de eliminar la incertidumbre en cada una de las variables importantes del problema. Este valor se convierte en un marco de referencia para comparar los costos de obtener información adicional y determinar si hacerlo es rentable. Antes de tomar la decisión se verificará si vale la pena recolectar información adicional.

De ser rentables las nuevas fuentes de información, se diseñará y ejecutará un programa de recolección de información, considerando el diseño original (la primera iteración para definir un análisis preliminar), con la incorporación de la información adicional se repetirá las cuatro fases del ciclo de análisis de decisiones, realizándose un procedimiento iterativo por lo menos 2 ó 3 veces, donde la segunda ó tercera iteración constituirá el análisis definitivo en busca de la mejor decisión.

#### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente documento de acuerdo al propósito corresponde a un nivel de Investigación mixta debido al empleo de teorías fundamentales como la teoría de probabilidades, teoría de evaluación de proyectos y la teoría de decisiones aplicadas a la realidad a través de modelos como la definición de escenarios, los diagramas de influencia, el árbol de decisiones y el modelo económico. La información documental u objetiva se combina con la información de talleres participativos,

campo o aplicada al emplear el método Delphi, al entrevistar a los expertos en la formulación y evaluación de los proyectos.

Por la clase de medios utilizados para obtener la información relevante se considera como una Investigación documental ya que está apoyado en fuentes de carácter documental, es decir tiene revisión bibliográfica relacionados al tema de proyectos de inversión y la evaluación de este a través de modelos, técnicas, herramientas y métodos bajo contextos de riesgo e incertidumbre, vinculadas con la teoría de probabilidades y la teoría de decisiones. Dicha revisión bibliográfica busca documentación general y específica de fuentes documentales en biblioteca, internet, revistas, y estudios de preinversión de proyectos de inversión pública de Readaptación Social del inventario de la Unidad Formuladora Oficina de Infraestructura Penitenciaria del Instituto Nacional Penitenciario y de la Oficina de Programación e Inversiones del Ministerio de Justicia.

Además, de ello se ha realizado una Investigación de campo debido que parte de la base de datos y los resultados del análisis de sensibilidad y riesgo se apoyan en informaciones que provienen de talleres, de cuestionarios, encuestas, observaciones y otras inquietudes realizadas a los formuladores del INPE, a los evaluadores de la OPI y a los responsables de la Unidad Ejecutora INPE dentro o fuera del penal. Lo que se busca con el trabajo de campo, es que partir de la participación directa de la población afectada (formuladores, evaluadores, ejecutores en el penal) hacer compatible el desarrollo de este tipo de investigación junto a la investigación de carácter documental, a fin de evitar una duplicidad de trabajos.

Por último se ha realizado una investigación experimental ya que no sólo identifica las características que se estudian (Las variables y los niveles de incertidumbre de éstas en los escenarios planteados) sino que controla otras variables (variables de decisión) a través de la manipulación de éstas (variables de estado) en el modelo económico financiero con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

Por el nivel de conocimiento se considera que la investigación es causal o explicativa debido a la búsqueda de encontrar los factores (El análisis de variables independientes y la incidencia sobre las dependientes) que explican reducir la incertidumbre del riesgo cuando se recomienda al inversionista la mejor alternativa viable.

Método de Inducción, se dice que el trabajo lleva un análisis inductivo por lo mismo que se trata de generalizar y consensuar las respuestas a las preguntas planteadas a los expertos. Tal información consensuada ha motivado a definir bien los niveles de incertidumbre de las variables críticas en la fase determinística y probabilística, en las iteraciones que se realicen con la metodología del análisis de decisiones a través de nuevas interrogantes a los expertos y ver la incidencia económica de eliminar la incertidumbre al riesgo, asumiendo claro está el costo por recurrir a información adicional. Se realizará una iteración piloto o preliminar (la primera iteración), para consolidar finalmente en una iteración final o definitiva (la segunda ó tercera iteración).

Método de Análisis, se ha tomado de referencia la evaluación de los proyectos con la teoría de probabilidades la que vinculada con la metodología del análisis de decisiones, exigen una forma más normativa de tomar decisiones de inversión de proyectos en contextos inciertos, cambiantes y complejos.

Método estadístico, una vez obtenido la información de las encuestas o entrevistas realizadas a los expertos se ha procesado en una base de datos, la misma que ha sido incorporada en el modelo económico financiero, así como analizada con el programa Sensitivity del SUPERTREE y el de sensibilidad del TREEPLAN, obteniéndose como resultado información valiosa para ser contrastada con las hipótesis planteadas e interpretadas desde la visión económica social.

Método de observación. Los resultados de las entrevistas o encuestas consensuadas a los expertos han servido en detalle para definir los niveles de incertidumbre, y en consecuencia asignar valores a las variables de incertidumbre.

El trabajo se enmarca en el desarrollo de una tesis con un enfoque desde el punto de vista de aplicación del análisis de decisiones para los proyectos del pliego INPE que los formuladores de proyectos no consideran en los análisis de sensibilidad y riesgo puntualmente.

Desde el punto de vista del conocimiento en relación a la evaluación económica de los proyectos de readaptación social se trata de resolver este problema, empleando la metodología del análisis de decisiones.

Este trabajo de investigación es descriptivo porque busca determinar valores que expresen la decisión en términos cuantitativos, todo esto a partir del soporte teórico de caracterizar lo que es un proyecto, de relacionar los conceptos de riesgo e incertidumbre, de la descripción de la evaluación económica de los proyectos y sus clasificaciones, de señalar las herramientas, técnicas y metodologías que se emplean para evaluar un proyecto las mismas que se complementan y se sintetizan en la metodología del análisis de decisiones, así como de establecer un paralelo entre la metodología del análisis de decisiones y la metodología tradicional de evaluación de proyectos.

Esta tesis es correlacional porque el **empleo preliminar (la primera iteración) de la metodología del análisis de decisiones contribuye en un contexto de incertidumbre y riesgo a tomar una mejor decisión (Una inicial decisión de calidad)** durante el proceso de evaluación de un proyecto de inversión pública de readaptación social y de esta manera genera los primeros pasos de un compromiso de los grupos involucrados para la implementación de la acción.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1 POBLACIÓN

La población vendría a ser todos los especialistas que han trabajado de manera directa (especialistas internos) o indirecta (especialistas externos) en la formulación y evaluación de los proyectos de inversión pública en la fase de preinversión. Asimismo, parte de la población lo constituirán los especialistas como los encargados de la Oficina de Planificación-INPE y de la Unidad Ejecutora del INPE (especialistas internos), así como también otros que han trabajado de manera indirecta en la ejecución de los PIP (especialistas externos).

#### 3.4.2 MUESTRA

La muestra constituye un subgrupo de la población que se le puede calificar como expertos a partir de un muestreo discrecional, bajo ciertas consideraciones las cuales son las siguientes:

Tener experiencia laboral formulando y/o evaluando proyectos de más de tres años para el caso de especialistas externos. (Especialistas de diversas ramas).

Tener experiencia laboral formulando y/o evaluando proyectos de Readaptación Social con más de dos años, para el caso de especialistas internos, es decir formuladores de la Oficina de Infraestructura Penitenciaria y/o evaluadores de la Oficina de Programación e Inversiones del Ministerio de Justicia. (Especialistas de diversas ramas).

Contar con formación académica o conocimientos en teoría de probabilidades (Uso de la rueda de probabilidades). Conocimiento y experiencia en el análisis de decisiones, en el entendimiento de las posibles respuestas a declarar. Esta tercera consideración es deseable y no es obligatoria.

Sobre el número de encuestas para los casos donde el tamaño de la población no es conocida es preferible utilizar la fórmula siguiente:

$$n = Z^2 \left( \frac{p \times q}{e^2} \right)$$

En donde:

El valor de z para un nivel de confianza de 95% es 1.96.

El valor de p se estima 50% de éxito y q 50% de fracaso

Trabajando con una precisión o error (e) de 5% se obtiene.

$$n = (1.96)^2 \left( \frac{0.5 \times 0.5}{0.05^2} \right) = 384 \text{ encuestas}$$

Esto implica realizar con redondeo 384 encuestas asumiendo un 5% de error en el total de encuestas estimadas para poder tener una seguridad del 95%. Dichos resultados obtenidos serán empleados para la fase determinística.

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Se parte del concepto de la variable, definiéndola como cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores, es decir que puede variar, aunque para un determinado objeto se considere que puede tomar un valor fijo. Cabe remarcar que la clasificación de las variables, es de acuerdo en primer lugar bajo tres tipos de variables, las de decisión (Agrupados bajo una jerarquía decisional), las de incertidumbre y los parámetros, luego la clasificación se da de acuerdo al sujeto de estudio (categórica ó continua) y al uso de las mismas (Dependiente e independiente).

Considerando una jerarquía decisional las variables se han clasificado en tres tipos, las primeras que son variables de decisión, las mismas que se subdividen en

decisiones de política, estratégicas y operativas. Luego están las variables de incertidumbre y finalmente los parámetros.

Como variable de decisión política se ha considerado entre otras, la política de traslado de internos. Una variable de decisión estratégica es el tamaño de infraestructura como el número de pisos por pabellón, número de celdas por piso, y número de unidades de albergue por celda. Y como variables operativas están la ejecución y supervisión de obras, así como los gastos de operación y mantenimiento durante la prestación de servicios por la intervención del proyecto.

De acuerdo con el *sujeto de investigación* las variables se han clasificado en categóricas y continuas.

*Las variables categóricas*, clasifican a los sujetos distribuyéndolos en grupos, de acuerdo a algún atributo previamente establecido y están muy ligados con las variables discretas los cuales se definen como aquellas que no admiten posiciones intermedias entre dos números.

Este tipo de variables se ha subdividido en dos:

- ❖ *Variables dicotómicas* que poseen dos categorías, como por ejemplo sexo del interno.
- ❖ *Variables policotómicas* que establecen tres o más categorías, por ejemplo estado civil, nivel de ocupación del interno, etc.

Asimismo la investigación presenta *variables continuas* cuando se miden atributos que toman un número infinito de valores, en los tres cuadros que se presentan se tienen como variables continuas, los recursos económicos para la ejecución de la inversión que es una variable de decisión operativa.

Otra variable continua es la variable costo unitario de las raciones por interno, en el modelo decisional se considera como variable de incertidumbre que puede repercutir en los resultados de la evaluación social. Una variable continua considerada como parámetro es la tasa social de descuento del 11%.

Además, las variables se dividen en dos grandes grupos las independientes y las dependientes. La principal variable dependiente es la variable medida de valor, el Costo Efectividad a precios Sociales CES, es la principal variable de decisión para decidir elegir entre una u otra alternativa o decidir no ejecutar el proyecto. Como variable independiente se puede mencionar al número de internos al año en el penal de Juanjuí. El cuadro N° III-1 muestra las variables de decisión y el cuadro N° III-2 las variables de incertidumbre, asimismo el cuadro N° III-3 describe los parámetros.

CUADRO N° III- 1: DEFINICION DE VARIABLES DE DECISION

DESCRIPCION DE LA VARIABLE		TIPO DE VARIABLE		DEFINICION
Costo Efectividad Esperado a precios sociales	CEES	Dependiente	Continua	Expresado en nuevos soles anuales por interno
Política de traslado de los internos(DP)	Pti	Dependiente	Dicotómica binaria	1 Ha sido trasladado 0 No ha sido trasladado
Política de tratamiento integral a los internos(DP)	Ptii	Dependiente	Dicotómica binaria	1 Adecuadamente tratado 2 No adecuadamente tratado
Diseño arquitectónico (DE)	Da	Dependiente	Discreta categórica	Categorización de internos, carácter social, carácter laboral
<b>Tamaño de infraestructura:</b>	Tinf	Dependiente	Discreta categórica	
Número de pisos por pabellón(DE)	Npp	Dependiente	Discreta categórica	3 pisos, 2 pisos
Número de celdas por piso (DE)	Ncp	Dependiente	Discreta categórica	23 celdas, 19 celdas
Número de unidades de albergue por celda(DE)	Nuc	Dependiente	Discreta categórica	6 unidades de albergue, 8 unidades de albergue
Sexo de la población beneficiaria (Hombres y mujeres ó sólo hombres) (DE)	Spb	Dependiente	Dicotómica binaria	1 Masculino, 0 Femenino
Tipo de taller (artesanal o semiindustrial) (DE)	Tt	Dependiente	Discreta categórica	Artesanal, Semiindustrial
Tipo de internos (Primarios y de alta peligrosidad ó solo primarios)(DE)	Tint	Dependiente	Discreta categórica	Primarios, Alta peligrosidad
Recursos económicos para la ejecución de la inversión (DO)	Reei	Dependiente	Continua	(Expresado en nuevos soles)
Elaboración de expedientes técnicos (DO)	Exp	Dependiente	Continua	(Expresado en nuevos soles)
Ejecución y supervisión de obras (DO)	Obra	Dependiente	Continua	(Expresado en nuevos soles)
Dotación de equipamiento (DO)	Equi	Dependiente	Continua	(Expresado en nuevos soles)
Gastos de operación y mantenimiento para el funcionamiento del penal (DO)	OyM	Dependiente	Continua	(Expresado en nuevos soles)

Elaboración: El Investigador.

CUADRO N° III- 2: DEFINICION DE VARIABLES DE INCERTIDUMBRE

DESCRIPCION DE LA VARIABLE		TIPO DE VARIABLE		DEFINICION
C.U.A. de personal área de tratamiento.	cupat	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
C.U.A. de personal área de seguridad.	cupas	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
C.U.A. de raciones/interno.	curi	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
N° de personal area de seguridad/año.	nas	Independiente	Discreta	Expresado en número entero de efectivos de seguridad al año
N° internos/año (Población afectada).	ninter	Independiente	Discreta	Expresado en número entero de internos al año que estaría en el penal
N° de personal área de tratamiento/año.	npat	Independiente	Discreta	Expresado en número entero de personal de tratamiento al año que estaría en el penal
C.U. Placas - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	cupc	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
C.U. Placas.- encofrado y desencofrado.	cuped	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
m2 placas.- encofrado y desencofrado.	m2ped	Independiente	Continua	Expresado en metros cuadrados m2
C.U. Sábanas.	cusabana	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
C.U. Colchón .	sucolchon	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
Sábanas de 3 piezas color entero.	sabanas	Independiente	Continua	Expresado en unidades
Cobertura c/lámina termo acústica trapezoidal liviana.	cltermoac	Independiente	Continua	Expresado en metros cuadrados m2
Muro perimétrico de concreto, concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	mpdc	Independiente	Continua	Expresado en metros cúbicos m3
C.U. Cobertura con lámina termo acústica.	cucltermoac	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
C.U. Muro perimétrico de concreto.	cumpdc	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
Caja de reg. concreto 24"x24" c/tapa concreto - con registro ø 4".	cdrc	Independiente	Continua	Expresado en unidades
C.U. Caja de reg. Concreto.	cucdrc	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles
Cable Cu NYY 3 x 1 x 10 mm2.	cacu	Independiente	Continua	Expresado en metros
C.U. Cable de Cu.	cucacu	Independiente	Continua	Expresado en nuevos soles

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° III- 3: DEFINICION DE PARAMETROS

DESCRIPCION DE LA VARIABLE		TIPO DE VARIABLE		DEFINICION
Tasa social de descuento	TSD	Independiente	Continua	11%
Factor de la mano obra no calificada	FMONC	Independiente	Continua	0.64
Factor de la mano de obra calificada	FMOC	Independiente	Continua	0.91
Factor de los bienes importados	FBI	Independiente	Continua	0.85
Factor de los bienes nacionales	FBN	Independiente	Continua	0.84
Tipo de cambio	TC	Independiente	Continua	Expresado 3 nuevos soles por dólar
Días al año	DA	Independiente	Discreta	365
Meses al año	MA	Independiente	Discreta	12
Semanas al año	SA	Independiente	Discreta	52
Tasa de crecimiento de la población de internos	TCP	Independiente	Continua	5.61%
Tasa de de depreciación de la infraestructura	D	Independiente	Continua	0
Período de vida útil del proyecto	VU	Independiente	Discreta	10 años
Línea de corte del CES	LCCES	Independiente	Continua	S/. 9,458.24 (Alt. 2), S/. 9792.51(Alt. 1 y 3)

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### *Recolección de datos secundarios*

El registro de observación documental o recopilación bibliográfica ha partido de la búsqueda de páginas educativas en Internet y ubicación de datos concretos necesarios de información general y específica en temas de proyectos y su evaluación, teoría de probabilidades y teoría de decisiones los cuales han sido consolidados en fichas textuales y otros registros electrónicos.

En particular se utilizará como registro de archivos electrónicos para las dos primeras fase de la metodología del análisis de decisiones, el estudio de preinversión a nivel prefactibilidad de proyecto “Remodelación Integral y Ampliación de la Capacidad de Albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí”, datos base, instrumentos y parámetros.

### *Recolección de datos primarios*

Se van a realizar los talleres participativos y las encuestas (Método Delphi) para la primera fase del ciclo del análisis de decisiones, así como las entrevistas con formulación de preguntas (Entrevista no estructurada para el análisis probabilístico), teniendo como una de las tantas herramientas se usará la rueda de probabilidades, dicho método se realizó en forma directa a los encargados de la formulación y evaluación de los estudios de preinversión de los proyectos de inversión pública de Readaptación Social en su calidad de expertos internos. Así como especialistas en planificación y presupuesto, y los responsables de las Unidades Ejecutoras. Dichas entrevistas han quedado evidenciadas en registros y en grabaciones de conversaciones.

Estos talleres, encuestas y conversaciones estuvieron orientados a obtener respuestas que fueron analizadas, evaluadas e interpretadas. Todos estos instrumentos buscan lograr el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, para la obtención de información cualitativa y cuantitativa relevante para la aplicación de la secuencia metodológica del análisis de decisiones.

### 3.7 PROCESAMIENTO Y ANALISIS

A partir del empleo de los datos primarios y secundarios, del uso de las herramientas existentes en cada una de las fases de la metodología del análisis de decisiones, el modelo económico desarrollado, y de la aplicación del Software SUPERTREE y TREEPLAN, así como otros complementos de Excel se obtendrá información relevante la cual se mostrará, interpretará, discutirá y que conducirá a las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación. Un resumen del procedimiento de investigación, así como las técnicas de investigación se presentan en el siguiente cuadro.

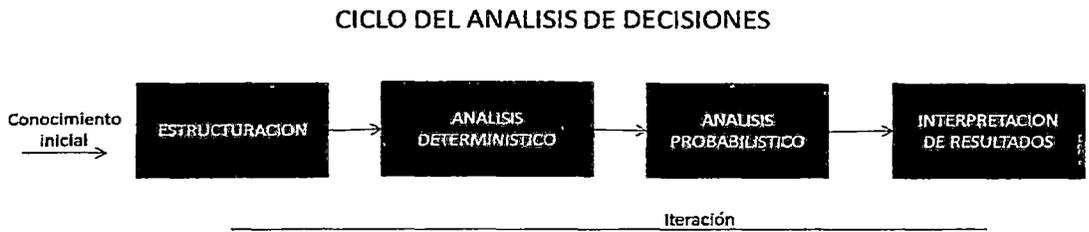
CUADRO N° III- 4: PROCEDIMIENTO Y TECNICAS DE INVESTIGACION

FUENTES	PROCEDIMIENTO	TECNICAS
Bibliotecas e Internet	Análisis de documentos (Investigación documental general y específica), Descripción y análisis del contenido para la construcción del Marco Teórico.	Compilación de datos a través de fichas y otros registros electrónicos
Documentación y reuniones de trabajo OPI-JUSTICIA	Análisis del estudio de prefactibilidad del proyecto Juanjuí 2009. Descripción y análisis del contenido para la aplicación de las dos primeras fases de la Metodología del Análisis de Decisiones	Registro en archivos electrónicos del estudio de preinversión a nivel de prefactibilidad del proyecto
Campo	Descripción y análisis de los resultados de las encuestas, entrevistas y talleres como contenido para la aplicación de las fases de la Metodología del Análisis de Decisiones.	Entrevistas, cuestionario (método Delphi) a los expertos. Uso de las preguntas no estructuradas abiertas, cerradas cuantitativas y cualitativas a los expertos.
Gabinete	Regresiones econométricas para determinar el crecimiento anual de variables, análisis de sensibilidad y análisis de riesgo, repetición del ciclo de decisiones.	Aplicación del Software SUPERTREE, SENSITIVITY, TREEPLAN, así como otros complementos de Excel.

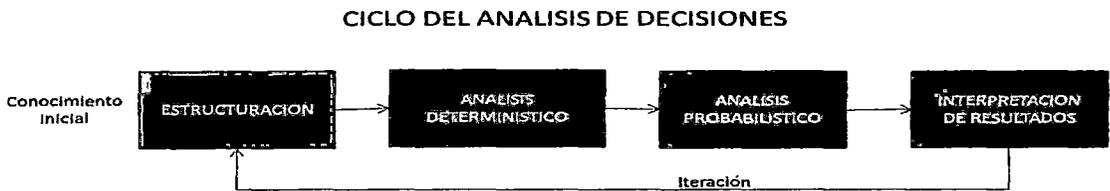
Fuente: Elaboración propia

# IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El ciclo de la Metodología del Análisis de Decisiones está formado según lo muestra el siguiente gráfico por las siguientes fases:



## 4.1 ESTRUCTURACIÓN EN CICLO DEL ANÁLISIS DE DECISIONES



La primera fase del ciclo del Análisis de Decisiones, es la estructuración, en el caso práctico, se empieza definiendo el Marco Apropriado, se trabaja con la gente que participa en la Formulación o Evaluación de los estudios de los proyectos de inversión pública del INPE buscando resolver el problema correcto desde la perspectiva correcta.

El problema de decisión parte de las inadecuadas condiciones de habitabilidad en el penal de Juanjuí, por lo que se pretende remodelar y ampliar integralmente el penal, de manera de conseguir adecuadas condiciones de internamiento para los internos del mencionado penal, en tal sentido la Oficina de Infraestructura Penitenciaria del INPE elaboró el estudio de preinversión a nivel de prefactibilidad del proyecto de inversión pública - PIP “Remodelación integral y Ampliación de la capacidad de albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí” para ser evaluado por la Oficina de Programación e Inversiones del Sector Justicia, dentro de la normatividad del Sistema Nacional de Inversión Pública. Dicho estudio fue aprobado y sirve como referencia para esta primera fase del ciclo del Análisis de Decisiones.

Para enmarcar adecuadamente el problema de decisión se ha tenido en cuenta los tres aspectos importantes (Propósito, Perspectiva y Alcance definido), dichos aspectos están vinculados a herramientas (Visión del esfuerzo, Listado de Cuestiones y Jerarquía Decisional) para lograr el Marco Apropriado.

**Propósito claro**, el cual se define como lo que se espera alcanzar con este esfuerzo decisional. Este propósito se expresa en la forma de una declaración de misión: **Visión del esfuerzo** la misma que ha tenido la aceptación del grupo de trabajo involucrado y que se señala a continuación bajo tres interrogantes:

#### **¿Qué se va a hacer?**

- Seleccionar la mejor alternativa estratégica considerando lo identificado en el estudio de prefactibilidad del proyecto, para crear valor en un entorno de incertidumbre (lo que no conocemos, como la población demandante,

demanda de servicios, la cantidad y el precio de raciones, etc.) al riesgo, empleando la metodología de análisis de decisiones. Investigaremos información relevante sobre las diferencias entre las posibles alternativas planteadas para el PIP, a efectos de mejorar las condiciones de habitabilidad de los internos (reos) del penal de Juanjuí.

### ¿Por qué?

- Se realiza este trabajo porque entre otras razones indicadas en la justificación de esta tesis<sup>63</sup>, se quiere tratar la deficiencia metodológica existente en los proyectos de Readaptación Social, para la mejor toma de decisiones en la elección de la mejor de la alternativa. En consecuencia se quiere incrementar valor en condiciones de incertidumbre al riesgo.

Es decir, el análisis de sensibilidad planteada por la Unidad Formuladora – INPE es muy simple y deficiente, carece de elaboración en la fase determinística y en consecuencia, no se cuenta con un análisis de sensibilidad en la fase probabilística, más aun tales condiciones impiden el desarrollo coherente del análisis de riesgo de la evaluación de los proyectos, además de la incertidumbre.

### ¿Qué espero alcanzar al final del trabajo de investigación?

Lograr el éxito significaría el empleo de la metodología del análisis de decisiones como un procedimiento con características especiales que incorpora herramientas de análisis en la evaluación de los proyectos dando un mayor sustento en la elección de la mejor alternativa de inversión del proyecto, mejorando la calidad de la toma de decisiones estratégicas. Al final del trabajo de investigación se espera elegir la mejor alternativa de inversión, a efectos de garantizar la **viabilidad del proyecto** en el

---

<sup>63</sup> Ver páginas 19 y 20 de esta Tesis.

marco del Sistema Nacional de Inversión Pública, asegurando las condiciones de **rentabilidad social y sostenibilidad en contextos de incertidumbre y riesgo.**

La **perspectiva** es definida como el conjunto de supuestos y el contexto, que son aceptados como dados. Para lograr una **perspectiva consciente, explícita y no sesgada** se usó un “listado de cuestiones” la misma que tuvo tres propósitos básicos: Identificar la mayoría de los factores con los cuales se trabaja en el problema de decisiones; exponer a los miembros del grupo los marcos de los otros participantes y el desarrollo de un sentimiento de propiedad del problema a tratarse en el grupo.

Luego de realizar la lista de cuestiones se identificaron una gran diversidad de variables, las que fueron clasificadas en 44 variables de incertidumbre (I) y 7 variables de decisión (D), las mismas a ser utilizadas en el presente trabajo de investigación, son principalmente cuantificables, y se muestran en el siguiente cuadro, además se señalan las variables de decisión y los parámetros.

CUADRO N° IV- 1: TIPOS DE VARIABLES  
PRINCIPALES VARIABLES CLASIFICADO

Variables de decisión	Variables de Incertidumbre	Parámetros
Diseño arquitectónico	1. Número de internos al año	Tasa social de descuento
Tamaño de infraestructura	2. Costo unitario anual de raciones por interno	Tasa de crecimiento de la población de internos
(Número de pisos por pabellón,	3. Número de personal de seguridad al año	Tasa de depreciación de la infraestructura
Número de celdas por piso, y	4. Costo unitario anual del personal de seguridad	Periodo de vida útil del proyecto
(unidades de albergue por celda).	5. Costo unitario anual del personal del área de tratamiento	
Sexo de población beneficiaria (hombres o mixto)	6. Número de personal de tratamiento al año	
	7. Costo unitario de placas encofrado y desencofrado	
Tipo de taller (artesanal o semiindustrial)	8. M <sup>2</sup> de placas de encofrado y desencofrado	
	9. Costo unitario de placas concreto hecho en obra	
	10. Costo unitario del muro perimétrico de concreto	
	11. M <sup>3</sup> de muro perimétrico de concreto	
	12. Costo unitario de la cobertura con lámina termoacústica	
	13. M <sup>2</sup> cobertura con lámina termoacústica	
	14. Costo unitario de la caja de registro de concreto	
	15. Unidades de caja de registro de concreto	
	16. Costo unitario de cable de Cu	
	17. Metros de cable de Cu	
	18. Costo unitario de las sábanas	
	19. Costo unitario del colchón	
	20. Cantidad de sábanas	
	21. M <sup>3</sup> placas - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	
	22. M <sup>3</sup> losa aligerada - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	
	23. Costo unitario anual de las raciones/personal de seguridad	
	24. Número de personal administrativo al año.	
	25. Costo unitario anual de gastos de servicios/interno	
	26. Número de personal de seguridad/año*turno.	
	27. Costo unitario anual del personal administrativo.	
	28. Costo unitario de losa aligerada - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	
	29. Costo unitario anual de gastos de oficina, logística, etc./interno.	
	30. Set de Equipos y Accesorios menores.	
	31. Costo unitario de frazadas.	
	32. Número de colchones.	
	33. Costo unitario de almohada.	
	34. Costo unitario de sierras.	
	35. Número de sierras.	
	36. Número de frazadas.	
	37. Número de almohadas.	
	38. Número de soldadores.	
	39. Costo unitario de set de equipos.	
	40. Costo unitario de soldadores.	
	41. Número de remalladoras.	
	42. Número de recubridoras	
	43. Costo unitario de remalladora.	
	44. Costo unitario de recubridora.	

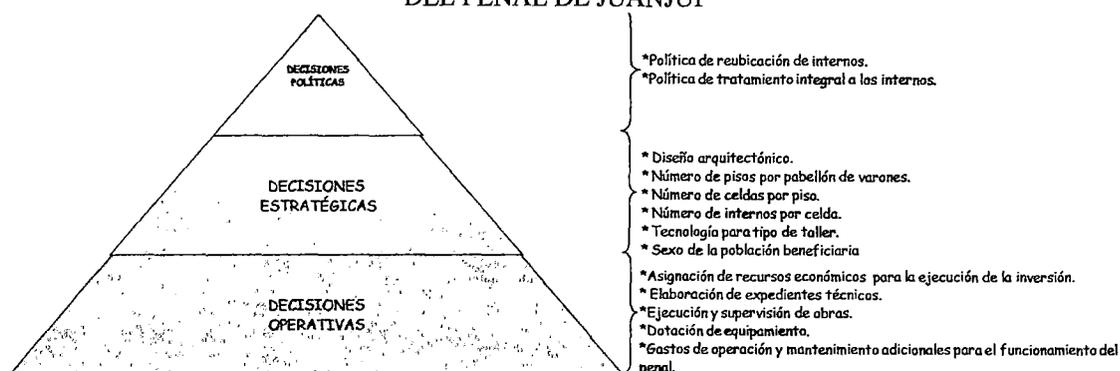
Elaboración: propia

## Alcance definido

En la jerarquía decisional se caracteriza las cuestiones en decisiones, aquellas que están bajo el control del decisor, incertidumbre las que están fuera del control del decisor, o una medida de valor.

El alcance bien definido del marco establece los límites que aplicamos para distinguir lo que se incluye y lo que se excluye en el esfuerzo decisional, en el caso del penal de Juanjuí, para establecer el alcance del Marco se empleará la Jerarquía Decisional la misma cuyos resultados se obtuvieron a partir de la participación de los expertos y cuyos resultados se ilustran a continuación:

GRAFICO N° IV- 1: JERARQUÍA DECISIONAL PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJUÍ



Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se han considerado 2 decisiones políticas relacionados con el traslado de los internos dentro de los penales de las Oficinas Regionales encaminados a reducir el hacinamiento, y el tratamiento integral brindando el albergue adecuado y acompañado de trabajo, educación, salud, recreación, asistencia legal, social y psicológica, así como otros servicios complementarios. Ambas políticas buscan la resocialización del interno a la sociedad.

Con respecto a las decisiones estratégicas se ha considerado el diseño arquitectónico y otros vinculados con el tamaño de la infraestructura (número de pisos por pabellón, número de celdas por piso, número de unidades de albergue por celda); asimismo, se ha tomado como decisión estratégica la tecnología por tipo de taller.

Además, se ha considerado como última decisión estratégica el sexo de la población beneficiaria a atender ya sea hombres y mujeres ó sólo hombres.

Finalmente las decisiones operativas o acciones son: Asignación de recursos económicos para la ejecución de la inversión, la elaboración de expedientes técnicos, la ejecución de obras y supervisión, la dotación de equipamiento, y los gastos de operación y mantenimiento adicionales para el funcionamiento del penal una vez remodelado y ampliado.

*Los proyectos de Readaptación Social consisten en intervenciones vinculadas a mejorar la seguridad y el tratamiento integral penitenciario a las personas privadas de su libertad, ofreciéndose a éstos albergue, servicios de salud, trabajo, educación, recreación, servicios asistenciales para capacitación y sensibilización tendiente a desarrollar en los internos, actitudes y comportamientos así como una serie de conocimientos y valores para mejorar su actuación y con ello estar listos para ser reinsertados nuevamente a la sociedad, caracterizados por:*

- Brindar al interno servicios de albergue, tratamiento, y complementarios, a efectos de reinsertarlos, rehabilitarlos y reeducarlos para volver a la sociedad.
- Dotar de seguridad adecuada donde se realizan estas intervenciones
- Dotar de personal adecuado para el tratamiento integral
- Dotar de infraestructura adecuada para el tratamiento penitenciario
- Entender y superar los conflictos y la violencia en las relaciones interpersonales.
- Aprender a cultivar la prevención en problemas de la salud, adicciones y sexualidad.

- Desarrollar una mayor capacidad en el control de impulsos y manejo creativo de las emociones.

De tal forma que los internos al terminar su tratamiento de capacitación y sensibilización hayan asimilado este aprendizaje y tengan altas posibilidades de integrarse a la sociedad de una manera positiva y con pocas probabilidades de reincidencia delictiva.

#### 4.1.2 ESTRATEGIAS CREATIVAS Y VIABLES

Para desarrollar las estrategias para la remodelación y ampliación del penal de Juanjuí se requirió de persistencia y de creatividad individual y grupal. Se definieron 5 estrategias pero por cuestiones de elevadísimos costos para la sociedad (Una de estas contemplaba la demolición total y construcción de un nuevo penal, y la otra estrategia consideraba sólo beneficiar a las mujeres, en ambos casos el costo efectividad era demasiado elevado), al final se consideró tres estrategias de calidad porque son diferentes, integrales y realistas, fueron producto de un grupo involucrado, se utiliza como herramienta la tabla de generación de estrategias o tablero de control.

En dicho tablero, las áreas de decisiones estratégicas identificadas en la jerarquía decisional son listadas en el encabezamiento de cada columna de la tabla. Debajo de cada área de la decisión se listan todas las posibles opciones que se pueden escoger en esa área de decisión. Luego, con esta herramienta, los decisores y sus expertos pueden visualizar el problema como un todo, con todas las áreas de decisión estratégicas (columnas).

Luego de determinar las estrategias por medio de la tabla aludida, éstas se describen de la siguiente manera.

**Estrategia 1 o Categorización: “Diseño arquitectónico de categorización de internos”**

Diseño arquitectónico de categorización de internos, que consiste en que las celdas de los pabellones se construirán de manera que la administración del penal pueda clasificar a los internos según grado de peligrosidad, según situación jurídica, entre otras razones.

Se plantea construir dos pabellones de varones, en el cual uno de ellos dispondrá de 2 pisos, habrá 23 celdas por piso, y se alojarán 8 internos por celda. El equipamiento para albergue consistirá en camas de concreto y los talleres serán artesanales. La población beneficiaria son los internos hombres y mujeres, es decir mixta.

**Estrategia 2 o Socialización: “Diseño arquitectónico de espacios de carácter social”**

Diseño arquitectónico de espacios de carácter social, que consiste en que las celdas de los pabellones se construirán de manera que la administración del penal distribuya a los internos, sin ningún criterio de clasificación, pero con fines de ventilación, iluminación y de comodidad.

Se plantea construir dos pabellones de varones, en el cual uno de ellos dispondrá de 3 pisos, habrá 19 celdas por piso, y se alojarán 6 internos por celda. El equipamiento para albergue consistirá en camas de concreto y los talleres serán artesanales. La población beneficiaria son los internos hombres y mujeres, es decir mixta.

**Estrategia 3 o Laboral: “Diseño arquitectónico de espacios de carácter laboral”**

Diseño arquitectónico de espacios de carácter laboral, que consiste en que las celdas de los pabellones se construirán de manera que la administración del penal distribuya a los internos, sin ningún criterio de clasificación, pero con fines de ventilación, iluminación y de comodidad, agregando mayores *ambientes de trabajo* y *dotándoles* de mayor mobiliario, equipamiento y herramientas a *fin de incentivar mucho más las*

*preferencias por las actividades laborales y hacer un uso intensivo de la mano de obra.*

Se plantea construir dos pabellones de varones en el cual uno de ellos dispondrá de 3 pisos, habrá 19 celdas por piso, y se alojarán 6 internos por celda. El equipamiento para albergue consistirá en camas de concreto y los talleres serán semi industriales (Se definen talleres semi industriales a diferencia de los artesanales, por la presencia de más espacios y más equipamiento ligado a un propósito de uso intensivo de la mano de obra para desarrollar más capacitación y más actividades laborales). La población beneficiaria son únicamente internos hombres, no participan mujeres.

A continuación se muestra la tabla de generación de estrategias:

GRAFICO N° IV- 2: TABLA DE GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE JUANJUÍ

Diseño arquitectónico (Espacios de)	Pabellón de varones (Número de pisos)	Piso (Número de celdas)	Celda (Número de internos)	Sexo población beneficiaria	Tecnología (Tipo de taller)
"Categorización de internos"	3	23	6	Hombres y mujeres	Taller artesanal
"Carácter social"	2	19	8	Hombres	Taller semi industrial
"Carácter laboral"					

Fuente: Elaboración propia

Dicho gráfico es ordenado de modo que se muestre la siguiente tabla de estrategias:

GRAFICO N° IV- 3: TABLA DE ESTRATEGIAS PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE JUANJUÍ

Estrategia de diseño arquitectónico (Espacios de)	Pabellón de varones (Número de pisos)	Piso (Número de celdas)	Celda (Número de internos)	Sexo población beneficiaria (mixto ó hombres)	Tecnología (Tipo de taller)
"Categorización de internos"	2	23	8	Hombres y mujeres	Taller artesanal
"Carácter social"	3	19	6	Hombres y mujeres	Taller artesanal
"Carácter laboral"	3	19	6	Hombres	Taller semi industrial

Fuente: Elaboración propia

Información relevante y confiable

La información relevante para tomar buenas decisiones estratégicas se encuentra en el futuro y no en el pasado. Se ha recolectado y obtenido información relevante, correcta y explícita, entendiendo la incertidumbre. Se ha valorado directamente las opiniones/criterios importantes, minimizando los sesgos individuales y los problemas asociados a los procesos de pensamiento en grupo.

En ese sentido, se trabajó tres alternativas considerando un enfoque prospectivo con la participación de los formuladores de los proyectos de Readaptación Social, de manera particular en la remodelación y ampliación de penal de Juanjuí, pues no se diseñaron estrategias diferenciadas por tecnología de construcción que comúnmente se hace en los proyectos de penales, sino que difieren de aspectos de diseño arquitectónico por un lado categorización de internos, espacios de carácter social sin categorización de éstos, y por otro lado con más ambientes de trabajo, es decir talleres. Otra diferenciación en las alternativas es que las dos primeras consideran la realización de talleres artesanales mientras que la tercera contempla la realización de talleres semiindustriales (caracterizado por mayor equipamiento para dar una naturaleza semiindustrial a ser usado por los internos, de manera de dar mayor énfasis al trabajo), algo que no se ha visto en los penales y que se intenta plasmar en la actual concesión pública privada para la construcción del nuevo penal Huaral II.

Finalmente, se contempla en las dos primeras estrategias que la población beneficiaria sea mixta, mientras que en la última estrategia sólo es destinada para la población masculina.

#### 4.1.3 DIAGRAMA DE INFLUENCIAS

El equipo consultor encargado en el estudio de la Remodelación y Ampliación de Juanjuí, aplicó un diagrama de influencias para estructurar el problema. En el diagrama se representa las variables de incertidumbre, de decisión y sus relaciones. Primero el nodo de valor: COSTO EFECTIVIDAD (CES), que es el resultado final de las diferentes estrategias a evaluar. Este nodo representa la incertidumbre fundamental, dado que si se conociera la distribución de probabilidades del VAC, luego del CAE de cada alternativa y simultáneamente se conociera el valor de la población beneficiaria (Indicador de efectividad o de eficacia) sería muy fácil escoger la óptima del COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales.

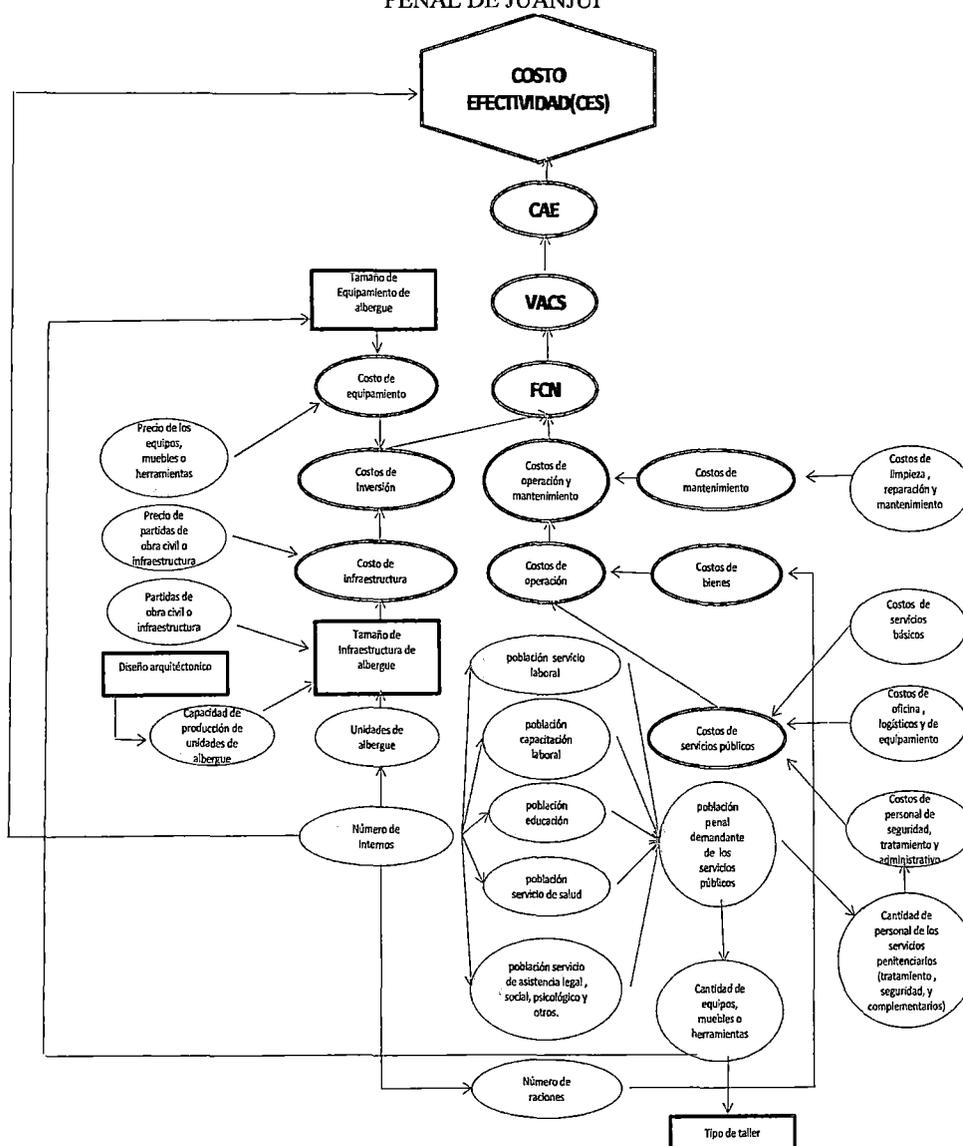
Este nodo de valor: COSTO EFECTIVIDAD se la representó como un octógono. Como no es posible determinar esta distribución directamente, el analista interrogó al equipo: ¿Qué le preguntarían al experto para reducir la incertidumbre en el COSTO EFECTIVIDAD, dado que no pueden determinar directamente la distribución de probabilidades del COSTO EFECTIVIDAD para cada estrategia? El equipo responde que le gustará preguntar sobre los flujos de caja netos (FCN). El analista representa esta respuesta con un círculo, pues es incertidumbre, y dibuja una flecha de este círculo al círculo VAC, luego al CAE, y éste al octógono que representa el COSTO EFECTIVIDAD. Luego, el analista les preguntó ¿qué más les gustaría saber para reducir aún más la incertidumbre con respecto al COSTO EFECTIVIDAD? El equipo responde que sabiendo los flujos de caja netos a precios sociales y la tasa de descuento social del 11%, el CAE quedaría determinado, y en consecuencia el COSTO EFECTIVIDAD.

Luego, el analista pasó a preguntar sobre el FCN: ¿Qué les gustaría saber para reducir su incertidumbre en el FCN? El equipo respondió los costos de inversión. El

analista represento esta respuesta como un círculo, y dibujó una flecha desde este círculo, hacia el círculo FCN. A continuación se les preguntó: ¿Qué más les gustaría saber para reducir aún más la incertidumbre en el FCN? El equipo respondió que le gustaría saber los costos de operación y los costos de mantenimiento. Con estas respuestas se identificaron las variables de incertidumbre que influyen sobre el FCN.

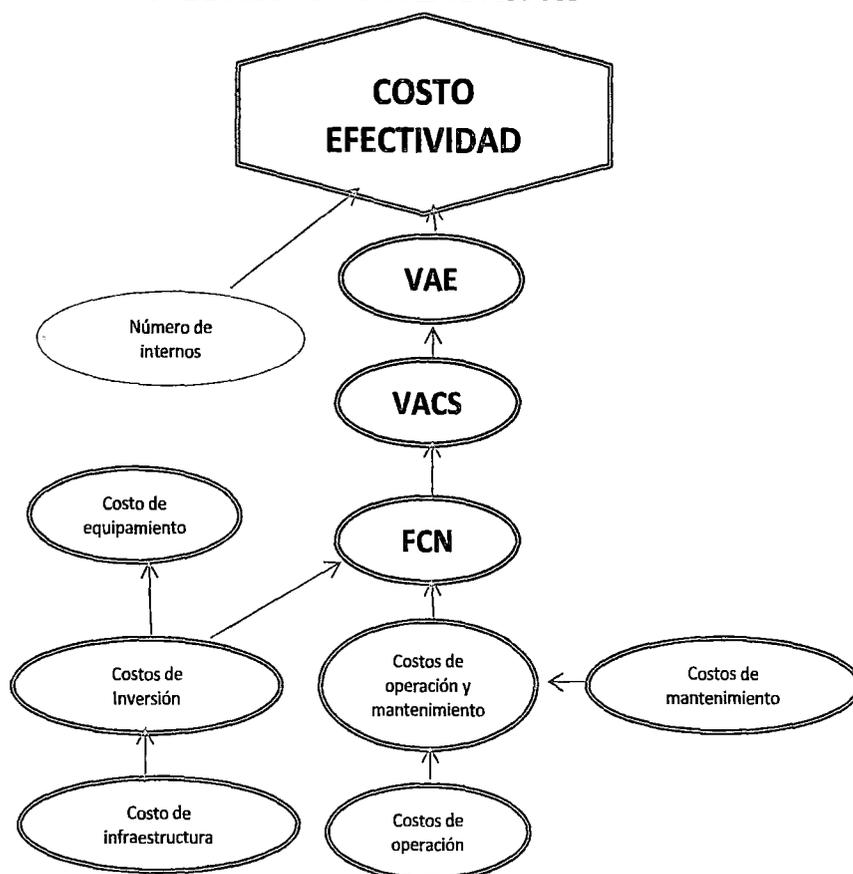
Asimismo, como analista se siguió estructurando el problema de decisión haciendo la consulta al grupo conformado por los expertos, analistas y el decisor, definiendo otras variables de incertidumbre y las variables de decisión las mismas que se presentan a continuación a través del Diagrama de Influencias detallado y uno simplificado:

GRAFICO N° IV- 4: DIAGRAMA DE INFLUENCIA PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJÚ



Fuente: Elaboración propia.

GRAFICO N° IV- 5: DIAGRAMA DE INFLUENCIA SIMPLIFICADO PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL PENAL DE JUANJUÍ



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 CRITERIOS DE DECISIÓN

En los problemas de inversiones el criterio principal para la mayoría de las decisiones debe ser el valor presente neto del flujo de caja futuro del proyecto (O negocio). Parte del esfuerzo en la fase de estructuración de este problema de decisión de las inadecuadas condiciones de albergue es argumentar sobre lo inapropiado de usar como criterio de decisión otros objetivos del INPE, como "reducir el hacinamiento", "minimizar los costos de inversión" o "minimizar los costos de operación y mantenimiento".

Se puntualiza que el Valor Actual de los Costos (VAC) no sería el mejor indicador de rentabilidad del proyecto, por lo que se opta por el COSTO EFECTIVIDAD<sup>64</sup> a precios sociales obtenido como consecuencia del Costo Anual Equivalente (CAE). Este COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales se le denominará CES y es el mejor criterio de decisión para asegurarse de tener un proyecto viable es decir rentable socialmente, que genere valor para la sociedad cuya responsabilidad de invertir parte de los inversionistas involucrados del Pliego INPE, así como sostenible y compatible con las decisiones políticas (Lineamientos de política institucional y sectorial).

---

<sup>64</sup>El indicador de rentabilidad social empleado generalmente en los proyectos de Readaptación Social y que ha tenido la aceptación por parte de los expertos, es el Costo Efectividad obtenido del CAE dividido entre el Indicador de efectividad o eficiencia (IE) número de internos beneficiados. La interpretación del ratio costo efectividad se considera así: A precios sociales, la Sociedad a través del INPE y otros agentes incurren anualmente en un costo de XXX S/. soles por cada interno beneficiado durante el horizonte de evaluación del proyecto”.

Un resumen de la Fase de Estructuración se muestra a partir de los siguientes cuadros:

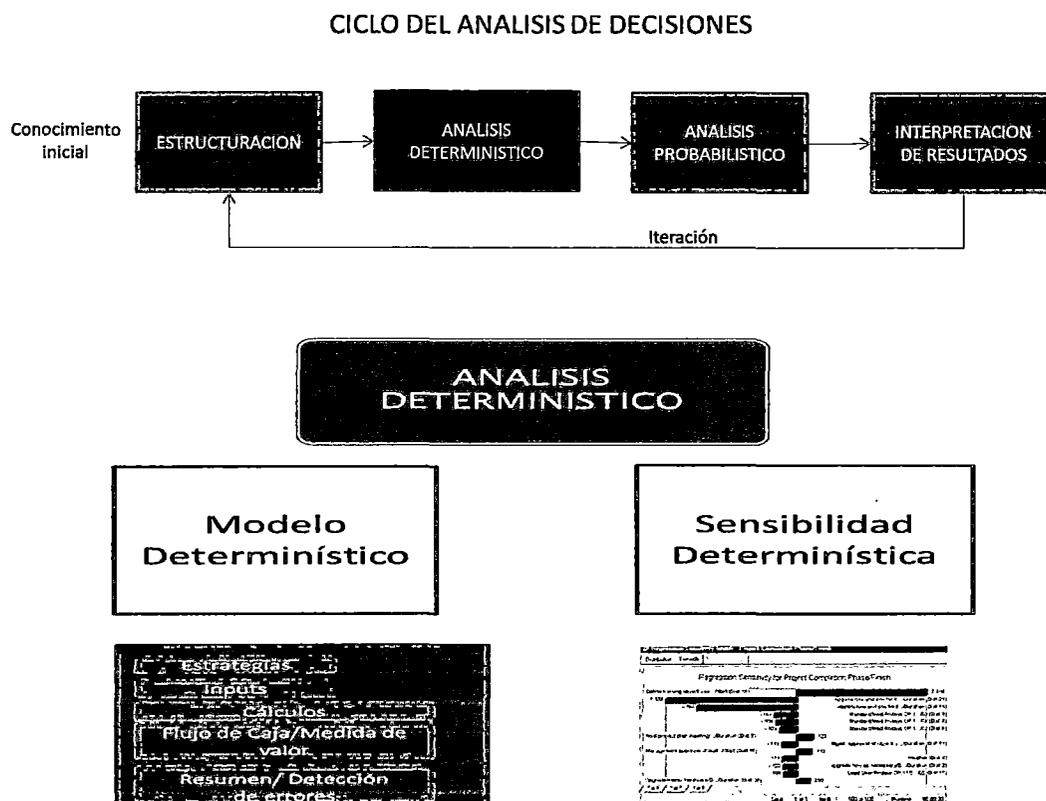
CUADRO N° IV- 2: RESUMEN DE LA FASE DE ESTRUCTURACION I PARTE

MARCO APROPIADO	TABLA DE ESTRATEGIAS	DIAGRAMA DE INFLUENCIAS
<p>Propósito: Lo que se va a hacer es seleccionar la mejor alternativa estratégica, para crear valor en un entorno de incertidumbre al riesgo, empleando la metodología del análisis de decisiones.</p> <p>Se hace esto porque se quiere tratar a la deficiencia metodológica (sensibilidad, riesgo e incertidumbre) en los proyectos de Readaptación Social, para la mejor toma de decisiones en la elección de la mejor de la alternativa. En consecuencia se quiere incrementar valor en condiciones de incertidumbre al riesgo.</p> <p>Además por las siguientes razones señaladas en la justificación de esta tesis las cuales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓El propósito de la Tesis es ayudar a los técnicos a incorporar la gestión del riesgo económico en un entorno de incertidumbre, principalmente para cambiar del enfoque retrospectivo al enfoque prospectivo.</li> <li>✓Se pretende aportar al conocimiento en cuanto a la manera de tomar decisiones en la evaluación económica de proyectos, para reducir la incertidumbre, además de generar valor para los inversionistas involucrados en el pliego INPE.</li> <li>✓Se justifica este trabajo en razón a dar un mayor sustento al decisor (Inversionistas del INPE), es decir calidad decisional, en la elección de la mejor alternativa de inversión del proyecto.</li> </ul> <p>Lo que se espera al final de la tesis es elegir la mejor alternativa de inversión del proyecto, en contextos de incertidumbre y riesgo, mejorando la calidad de la toma de decisiones estratégicas. Esto permitiría garantizar la viabilidad del proyecto en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública.</p>	<p>A partir de las 6 decisiones estratégicas, el grupo involucrado definió 3 estrategias con ayuda de la tabla de generación de estrategias.</p> <p><b>Estrategia 1 o Categorización:</b> "Diseño arquitectónico de categorización de internos",</p> <p><b>Estrategia 2 o Socialización:</b> "Diseño arquitectónico de espacios de carácter social" y</p> <p><b>Estrategia 3 o Laboral:</b> "Diseño arquitectónico de espacios de carácter laboral".</p>	<p>Se aplicó un diagrama de influencias para estructurar el problema. En dicho Diagrama se representa las variables de incertidumbre, de decisión y sus relaciones.</p> <p>En dicho Diagrama, se representa el nodo de valor: COSTO EFECTIVIDAD (CES), que es el resultado final de las diferentes estrategias a evaluar.</p> <p>El indicador de rentabilidad social empleado generalmente en los proyectos de Readaptación Social y que ha tenido la aceptación por parte de los expertos, es el Costo Efectividad obtenido del Costo Anual Equivalente (CAE) dividido entre el Indicador de efectividad o eficiencia (IE) número de internos beneficiados.</p> <p>La interpretación del ratio costo efectividad se considera así: A precios sociales, la Sociedad a través del INPE y otros agentes incurren anualmente en un costo de XXX S/. soles por cada interno beneficiado durante el horizonte de evaluación del proyecto.</p>
<p>Perspectiva: Se elaboró un listado de cuestiones (preguntas) los cuales identificaron 44 variables de incertidumbre y 7 de decisión, con los cuales se trabajó para la Fase Determinística.</p>		
<p>Alcance: Se empleó la jerarquía decisional obteniéndose 2 decisiones de política, 6 decisiones estratégicas y 5 decisiones operativas.</p>		

Fuente: Elaboración propia



## 4.2 ANÁLISIS DETERMINÍSTICO



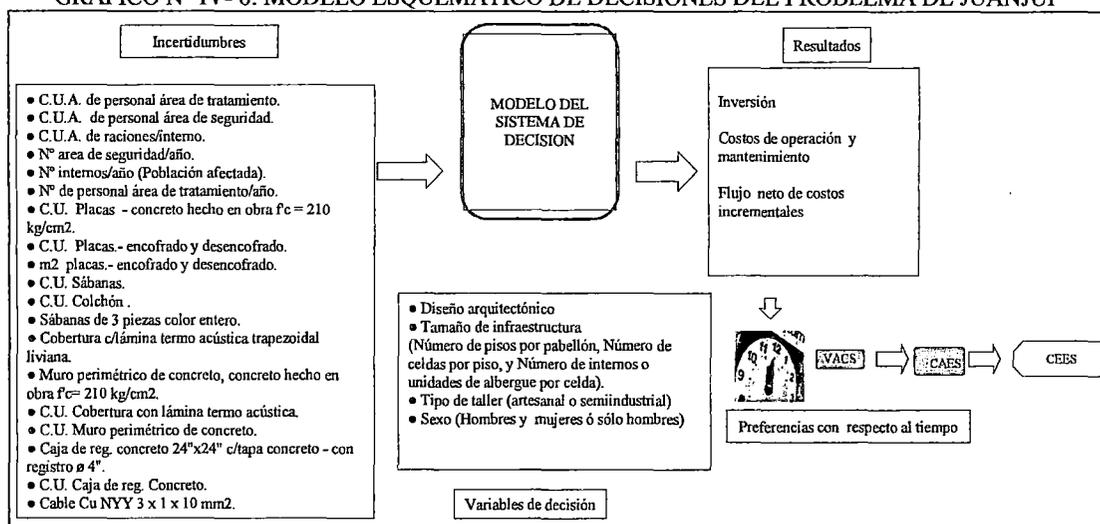
Se ha diseñado un modelo que calcula los flujos de costos incrementales de caja netos, el Valor actual de Costos (VAC), el Costo Anual Equivalente (CAE) y el Costo Efectividad (CES) para tres escenarios de cada alternativa. Además, facilita el análisis de sensibilidad utilizando los rangos de los valores de las incertidumbres y los software Supertree y el TreePlan.

Los analistas entrevistaron a los expertos del equipo y se valoraron los rangos de incertidumbre en cada una de las variables y para cada estrategia.

### Área de cálculos del proyecto Juanjuí

El propósito del modelo es ayudar a tomar decisiones estratégicas, ayudar a comprender el problema de decisión, los detalles deben cooperar con el entendimiento y no complicarlo. A continuación se muestra de manera resumida el modelo esquemático determinístico planteado.

GRAFICO N° IV- 6: MODELO ESQUEMÁTICO DE DECISIONES DEL PROBLEMA DE JUANJUÍ



Fuente: Análisis de Decisiones 2009, José Salinas  
Elaboración propia

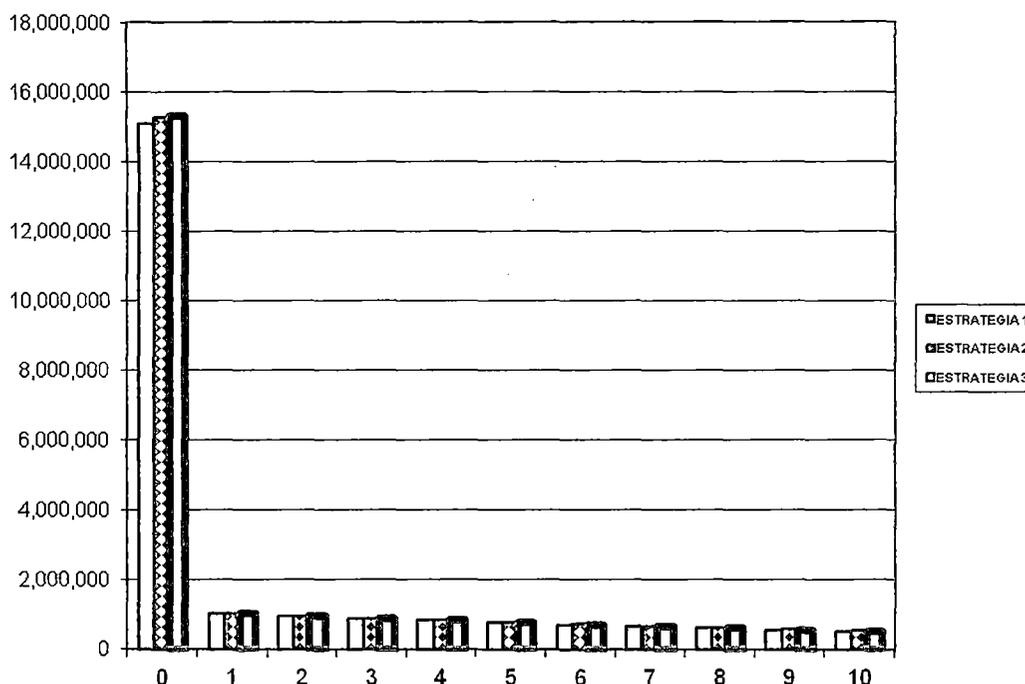
En el escenario base la estrategia preferida será la estrategia 1 (Categorización), el mismo que presenta el menor Costo Efectividad a precios sociales (CES) con un valor de S/. 8326, luego en segundo lugar se encuentra la estrategia 2 (Socialización) con CES de S/. 8393. Finalmente, la tercera estrategia (Laboral) presenta un CES ascendente a S/. 8676. El cuadro N° IV-4 y el gráfico N° IV-7 muestran los flujos de caja asociados al caso o escenario base de cada una de las tres estrategias.

CUADRO N° IV- 4: FLUJOS DE CAJA DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS

PERIODO	ESTRATEGIA 1	ESTRATEGIA 2	ESTRATEGIA 3
0	15,091,607	15,273,765	15,304,960
1	1,025,078	1,025,078	1,034,640
2	954,403	954,403	961,471
3	887,668	887,668	892,644
4	823,784	823,784	827,063
5	764,748	764,748	766,572
6	709,323	709,323	709,948
7	656,639	656,639	656,322
8	608,092	608,092	606,980
9	562,123	562,123	560,406
10	519,829	519,829	517,612
<b>VACS</b>	<b>22,603,296</b>	<b>22,785,454</b>	<b>22,838,620</b>
<b>VAES</b>	<b>3,838,072</b>	<b>3,869,003</b>	<b>3,878,030</b>
<b>CES</b>	<b>8,326</b>	<b>8,393</b>	<b>8,676</b>

Elaboración propia.

GRAFICO N° IV- 7: FLUJOS DE CAJA A TRAVES DEL TIEMPO DE LAS ESTRATEGIAS



Fuente: Elaboración propia

El análisis de sensibilidad determinístico, considerando la regla del mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo, indica que después de un proceso de sensibilización de 44 variables, existen sólo 3 variables sustantivas en cada una de las estrategias alternativas, porque explican más del 90% de la variación del COSTO EFECTIVIDAD. El total de incertidumbres no críticas son 41, las que no serán empleadas en el análisis probabilístico, dado que explican poco la variación del COSTO EFECTIVIDAD, y en consecuencia serán tratadas en sus valores base.

En relación a la Estrategia 1 (Categorización) del proyecto de Readaptación Social, el cuadro siguiente, resultado de la sensibilización de las variables, demuestra que el 97.3% de la variación del COSTO EFECTIVIDAD se concentra en las variables de incertidumbre número de internos al año que ingresan al establecimiento penitenciario (57.3%), el costo unitario de las raciones por interno al año (35.8%), el número de personal del área de seguridad al año (4.2%).

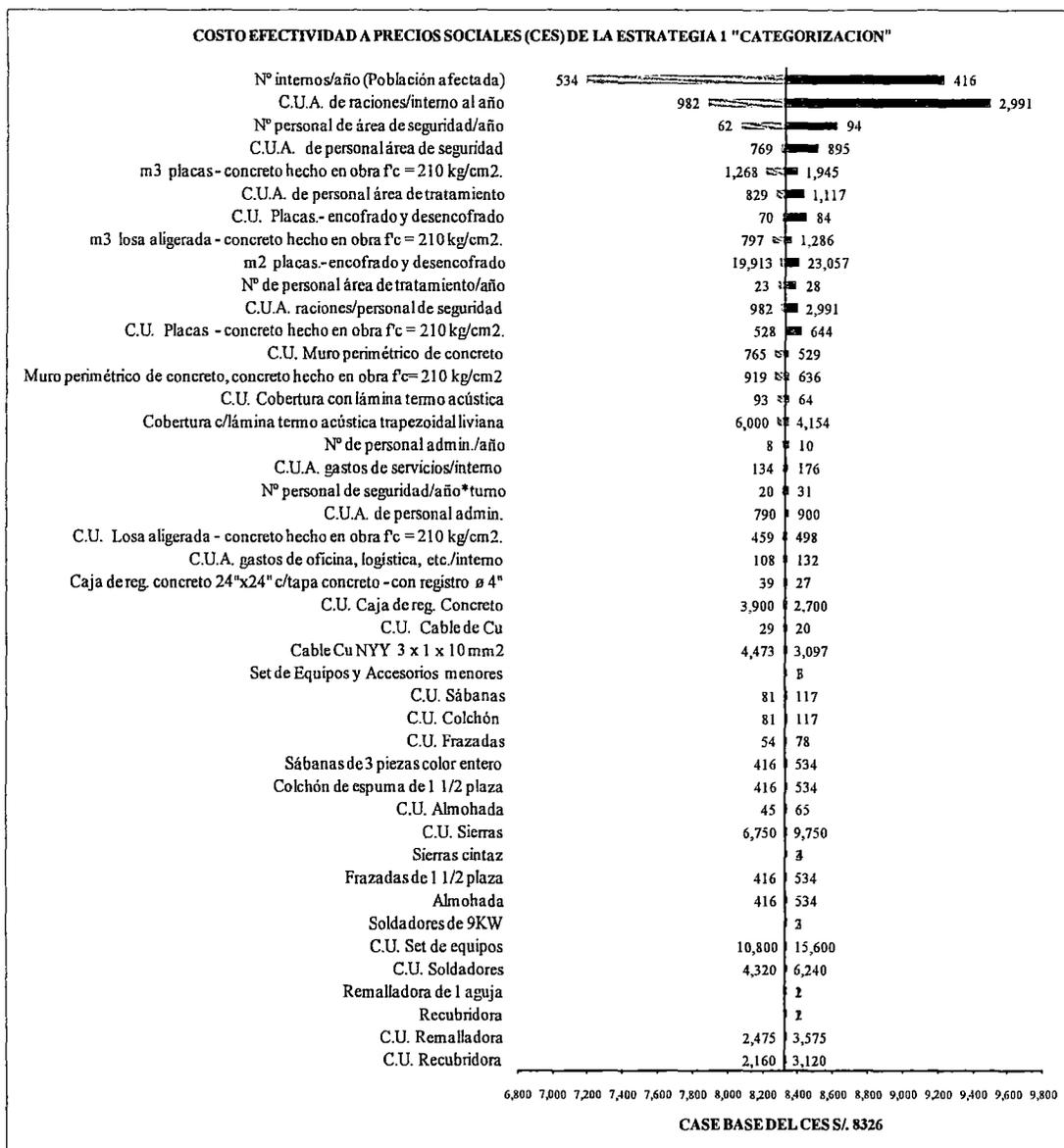
CUADRO N° IV- 5: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICO ALTERNATIVA I

Variables de entrada	Valores de las variables de entrada			Valores del CES			Variación	Acumulado
	Bajo	Caso Base	Alto	93.1%	Caso Base	Alto		
N° internos/año (Población afectada)	534	461	416	97.3%	8,326	9,226	2,039	57.3%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	97.9%	8,326	9,495	1,612	93.1%
N° personal de área de seguridad/año	62	77	94	98.3%	8,326	8,617	549	97.3%
C.U.A. de personal área de seguridad	769	785	895	98.6%	8,326	8,511	212	97.9%
m3 placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	1,268	1,691	1,945	98.9%	8,326	8,391	174	98.3%
C.U.A. de personal área de tratamiento	829	931	1,117	99.1%	8,326	8,427	157	98.6%
C.U. Placas.- encofrado y desencofrado	70	72	84	99.2%	8,326	8,446	140	98.9%
m3 losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	797	1,138	1,286	99.4%	8,326	8,360	114	99.1%
m2 placas.- encofrado y desencofrado	19,913	20,961	23,057	99.5%	8,326	8,398	108	99.2%
N° de personal área de tratamiento/año	23	25	28	99.6%	8,326	8,387	102	99.4%
C.U.A. raciones/personal de seguridad	982	1,534	2,991	99.7%	8,326	8,395	95	99.5%
C.U. Placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	528	537	644	99.8%	8,326	8,412	94	99.6%
C.U. Muro perimétrico de concreto	765	588	529	99.9%	8,326	8,345	80	99.7%
Muro perimétrico de concreto, concreto hecho en obra f'c= 210 kg/cm2	919	707	636	99.9%	8,326	8,345	79	99.8%
C.U. Cobertura con lámina termo acústica	93	71	64	99.9%	8,326	8,342	64	99.9%
Cobertura c/lámina termo acústica trapezoidal liviana	6,000	4,615	4,154	100.0%	8,326	8,341	63	99.9%
N° de personal admin./año	8	9	10	100.0%	8,326	8,343	36	99.9%
C.U.A. gastos de servicios/interno	134	160	176	100.0%	8,326	8,339	34	100.0%
N° personal de seguridad/año*turno	20	26	31	100.0%	8,326	8,340	31	100.0%
C.U.A. de personal admin.	790	819	900	100.0%	8,326	8,342	22	100.0%
C.U. Losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	459	487	498	100.0%	8,326	8,332	21	100.0%
C.U.A. gastos de oficina, logística, etc./interno	108	120	132	100.0%	8,326	8,335	19	100.0%
Caja de reg. concreto 24"x24" c/tapa concreto - con registro ø 4"	39	30	27	100.0%	8,326	8,329	17	100.0%
C.U. Caja de reg. Concreto	3,900	3,000	2,700	100.0%	8,326	8,330	17	100.0%
C.U. Cable de Cu	29	22	20	100.0%	8,326	8,329	15	100.0%
Cable Cu NY 3 x 1 x 10 mm2	4,473	3,441	3,097	100.0%	8,326	8,329	15	100.0%
Set de Equipos y Accesorios menores	1	1	3	100.0%	8,326	8,334	9	100.0%
C.U. Sábanas	81	90	117	100.0%	8,326	8,330	6	100.0%
C.U. Colchón	81	90	117	100.0%	8,326	8,330	6	100.0%
C.U. Frazadas	54	60	78	100.0%	8,326	8,329	4	100.0%
Sábanas de 3 piezas color entero	416	461	534	100.0%	8,326	8,328	4	100.0%
Colchón de espuma de 1 1/2 plaza	416	461	534	100.0%	8,326	8,328	4	100.0%
C.U. Almohada	45	50	65	100.0%	8,326	8,328	3	100.0%
C.U. Sierras	6,750	7,500	9,750	100.0%	8,326	8,328	3	100.0%
Sierras cintaz	3	3	4	100.0%	8,326	8,328	3	100.0%
Frazadas de 1 1/2 plaza	416	461	534	100.0%	8,326	8,327	3	100.0%
Almohada	416	461	534	100.0%	8,326	8,327	2	100.0%
Soldadores de 9KW	2	2	3	100.0%	8,326	8,327	2	100.0%
C.U. Set de equipos	10,800	12,000	15,600	100.0%	8,326	8,327	2	100.0%
C.U. Soldadores	4,320	4,800	6,240	100.0%	8,326	8,327	1	100.0%
Remalladora de 1 aguja	1	1	2	100.0%	8,326	8,327	1	100.0%
Recubridora	1	1	2	100.0%	8,326	8,326	1	100.0%
C.U. Remalladora	2,475	2,750	3,575	57.3%	8,326	8,326	0	100.0%
C.U. Recubridora	2,160	2,400	3,120	93.1%	8,326	8,326	0	100.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN.

En el gráfico siguiente se muestran los resultados del análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las variables fuente de incertidumbre. A partir de estos resultados se identifican las principales variables más relevantes que son fuente de mayor incertidumbre. Se puede notar claramente que para la estrategia 1 la variable con fuerte influencia sobre el COSTO EFECTIVIDAD a Precios Sociales (CES) es el número de internos por año, su incertidumbre merece una atención especial y deberá ser modelada como variable aleatoria en el análisis probabilístico del problema. Las siguientes dos variables con mayor efecto en el COSTO EFECTIVIDAD es el costo unitario de las raciones por interno al año y el número de personal de seguridad al año, la cual será incluida como variable aleatoria en el árbol de decisiones.

GRAFICO N° IV- 8: GRAFICO DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA I



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN

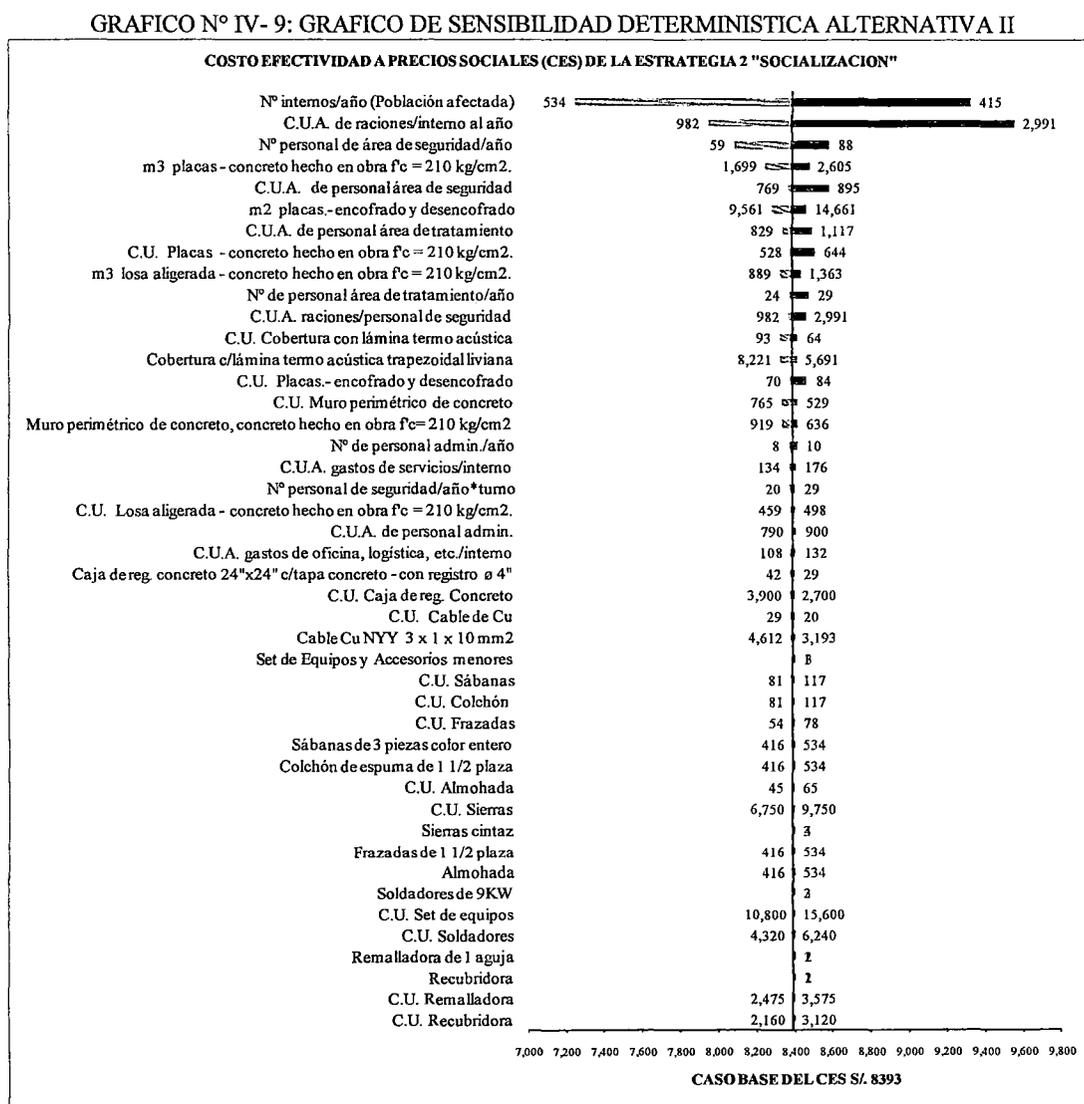
En la estrategia 2 (Socialización), las tres primeras variables del cuadro siguiente, número de internos por año que ingresan al establecimiento penitenciario de Juanjuí, costo unitario de las raciones por interno al año y el número de personal de seguridad al año, son fuente de incertidumbre, explicando el 96.7% acumulado de la incertidumbre del proyecto, variación que recae sobre el COSTO EFECTIVIDAD, a precios sociales, es decir las tres variables mencionadas explican el 58.3%, el 35.1% y el 3.3% de variación del COSTO EFECTIVIDAD, respectivamente.

CUADRO N° IV- 6: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA II

Variables de entrada	Valores de las variables de entrada			Valores del CES			Variación	Acumulado
	Bajo	Caso Base	Alto	Bajo	Caso Base	Alto		
N° internos/año (Población afectada)	534	461	415	7,245	8,393	9,323	2,078	58.3%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	7,950	8,393	9,562	1,612	93.4%
N° personal de área de seguridad/año	59	77	88	8,084	8,393	8,581	498	96.7%
m3 placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	1,699	2,265	2,605	8,247	8,393	8,480	232	97.4%
C.U.A. de personal área de seguridad	769	785	895	8,366	8,393	8,578	212	98.1%
m2 placas.- encofrado y desencofrado	9,561	12,748	14,661	8,282	8,393	8,459	176	98.5%
C.U.A. de personal área de tratamiento	829	931	1,117	8,337	8,393	8,494	157	98.8%
C.U. Placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	528	537	644	8,383	8,393	8,508	125	99.0%
m3 losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	889	1,186	1,363	8,324	8,393	8,434	110	99.2%
N° de personal área de tratamiento/año	24	25	29	8,372	8,393	8,474	102	99.3%
C.U.A. raciones/personal de seguridad	982	1,534	2,991	8,366	8,393	8,462	95	99.4%
C.U. Cobertura con lámina termo acústica	93	71	64	8,327	8,393	8,415	88	99.6%
Cobertura c/lámina termo acústica trapezoidal liviana	8,221	6,323	5,691	8,328	8,393	8,414	86	99.7%
C.U. Placas.- encofrado y desencofrado	70	72	84	8,378	8,393	8,463	85	99.8%
C.U. Muro perimétrico de concreto	765	588	529	8,333	8,393	8,413	80	99.8%
Muro perimétrico de concreto, concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2	919	707	636	8,333	8,393	8,412	79	99.9%
N° de personal admin./año	8	9	10	8,375	8,393	8,411	36	99.9%
C.U.A. gastos de servicios/interno	134	160	176	8,372	8,393	8,406	34	100.0%
N° personal de seguridad/año*turno	20	26	29	8,376	8,393	8,401	25	100.0%
C.U. Losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	459	487	498	8,377	8,393	8,399	22	100.0%
C.U.A. de personal admin.	790	819	900	8,387	8,393	8,409	22	100.0%
C.U.A. gastos de oficina, logística, etc./interno	108	120	132	8,383	8,393	8,402	19	100.0%
Caja de reg. concreto 24"x24" c/tapa concreto - con registro ø 4"	42	32	29	8,379	8,393	8,397	19	100.0%
C.U. Caja de reg. Concreto	3,900	3,000	2,700	8,379	8,393	8,397	19	100.0%
C.U. Cable de Cu	29	22	20	8,381	8,393	8,396	15	100.0%
Cable Cu NYY 3 x 1 x 10 mm2	4,612	3,548	3,193	8,381	8,393	8,396	15	100.0%
Set de Equipos y Accesorios menores	1	1	3	8,393	8,393	8,401	9	100.0%
C.U. Sábanas	81	90	117	8,391	8,393	8,397	6	100.0%
C.U. Colchón	81	90	117	8,391	8,393	8,397	6	100.0%
C.U. Frazadas	54	60	78	8,392	8,393	8,396	4	100.0%
Sábanas de 3 piezas color entero	416	461	534	8,391	8,393	8,395	4	100.0%
Colchón de espuma de 1 1/2 plaza	416	461	534	8,391	8,393	8,395	4	100.0%
C.U. Almohada	45	50	65	8,392	8,393	8,395	3	100.0%
C.U. Sierras	6,750	7,500	9,750	8,392	8,393	8,395	3	100.0%
Sierras cintaz	3	3	4	8,393	8,393	8,395	3	100.0%
Frazadas de 1 1/2 plaza	416	461	534	8,392	8,393	8,394	3	100.0%
Almohada	416	461	534	8,392	8,393	8,394	2	100.0%
Soldadores de 9KW	2	2	3	8,393	8,393	8,394	2	100.0%
C.U. Set de equipos	10,800	12,000	15,600	8,392	8,393	8,394	2	100.0%
C.U. Soldadores	4,320	4,800	6,240	8,392	8,393	8,394	1	100.0%
Remalladora de 1 aguja	1	1	2	8,393	8,393	8,394	1	100.0%
Recubridora	1	1	2	8,393	8,393	8,394	1	100.0%
C.U. Remalladora	2,475	2,750	3,575	8,393	8,393	8,393	0	100.0%
C.U. Recubridora	2,160	2,400	3,120	8,393	8,393	8,393	0	100.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN

En el siguiente diagrama de tornado mostrado en el gráfico N° IV-9, se muestra los resultados del análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las variables fuente de incertidumbre. A partir de estos resultados se identifican las principales variables más sustantivas de mayor incertidumbre. Se puede notar claramente la de fuerte influencia sobre el COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales, la cual es el número de internos, tal como la estrategia 2 lo señala.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN.

De manera similar a las estrategias 1 y 2, la estrategia 3 (Laboral) tiene como variables sustantivas al número de internos al año, costo unitario de las raciones por interno al año y el número de personal de seguridad al año, explicando cada una el

56.7%, 33.7%, y 4.6% respectivamente, y de manera conjunta el 95%. Ver cuadro N° IV-7.

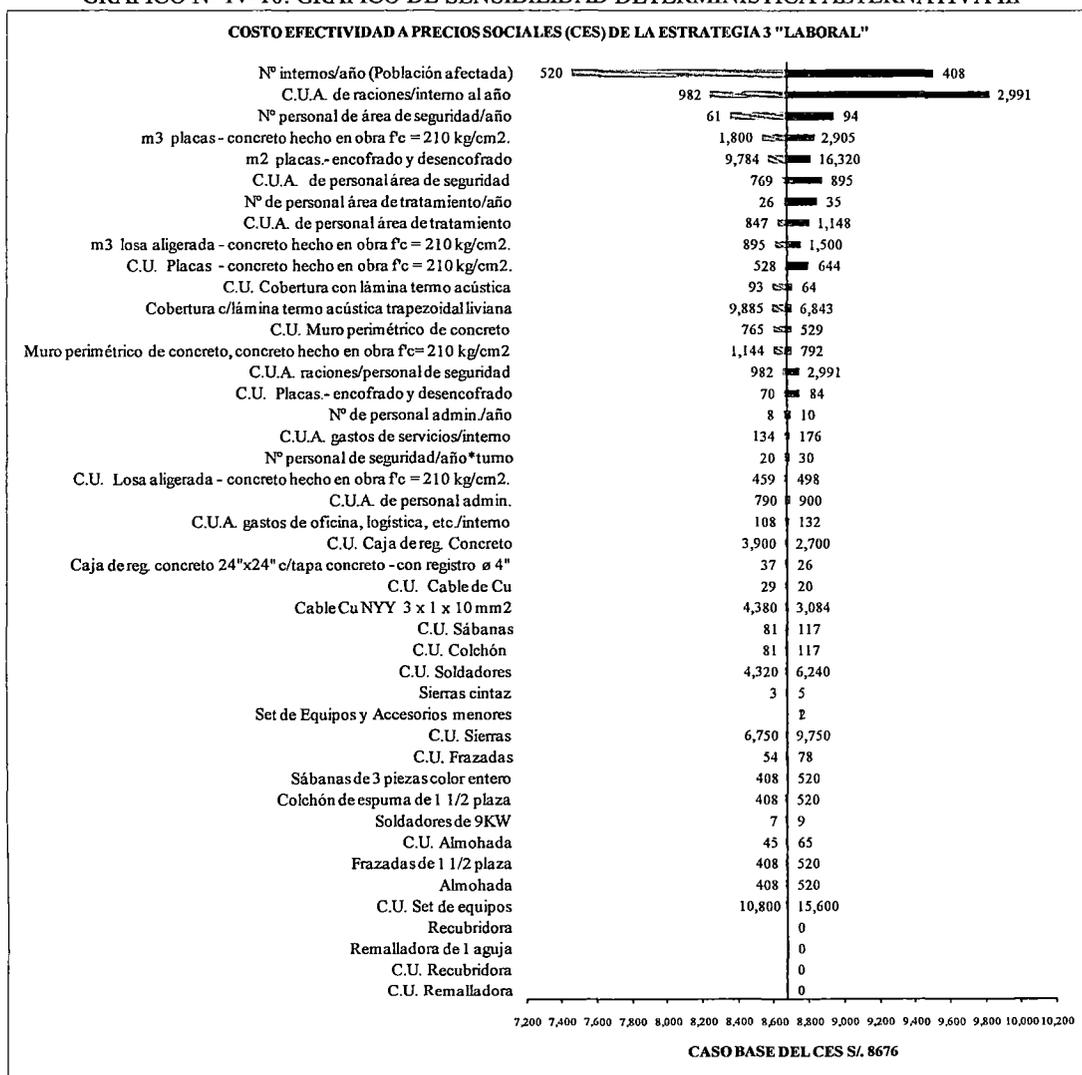
**CUADRO N° IV- 7: ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA III**

Variables de entrada	Valores de las variables de entrada			Valores del CES			Acumulado
	Bajo	Caso Base	Alto	Bajo	Caso Base	Alto	
N° internos/año (Población afectada)	520	447	408	7,458	8,676	9,505	56.7%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	8,242	8,676	9,821	90.4%
N° personal de área de seguridad/año	61	79	94	8,357	8,676	8,941	95.0%
m3 placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	1,800	2,330	2,905	8,536	8,676	8,828	96.2%
m2 placas.- encofrado y desencofrado	9,784	12,655	16,320	8,573	8,676	8,806	96.9%
C.U.A. de personal área de seguridad	769	785	895	8,647	8,676	8,872	97.6%
N° de personal área de tratamiento/año	26	27	35	8,654	8,676	8,846	98.1%
C.U.A. de personal área de tratamiento	847	941	1,148	8,618	8,676	8,801	98.6%
m3 losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	895	1,191	1,500	8,605	8,676	8,750	98.9%
C.U. Placas - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	528	537	644	8,665	8,676	8,798	99.1%
C.U. Cobertura con lámina termo acústica	93	71	64	8,595	8,676	8,703	99.3%
Cobertura c/lámina termo acústica trapezoidal liviana	9,885	7,604	6,843	8,596	8,676	8,702	99.4%
C.U. Muro perimétrico de concreto	765	588	529	8,599	8,676	8,701	99.5%
Muro perimétrico de concreto, concreto hecho en obra f'c= 210 kg/cm2	1,144	880	792	8,599	8,676	8,701	99.7%
C.U.A. raciones/personal de seguridad	982	1,534	2,991	8,649	8,676	8,747	99.8%
C.U. Placas.- encofrado y desencofrado	70	72	84	8,660	8,676	8,748	99.9%
N° de personal admin./año	8	9	10	8,657	8,676	8,694	99.9%
C.U.A. gastos de servicios/interno	134	160	176	8,656	8,676	8,689	100.0%
N° personal de seguridad/año*turno	20	26	30	8,658	8,676	8,687	100.0%
C.U. Losa aligerada - concreto hecho en obra f'c = 210 kg/cm2.	459	487	498	8,659	8,676	8,682	100.0%
C.U.A. de personal admin.	790	819	900	8,670	8,676	8,692	100.0%
C.U.A. gastos de oficina, logística, etc./interno	108	120	132	8,666	8,676	8,685	100.0%
C.U. Caja de reg. Concreto	3,900	3,000	2,700	8,663	8,676	8,680	100.0%
Caja de reg. concreto 24"x24" c/tapa concreto - con registro ø 4"	37	29	26	8,664	8,676	8,680	100.0%
C.U. Cable de Cu	29	22	20	8,664	8,676	8,679	100.0%
Cable Cu NYY 3 x 1 x 10 mm2	4,380	3,504	3,084	8,666	8,676	8,680	100.0%
C.U. Sábanas	81	90	117	8,674	8,676	8,680	100.0%
C.U. Colchón	81	90	117	8,674	8,676	8,680	100.0%
C.U. Soldadores	4,320	4,800	6,240	8,674	8,676	8,680	100.0%
Sierras cintaz	3	4	5	8,673	8,676	8,679	100.0%
Set de Equipos y Accesorios menores	1	1	2	8,676	8,676	8,680	100.0%
C.U. Sierras	6,750	7,500	9,750	8,675	8,676	8,679	100.0%
C.U. Frazadas	54	60	78	8,675	8,676	8,679	100.0%
Sábanas de 3 piezas color entero	408	447	520	8,674	8,676	8,678	100.0%
Colchón de espuma de 1 1/2 plaza	408	447	520	8,674	8,676	8,678	100.0%
Soldadores de 9KW	7	8	9	8,674	8,676	8,678	100.0%
C.U. Almohada	45	50	65	8,675	8,676	8,678	100.0%
Frazadas de 1 1/2 plaza	408	447	520	8,675	8,676	8,677	100.0%
Almohada	408	447	520	8,675	8,676	8,677	100.0%
C.U. Set de equipos	10,800	12,000	15,600	8,675	8,676	8,677	100.0%
Recubridora	0	0	0	8,676	8,676	8,676	100.0%
Remalladora de 1 aguja	0	0	0	8,676	8,676	8,676	100.0%
C.U. Recubridora	0	0	0	8,676	8,676	8,676	100.0%
C.U. Remalladora	0	0	0	8,676	8,676	8,676	100.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN.

El diagrama de tornado del gráfico N° IV-10, muestra los resultados del análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las variables fuente de incertidumbre de esta última estrategia planteada. Nuevamente se puede notar claramente que la de fuerte influencia sobre el COSTO EFECTIVIDAD a Precios Sociales, es el número de internos al año.

GRAFICO N° IV-10: GRAFICO DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICA ALTERNATIVA III



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN

Un resumen de la Fase Determinística se muestra a partir de los siguientes cuadros:

CUADRO N° IV- 8: RESUMEN DE LA FASE DETERMINISTICA I PARTE

MODELO DETERMINISTICO	SENSIBILIDAD DETERMINISTICA
<p>A partir de los resultados de la Fase de Estructuración se crea el modelo decisional en un hoja de cálculo de Excel.</p> <p>De acuerdo a los flujos netos se puede observar que las tres estrategias planteadas tiene un comportamiento decreciente en el horizonte de evaluación del proyecto.</p> <p>Dicho modelo decisional determina que en el escenario base la estrategia preferida será la estrategia 1 (Categorización), el mismo que presenta el menor Costo Efectividad a precios sociales (CES) con un valor de S/. 8326, luego en segundo lugar se encuentra la estrategia 2 (Socialización) con CES de S/. 8393. Finalmente, la tercera estrategia (Laboral) presenta un CES ascendente a S/. 8676.</p>	<p>Las variables más relevantes que crean mayor incertidumbre y generan la mayor variación sobre el costo efectividad (3 variables generan en conjunto un impacto en más del 90% sobre el CES), en cada una de las tres estrategias planteadas son las variables a ser analizadas en la fase probabilística, las cuales son: <b>Número de internos al año, Costo unitario anual de las raciones por interno y número de personal del área de seguridad al año.</b> Un resumen de los resultados en la fase determinística son señaladas a partir del siguiente cuadro:</p>

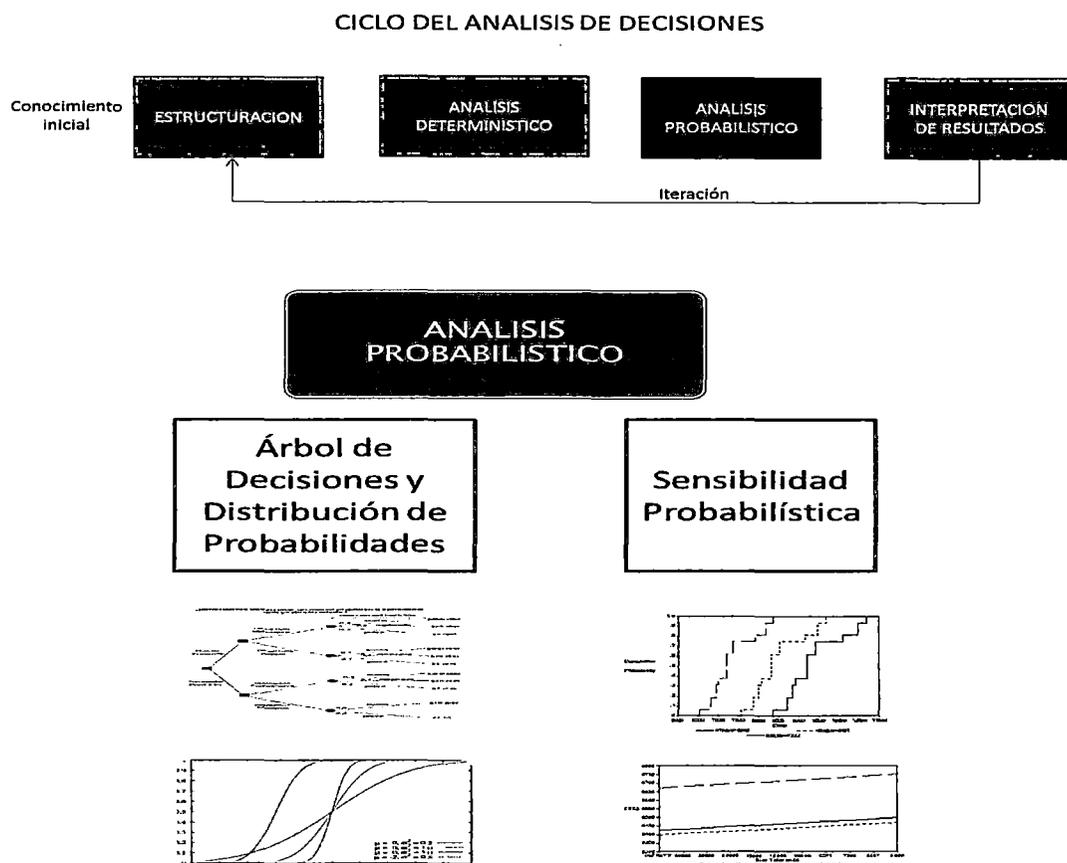
Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° IV- 9: RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINISTICO

ESTRATEGIA I									
Variables de entrada	Valores de las variables de entrada			Valores del CES			Variación	Percentil variación	Acumulado
	Bajo	Caso Base	Alto	Bajo	Caso Base	Alto			
N° internos/año (Población afectada)	534	461	416	7,187	8,326	9,226	2,039	57.3%	57.3%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	7,883	8,326	9,495	1,612	35.8%	93.1%
N° personal de área de seguridad/año	62	77	94	8,068	8,326	8,617	549	4.2%	97.3%
ESTRATEGIA II									
N° internos/año (Población afectada)	534	461	415	7,245	8,393	9,323	2,078	58.3%	58.3%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	7,950	8,393	9,562	1,612	35.1%	93.4%
N° personal de área de seguridad/año	59	77	88	8,084	8,393	8,581	498	3.3%	96.7%
ESTRATEGIA III									
N° internos/año (Población afectada)	520	447	408	7,458	8,676	9,505	2,047	56.7%	56.7%
C.U.A. de raciones/interno al año	982	1,534	2,991	8,242	8,676	9,821	1,579	33.7%	90.4%
N° personal de área de seguridad/año	61	79	94	8,357	8,676	8,941	584	4.6%	95.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Análisis de Sensibilidad del SUPERTREE y del TREEPLAN

## 4.3 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO



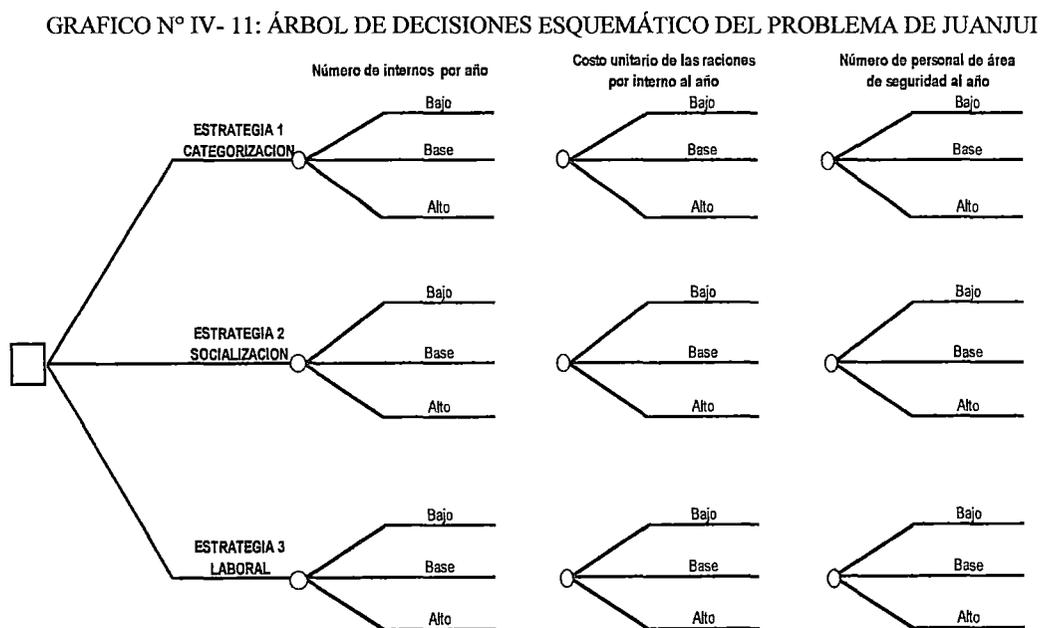
La fase del análisis probabilístico consta de cuatro pasos fundamentales. En primer lugar se debe dibujar el árbol de decisiones que muestra cómo se relacionan las estrategias y las incertidumbres críticas para generar resultados. Seguidamente, se debe asignar probabilidades a las incertidumbres del árbol. Luego, con estas probabilidades será posible evaluar el árbol de decisiones para identificar la mejor alternativa usando los valores esperados y los perfiles de rentabilidad/riesgo. Y finalmente se podrá hacer mayor análisis de sensibilidad. Este análisis de sensibilidad probabilístico permite ver cuán sensible es el perfil de rentabilidad/riesgo con respecto a los posibles valores de las incertidumbres, a las distribuciones de probabilidades condicionales, cuán sensible es la decisión con respecto a las probabilidades asignadas, a la tolerancia al riesgo y al tiempo del decisor.

## Árbol de decisiones

Se dibuja el árbol de decisiones considerando las variables críticas, las otras variables fueron fijadas en su valor base.

Cada estrategia tiene asociada 3 variables críticas. La estrategia 1 (Categorización) tiene como variables aleatorias al número de internos al año, costo unitario de las raciones por interno al año y el número de personal de seguridad al año. Las estrategias 2 (Socialización) y 3 (Laboral) tienen como variables aleatorias las mismas contempladas en la estrategia 1, dado que en la fase determinística no se identificó ninguna otra variable o variables que puedan cambiar el COSTO EFECTIVIDAD de una manera significativa a una estrategia en particular.

Se observa en el gráfico N° IV-11 el árbol de decisiones esquemático la misma que presenta 3 variables aleatorias comunes a las tres estrategias. Por lo que el número de nodos de azar es de 3, explicando más del 90% de la incertidumbre total en el COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales (CES) de cada estrategia. Con 3 nodos, de tres ramas cada uno (la rama de cada nodo define un escenario que puede ser bajo, base o alto), se tendrá 27 escenarios por estrategia (81 escenarios en total por las 3 estrategias).



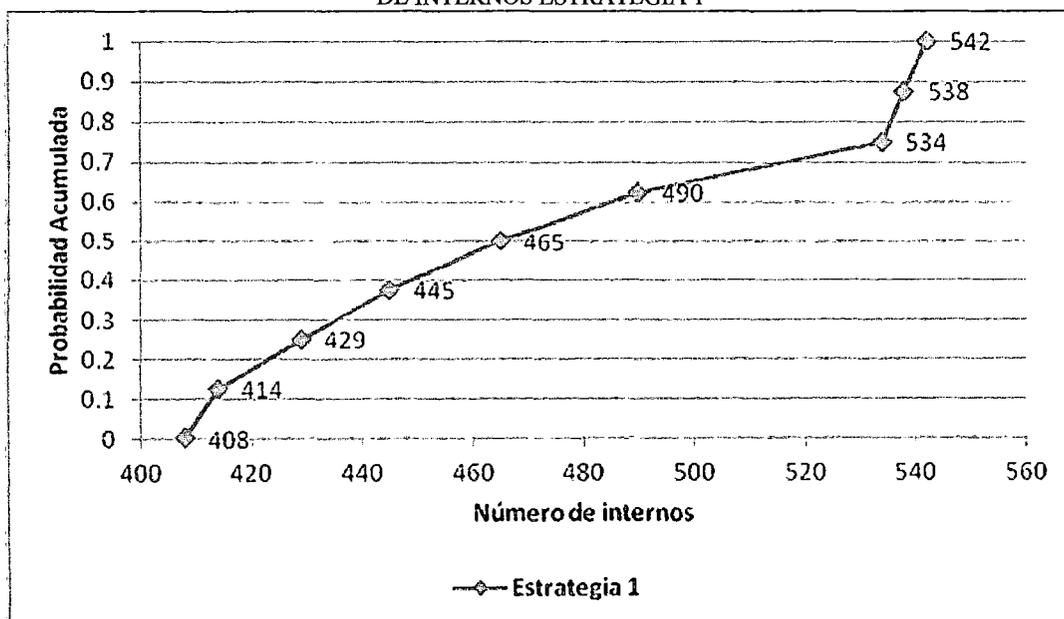
El nodo de decisión representa las 3 variables de decisión que definen las 3 estrategias; es decir, que en vez de tener 3 nodos de decisión, sólo se tiene uno que está antes (a la izquierda) de todos los nodos de azar porque la resolución de las incertidumbres como número de internos, costo unitario de las raciones por interno al año y el número de personal de seguridad al año, no se dará hasta después de que se tomen las decisiones que se resumen en Remodelar y Ampliar el penal.

### Asignación de probabilidades en la fase probabilística

Para evaluar las incertidumbres en las 3 variables aleatorias críticas se convocó a expertos internos del INPE, evaluadores y responsables de OPI del Ministerio de Justicia. Asimismo se consideró expertos externos.

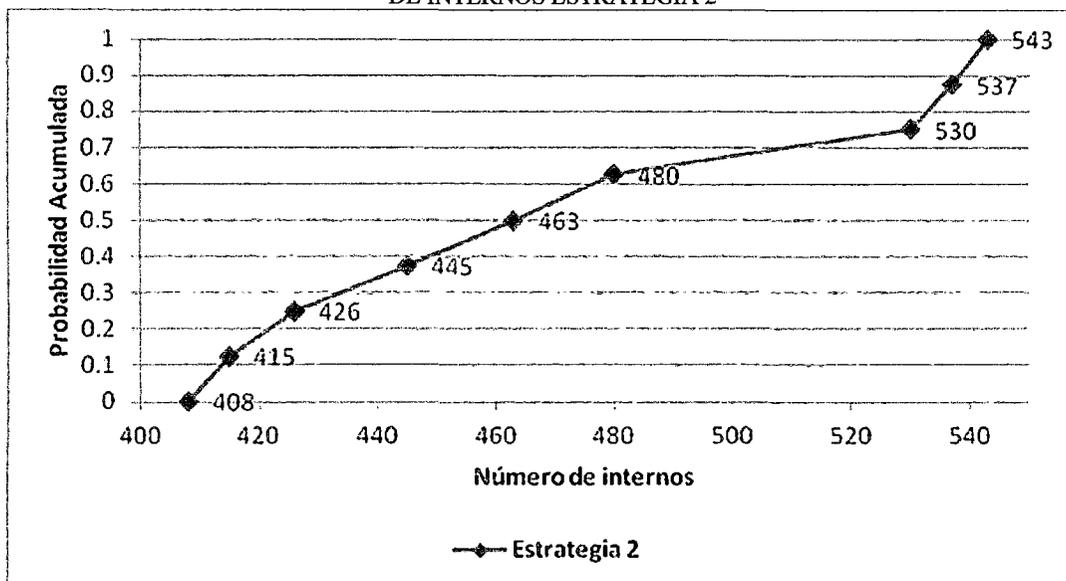
En entrevistas con los expertos respectivos se (El analista) pudo establecer las distribuciones de probabilidades acumuladas para cada una de las 3 incertidumbres críticas. Los gráficos Nos IV-12, IV-13 y IV-14 muestran la distribución de probabilidades acumulada para la variable número de internos por año de cada una de las 3 estrategias.

GRAFICO Nº IV- 12: DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NUMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 1



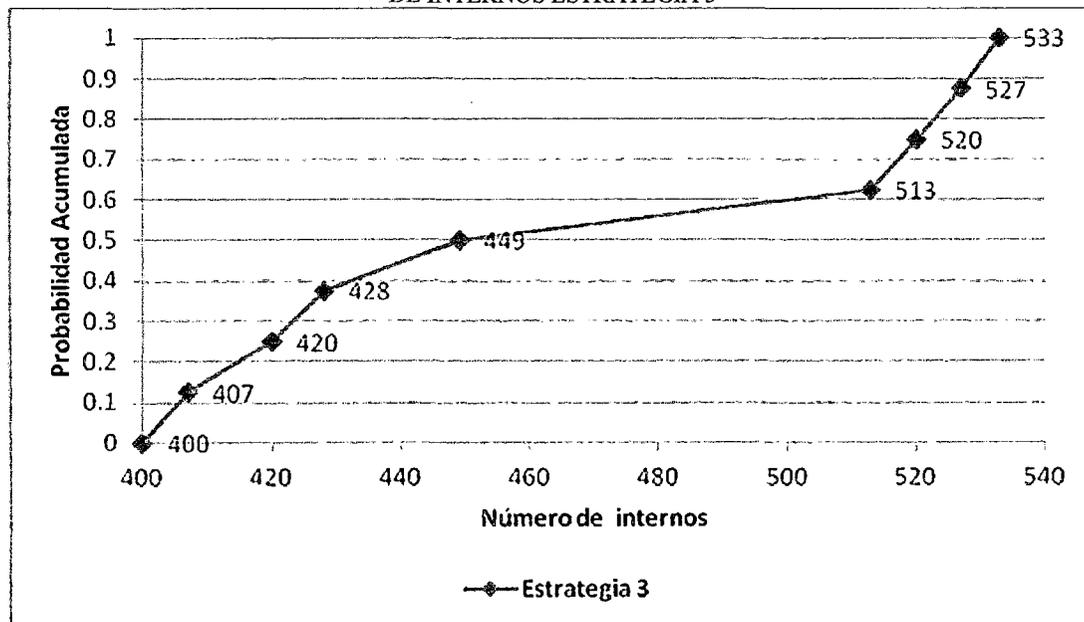
Fuente: Información obtenida a partir de los resultados de las entrevistas a los expertos.

GRAFICO N° IV- 13: DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 2



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados de las entrevistas a los expertos.

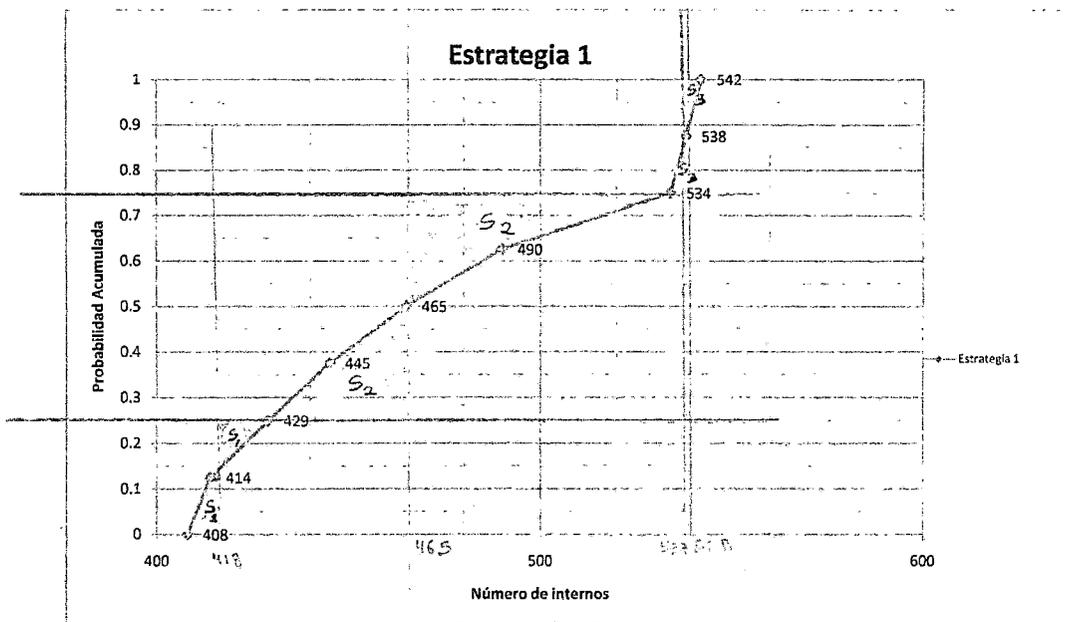
GRAFICO N° IV- 14: DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS DE VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS ESTRATEGIA 3



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados de las entrevistas a los expertos.

Luego se realizó una aproximación discreta a estas distribuciones continuas para alimentar el árbol de decisiones, realizar los cálculos y análisis respectivos. Por ejemplo la distribución discreta aproximada de la variable números de internos al año se muestra en el siguiente gráfico en la forma acumulada.

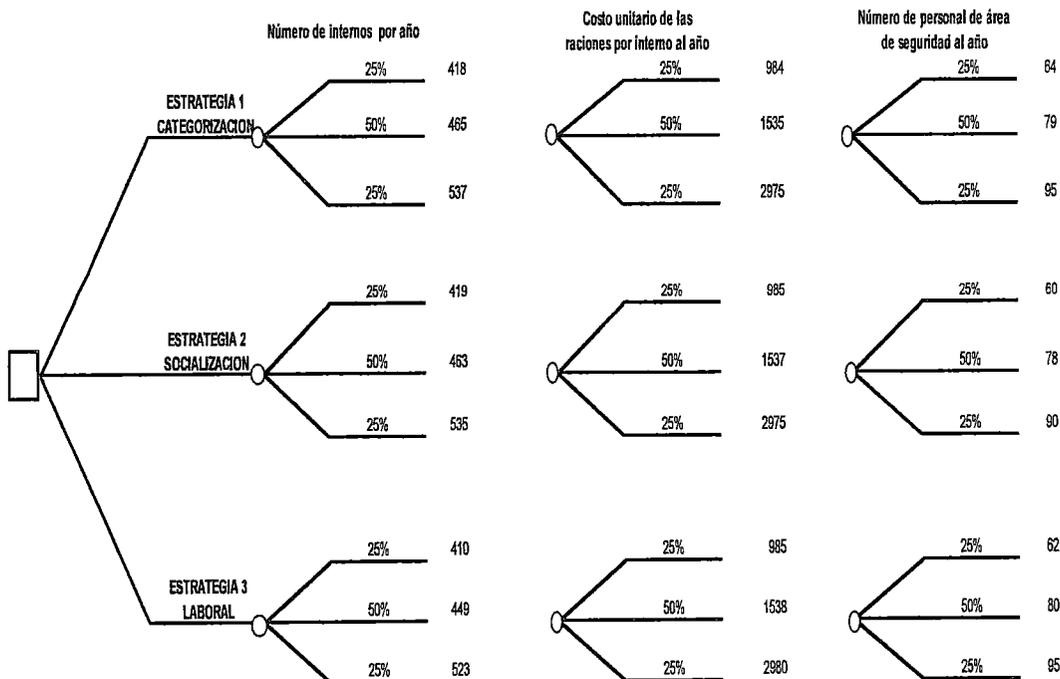
GRAFICO N° IV- 15: DISCRETIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PROBABILIDAD ACUMULADO DE LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO PARA LA ESTRATEGIA 1



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en el gráfico N° IV-16, se presenta un árbol genérico para mostrar la decisión de invertir en alguna de las estrategias del proyecto o no invertir, así como los factores críticos con los valores obtenidos del proceso de discretización.

GRAFICO N° IV- 16: ARBOL GENERICO PARA MOSTRAR LA DECISION DE INVERTIR



Fuente: Información obtenida a partir del proceso de discretización a las variables críticas.

### *El modelo probabilístico*

Este modelo consta de un árbol de decisiones y del modelo desarrollado en la fase determinística, y permite evaluar los resultados finales en el árbol de decisiones. En el caso de la Remodelación y Ampliación de Juanjuí, el analista pudo graficar el árbol de decisiones asociado con el diagrama de influencias que había establecido. Este árbol se muestra de una forma genérica y consiste de un nodo de decisión, que representa las 3 estrategias, y 3 de azar, que representan las incertidumbres críticas del problema.

La información requerida por el árbol de decisiones está completa. Cada estrategia tiene 27 ramas finales (nodos finales), ya que los 3 nodos de azar tienen tres ramas  $3^3 = 27$ ). El modelo determinístico, en hoja de cálculo, se utilizará para calcular el COSTO EFECTIVIDAD resultante en cada uno de los 27 nodos resultantes en cada estrategia. La probabilidad para cada uno de los nodos terminales puede calcularse fácilmente multiplicando las probabilidades del recorrido que va desde el nodo inicial y llega a dicho nodo final, usando el concepto de expansión en cadena de probabilidades.

### Determinación de la mejor alternativa

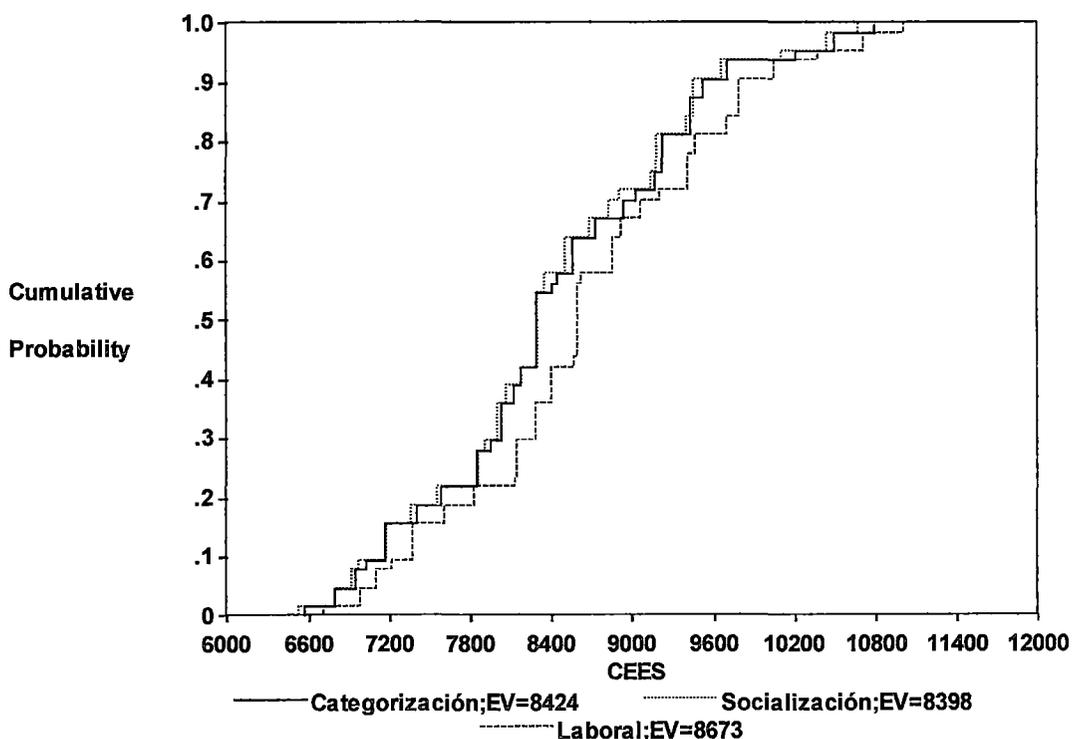
Con el modelo probabilístico ya se puede establecer la distribución de probabilidades del COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales (CES) para las estrategias disponibles que representan los perfiles de rentabilidad/riesgo o loterías de rentabilidad. El analista, con ayuda del software SUPERTREE, genera la distribución de probabilidad acumulada (perfil de rentabilidad/riesgo) de los diferentes valores del COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales (CES) asociados a los diferentes escenarios en cada estrategia. Para lograr esto, SUPERTREE, utiliza el modelo de hoja de cálculo para computarizar el COSTO EFECTIVIDAD asociado a cada recorrido del árbol (escenario) y sus probabilidades respectivas, para luego ordenar los CES en forma creciente y calcular la distribución de probabilidades acumulada para cada estrategia disponible.

La distribución de probabilidades acumulada muestra el rango de los posibles valores del CES y la probabilidad acumulada de cada uno de ellos. El grado de incertidumbre del CES es amplio(S/. 4135), variando de S/. 6543 a S/. 10678.

Calculo del Costo Efectividad Esperado a precios sociales (CEES) asociados a los nodos finales de cada estrategia y la distribución de probabilidades acumulada.

En el grafico N° IV-17, los perfiles de rentabilidad/riesgo muestran que la estrategia 2 (Socialización) es la preferida con un valor esperado de los costos sociales (S/. 8398) menor que las otras dos estrategias.

GRAFICO N° IV- 17: PERFILES RENTABILIDAD Y RIESGO DE LAS ESTRATEGIAS



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del Software SUPERTREE

El grafico N° IV-17 permite observar que la estrategia 2(Socialización) tiene el menor COSTO EFECTIVIDAD esperado a precios sociales por población penal beneficiaria (CEES), alto nivel de incertidumbre (variación del CEES de S/. 4134.84 = S/. 10678.07- S/.6543.23)y poco nivel de riesgo pues dada la línea de corte definida para la estrategia 2 de S/. 9458.24 por interno beneficiado, existe una probabilidad del 90.6% de obtener un valor menor o igual a S/. 9458.24, además

existe una probabilidad del 100% de obtener un valor menor o igual a S/. 10678, es decir se tiene una probabilidad del 9.4%(100%-90.6%) de perder (Obtener un CEES por encima de la línea de corte de S/. 9458.24). Ver pagina 207 de los Anexos.

La estrategia 1(Categorización) tiene un mayor COSTO EFECTIVIDAD esperado por población penal beneficiaria (CEES) mayor que la estrategia 2, alto nivel de incertidumbre (variación del CEES de S/. 4289.84 = S/. 11013.46- S/.6723.62) y de riesgo mayor a la estrategia 2, es decir se tiene una probabilidad mayor del 9.4% de perder (obtener un CEES por encima de la línea de corte de S/. 9458.24).

Para la estrategia 3 (Laboral), tiene una mayor COSTO EFECTIVIDAD esperado por población penal beneficiaria (CEES) mayor que las estrategias 1 y 2, alto nivel de incertidumbre (variación del CEES de S/. 4289.84 = S/. 11013.46- S/.6723.62) y de riesgo mayor a la estrategia 2, es decir se tiene una probabilidad mayor del 9.4% de perder (obtener un CEES por encima de la línea de corte S/. 9458.24).

En el análisis gráfico la estrategia 2 tiene un dominio determinístico sobre las estrategias 1 y 3, porque el COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales de dicha estrategia es siempre menor o igual que las estrategias 1 y 3, es claro que el decisor siempre preferirá la estrategia 2 dado su COSTO EFECTIVIDAD menor, porque para una combinación específica de valores no existe un sólo escenario que las estrategias 2 y 3 sean mejores a la estrategia 1. Gráficamente, el perfil de rentabilidad/riesgo de la estrategia 2 está más cerca ó tan igual de cerca al eje de las probabilidades acumuladas a diferencia de las otras 2 estrategias, es decir posee menor o igual costo a diferencia de otras estrategias.

El grafico N° IV-17, permite también observar gráficamente que en términos generales existe dominación estocástica de la estrategia 2 sobre las estrategias 1 y 3, la estrategia 2 tiene una menor probabilidad de producir un CEES mayor (en exceso) o igual a cierto monto que en el caso de las estrategias 1 y 3. Es decir, para valores mayores o iguales a cierto monto o valor referencial, las estrategias 1 y 3 tienen mayor probabilidad de producir un CEES en exceso de ese valor que la estrategia 2. Es claro que si existe dominación estocástica entre estrategias no habrá necesidad de investigar las preferencias del decisor con respecto al riesgo, pues el racionalmente

eliminará las alternativas dominadas (1 y 3), no obstante se investigará la actitud del decisor con respecto al riesgo.

Dado que el grupo está dispuesto a utilizar el menor CEES como criterio de decisión, la información disponible indica que debe decirse llevar a cabo la estrategia 2, tal como se muestra en el gráfico N° IV-18:

GRAFICO N° IV- 18: CEES DE LAS ESTRATEGIAS

ESTRATEGIA	VALOR ESPERADO
ESTRATEGIA 1 CATEGORIZACION	8424
ESTRATEGIA 2 SOCIALIZACION	8398
ESTRATEGIA 3 LABORAL	8673

Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del Software SUPERTREE

Se tiene presente que al existir dominación estocástica por parte de la estrategia 2, y considerando que todas las estrategias tienen la misma probabilidad de pérdida del 9.4%, en razón a esto, no se requiere un análisis de las preferencias del decisor con respecto al riesgo, pues con estos resultados se están evaluando las variables rentabilidad, riesgo e incertidumbre, considerando a la estrategia 2 como la mejor.

El análisis de la fase probabilística señala a la Estrategia 2 (SOCIALIZACION) como la preferida a diferencia del análisis de la fase determinística que muestra a la Estrategia 1 (CATEGORIZACION) como la mejor.

La diferencia en la alternativa elegida podría deberse a que en la fase determinística no se habrían reducido los riesgos estadísticos o que en la discretización (desratización) el experto habría incurrido en sesgos.

Adicionalmente, se si analiza la rentabilidad y riesgo, asumiendo que el INPE es un agente económico adverso al riesgo, los perfiles de rentabilidad y riesgo pueden ayudar a determinar los coeficientes de variación cuyos resultados favorecen nuevamente a la estrategia 2, tal como lo señala el siguiente cuadro.

CUADRO N° IV- 10 COEFICIENTE DE VARIACION DE CADA ESTRATEGIA

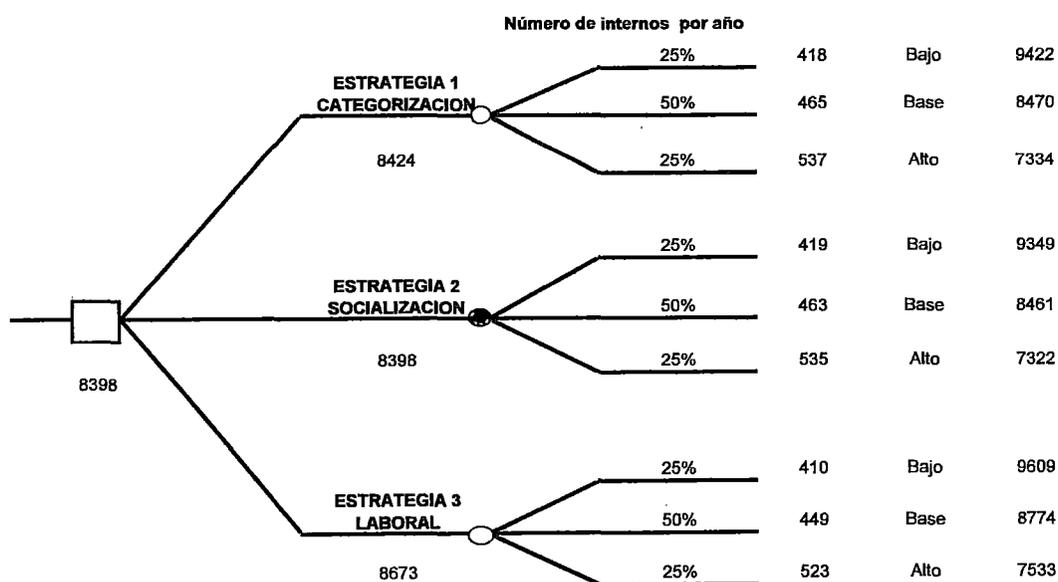
ESTRATEGIA	CEES	VARIANZA DEL CEES	DESVIACION ESTANDAR DEL CEES	COEFICIENTE DE VARIACION DEL CEES
Estrategia 1	8424	901898.99	949.68	11.2735%
Estrategia 2	8398	895496.83	946.31	11.2682%
Estrategia 3	8673	956196.71	977.85	11.2747%

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del SUPERTREE.

De los resultados del cuadro N° IV-10, se deduce que la estrategia 2 es la mejor para el INPE, siempre que éste sea adverso al riesgo, pues presenta un coeficiente de variación de 11.2682%, cuyo valor es inferior al del resto de estrategias.

En cuanto al valor esperado de los costos sociales (CEES) obtenido respecto a la variable número de internos que ingresan anualmente al establecimiento penitenciario es calculado como S/.8, 398, entre las tres estrategias se ha elegido a la que muestra un mínimo valor esperado de los costos sociales, asimismo, se aprecia los escenarios en cada estrategia dando una probabilidad de 25% para el caso bajo, 50% para el caso básico y 25% para el caso alto, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

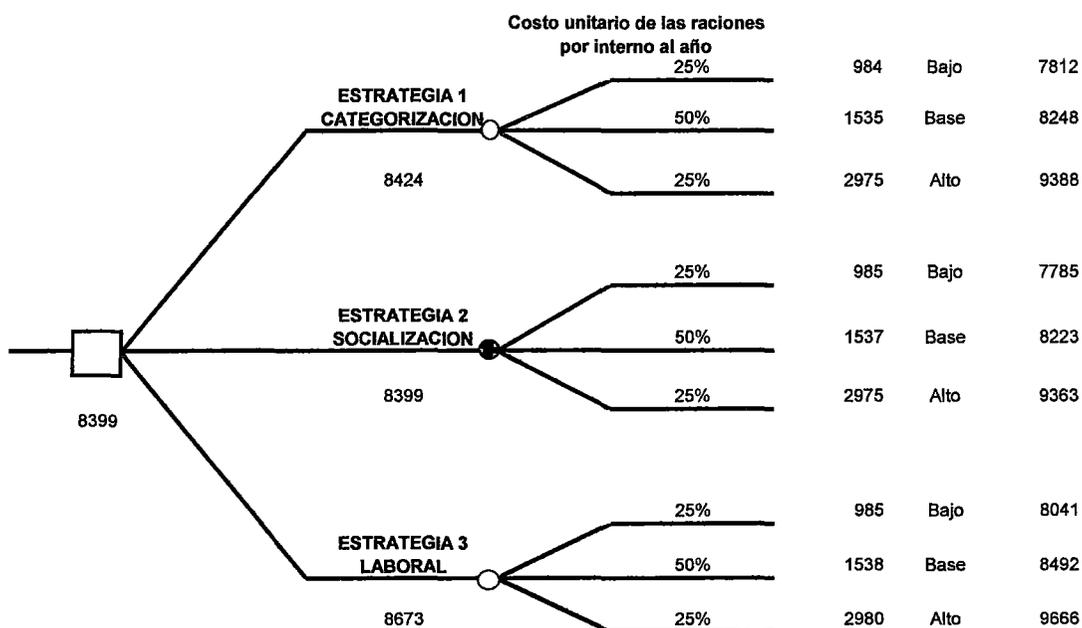
GRAFICO N° IV- 19: VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL NÚMERO DE INTERNOS



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

Se describe, del mismo modo, según el gráfico N° IV-20, por el lado de la variable costo unitario anual de la ración por interno, obteniéndose un valor esperado de los costos sociales igual a la variable anterior, estos resultados muestran que ambas variables muestra el mismo impacto, sobre la rentabilidad social del proyecto, y siendo siempre la alternativa de mayor preferencia la estrategia 2, para internos en el establecimiento penitenciario de Juanjuí.

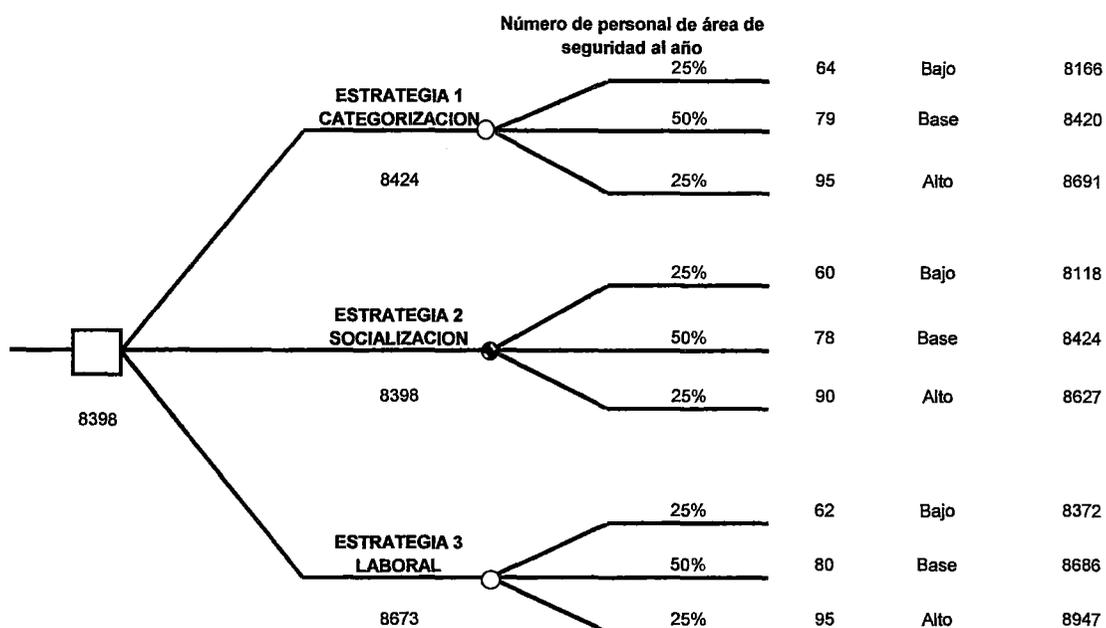
GRAFICO N° IV-20: VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Finalmente, para el caso de la variable número de personal de seguridad al año, de acuerdo al gráfico N° IV-21, se obtiene un valor esperado de los costos sociales igual a las dos variables anteriores, con el mismo impacto sobre la rentabilidad esperada del proyecto, y la elección de la estrategia 2 como estrategia óptima en base al mínimo valor esperado (Mínimo CEES entre las estrategias).

GRAFICO N° IV- 21: VALOR ESPERADO DE LOS COSTOS SOCIALES RESPECTO AL NÚMERO DE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

### Análisis de sensibilidad probabilístico

A partir del árbol de decisiones, en primer lugar, es posible establecer distribuciones y CEES en otros nodos que no sean el primero del árbol y ver cómo varía estos valores condicionales. Es decir, se puede hacer un análisis de sensibilidad estocástico de las variables del problema al fijar una de ellas en un valor dentro su rango y permitir que las otras varíen de acuerdo con sus respectivas distribuciones de probabilidades condicionales.

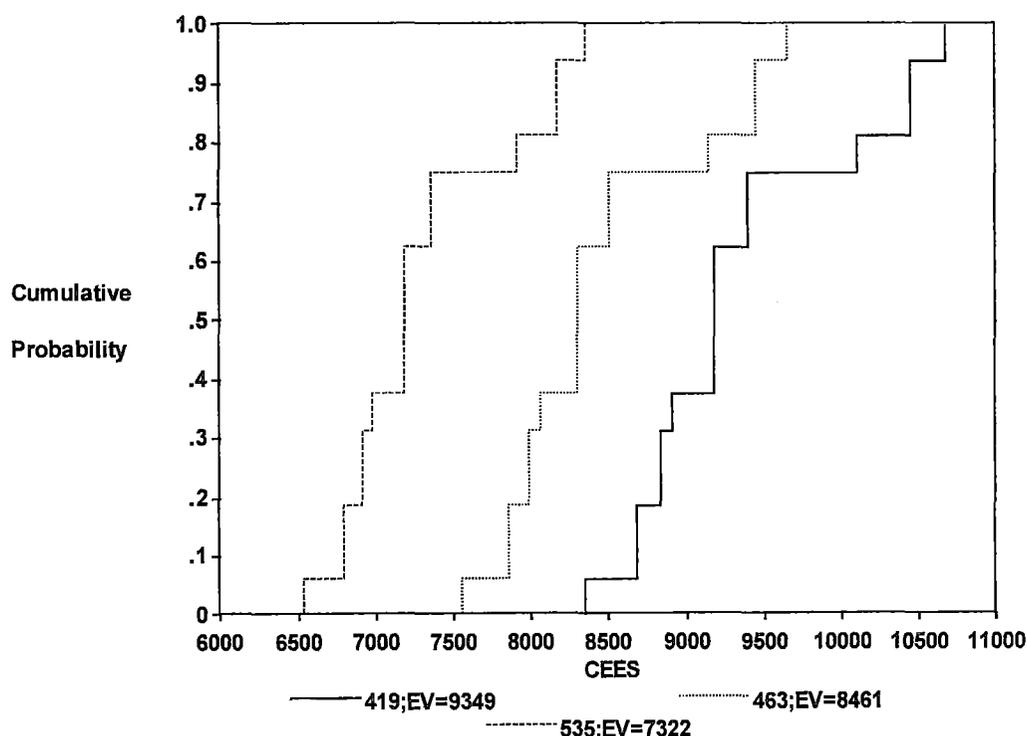
En segundo lugar, se puede hacer un análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas en cada una de las variables aleatorias del modelo probabilístico para ver cuán sensible es la decisión a las probabilidades asignadas.

Tercero, se puede realizar un análisis de sensibilidad con respecto a la actitud del decisor frente al riesgo y al tiempo, haciendo variar la tolerancia al riesgo y la tasa de descuento. Finalmente, usando el árbol, es posible establecer el valor de la

información perfecta para cada una de las incertidumbres, así como el del control perfecto.

Con respecto al primer punto referido al análisis de sensibilidad estocástico, se establece las distribuciones condicionales a los diferentes niveles de la variable número de internos al año; esto es 419, 463 y 535. Estas distribuciones condicionales son presentadas en el gráfico siguiente y muestran que existe variación en el CEES esperado para la estrategia óptima (estrategia 2), la misma que va de S/. 9349, S/. 8461 hasta llegar a S/. 7322. Asimismo, la pérdida esperada para la variación de esta variable no existe, dado que los CEES esperados para cualquier valor de dicha variable toman valores inferiores a la línea de corte de S/. 9458.24 planteada para esta estrategia.

**GRAFICO N° IV- 22: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL NÚMERO DE INTERNOS**



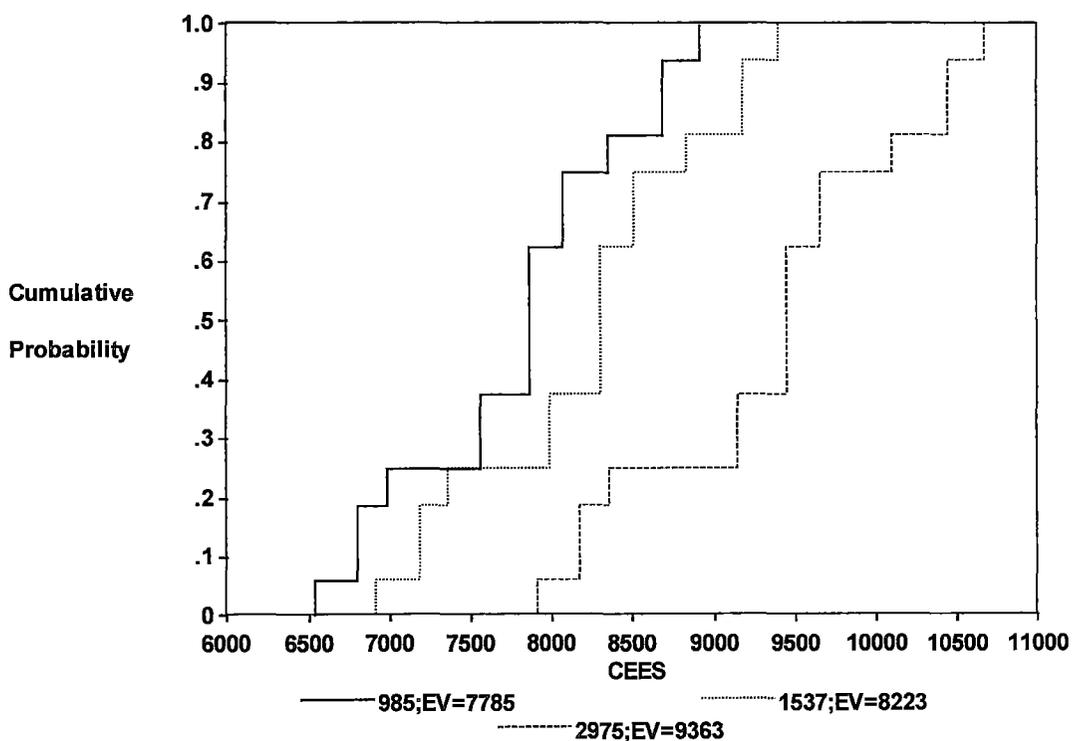
Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

El analista también estableció las distribuciones de probabilidades condicionales para los otros nodos de azar de la estrategia preferida (estrategia 2). Así, por ejemplo, estableció las distribuciones de probabilidad condicionales del CEES para el costo unitario anual de las raciones por interno, anteponiendo el nodo de azar 3 que

representa esta variable a los otros nodos de azar en el árbol de decisiones y ubicándolo después del nodo de decisión. Estas distribuciones condicionales son presentadas en el gráfico N° IV-23 y muestran que existe variación en el CEES esperado para la estrategia óptima (estrategia 2), la misma que cambia de S/. 7,785, S/. 8,223 hasta llegar a S/. 9,363, por un cambio de los costos unitarios anuales de las raciones que van de 985, 1537 y 2975, respectivamente.

Asimismo, la pérdida esperada para la variación de esta variable no existe, dado que los CEES esperados para cualquier valor de dicha variable no estarán cerca de la línea de corte de S/.9458.24, señalada para esta estrategia, ante la variación señalada para dichos costos de raciones.

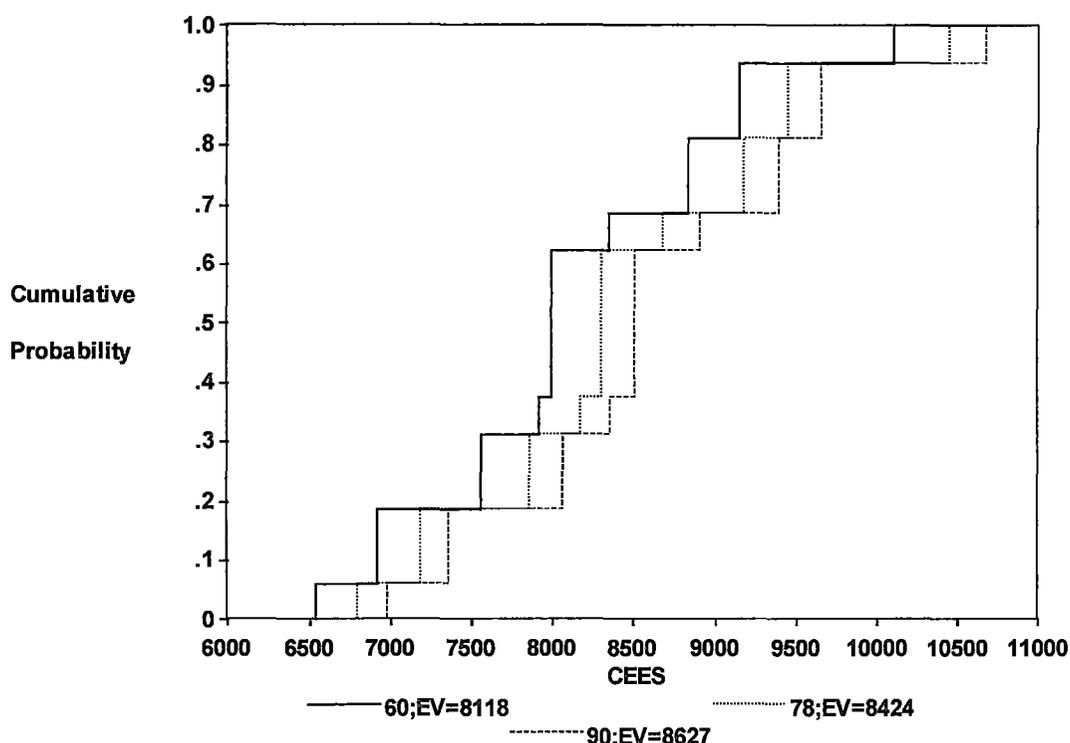
GRAFICO N° IV- 23: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

Para el caso de la tercera variable aleatoria, número de personal de seguridad al año, bajo una variación de 60,78 y 90 efectivos, estos provocan respectivamente cambios en las distribuciones de probabilidad condicionales mostrando variaciones en el CEES esperado para la estrategia óptima cuyos valores son S/. 8118, S/. 8424 y S/. 8627, respectivamente, tal como se puede visualizar en el gráfico siguiente.

GRAFICO N° IV- 24: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DEL CEES RESPECTO AL PERSONAL DE EFECTIVOS DE SEGURIDAD



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

Asimismo, la pérdida esperada para la variación de la variable número de personal de seguridad al año no existe, dado que los CEES esperados para cualquier valor de dicha variable no estarán cerca de la línea de corte de S/. 9458.24, estimada para esta estrategia, ante dicha variación señalada para el personal de seguridad.

Las distribuciones condicionales de la variable número de internos al año provoca una variación mayor del CEES a precios sociales esperado de S/.2027 (S/.9349 - S/.7322) con respecto a las distribuciones condicionales de la variable costo unitario anual de las raciones por interno que es de S/. 1578 (S/.9363 - S/.7785), y mucho mayor para el caso de la variable número de personal de seguridad al año de S/. 509 (S/. 8627- S/. 8118) como CEES esperado.

Si el número de internos al año es de 419, entonces existe una probabilidad del 9.4% de tener pérdidas (El CEES se encuentre en el límite de la línea de corte de S/. 9458.24), mientras que si el costo unitario anual de las raciones por interno llega a

tener un valor de S/. 2975, se tendrá la misma probabilidad de tener pérdidas del 9.4%, bajo la consideración de la señalada línea de corte. Finalmente, si la tercera variable varía hasta llegar a 90 efectivos de seguridad al año, se tendrá la misma probabilidad del 9.4% de obtener pérdidas, dado también el supuesto de la línea de corte.

En el cuadro N° IV-11 se muestran los resultados del análisis de sensibilidad estocástica para cada una de las variables sustantivas en la estrategia preferida 2. La penúltima columna enseña el cambio en el CEES esperado, que está dado por el valor absoluto de la diferencia entre el CEES esperado asociado al valor bajo y al valor alto de cada variable. La última columna expone la probabilidad de tener pérdidas asociado al valor más desfavorable de cada variable.

CUADRO N° IV- 11: RESUMEN DEL ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESTOCASTICO

VARIABLES ALEATORIAS	SENSIBILIDAD DEL CEES			PROBABILIDAD DE PERDIDA
	Bajo	Alto	Cambio	
Número de internos al año	9349	7322	2027	9.4%
Costo unitario anual de las raciones por interno	9363	7785	1578	9.4%
Número de personal de seguridad al año	8627	8118	509	9.4%

Fuente: Elaboración propia

De las distribuciones de probabilidad condicionales y los CEES esperados se concluye que de las tres variables trabajadas en el análisis probabilístico, sólo son dos más sustantivas (Número de internos al año y costo unitario anual de las raciones por interno), pues los CEES varían fuertemente dependiendo de los valores particulares que tomen estas variables, Además, el analista concluye que el número de internos al año genera la mayor variación en el CEES esperado (S/. 2027), pero las tres variables tienen el mismo potencial (9.4%) para generar pérdidas. Asimismo, dado los valores de las variables establecidas dentro de los rangos de variación no se generan pérdidas esperadas.

### **Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas**

También se puede emplear el árbol de decisiones para desarrollar un análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas, que sugerirá cuáles son las variables cuyas estimaciones es necesario refinar. Las probabilidades de ocurrencia de los diferentes valores de las variables aleatorias afectan el cálculo del valor esperado o equivalencia cierta y, por lo tanto, la elección de la mejor alternativa. Entonces, este análisis de sensibilidad permitirá determinar cuán dependiente es la decisión con respecto a los valores de las probabilidades utilizadas en la construcción del árbol de decisiones.

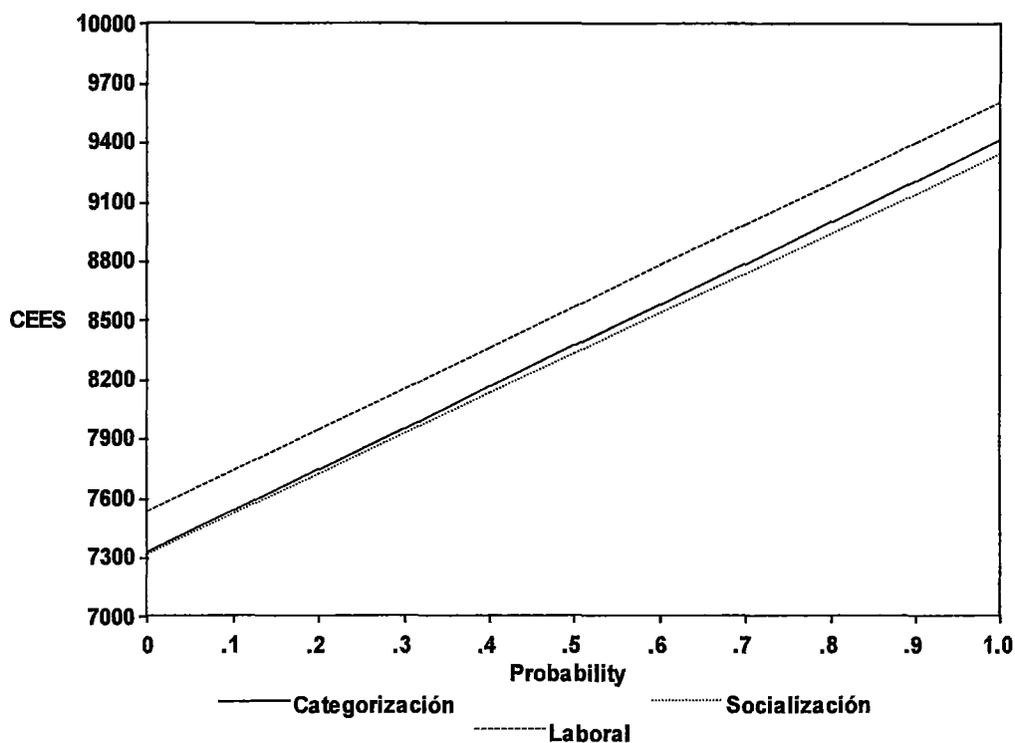
El analista decidió hacer el análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas para determinar si la estrategia 2 (Socialización), elegida como la preferida, cambiaría a consecuencia de variaciones en las probabilidades de una incertidumbre en particular. Primero, realizó el análisis de sensibilidad de las probabilidades con respecto al número de internos al año; y estableció un rango de probabilidad dentro del cual la probabilidad de dicha variable cuyo valor bajo es de 419 puede variar sin cambiar la estrategia preferida. Para determinar este rango, fijó la probabilidad de la variable internos al año de 463 (valor medio) en cero.

La variación en la probabilidad de dicha variable igual a 419(bajo) se verá compensada por variaciones en la probabilidad de ésta igual a 535 (alto). Con este supuesto, el analista determinó que no existe punto donde el CEES esperado de la estrategia preferida sea igual o mayor al valor esperado de alguna de las otras estrategias. En este caso la estrategia preferida sigue siendo la mejor.

El analista empleó la opción de "Sensitivity Probability" en Supertree para ver si la decisión original (escoger la estrategia 2) cambiaría con los cambios en las probabilidades asociadas a la variable número de internos. El gráfico siguiente muestra que la decisión original no es sensible a las probabilidades asignadas a la variable aleatoria número de internos al año, dado que cuando la probabilidad de dicha variable varía entre 0% y 100%, se debe escoger la estrategia 2, y bajo ninguna probabilidad, la estrategias 1 y 3 serán las preferidas. Es decir, que no existe escenario pesimista en el que la probabilidad de tener un valor bajo del número de

internos al año, genere que el CEES esperado de la estrategia 2 sea mayor que las estrategias 1 ó 3.

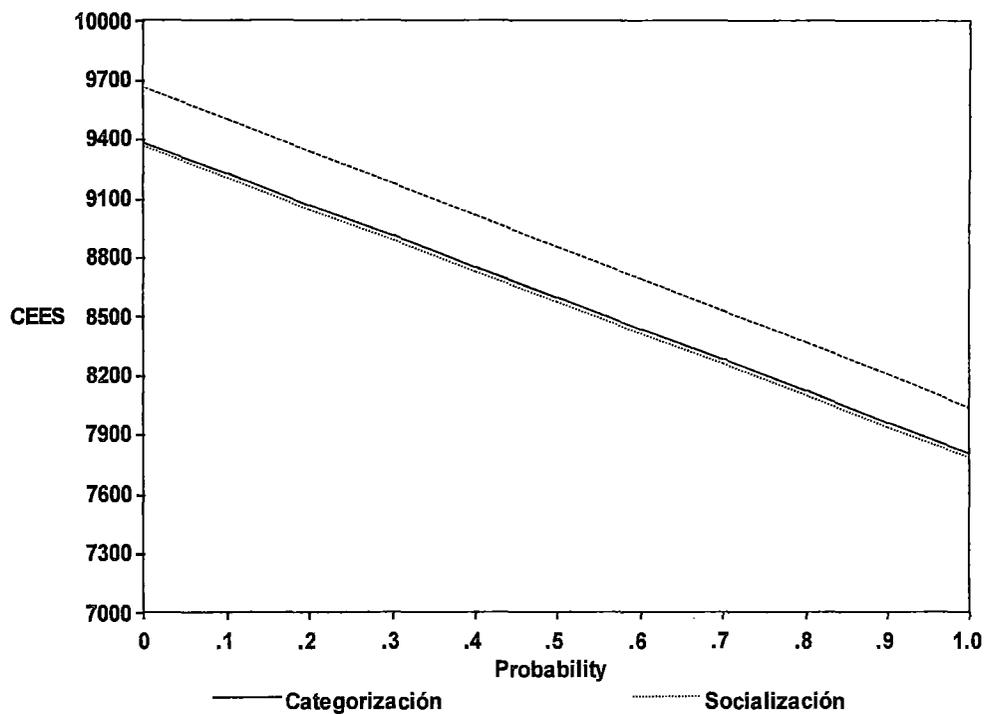
GRAFICO N° IV- 25: ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

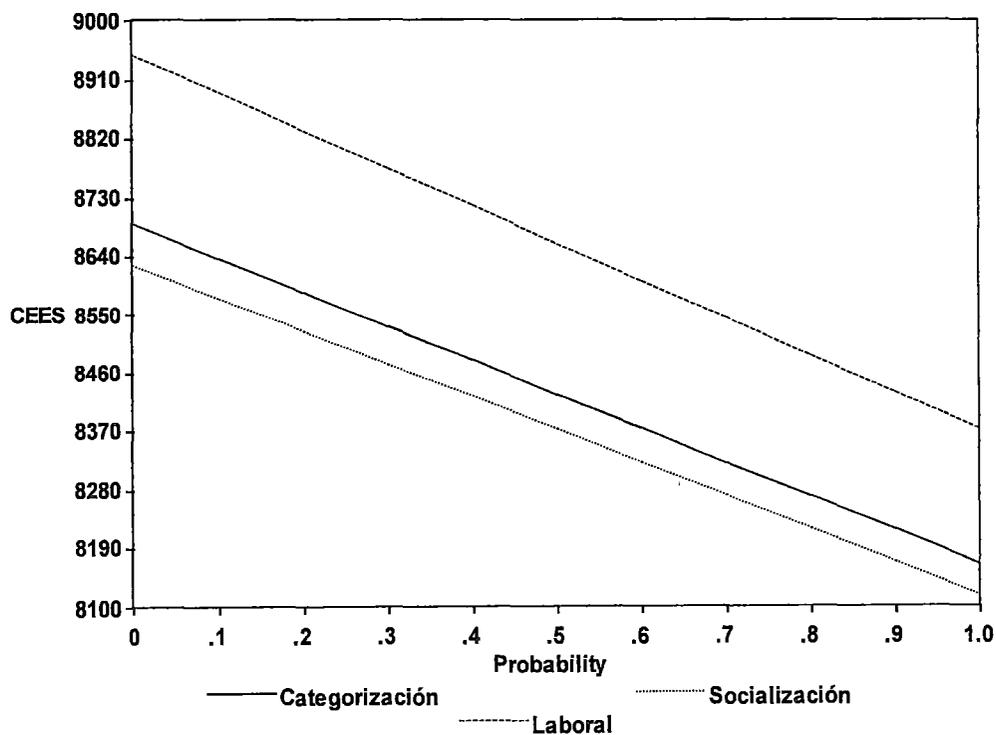
Similares resultados, se observan cuando se analizan los cambios a las probabilidades asignadas a las variables costo unitario anual de las raciones por interno y número de personal de seguridad al año, concluyéndose que la estrategia 2 tendrá el menor CEES esperado que las estrategias 1 y 3. Dichos resultados se muestran en los gráficos siguientes.

GRAFICO N° IV- 26: ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

GRAFICO N° IV- 27: ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LOS CAMBIOS DE LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS A LA VARIABLE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO



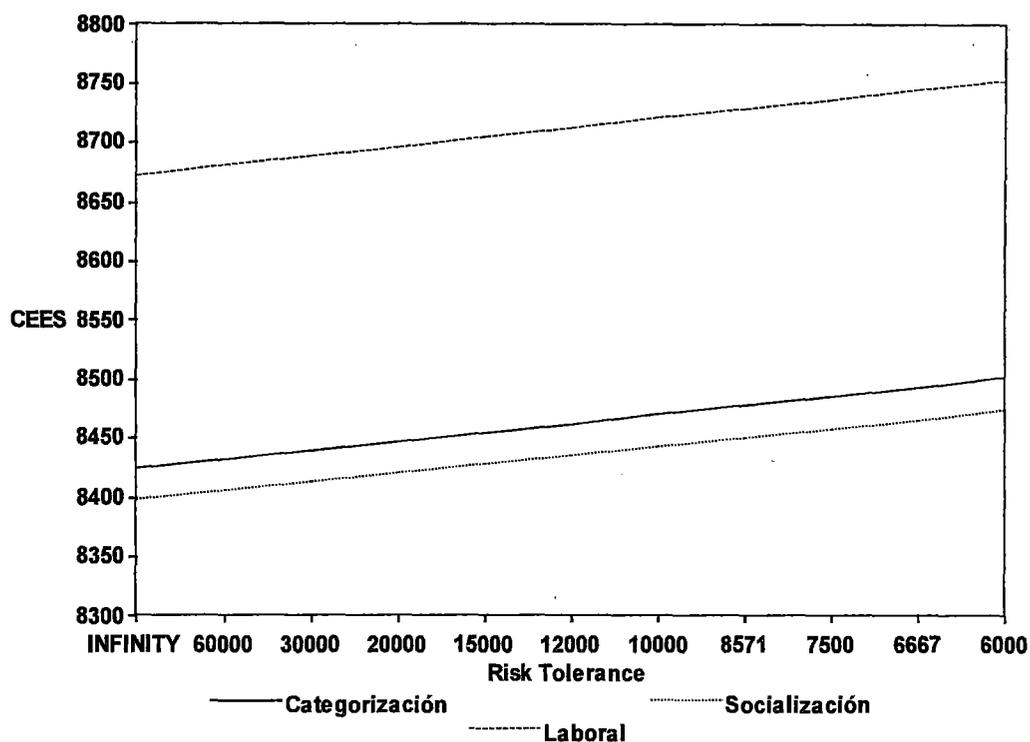
Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

En conclusión, la decisión de escoger la estrategia 2 no es sensible a las probabilidades asignadas a las variables críticas en esta estrategia. Las probabilidades asignadas al valor bajo, de cada una de las variables, puede variar en un rango amplio sin cambiar la estrategia preferida.

### **Análisis de sensibilidad con respecto a la tolerancia al riesgo y preferencias con respecto al tiempo**

El analista también hizo un análisis de sensibilidad con respecto a la actitud al riesgo, para ver si la aversión al riesgo del decisor cambia la decisión original. Utilizando la opción "Sensitivity to Risk Attitude" en SUPERTREE se generó el gráfico siguiente, donde se aprecia que dependiendo de la tolerancia al riesgo del decisor, la estrategia preferida 2 no cambia. Desde una neutral al riesgo (Toma de decisiones basada en el valor esperado, o tolerancia al riesgo infinita) hasta una tolerancia al riesgo de alrededor de S/. 9000, la estrategia preferida será la estrategia 2 (la original). Para una tolerancia al riesgo menor a S/. 9000 la estrategia preferida seguirá siendo la estrategia 2 (Socialización). Estos resultados muestran que no importando el grado de aversión al riesgo del decisor, el INPE (Estado) preferirá la estrategia 2 a comparación de las otras estrategias, con sus menores COSTOS EFECTIVIDAD o menores costos anuales por poblador beneficiario, a pesar de su alta incertidumbre y poco riesgo de llegar a la línea de corte.

GRAFICO N° IV- 28: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LA ACTITUD AL RIESGO

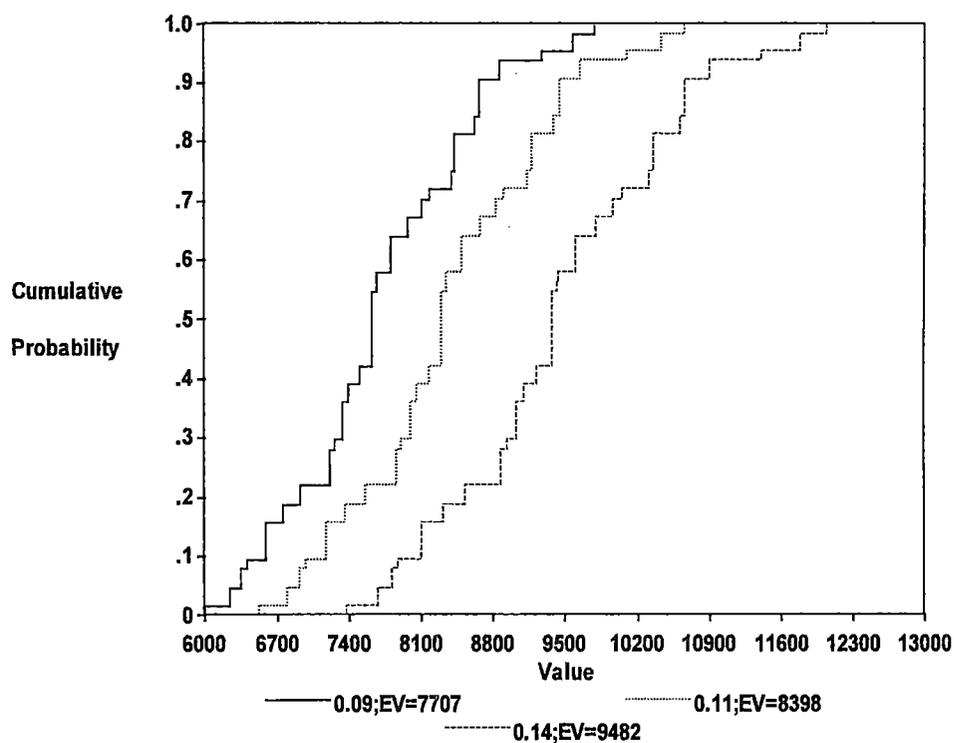


Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Finalmente, el analista hizo un análisis sensibilidad con respecto al tiempo, considerando el modelo probabilístico. Para esto entrevistó al decisor y le pidió que identificara dos valores adicionales para la tasa de descuento, que mida las preferencias con respecto al tiempo. Aparte de la tasa del 11%, el decisor identificó las tasas de 9%, como la tasa más baja, y 14%, como la tasa más alta. Con estas tres tasas, el analista hizo un análisis estocástico para ver la sensibilidad del perfil de rentabilidad/riesgo a este rango de posibles valores. El gráfico siguiente expresa que existe variación del COSTO EFECTIVIDAD esperado cuando se emplean tasas de descuento diferentes. Si se usara una tasa del 9%, el CEES esperado sería de S/. 7707, mientras que si se aplicara una tasa del 14% el valor esperado ascendería a S/. 9482.

Además, se debe notar que si la tasa fuera del 14% la probabilidad de perder se incrementaría de 9.4% (cuando la tasa es 11%) al 16.4%(100%-83.6%), al haber un poco más de posibilidad de llegar o estar por encima del valor de la línea de corte de S/. 9458.24.

GRAFICO N° IV- 29: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO AL TIEMPO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

Luego de realizar los análisis de sensibilidad con respecto a las preferencias al riesgo y tiempo, el analista pudo concluir que la decisión (estrategia 2) no es sensible a la aversión al riesgo del decisor, y que el perfil de rentabilidad riesgo de la decisión es sensible a la tasa de descuento a utilizar.

Un resumen de la Fase Probabilística se muestra en los siguientes cuadros:

CUADRO N° IV- 12: RESUMEN DE LA FASE PROBABILISTICA I PARTE

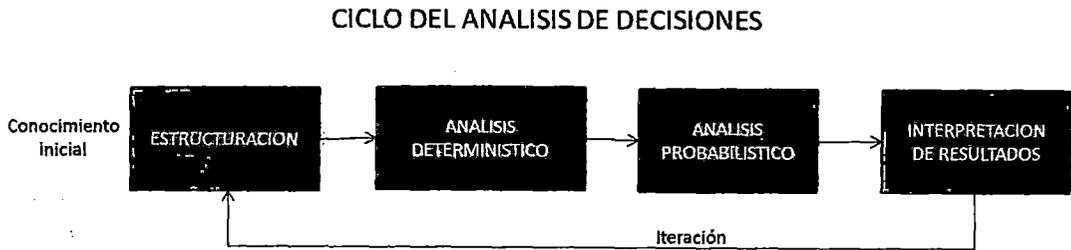
ARBOL DE DECISIONES Y PERFILES DE RENTABILIDAD/RIESGO	SENSIBILIDAD PROBABILISTICA
<p>Una vez diseñado el árbol de decisiones de 81 escenarios, sobre la base de las variables más relevantes identificadas en la Fase Determinística y en entrevistas con los expertos respectivos se pudo establecer las distribuciones de probabilidades acumuladas para cada una de las 3 incertidumbres críticas de cada estrategia planteada. Luego se realizó una aproximación discreta a estas distribuciones continuas para alimentar el árbol de decisiones, realizar los cálculos y análisis respectivos. El modelo probabilístico que consta de un árbol de decisiones y del modelo en hoja de cálculo Excel desarrollado en la fase determinística, permite evaluar los resultados finales en el árbol de decisiones.</p>	<p>El análisis de sensibilidad estocástico (Distribución de probabilidad condicionales) respecto a las variables del problema, muestra que el costo unitario anual de las raciones por interno al año genera la mayor variación en el Costo Efectividad Esperado a precios sociales (CEES) esperado (S/. 2027), asimismo las tres variables tienen el mismo potencial (9.4%) de generar pérdidas.</p>
<p>El análisis de la fase probabilística señala a la Estrategia 2 (SOCIALIZACION) como la preferida a diferencia del análisis de la fase determinística que muestra a la Estrategia 1 (CATEGORIZACION) como la mejor.</p> <p>La diferencia en la alternativa elegida podría deberse a que en la fase determinística no se habrían reducido los riesgos estadísticos o que en la discretización (desratización) el experto habría incurrido en sesgos.</p>	
<p><b>La valoración actual de la Estrategia 2, a partir de su perfil rentabilidad-riesgo, muestra un proyecto rentable: Con un CEES esperado de S/.8, 398 y un 9.4% de probabilidad de destrozar valor. Dicho resultado es mejor que las otras dos estrategias planteadas 1y 3.</b></p> <p>Se obtiene un valor esperado de los costos sociales con respecto a cada una de las tres variables más relevantes, con el mismo impacto sobre la rentabilidad esperada del proyecto, y la elección de la estrategia 2 como estrategia óptima en base al mínimo valor esperado (Mínimo CEES entre las estrategias).</p>	<p>El análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades, señala que la decisión de escoger la estrategia 2 no es sensible a las probabilidades asignadas a las variables sustantivas (Las 3 variables más relevantes).</p>
<p>La estrategia 2 tiene un aparente dominio determinístico sobre las estrategias 1 y 3, porque el COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales de dicha estrategia es siempre menor o igual que las estrategias 1 y 3.</p>	
<p><b>Existe dominación estocástica de la estrategia 2 sobre las estrategias 1 y 3. Es decir, para valores mayores o iguales a cierto monto o valor referencial, las estrategias 1 y 3 tienen mayor probabilidad de producir un CEES en exceso de ese valor que la estrategia 2.</b></p>	<p>Los análisis de sensibilidad con respecto a la actitud del decisor frente al riesgo y al tiempo indican que la decisión (Estrategia 2) no es sensible a la aversión al riesgo del decisor, y que el perfil de rentabilidad y riesgo de dicha decisión (Estrategia 2) es sensible a la tasa de descuento a utilizar.</p>
<p><b>De los resultados del análisis del Coeficiente de Variación, se deduce que la estrategia 2 es la mejor para el INPE, siempre que éste sea adverso al riesgo, pues presenta un coeficiente de variación de 11.2682%, cuyo valor es inferior al del resto de estrategias.</b></p>	

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESTOCASTICO(DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONDICIONALES)				ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LAS PROBABILIDADES ASIGNADAS			ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LA TOLERANCIA AL RIESGO	ANALISIS DE SENSIBILIDAD CON RESPECTO A LAS PREFERENCIAS AL TIEMPO		
VARIABLES ALEATORIAS	SENSIBILIDAD DEL CEES ESPERADO			PROBABILIDAD DE PERDIDA	VARIABLES ALEATORIAS	ESTRATEGIAS DETERMINADAS			ESTRATEGIA 2 ES LA MEJOR	PERFIL DE RENTABILIDAD RIESGO DE LA ESTRATEGIA 2
	Bajo	Alto	Cambio			ESTRATEGIA 1	ESTRATEGIA 2	ESTRATEGIA 3		
Número de internos al año	9349	7322	2027	9.40%	Número de internos al año	ESTRATEGIA 1	ESTRATEGIA 2 La decisión original no es sensible a las probabilidades asignadas a la variable aleatoria número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno o número de personal de efectivos de seguridad al año, dado que cuando la probabilidad de cualquiera de dichas variables varía entre 0% y 100%, se debe escoger la estrategia 2, y bajo ninguna probabilidad, la estrategias 1 y 3 serán las preferidas.	ESTRATEGIA 3	ESTRATEGIA 2 ES LA MEJOR	Existe variación del COSTO EFECTIVIDAD esperado cuando se emplean tasas de descuento diferentes. Si se usara una tasa del 9%, el CEES esperado sería de S/. 7707, mientras que si se aplicara una tasa del 14% el valor esperado ascendería a S/. 9482. Además, se debe notar que si la tasa fuera del 14% la probabilidad de perder se incrementaría de 9.4% (cuando la tasa es 11%) al 16.4%(100%-83.6%), al haber un poco más de posibilidad de llegar o estar por encima del valor de la línea de corte de S/. 9458.24.
Costo unitario anual de las raciones por interno	9363	7785	1578	9.40%	Costo unitario anual de las raciones por interno					
Número de personal de seguridad al año	8627	8118	509	9.40%	Número de personal de seguridad al año					

Fuente: Elaboración propia

### 4.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



Problema	Exp Val	Estrategia	Exp Val	Problema	Exp Val	Estrategia	Exp Val
250	8118	Construcción	8118	20	7322	Construcción	7322
		Socialización	8118			Socialización	7322
		Laboral	8118			Laboral	7322
500	6208	Construcción	6208	500	6881	Construcción	6881
		Socialización	6208			Socialización	6881
		Laboral	6208			Laboral	6881
250	8327	Construcción	8327	20	7322	Construcción	7322
		Socialización	8327			Socialización	7322
		Laboral	8327			Laboral	7322

Una de las características más valiosas del Análisis de Decisiones es su habilidad para determinar el valor económico de eliminar parcial o totalmente una incertidumbre antes de tomar una decisión. Este es uno de los objetivos de la fase de interpretación de resultados: determinar si vale la pena recolectar nueva información (lo cual obviamente tendrá un costo) antes de tomar la decisión. Esta fase consiste en una serie de pasos de análisis y modelaje.

El análisis en esta fase consiste en medir la sensibilidad económica de tener acceso a información adicional y al control sobre las incertidumbres críticas. Mientras que el modelaje, consiste en identificar alternativas relevantes para recolectar la información adicional o lograr control y determinar si alguna de ellas tendrá una contribución rentable para el problema de decisión, o de lo contrario se tomará la decisión de no recolectar información adicional.

La información adicional se recogerá por medio de entrevistas y discusiones con expertos externos al INPE, ex responsables de OPI, mediante análisis cuantitativos y sistemáticos de los datos históricos o por un estudio de mercado. Sin embargo, obtener esta información necesariamente implicará un costo; por eso, antes de determinar si merece o no la pena recolectarla es necesario definir cuánto se estaría dispuesto a pagar por deshacerse totalmente de la incertidumbre inherente a las variables aleatorias.

La información libre de toda incertidumbre se conoce como información perfecta y es el desarrollo de este capítulo. La información perfecta explica cómo utilizar información adicional en el análisis y cómo determinar su valor de manera muy sencilla mediante el árbol de decisiones construido en la fase probabilística. Este árbol también permite establecer el valor de control. El control perfecto permite escoger cuál de las posibilidades futuras o ramas desconocidas en el árbol se pretende que suceda.

El valor de la información perfecta

La información perfecta es aquella proporcionada por un experto confiable e infalible, quien puede ver el futuro e informar con toda certeza los valores que toman las variables involucradas en la decisión.

Puesto que la información perfecta es virtualmente imposible de conseguir, ¿Por qué calcular su valor? Hay dos razones para hacerlo antes de calcular el valor de cualquier información adicional que se sabe será imperfecta.

Primero, el valor de la información perfecta representa el límite superior del valor de cualquier información imperfecta. Segundo, permite definir en qué instancias será conveniente planificar acciones de recolección de información.

El valor de la información perfecta es fácil de calcular una vez que la estructura del árbol de decisiones ha sido establecida. Si es bajo, no será rentable invertir recursos adicionales en obtener más información, pues los costos de hacerlo podrían superar fácilmente el valor límite establecido por el valor de la información perfecta. En

cambio, si el valor de ésta es alto, podría ser rentable dedicar algún esfuerzo a poner en marcha programas para mejorar la información.

En el caso del problema de Juanjuí, su árbol de decisiones presenta en total 3 variables aleatorias y todas estas asociadas a la estrategia preferida.

Para representar el cálculo del valor del problema con información perfecta en la variable número de internos al año, sólo se requiere intercambiar el orden del nodo de azar del número de internos y el nodo de decisión de escoger una de las estrategias, lo que se expresa en el gráfico siguiente.

GRAFICO N° IV-30: ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Esta tarea se simplifica usando la opción Display Tree, en Analyze, de Supertree estableciendo el orden requerido: primero, el nodo de azar que representa la variable bajo análisis y luego, el nodo de decisión.

Así, de la observación del gráfico anterior, el analista concluye que si el número de internos al año fuera bajo (418 para Categorización, 419 para Socialización ó 410 para Laboral) será mejor seguir escogiendo la estrategia 2 y no las estrategias 1 y 3. Asimismo, si el número de internos fuera medio o alto (465, 463 ó 449 para los casos medio y 537,535 ó 523 para los casos alto) la mejor estrategia seguirá siendo la 2 (Socialización). Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pero aún así no cambiará la decisión preferida originalmente.

En el gráfico N° IV-30, se aprecia que la información perfecta sobre el número de internos al año, es decir, saber el valor de esta variable antes de tomar la decisión, le permitirá al INPE obtener un CEES esperado de S/. 9349, con una probabilidad de 0.25; un CEES esperado de S/. 8461 con la probabilidad de 0.50 y un CEES de S/. 7322 con probabilidad de 0.25 superior.

Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el número de internos al año (VECIP) es de:

$$\text{VECIP} = 9349 (0.25) + 8461 (0.50) + 7322(0.25) = 8398$$

La variación en el CEES esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

$$\text{VEIP} = \text{VECIP} - \text{VESIP}$$

Donde:

VEIP: valor esperado de la información perfecta

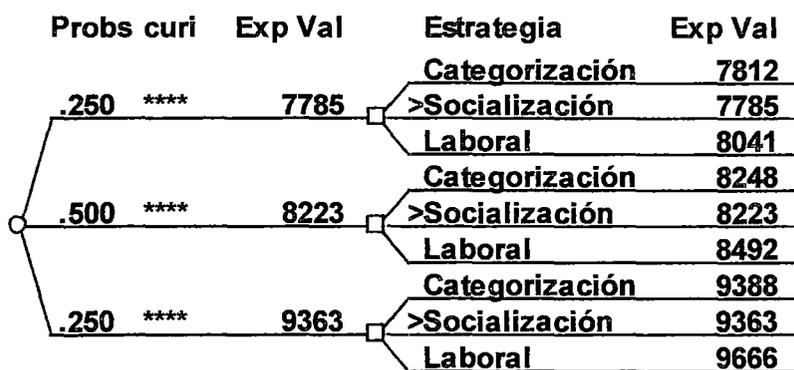
VESIP: valor esperado sin información perfecta.

El valor esperado sin información perfecta calculado en el gráfico N° IV-17, es de S/.8398; por lo tanto, el VEIP es S/0. Dado este valor nulo, el analista recomendó no buscar información adicional sobre el número de internos al año, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre esta variable que sea buena y sin costo alguno, o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el VESIP.

Para el caso de la variable costo unitario anual de las raciones por interno, de la observación del gráfico N° IV-31, el analista concluye que si el costo anual de las raciones por interno fuera bajo, (S/. 984 para Categorización, S/. 985 para Socialización ó S/. 985 para Laboral), será mejor seguir escogiendo la estrategia 2 (Socialización) y no las estrategias 1 y 3. Asimismo, si el número de internos fuera medio o alto, (S/.1535, S/.1537 ó S/.1538 para los casos medio, y S/.2975, S/.2975 ó S/.2980 para los casos alto), la mejor estrategia seguirá siendo la 2.

Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pero aun así no cambiará la decisión preferida originalmente.

GRAFICO N° IV- 31: ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL COSTO UNITARIO ANUAL DE LA RACIÓN POR INTERNO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

En el gráfico anterior, se aprecia que la información perfecta sobre el costo de las raciones por interno, es decir, saber el valor de esta variable antes de tomar la decisión, le permitirá a al INPE obtener un CEES esperado de S/. 7785, con una probabilidad de 0.25; un CEES esperado de S/. 8223, con una probabilidad de 0.50, y un CEES esperado de S/. 9363, con una probabilidad de 0.25 superior.

Luego, el valor esperado con información perfecta sobre costo de las raciones al año (VECIP) es de:

$$\text{VECIP} = 7785 (0.25) + 8223 (0.50) + 9363(0.25) = 8398$$

La variación en el CEES esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

$$\text{VEIP} = \text{VECIP} - \text{VESIP}$$

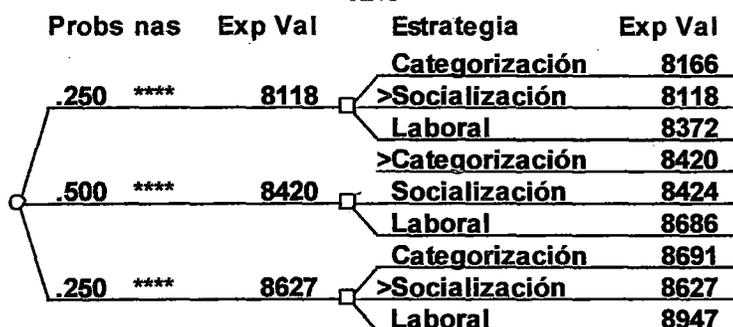
Donde:

VEIP: valor esperado de la información perfecta, VESIP: valor esperado sin información perfecta.

El valor esperado sin información perfecta calculado en el gráfico anterior, es de S/.8398: por lo tanto, el VEIP es S/.0. Dado este valor nulo, el analista recomendó no buscar información adicional sobre costo de las raciones al año, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre esta variable que sea buena y sin costo alguno o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el VESIP.

Para el caso de la variable número de personal de seguridad al año, de la observación del gráfico siguiente, el analista concluye que si el número de efectivos de seguridad fuera bajo, (64 para Categorización, 60 para Socialización ó 62 para Laboral), será mejor seguir escogiendo la estrategia 2 y no las estrategias 1 y 3. Asimismo, si el número de personal de seguridad fuera medio (79, 78 u 80) la estrategia preferida será la 1(Categorización) y si la cantidad de internos fuera 95,90 ó 95 para los casos alto), la mejor estrategia será 2. Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pero aun así no cambiará la decisión preferida originalmente excepto en el caso del escenario medio.

GRAFICO N° IV- 32: ÁRBOL DE DECISIONES MODIFICADO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA SOBRE EL NÚMERO DE PERSONAL DE EFECTIVOS DE SEGURIDAD AL AÑO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE.

En el gráfico anterior, se aprecia que la información perfecta sobre el número de personal de seguridad al año, es decir, saber el valor de esta variable antes de tomar la decisión, le permitirá a al INPE obtener un CEES esperado de S/. 8118, con una probabilidad de 0.25; un CEES esperado de S/. 8420, con una probabilidad de 0.50, y un CEES esperado de S/. 8627, con una probabilidad de 0.25 superior.

Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el número de personal de seguridad al año (VECIP) es de:

$$VECIP = 8118(0.25) + 8420(0.50) + 8627(0.25) = 8396$$

La variación en el CEES esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

$$VEIP = VECIP - VESIP$$

Donde:

VEIP: valor esperado de la información perfecta, VESIP: valor esperado sin información perfecta.

El valor esperado sin información perfecta calculado en el gráfico N° IV-17, es de S/.8398: por lo tanto, el VEIP es S/.2. Dado este valor, el analista recomendó no buscar información adicional sobre el número de personal de seguridad al año, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre esta variable que sea buena y con un costo de S/. 2 o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el VESIP.

El cálculo del valor de la información perfecta para dos o tres variables (Ver Anexos) arroja resultados similares a las planteadas cuando se trabaja con una sola variable, en el sentido de que el VEIP es S/.0 o resulta un mínimo valor. Dado este valor nulo o poco significativo, el analista recomendó no buscar información adicional sobre estas variables, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre éstas que sea buena y sin costo alguno, o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el VESIP. A continuación un resumen de los cálculos con información perfecta mostrada en el cuadro N° IV-14.

CUADRO N° IV- 14: RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LA INFORMACIÓN PERFECTA

VARIABLES ALEATORIAS	VECIP	VESIP	VEIP
Número de internos al año	8398	8398	0
Costo unitario anual de las raciones por interno	8398	8398	0
Número de personal de seguridad al año	8396	8398	2

Fuente: Elaboración propia, información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

El valor de la información imperfecta

Dado el valor de la información perfecta para cada una de las variables aleatorias, es posible comparar estos valores con el costo de información adicional, que sólo resolverá algo de la incertidumbre en estas variables.

En el caso del penal del INPE, cualquier información adicional con respecto al número de internos anual, no tiene valor; el valor de la información perfecta es cero para esta variable. También, se sabe que el valor de la información perfecta con respecto a las variables aleatorias: Costo anual de las raciones por interno, y número de personal de seguridad al año arroja los valores de S/ 0 y S/. 2, respectivamente, por lo que no vale la pena buscar información adicional relacionada a estas variables. Por otro lado, si se puede obtener información adicional para el número de internos al año a un costo igual a S/. 0 o gratuito, tal recolección de información podría ser deseable en el sentido de mejorar la calidad de información disponible, no interesando llegar a la información perfecta pues los resultados del CEES esperado S/. 8398 serán siempre el mismo independientemente de la calidad de información con que se cuenta actualmente.

Por otro lado, si la operación de un penal remodelado y ampliado que opera actualmente pudiera mejorar la calidad de la información con respecto al número de internos al año que irían al penal remodelado y ampliado de Juanjuí, su puesta en funcionamiento podría ser deseable, siempre y cuando esta sea información gratuita. Este penal operativo permitiría revisar o actualizar las probabilidades asignadas a la variación del número de internos al año, y luego al resto de variables, pero independientemente de esto, los resultados del CEES esperado S/. 8398 serán siempre los mismos y no importará el grado de la calidad de información que se cuente en el hoy.

## EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO

El valor del control perfecto es conocido como el valor del genio. Un genio es alguien quien puede conceder deseos y, por lo tanto, cambiar el futuro, es aún más valioso que un experto quien determina el valor de la información perfecta. En el control perfecto el decisor solicita al genio hacer que uno de los posibles valores de una variable aleatoria realmente ocurra. Es decir, que el valor del control perfecto indica cuánto mejor estaríamos si fuéramos capaces de controlar el resultado de una variable aleatoria; o en otras palabras, cuanto valor añadirá el control perfecto al proyecto.

Así, en el caso de la remodelación y ampliación del penal de Juanjuí del INPE, el valor con control perfecto para el número de internos al año, se puede obtener de examinar el árbol con el nodo del número de internos al año trasladado al inicio del árbol de decisión, lo que se presenta en el gráfico siguiente. Debe notarse que este árbol es similar al del gráfico anterior, la diferencia es que cuando se habla de control perfecto, el decisor escoge el valor de la variable aleatoria que le dé el mejor valor esperado (En este caso el menor CEES esperado).

GRAFICO N° IV- 33: ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE NÚMERO DE INTERNOS AL AÑO



Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Del gráfico anterior, se puede apreciar que existe una rama del nodo de la variable número de internos al año, que permite obtener el menor COSTO EFECTIVIDAD esperado de S/. 7322. Otra vez, haciendo cálculos similares a los usados para determinar el valor de información perfecta y recordando que el valor esperado original fue de S/. 8398, se tiene:

$$VECP = VECCP - VESCP$$

$$= 7322 - 8398 = 1076$$

Donde:

VECP: Valor esperado del control perfecto VECCP: Valor esperado con control perfecto VESCP: Valor esperado sin control perfecto

¿Cómo se puede interpretar el valor del control perfecto? Las probabilidades asignadas sobre el número de internos al año fueron obtenidas bajo el supuesto de que el INPE de acuerdo a su política de reubicación de internos trasladará la cantidad

de presos necesaria. Entonces, el control perfecto podría corresponder a la opción de mantener una cantidad de internos determinada para reducir costos pero sin desatender su bienestar, el resultado del VECP es de S/. 1076, lo que indicaría que para el INPE sería necesario mantener a 535 internos dentro de la remodelación y ampliación que se quiere hacer en el penal Juanjuí, y trasladar al resto a otro penal, porque el VECCP sería inferior al VESCP o CEES original de S/. 8398.

Asimismo, el valor del control perfecto brinda un límite superior de S/. 1076, para la cantidad de internos al año que el INPE gastaría para mantener algunos en el penal de Juanjuí y trasladar a otros a un penal distinto. Indudablemente, el INPE incurre en gasto de traslados (no es gratuito) y estos costos son ajenos a los incurridos para las estrategias planteadas en este proyecto, por lo que, el genio le aconsejaría al decisor que es relevante para la evaluación social de las estrategias de este proyecto aplicar la política de mantener a 535 internos y trasladar otros siempre y cuando los costos no excedan el límite superior de S/. 1076.

De igual manera, es posible calcular el valor del control perfecto en las otras variables y en algunas simultáneamente, como se hizo con el valor de la información perfecta.

Para el caso del costo de las raciones por interno, ver gráfico interesada, los costos propiamente corresponden a los alimentos que son proporcionados por un proveedor externo, y la preparación de las comidas lo realizan los propios internos. Como medida de control perfecto se podría reducir los costos de esas raciones anuales a S./ 985, a tal punto que de acuerdo al gráfico se tendría un VECCP de S/. 7785 y el VESCP (o CEES esperado original) de S/. 8398 me conduciría a un VECP de S/. 613 como límite de gasto para encontrar información adicional y plantear una medida de reducción de costos de raciones pero sin que el Estado incurra en costos mayores para las estrategias planteadas en este proyecto, como podría ser las subvenciones o subsidios a los alimentos para internos. Otra posible medida de control, sería negociar con proveedores la rebaja de alimentos, a cambio el estado favorece a estos con incentivos tributarios.

GRAFICO N° IV- 34: ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE COSTO DE LAS RACIONES POR INTERNO

Probs curi	Exp Val	Estrategia	Exp Val
.250 ****	7785	Categorización	7812
		>Socialización	7785
		Laboral	8041
.500 ****	8223	Categorización	8248
		>Socialización	8223
		Laboral	8492
.250 ****	9363	Categorización	9388
		>Socialización	9363
		Laboral	9666

Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Finalmente, para el caso del número de personal de seguridad al año, ver gráfico siguiente, los costos propiamente corresponden a la vigilancia, seguridad y mantenimiento del orden en los penales. Como medida de control perfecto se podría reducir al número anual de efectivos de personal de seguridad, 60, a tal punto que de acuerdo a la figura se tendría un VECCP de S/. 8118 y el VESCP (o CEES esperado original) de S/. 8398 me conduciría a un VECP de S/. 280 como límite de gasto para encontrar información adicional y plantear una medida de reducir al número anual de efectivos de personal de seguridad, pero sin que el Estado incurra en costos mayores para las estrategias planteadas en este proyecto, como podría ser el establecimiento de parámetros del número mínimo de personal de seguridad que deben estar distribuidos diariamente bajo ciertos tamaños de población y distribución de ambientes en un penal, considerando además los puestos fijos y variables.

GRAFICO N° IV- 35: ÁRBOL DE DECISIONES PARA CALCULAR EL VALOR DEL CONTROL PERFECTO EN LA VARIABLE PERSONAL DE SEGURIDAD AL AÑO

Probs nas	Exp Val	Estrategia	Exp Val
.250 ****	8118	Categorización	8166
		>Socialización	8118
		Laboral	8372
.500 ****	8420	>Categorización	8420
		Socialización	8424
		Laboral	8686
.250 ****	8627	Categorización	8691
		>Socialización	8627
		Laboral	8947

Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

El cuadro N° IV-15, nos muestra un resumen de los cálculos del control perfecto.

CUADRO N° IV- 15: RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DEL CONTROL PERFECTO

<b>VARIABLES ALEATORIAS</b>	<b>VECCP</b>	<b>VESCP</b>	<b>VECP</b>
Número de internos al año	7322	8398	1076
Costo unitario anual de las raciones por interno	7785	8398	613
Número de personal de seguridad al año	8118	8398	280

Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

Finalmente los cuadros Nos IV-16 y IV-17, nos muestran un resumen y los resultados de los valores de información y con control perfecto.

CUADRO N° IV- 16: RESUMEN DE LA FASE DE INTERPRETACION DE RESULTADOS I PARTE

VALOR DE LA INFORMACION PERFECTA	VALOR DEL CONTROL PERFECTO
<p>El valor de la información perfecta con respecto a las tres variables más relevantes número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno, y número de personal de seguridad al año, tomadas de manera individual y en conjunto es S/. 0. ó poco significativa.</p> <p>Dado los resultados de la información perfecta se recomienda no buscar información adicional sobre estas variables, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre éstas que sea buena y sin costo alguno, o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el VESIP.</p> <p>En cuanto a la información imperfecta, si se puede obtener información adicional para el número de internos al año a un costo igual a S/. 0 o gratuito, tal recolección de información podría ser deseable en el sentido de mejorar la calidad de información disponible, no interesando llegar a la información perfecta pues el resultados del CEES esperado de S/. 8398 será siempre el mismo independientemente de la calidad de información con que se cuenta actualmente.</p>	<p>Con respecto al valor del control perfecto, se concluye que para las tres variables: número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno, y número de personal de seguridad al año, es relevante buscar información adicional pues el CEES esperado con control disminuiría con respecto al VESCP de S/ 8398. Se disminuiría los CEES esperados en valores de S/.1076, S/. 613 y S/. 280, con respecto a las variables número de internos, costo de raciones y personal de seguridad, respectivamente.</p>

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° IV- 17: RESUMEN DE LA FASE DE INTEPRETACION DE RESULTADOS II PARTE: VALORES DE INFORMACIÓN PERFECTA Y CONTROL PERFECTO

VARIABLES ALEATORIAS	VEIP	VECP
Número de internos al año	0	1076
Costo unitario anual de las raciones por interno	0	613
Número de personal de seguridad al año	2	280

Fuente: Información obtenida a partir de los resultados del SUPERTREE

## 4.5 CALIDAD DECISIONAL



### 4.5.1 MARCO APROPIADO (100%)

Se ha trabajado a un 100% en el problema correcto.

### 4.5.2 ALTERNATIVAS CREATIVAS Y VIABLES (65%)

A pesar de estar en el problema correcto, nos falta un poco de creatividad para tomar otras decisiones estratégicas referidas a otras alternativas, solamente se ha planteado tres alternativas (El planteamiento inicial fue de 5, se descartaron 2 por no ser muy rentables socialmente), con resultados similares, de las dos planteadas en la primera iteración, por ello se asigna un 65%.

### 4.5.3 INFORMACIÓN RELEVANTE Y CONFIABLE (75%)

Después de estructurar el problema a través de un mapa de conocimiento en la que se muestra las posibles variables relevantes, se ha obtenido información de dichas variables, entre ellas: Número de internos al año que ingresan al establecimiento penitencia rio de Juanjuí, costo unitario anual de las raciones por interno, etc. aunque no se cuenta con verdaderos eruditos en el tema, pero si se ha tenido acceso a expertos. Por lo que se asigno el esfuerzo logrado en un 75%.

#### 4.5.4 VALORES Y PREFERENCIAS CLARAS (80%)

Para la elección de la alternativa estratégica en la primera iteración se utilizó el criterio del Valor actual de costos a precios sociales (VACS) como medida de valor en la fase determinística y el Valor esperado de los Costos Sociales (VECS) en la fase probabilística. Mientras que en la segunda iteración se utilizó el criterio del Costo Efectividad a precios sociales (CEVAES) como medida de valor en la fase determinística y el Valor esperado del Costo Efectividad (CEVAESE) en la fase probabilística. Es importante señalar que no solamente se ha centrado la atención del estudio de pre inversión a nivel prefactibilidad del proyecto “Remodelación Integral y Ampliación de la Capacidad de Albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjui”, sino también en el diálogo sostenido con los expertos. Por ello se asigna el logro en 80% de calidad decisional.

#### 4.5.5 RAZONAMIENTO LÓGICAMENTE CORRECTO (80%)

Se ha combinado lógicamente la información, variables, estrategias, y valores a través de modelos matemáticos que permitieron determinar las unidades de valor: VACS, VAES, CEVAES, ejecutando en ellas los análisis pertinentes. Se asigna en 80%.

#### 4.5.6 COMPROMISO PARA LA ACCION (75%)

La presencia de un entorno propicio para la inversión a la luz de los cálculos realizados, de la criminalidad y la existencia del hacinamiento en los establecimientos penitenciarios, generó a nivel de grupo un compromiso creciente a desarrollar estrategias de inversión. Se asigna un 75% de calidad decisional.

## V DISCUSION

### 5.1 DISCUSIONES

Los Resultados de la Tesis elaborada llevan a la siguiente discusión, la alternativa elegida en la fase de preinversion fue el diseño arquitectónico de categorización, en cuanto a fase determinística de esta tesis confirmo que la mejor alternativa seria la categorización, no obstante la fase probabilística determina que la estrategia socialización es la mejor.

La diferencia en la alternativa elegida podría deberse a que en la fase determinística no se habrían reducido los riesgos estadísticos o que en la discretización (desratización) el experto habría incurrido en sesgos.

### 5.2 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

#### 5.2.1 POSIBILIDADES

El desarrollo del presente trabajo de investigación constituye la primer vez que en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública se evalúa un proyecto de inversión pública independiente de la tipología de éste (Salud, Educación, Transportes, Readaptación Social, etc.) empleando la metodología del análisis de decisiones para reducir casi en su totalidad la incertidumbre del riesgo. En general el SNIP aún no le da la importancia en la evaluación social de los proyectos al énfasis a la información y la experiencia del experto porque esta es mucho más valiosa debido a que este modo de análisis se fundamenta en el concepto de una visión prospectiva donde la fase probabilística tiene mayor relevancia respecto a la fase determinística que es la fase que comúnmente alcanzan la viabilidad los proyectos de inversión pública.

### 5.2.2 LIMITACIONES

Después de seguir el proceso completo de la metodología del análisis de decisiones se puede decir que los resultados podrían haber reflejado mejor la realidad si previamente por ejemplo se hubiesen definido líneas de corte en la evaluación social para los ratios costo efectividad. Detrás de las líneas de corte existe una infinidad de problemas de estimación de valores referenciales de costos (Como por ejemplo inversión u operación y mantenimiento) dado a que el INPE a la fecha no cuenta con ello en calidad de parámetros definidos explícitamente<sup>65</sup>.

Previamente se debió haber considerado como tema de investigación un análisis de la eficiencia en la ejecución de PIP o vinculados con la aplicación de la metodología de evaluación costo eficacia, planteándose la necesidad de establecer valores referenciales de costos de inversión, operación y mantenimiento y líneas de corte<sup>66</sup>.

Asimismo, dado que aún no se ha desarrollado un estudio completo para la construcción de un nuevo establecimiento penitenciario, (Como se piensa hacer con Cañete II, no obstante Huaral II no fue desarrollado de manera completa y tuvo imperfecciones como la ausencia de un estudio de mercado de los potenciales servicios penitenciarios de talleres industriales, que los internos ofrecerían a la sociedad y que el concesionario implementaría para la obtención de un cierto margen de ganancias) pero bajo la opción o alternativa estratégica que tuvieran en cuenta el modelo de ejecución de la inversión y operación asociación pública privada, esta constituye una limitante para una posible toma de decisión de la inversión. En tal sentido sólo se está dando énfasis a la evaluación social y no a la evaluación privada que considera la potencial participación del sector privado en la decisión de invertir ó no.

---

<sup>65</sup> El INPE cuenta con tamaños estándar de pabellones de acuerdo a la cantidad de población existente los mismos que son ajustados según los requerimientos.

<sup>66</sup> Límites de costos por beneficiario o unidad de servicio, a partir de los cuales un PIP no sería eficiente o no podría ser calificado como rentable socialmente aplicando la metodología costo efectividad o costo eficacia.

Los criterios que se han tomado en cuenta para identificar a los expertos como muestra estratificada de la población no han sido definidos por el colegio profesional del Perú, por un acuerdo o consenso nacional, simplemente se han tomado en cuenta argumentos que podrían ser válidos para un grupo de profesionales vinculados directa o indirectamente a los proyectos de Readaptación Social, y más aún sobre todo si se quiere identificar expertos confiables e infalibles, y genios que puedan cambiar el futuro.

Por otro lado, no ha sido empleada la metodología Costo beneficio para la evaluación social de un proyecto de Readaptación Social, en razón a que existe ausencia de estadísticas e información disponible para utilizar la citada metodología.

### 5.3 CONCLUSIONES

- El análisis de la fase probabilística señala a la Estrategia 2 (SOCIALIZACION) como la preferida a diferencia del análisis de la fase determinística que muestra a la Estrategia 1 (CATEGORIZACION). La diferencia en la alternativa elegida podría deberse a que en la fase determinística no se habrían reducido los riesgos estadísticos o que en la discretización (desratización) el experto habría incurrido en sesgos.
- Las principales variables fuente de incertidumbre son: El número anual de internos que ingresan al establecimiento penitenciario de Juanjuí, el costo unitario anual de las raciones por interno, y el número de personal de seguridad al año para cada estrategia.
- La valoración actual de la Estrategia 2 muestra un proyecto rentable: Con un CEES esperado de S/.8, 398, alta incertidumbre de S/ 4,135, y un 9.4% de probabilidad de perder<sup>67</sup>.

---

<sup>67</sup> Ver páginas 17 y 18 de esta Tesis, así como sus notas al pie, sobre lo que es "Perder".

- La estrategia 2 tiene un dominio determinístico sobre las estrategias 1 y 3, porque el COSTO EFECTIVIDAD a precios sociales de dicha estrategia es siempre menor o igual que las estrategias 1 y 3.
- Existe dominación estocástica de la estrategia 2 sobre las estrategias 1 y 3. Es decir, para valores mayores o iguales a cierto monto o valor referencial, las estrategias 1 y 3 tienen mayor probabilidad de producir un CEES en exceso de ese valor que la estrategia 2.

La dominación estocástica concluye que luego de analizarse las relaciones rentabilidad, incertidumbre y riesgo, la estrategia 2 es la mejor no requiriéndose una evaluación de las preferencias con respecto al riesgo, no obstante se realiza dicha revisión.

- El coeficiente de variación de la estrategia 2 arroja el menor valor de 11.2682% con respecto a las otras estrategias, y sería la mejor opción para el INPE, siempre que éste sea adverso al riesgo.
- El análisis de sensibilidad estocástico respecto a las variables del problema, muestra que el número de internos al año genera la mayor variación en el CEES esperado (S/. 2027), asimismo las tres variables tienen el mismo potencial (9.4%) de generar pérdidas.
- El análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades señala que la decisión de escoger la estrategia 2 no es sensible a las probabilidades asignadas a las variables críticas.
- Los análisis de sensibilidad con respecto a la actitud del decisor frente al riesgo y al tiempo indican que la decisión (perfil de rentabilidad/riesgo) no es sensible a la aversión al riesgo del decisor, pero si es sensible a la tasa de descuento a utilizar.

- El valor de la información perfecta con respecto a las tres variables críticas tomadas de manera individual y en conjunto es S/. 0 ó poco significativa.
- Con respecto al valor del control perfecto, se concluye que para las tres variables: número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno, y número de personal de seguridad al año, es relevante buscar información adicional pues el CEES esperado con control disminuiría con respecto al VESCP de S/ 8398. Se disminuiría los CEES esperado en valores de S/.1076, S/. 613 y S/. 280, con respecto a las variables número de internos, costo de raciones y personal de seguridad, respectivamente.
- Como conclusión final, luego de la aplicación a este proyecto, de las fases de la Metodología del Análisis de Decisiones a diferencia de otras metodologías, en particular la metodología tradicional de evaluación de proyectos del SNIP, permiten reducir la incertidumbre al riesgo, demostrando cierta validez de la hipótesis, lo cual contribuye a resolver el problema de encontrar la mejor alternativa de inversión.

#### 5.4 RECOMENDACIONES

- Se recomienda al decisor invertir en el proyecto usando la Estrategia 2 (SOCIALIZACION) que ofrece un CEES esperado de S/. 8,398 con un riesgo de perder del 9.4%, a pesar que en el escenario base de la fase determinística la Estrategia I (Categorización) es la que presenta un menor Costo Efectividad. Se toma esta recomendación porque la información y la experiencia del experto es mucho más valiosa debido a que este modo de análisis se fundamenta en el concepto de una visión prospectiva donde la fase probabilística tiene mayor relevancia respecto a la fase determinística.
- Tomar en cuenta las variables sustantivas: Número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno y número de personal del área de

seguridad al año, que son una fuente de creación de valor y generación de riesgo por la incertidumbre.

- Dado los resultados de la información perfecta se recomienda no buscar información adicional sobre estas variables, ya que será muy difícil, sino imposible, conseguir información adicional (imperfecta) sobre éstas que sea buena y sin costo alguno, o no tendrá sentido buscar más información adicional de la que se dispone con el Valor Esperado sin información perfecta (VESIP).
- En cuanto a la información imperfecta, si se puede obtener información adicional para el número de internos al año a un costo igual a S/. 0 o gratuito, tal recolección de información podría ser deseable en el sentido de mejorar la calidad de información disponible, no interesando llegar a la información perfecta pues el resultados del CEES esperado de S/. 8398 será siempre el mismo independientemente de la calidad de información con que se cuenta actualmente.
- Al momento de tomar la decisión de invertir actualizar los cálculos de los valores determinados, evitando sesgos cognoscitivos y motivacionales en el proceso de discretización.
- Se recomienda repetir nuevamente la secuencia metodológica del análisis de decisiones al presente proyecto de inversión, objeto de análisis, de modo de mejorar la calidad de información para la toma de decisiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE ESPINOSA, SIMÓN (1997), "Preparación y Evaluación de Proyectos", Lima- Perú: editorial y librería Lucero primera, Primera edición, 1997 Pág. 440

BELTRAN, ARLETTE; CUEVA, HANNY (2003), Evaluación Privada de Proyectos, Lima: CIUP

BELTRAN, ARLETTE; CUEVA, HANNY (2008), Evaluación Social de Proyectos para países en desarrollo, Lima: CIUP

CONTRERAS, EDUARDO, "Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile" Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) 63 manuales. S E R I E Santiago de Chile, noviembre de 2009. Página 7, 12-13, 18.

DE LA CRUZ, CARLOS (2003). "Gestión Pública en México: Un enfoque prospectivo para la toma de decisiones y planeación estratégica de gobierno" VIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Panamá, 28-31 Oct. 2003

DE LA CRUZ, Carlos "Un enfoque prospectivo para la toma de decisiones y planeación estratégica de gobierno, México

DEL CARPIO GALLEGOS, JAVIER, Notas científicas, Análisis del riesgo en la administración de proyectos de tecnología de información, Pág. 104.

FIGUEROA, ADOLFO, "Crisis Distributiva en el Perú". Lima-Perú: Fondo Editorial, PUCP; 1993, Primera Edición

FONTAINE, Ernesto (2000) Evaluación Social de Proyectos, Alfaomega - Chile

GARRIDO, IGNACIO; ANDALAFI, ALEJANDRO, “Revista Ingeniería Industrial - Año 2, N°1 - Segundo Semestre 2003” página 83-85, extraído del trabajo de “Evaluación Económica de proyectos de inversión basada en la teoría de opciones reales”. Página 83.

GODET, MICHEL (1985) “De la Anticipación a la Acción” Alfa omega Marcombo. Barcelona. 1985. Págs. 1-18

HERRERA, EDUARDO, “Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos”, Quito: Cydhem, 2007

MOORE, JEFFREY H.; WEATHERFORD, LARRY R. (2000) Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa

RAIFFA, Howard (1978) Análisis de decisiones empresarial, Fondo Educativo Interamericano S.A.

SALINAS ORTIZ, JOSÉ, “Análisis de Decisiones Estratégicas en entornos inciertos, cambiantes y complejos” - .1ª ed. 1ª reimp. Buenos Aires, Cengage Learning Argentina- 2009

SALINAS ORTIZ, José (1992) Análisis de decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos – 1ra. ed. – Lima. Págs. 99-117

(1993) Análisis Estadístico para la Toma de Decisiones de Administración y Economía – Lima

(1994) Calidad decisional, reingeniería del proceso de toma de decisiones estratégicas – Lima - Perú

(1998) Inversión de recursos para crear valor, un enfoque de portafolio.

(1999) Análisis de sensibilidad

(2000) Análisis de decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos – 2da. ed. – Lima

(2000) Análisis de riesgo

(2000) Riesgo y rentabilidad

SAPAG CHAIN, Nassir (2001) Evaluación de Proyectos de Inversión en la Empresa, PEARSON EDUCATION S.A. - CHILE.

SAPAG PUELMA, Manuel (2000) Evaluación de Proyectos, McGraw Hill/Interamericana de Chile LTDA.

SCOTT BESLEY (2000) Fundamentos de Administración Financiera, duodécima edición McGraw – Hill

VALENCIA HERRERA, HUMBERTO; GÁNDARA MARTÍNEZ, EDUARDO ENRIQUE, “Relación entre incertidumbre e inversión en México, Enfoque de opciones reales”, Revista de Administración, Finanzas y Economía (Journal of Management, Finance and Economics), vol. 3, núm. 2 (2009), pp. 74-90. Ver página 2.

VIGNES AUBERT CARLOS, TORRES PONCE ERIKA, Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Remodelación Integral y Ampliación de la capacidad de albergue del Establecimiento Penitenciario de Juanjuí”.

VILLARREAL SAMANIEGO, JESÚS, “Administración Financiera II”, 2008.

<http://www.bibliojuridica.org/libros/2/763/8.pdf>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n\\_de\\_operaciones](http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n_de_operaciones)

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-Etimologica-De-Proyecto/15695.html>

Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Tercera Edición (c) 2004 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 EE.UU.

Directiva N° 001-2009-EF/68.01, Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública

[http://es.wikipedia.org/wiki/Toma\\_de\\_decisiones](http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_decisiones)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría\\_de\\_la\\_decisión](http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_de_la_decisión)

**MOLINA ARENAZA, H. EUGENIO**, Análisis del riesgo y decisiones de inversión: El análisis de sensibilidad,

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v03\\_n6/analisis.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v03_n6/analisis.htm)

**MORALES REYES, GERARDO**, Estructura del Análisis de Decisiones para la evaluación económica de proyectos petroleros bajo condiciones de incertidumbre y riesgo, Revista UPIICSA, Núm. 44, Mayo-Agosto 2007.

<http://www.revistaupiicsa.20m.com/Emilia/RevMayAgo07/Gerardo.pdf>

**SANCHEZ MODENA CESAR ANTONIO y DURAND V., SALOMÓN**, Costo efectividad del cambio de los esquemas de tratamiento para malaria en el Perú, 1999-2003. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2004, vol. no. 4. p. 197-209. ISSN1726-4642.

<http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/handle/123456789/899>.

FONDOS ESTRUCTURALES FEDER (FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL)”, FONDO DE COHESIÓN E ISPA(INSTRUMENTO ESTRUCTURAL DE PREADHESIÓN), coordinador del equipo, Massimo, Florio,” Guía del Análisis Costes - Beneficios de los Proyectos de Inversión”, 2003, elaborado para la Unidad responsable para la evaluación DG Política Regional Comisión Europea. Págs. 42-45

<http://definicion.de/planeacion-estrategica/>

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Direccion-De-Problemas-Estrategicos/138965.html>

[http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/N\\_admon/obj/img/vinculoscbg/FA-ONGs.pdf](http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/N_admon/obj/img/vinculoscbg/FA-ONGs.pdf). Diapositiva N° 10.

MSC SALVADOR VANEGAS GUIDO, Universidad Centroamericana UCA - Nicaragua, [http://www.quality-consultant.com/gerentica/aportes/aporte\\_001.htm](http://www.quality-consultant.com/gerentica/aportes/aporte_001.htm);

Una experiencia de análisis de riesgo en planes de negocio rural, es una publicación producida por encargo del Programa Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria - REDESA, de CARE Perú, Octubre, 2006, © CARE Perú Av. General Santa Cruz 659, Jesús María Lima – Perú. Pág. 14.

<http://chitoymemo.com/buenas-decisiones-malos-resultados.html>

<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch009.htm>

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/opre/SpanishG.htm>

<http://www.iuriscivilis.com/2009/06/diccionario-juridico-letra-r.html>

# **ANEXOS**

## ANEXO A: DATOS DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD JUANJUI

CUADRO N° A-1: COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN ALTERNATIVA 1  
(EN NUEVOS SOLES)

DESCRIPCION	Precios de Mercado	Precios Sociales
Pabellón Hombres 1 y 2	5,807,166	4,879,971
Pabellón Mujeres	529,467	444,930
Centro de Salud	1,609,652	1,352,649
Área de Tratamiento - Hombres y Mujeres	1,274,811	1,071,270
Seguridad Interna y Externa	404,265	339,718
Venustorio - Área de Meditación - Pabellón de Admisión - Área de Aislados	597,645	502,222
Hall de Ingreso	326,186	274,106
Zona Administrativa	436,266	366,610
Exteriores	1,652,650	1,388,782
Sistema de Seguridad	820,588	689,569
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>13,458,695</b>	<b>11,309,828</b>
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD 20%	2,691,739	2,261,966
<b>COSTO DE INFRAESTRUCTURA</b>	<b>16,150,434</b>	<b>13,571,794</b>
ESTUDIOS DEFINITIVOS 3%	484,513	407,154
SUPERVISION Y LIQUIDACION 5%	807,522	678,590
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>17,442,469</b>	<b>14,657,537</b>
EQUIPAMIENTO	1,195,797	1,004,872
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>18,638,266</b>	<b>15,662,409</b>

Elaboración: Propia

CUADRO N° A-2: COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN ALTERNATIVA 2  
(EN NUEVOS SOLES)

DESCRIPCION	Precios de Mercado	Precios Sociales
Pabellón Hombres 1 y 2	5,317,436	4,468,434
Pabellón Mujeres	854,838	718,351
Centro de Salud	1,213,019	1,019,343
Área de Tratamiento - Hombres y Mujeres	1,328,633	1,116,498
Seguridad Interna y Externa	457,437	384,401
Venustorio - Área de Meditación - Pabellón de Admisión - Área de Aislados	1,957,596	1,645,038
Hall de Ingreso	360,737	303,140
Zona Administrativa	448,874	377,205
Exteriores	1,819,285	1,528,811
Sistema de Seguridad	854,616	718,164
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>14,612,469</b>	<b>12,279,386</b>
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD 20%	2,922,494	2,455,877
<b>COSTO DE INFRAESTRUCTURA</b>	<b>17,534,963</b>	<b>14,735,263</b>
ESTUDIOS DEFINITIVOS 3%	526,049	442,058
SUPERVISION Y LIQUIDACION 5%	876,748	736,763
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>18,937,760</b>	<b>15,914,084</b>
EQUIPAMIENTO	1,195,797	1,004,872
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>20,133,558</b>	<b>16,918,956</b>

Elaboración: Propia

CUADRO N° A-3: COSTOS INCREMENTALES A PRECIOS PRIVADOS

Periodo	COSTO TOTAL SIN PROYECTO	COSTO TOTAL CON PROYECTO	COSTOS INCREMENTALES	FACTOR DE CORRECCION FINANCIERO	VALOR ACTUAL DE COSTOS INCREMENTALES
0	443,905	18,638,266	18,194,362	1.00	18,194,362
1	443,905	1,560,031	1,116,127	0.90	1,005,519
2	443,905	1,594,359	1,150,454	0.81	933,734
3	443,905	1,628,686	1,184,781	0.73	866,302
4	443,905	1,666,446	1,222,541	0.66	805,325
5	443,905	1,705,922	1,262,017	0.59	748,946
6	443,905	1,748,831	1,304,926	0.53	697,667
7	443,905	1,793,456	1,349,551	0.48	650,023
8	443,905	1,839,798	1,395,893	0.43	605,715
9	443,905	1,889,572	1,445,667	0.39	565,147
10	443,905	1,941,063	1,497,158	0.35	527,276
V. R.	0	12,425,511	12,425,511	0.35	-4,376,072
SUMA	4,882,953	48,431,940	43,548,987		

Elaboración: Propia

CUADRO N° A-4: COSTOS INCREMENTALES A PRECIOS SOCIALES

Periodo	COSTO TOTAL SIN PROYECTO	COSTO TOTAL CON PROYECTO	COSTOS INCREMENTALES	FACTOR DE CORRECCION FINANCIERO	VALOR ACTUAL DE COSTOS INCREMENTALES
0	730,765	15,662,409	14,931,644	1.00	14,931,644
1	730,765	1,310,426	579,662	0.90	522,218
2	730,765	1,339,261	608,497	0.81	493,870
3	730,765	1,368,096	637,331	0.73	466,011
4	730,765	1,399,814	669,050	0.66	440,724
5	730,765	1,432,974	702,210	0.59	416,727
6	730,765	1,469,018	738,253	0.53	394,700
7	730,765	1,506,503	775,739	0.48	373,641
8	730,765	1,545,430	814,666	0.43	353,505
9	730,765	1,587,241	856,476	0.39	334,818
10	730,765	1,630,493	899,728	0.35	316,870
V. R.	0	10,441,606	10,441,606	0.35	-3,677,372
SUMA	8,038,410	40,693,271	32,654,861		

Elaboración: Propia

CUADRO N° A-5: COSTOS INCREMENTALES A PRECIOS PRIVADOS ALTERNATIVA 2

Periodo	COSTO TOTAL SIN PROYECTO	COSTO TOTAL CON PROYECTO	COSTOS INCREMENTALES	FACTOR DE CORRECCION FINANCIERO	VALOR ACTUAL DE COSTOS INCREMENTALES
0	443,905	20,133,558	19,689,653	1.00	19,689,653
1	443,905	1,560,031	1,116,127	0.90	1,005,519
2	443,905	1,594,359	1,150,454	0.81	933,734
3	443,905	1,628,686	1,184,781	0.73	866,302
4	443,905	1,666,446	1,222,541	0.66	805,325
5	443,905	1,705,922	1,262,017	0.59	748,946
6	443,905	1,748,831	1,304,926	0.53	697,667
7	443,905	1,793,456	1,349,551	0.48	650,023
8	443,905	1,839,798	1,395,893	0.43	605,715
9	443,905	1,889,572	1,445,667	0.39	565,147
10	443,905	1,941,063	1,497,158	0.35	527,276
V.R.	0	13,422,372	13,422,372	0.35	-4,727,151
SUMA	4,882,953	50,924,092	46,041,139		

Elaboración: Propia

CUADRO N° A-6: COSTOS INCREMENTALES A PRECIOS SOCIALES ALTERNATIVA 2

Periodo	COSTO TOTAL SIN PROYECTO	COSTO TOTAL CON PROYECTO	COSTOS INCREMENTALES	FACTOR DE CORRECCION FINANCIERO	VALOR ACTUAL DE COSTOS INCREMENTALES
0	730,765	16,918,956	16,188,191	1.00	16,188,191
1	730,765	1,310,426	579,662	0.90	522,218
2	730,765	1,339,261	608,497	0.81	493,870
3	730,765	1,368,096	637,331	0.73	466,011
4	730,765	1,399,814	669,050	0.66	440,724
5	730,765	1,432,974	702,210	0.59	416,727
6	730,765	1,469,018	738,253	0.53	394,700
7	730,765	1,506,503	775,739	0.48	373,641
8	730,765	1,545,430	814,666	0.43	353,505
9	730,765	1,587,241	856,476	0.39	334,818
10	730,765	1,630,493	899,728	0.35	316,870
V.R.	0	11,279,304	11,279,304	0.35	-3,972,396
SUMA	8,038,410	42,787,516	34,749,106		

Elaboración: Propia

## ANEXO B: VARIABLES EMPLEADAS PARA EL MODELO ECONOMICO DETERMINISTICO ESTRUCTURAL

### NOMBRE DE LAS VARIABLES

NUMERO DE VARIABLES	DESCRIPCIÓN	NOMBRE
1	C.U.A. de personal admin.	cupa
2	C.U.A. de personal área de tratamiento	cupat
3	C.U.A. de personal área de seguridad	cupas
4	C.U.A. gastos de servicios/interno	cugsi
5	C.U.A. gastos de oficina, logística, etc./interno	cugli
6	C.U.A. de raciones/interno al año	curi
7	C.U.A. raciones/personal de seguridad	curps
8	Nº de personal admin./año	npa
9	Nº de personal área de tratamiento/año	npat
10	Nº personal de área de seguridad/año	nas
11	Nº internos/año (Población afectada)	ninter
12	Nº personal de seguridad/año*turno	nps
13	C.U. Placas - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	cupe
14	C.U. Placas.- encofrado y desencofrado	cuped
15	C.U. Losa aligerada - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	cula
16	$\text{m}^3$ placas - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	m3pc
17	$\text{m}^2$ placas.- encofrado y desencofrado	m2ped
18	$\text{m}^3$ losa aligerada - concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	m3la
19	Recubridora	rec
20	Remalladora de 1 aguja	rema
21	Soldadores de 9KW	solda
22	Sierras cintaz	sierra
23	Set de Equipos y Accesorios menores	set
24	Sábanas de 3 piezas color entero	sabanas
25	Colchón de espuma de 1 1/2 plaza	colchon
26	Frazadas de 1 1/2 plaza	frazadas
27	Almohada	almohada
28	C.U. Recubridora	curec
29	C.U. Remalladora	curema
30	C.U. Soldadores	cusolda
31	C.U. Sierras	кусиerra
32	C.U. Set de equipos	cuset
33	C.U. Sábanas	cusabana
34	C.U. Colchón	sucolchon
35	C.U. Frazadas	cufrazadas
36	C.U. Almohada	cualmohada
37	Cobertura c/lámina termo acústica trapezoidal liviana	cltermoac
38	Muro perimétrico de concreto, concreto hecho en obra $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	mpdc
39	C.U. Cobertura con lámina termo acústica	cuccltermoac
40	C.U. Muro perimétrico de concreto	cumpdc
41	Caja de reg. concreto 24"x24" c/tapa concreto - con registro $\varnothing 4"$	cdrc
42	C.U. Caja de reg. Concreto	cucdrc
43	Cable Cu NYY 3 x 1 x 10 $\text{mm}^2$	cacu
44	C.U. Cable de Cu	cucacu

## **ANEXO C: ENCUESTA A LOS EXPERTOS**

Los analistas dialogaron con los expertos del equipo mientras respondían las preguntas de la encuesta elaborada por estos mismos expertos (Las cuestiones que ayudaron a identificar las variables señaladas en el Anexo B), a efectos de valorar los rangos de incertidumbre en cada una de las variables y para las tres estrategias planteadas. Para tal efecto, se aplicó el método DELPHI para la respuesta a dichas preguntas de la encuesta.

## **ANEXO D: ASIGNACION DE PROBABILIDADES A LAS VARIABLES ALEATORIAS EMPLEANDO LA RUEDA DE PROBABILIDADES**

Cuatro métodos o reglas heurísticas empleados en el proceso de asignar probabilidades a las variables aleatorias, y que pueden ocasionar sesgos cognitivos.

### **Disponibilidad**

Es una regla heurística que consiste en recordar las ocurrencias de eventos similares. Un evento se juzgará más probable cuanto más fácil sea pensar en él. La asignación de probabilidades se basará en la información relevante que el sujeto entrevistado recuerda o visualiza con facilidad, es decir, la probabilidad de un evento aumenta en proporción a la información disponible.

Se tiende a ponderar excesivamente las probabilidades asignadas a las variables aleatorias cuando se enfatiza demasiado la información que es más disponible.

Para contrarrestar sesgos ocasionados por la disponibilidad el analista postuló resultados extremos y pidió a los expertos establecer escenarios que los expliquen, obligando al experto que busque información poco usada y la haga disponible.

## Representatividad

La regla heurística es observar algo evidente y luego asignar una alta probabilidad al evento que lo haga más verosímil. Entonces la asignación de probabilidades se verá reducida a criterios de similitud. El problema de ello es que corre el riesgo de descuidar o subvaluar la experiencia previa y la información general, y basar la asignación de probabilidades en lo que parece más obvio.

En la entrevista a los expertos este sesgo se redujo al separar la información general u original de la nueva evidencia y actualizar la previa usando el teorema de Bayes, para obtener así las probabilidades revisadas.

### Alternativa 1

Probabilidad que aumente la cantidad de internos en más de 534, dado que existen más penales hacinados en la Oficina Regional y en estado de emergencia, se incrementan los desactivados, no se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

Probabilidad que disminuya la cantidad de internos en menos de 429, dado que existen menos penales hacinados en la Oficina Regional, pocos penales desactivados, disminución del número de procesados por efectos de la implementación del código procesal penal y se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

### Alternativa 2

Probabilidad que aumente la cantidad de internos en más de 530, dado que existen más penales hacinados en la Oficina Regional y en estado de emergencia, se incrementan los desactivados, no se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

Probabilidad que disminuya la cantidad de internos en menos de 426, dado que existen menos penales hacinados en la Oficina Regional, pocos penales desactivados,

disminución del número de procesados por efectos de la implementación del código procesal penal y se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

### Alternativa 3

Probabilidad que aumente la cantidad de internos en más de 520, dado que existen más penales hacinados en la Oficina Regional y en estado de emergencia, se incrementan los desactivados, no se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

Probabilidad que disminuya la cantidad de internos en menos de 420, dado que existen menos penales hacinados en la Oficina Regional, pocos penales desactivados, disminución del número de procesados por efectos de la implementación del código procesal penal, y se planteen medidas alternativas para el tratamiento penitenciario.

### Fijaciones y Ajuste

Otra regla heurística utilizada por los individuos para asignar probabilidades, es comenzar con algún estimado inicial y ajustarlo hasta lograr un valor que parezca razonable. Usualmente el estimado inicial es la información más accesible, y las respuestas a las preguntas del analista representan ajustes de este estimado.

El problema con aplicar esta regla es que desgraciadamente, se hace difícil realizar los ajustes de manera apropiada y el estimado final tiende a quedar fijado cerca del estimado inicial, independientemente de lo arbitrario que haya sido.

Para esta tesis se ha trabajado con los expertos pidiéndoles que describan la situación de cada variable, para luego a través de respuestas de éstos provenientes de las preguntas de los analistas determinan el estimado final de los valores de la distribución de probabilidades. Para tal efecto, los analistas propusieron resultados extremos y solicitaron a los expertos brindar escenarios que puedan ser explicados.

## Dependencias implícitas

La regla heurística consiste en asignar probabilidades a un evento sobre la base de la facilidad para crearle un escenario verosímil. El evento se considera poco probable, si no se puede encontrar un escenario razonable; y probable si se pueden formular muchos o si un escenario es especialmente coherente.

Utilizar este método puede generar un sesgo porque podría olvidarse de examinar las probabilidades de los eventos que ocasionan el escenario. Es decir para el experto, la credibilidad de un escenario parece depender de la coherencia con que el autor lo ha creado y no tanto de la probabilidad lógica e intrínseca de ocurrencia.

En la entrevista a los expertos se postuló resultados extremos y se les solicito describir los escenarios que los explican, y luego se les pidió examinar las probabilidades de los eventos causantes de que estos escenarios ocurran.

## El proceso de evaluar probabilidades

Estas técnicas de evaluadas combinadas con el proceso que se presenta a continuación, permiten neutralizar los sesgos más comunes en la asignación de probabilidades a la ocurrencia de los diferentes valores de las variable aleatoria.

El proceso de entrevista que se describe a continuación fue presentada por primera vez por Spetzler y Stael Von Holstein (1972) y consta de 5 fases para minimizar los sesgos

El proceso de valoración de 5 fases para minimizar sesgos:

- Motivación

Se establece la relación del analista con el experto y se explora la posibilidad de que éste tenga sesgos motivacionales.

- Estructuración

En esta segunda fase se establece la estructura de la variable incierta que se quiere evaluar.

- Condicionamiento

El objetivo es lograr que el experto piense fundamentalmente en sus criterios y evite los sesgos cognitivos

- Evaluación o Asignación

Se cuantifica el criterio del experto en términos de probabilidades.

- Verificación

Las respuestas obtenidas en la evaluación son revisadas para lograr consistencias

- Motivación

En esta fase se establece la relación necesaria con el experto y se examina si existe posibilidad de sesgos motivacionales.

En el proceso de entrevista a expertos se les explicó la tarea de evaluación de incertidumbres, su importancia y el propósito de asignar probabilidades en el análisis de decisiones.

En la entrevista a expertos se le explicó la importancia de valorar correctamente la incertidumbre en la variable, se conversó con los expertos sobre la posibilidad de cualquier asimetría en la estructura de recompensas que pudiera incentivarlo a sesgar sus estimados hacia arriba o hacia abajo. Los expertos no mostraron en sus estimaciones una tendencia a ser motivacionalmente sesgado, por lo que no fueron descalificados.

### Estructuración

Esta fase tiene como propósitos definir y establecer claramente la variable e investigar lo que el experto piensa de ella.

Para tal efecto en el proceso de entrevistas se empleó el método del experto, prediciendo el valor que tomará sin aclaraciones adicionales, luego se explicó y se hizo una lista de supuestos que los expertos están considerando al considerar las variables, asimismo se evitó sesgos por asignar probabilidades sobre la base de la información más disponible.

### Condicionamiento

Su objetivo de esta fase es averiguar el conocimiento relevante del experto con respecto a la variable aleatoria de interés, lo cual permitirá evitar sesgos durante la evaluación.

En esta fase se identificó como el experto asignó las probabilidades, revelar cual información parece ser la más disponible, se identificó las fijaciones o estimaciones iniciales, los supuestos implícitos, etc.

En la conversación inicial con el experto y durante esta el analista debe verificar que las opiniones y criterios se basan tanto en información específica como general. En esta fase se buscó eliminar los sesgos de representatividad, así como los de fijación y disponibilidad.

La estructura del problema no cambió, a pesar de haberse explicado los supuestos condicionantes. La evaluación se realizó en base al conjunto de supuestos y probabilidades de que éstos se cumplan.

### Evaluación o asignación de probabilidades

Su objetivo es cuantificar la incertidumbre luego de haber definido la variable con la mayor precisión posible; haberla estructurado y establecido claramente la información útil.

Para tal efecto se cuantificó las incertidumbres utilizando "la rueda de probabilidades", como primer paso se pidió al experto que definiera los valores extremos que puede tomar la variable aleatoria. Luego el analista especificará los valores más allá de los definidos por el experto y les pedirá describir los escenarios

que justificarían tales valores. Asimismo, se le solicitó al experto definir probabilidades a los resultados que se encuentran más allá de los definidos por los expertos, lo que incrementará la variabilidad de la distribución asignada.

Seguidamente se emplea la rueda de probabilidades, el analista elige un valor arbitrario para la variable, el que no se encuentra muy al extremo del rango definido en el paso anterior, pero tampoco sea el más probable ni el central.

Una vez fijado un valor para la variable, se le preguntó ¿Apostaría usted que la variable tomará un valor menor o que, tras girar la rueda, el puntero terminará en la región naranja? Una manera rápida de controlar la exactitud de la respuesta es formular la pregunta al revés ¿Apostaría que el valor de la variable será mayor que el establecido o el puntero terminará en azul?, obligando que esta reformulación lleve al experto a recapacitar sobre la pregunta y a ajustar su respuesta si fuera necesario.

Detrás de la rueda existe una escala para medir la probabilidad de que el puntero termine en la región naranja, la que será idéntica a la probabilidad de que el valor de la variable sea menor que el establecido por el analista. Éste graficará entonces el valor de la variable y su probabilidad, como un punto en un diagrama de dispersión. El analista escoge otro valor para la variable bajo estudio y vuelve a utilizar la rueda de probabilidades para identificar la probabilidad de que el valor sea menor o igual a este segundo valor. El proceso, repetido para diferentes valores, se graficará por medio de puntos en un diagrama de dispersión al cual se puede ajustar a una curva que representara la distribución de probabilidades acumulada.

Cada iteración del proceso dará origen a un punto que será graficado y numerado, para después buscar inconsistencias y discontinuidades. Mediante este proceso, el analista notó los cambios en la forma de pensar del experto, pues vera desplazarse la curva a un lado a otro cuando el experto repentinamente considere una nueva información o cambie su manera de concebir la situación. Cuando esto sucede, debe discutir los cambios en la manera de pensar del experto. Y estar dispuesto a descartar todos los puntos anteriores si la perspectiva ha mejorado.

La duración de la sesión depende de la capacidad del experto para contestar las preguntas azul, y la facilidad de converger en respuestas coherentes. De Igual forma,

la importancia relativa de la variable influirá sobre el tiempo necesario para evaluarla, y su significado para el problema de decisión determinará el número de valores a evaluar y plasmar en el diagrama de dispersión.

En cualquier caso, el analista debe tratar de evitar los posibles intentos del experto de llegar a conclusiones erróneas o de imponer una consistencia falsa en sus respuestas. Esto puede lograrse al variar la forma de las preguntas y saltar de valores bajos a altos y viceversa, de manera que el experto debe hacer un verdadero esfuerzo para contestar adecuadamente cada pregunta.

### Verificación

En la última fase del proceso de evaluación, las opiniones o criterios del experto, obtenidos durante la asignación de probabilidades, son sometidas a prueba para constatar si realmente cree en ellas. Se les presentan sus respuestas graficadas como puntos en una distribución de probabilidades acumulada y se explica su significado con el fin de escuchar sus comentarios y sugerencias, los que se utilizarán como retroalimentación. Si es necesario se hacen nuevas iteraciones de las fases previas.

La distribución de probabilidades acumulada estimada corresponde a una variable continua. Dicha distribución se discretiza en una distribución de escalera para facilitar la interpretación de las probabilidades asignadas, visualizar el significado de las respuestas del experto y motivar comentarios adicionales.

Para verificar si el experto considera que la distribución de probabilidades refleja adecuadamente su conocimiento, como analista se le preguntó si estaría dispuesto a apostar su dinero según estos valores y establecer intervalos con iguales probabilidades de ocurrencia, basándose en la distribución acumulada, para observar si el experto tiene dificultad en escoger a cual intervalo apostar.

Previa a la culminación de cada entrevista, se plantearon 3 a 5 preguntas para verificar las respuestas de indiferencia del experto, lo cual ofrecerá la seguridad necesaria de que la distribución realmente representa su conocimiento respecto de la variable.

A continuación se muestra el modelo de encuestas empleadas al entrevistar a cada experto, de manera de asignar probabilidades a las variables críticas. Por ejemplo se muestra los casos para las tres variables número de internos al año, costo unitario anual de las raciones por interno y número de personal de seguridad al año, vinculadas a la estrategia 1.

### **Diálogo de asignación de probabilidades para la variable número de internos al año y la alternativa estratégica 1 “Categorización”**

Diálogo empleando la rueda de probabilidades para obtener una distribución de probabilidades que describa el nivel de incertidumbre en la variable número de internos al año

Motivación del entrevistado o experto

Definición y estructuración de la variable en forma clara

Se ha establecido la información útil

Los interlocutores son el analista de decisiones (A) y el decisor o el experto delegado del decisor (E)

A: ¿Cuál cree usted que será la mayor cantidad de internos que se pueda alcanzar al finalizar el primer año del horizonte de evaluación del proyecto, para la alternativa estratégica 1?

E: En mi opinión a lo mucho podrá alcanzarse 534 internos

A: Y cuanto considera que ascendería la menor cantidad de internos

E: La menor sería 429

A: Supongamos que el número de internos ascendiera fuera de 538 a finales del primer año ¿En qué situación que se podría alcanzar ese nivel?

E: Para alcanzar esta cantidad de internos sería necesario que los penales de la Oficina Regional a la cual pertenece el Reclusorio de Juanjuí estén excesivamente

hacinados y en deplorable estado de emergencia, se clausuren penales y los deje inactivos y por lo tanto inhabitables, no se estén concesionando los penales de la Oficina Regional de Lima, lo que motive la realización de traslados masivos y la consiguiente cantidad extrema de internos en el penal de Juanjuí.

A: Entonces cual considera que sería la probabilidad de que se alcance una cantidad de internos mayor a 534 internos?

E: ¿Mayor a 534 internos?, a lo mucho un 25% no más.

Entonces el analista establecerá un punto en el diagrama de dispersión de la distribución de probabilidades acumulada con estos valores; número de internos al año en el orden de 534 internos y la probabilidad de un 75% de dar un valor menor a éste.

Este punto esta denotado como (1).

A: Y si la cantidad de internos fuera de 414 ¿Qué debería haber ocurrido?

E: Bueno definitivamente, para alcanzar esta cantidad de internos sería necesario que los penales de la Oficina Regional a la cual pertenece el Reclusorio de Juanjuí estén poco hacinados y funcionando, no se clausuren penales, se estén concesionando los penales de la Oficina Regional de Lima, lo que motive la realización de pocos traslados y la consiguiente cantidad extrema de internos en el penal de Juanjuí.

A: Entonces que probabilidad asignaría a una cantidad de internos menor a 429?

E: Después de pensar un rato yo diría que de 25%

Ahora el analista establece otro punto en el diagrama de dispersión para representar esta afirmación, punto (2)

Luego el analista usa la rueda de probabilidades y selecciona un valor que no sea extremo para el experto.

A: Apostaría usted a que la cantidad de internos tomará un valor menor o igual a 445 o que tras girar la rueda, el puntero terminará en la región naranja?

E: A que el puntero terminará en la región naranja. El analista achica el área naranja.

A: Y ¿ahora?

E: En realidad todavía prefiero apostar a que el puntero termine en la región naranja. El analista achica más el área naranja.

A: Esta bien y que le parece ahí?

E: Ahí me daría lo mismo.

A: Entonces ¿Estaría indiferente a apostar a que el valor de la variable será menor que 445 internos por año o el puntero terminará en naranja?

E: En realidad si,

En este momento el analista revisará la parte de atrás de la rueda que, como se mencionó anteriormente, contiene una escala de probabilidades. Dibujará el valor de la variable con su respectiva probabilidad (37.5%) en el diagrama de dispersión, punto (3).

Continuará con el mismo procedimiento para diferentes valores, como se explico anteriormente. Producto de este proceso se tendrá los diferentes puntos que generará la distribución de probabilidades acumulada de la variable número de internos al año.

### **Diálogo de asignación de probabilidades para la variable costo unitario de las raciones por interno al año y la alternativa estratégica 1 “Categorización”**

Diálogo empleando la rueda de probabilidades para obtener una distribución de probabilidades que describa el nivel de incertidumbre en la variable costo unitario anual de las raciones por interno

Motivación del entrevistado o experto

Definición y estructuración de la variable en forma clara

Se ha establecido la información útil

Los interlocutores son el analista de decisiones (A) y el decisor o el experto delegado del decisor (E)

A: ¿A cuánto cree que a lo más ascendería el precio anual de las raciones por interno al finalizar el primer año del horizonte de evaluación del proyecto, para la alternativa estratégica 1?

E: En mi opinión a lo mucho podrá alcanzarse S/. 2971 anual por ración para cada interno.

A: Y cuanto considera que ascendería la menor cantidad de internos

E: La menor sería S/. 1022

A: Supongamos que precio de las raciones ascendiera a S/. 2985 a finales del primer año ¿En qué situación que se podría alcanzar ese nivel?

E: Para alcanzar este precio sería necesario que los insumos necesarios para la preparación de los alimentos o comidas suban con un incremento de alrededor del 100% que origine que las raciones diarias por interno varíen de S/ 3.8 o S/.4 actuales a S/. 7.5 o más, acompañado de un aumento de la falta de confianza por parte del INPE en dar la responsabilidad a los internos en la preparación de los alimentos o comidas con la consiguiente incorporación de un concesionario que no solo venda los insumos sino que el mismo prepara las comidas u otro proveedor lo realice.

A: Entonces ¿Cuál considera que sería la probabilidad de que se alcance un precio anual de raciones por interno mayor a S/. 2971?

E: ¿Mayor a S/. 2971 anuales por interno?, a lo mucho un 25% no más.

Entonces el analista establecerá un punto en el diagrama de dispersión de la distribución de probabilidades acumulada con estos valores; precio anual de las

raciones al año en el orden de 2971 internos y la probabilidad de un valor menor a este de 75 %.

Este punto esta denotado como (1)

A: Y si la cantidad de internos fuera de 976 ¿Qué debería haber ocurrido?

E: Bueno definitivamente, Para alcanzar este precio sería necesario que los insumos necesarios para la preparación de los alimentos o comidas no suban, sean subsidiados por el estado y se mantengan entre S/. 2.5 y S/.3 por interno diario, acompañado de una relación de confianza por parte del INPE en dar la responsabilidad a los internos en la preparación de los alimentos o comidas y la incorporación de un concesionario que sólo venda los insumos y no se incurra en costos de preparación de alimentos.

A: Entonces que probabilidad asignaría a un precio anual de las raciones por interno menor a 1022?

E: Después de pensar un rato yo diría que de 25%

Ahora el analista establece otro punto en el diagrama de dispersión para representar esta afirmación, punto (2)

Luego el analista usa la rueda de probabilidades y selecciona un valor que no sea extremo para el experto.

A: Apostaría usted a que el precio anual de las raciones por interno tomará un valor menor o igual a 1436 o que tras girar la rueda, el puntero terminará en la región naranja?

E: A que el puntero terminará en la región naranja. El analista achica el área naranja.

A: Y ¿ahora?

E: En realidad todavía prefiero apostar a que el puntero termine en la región naranja. El analista achica más el área naranja.

A: Esta bien y que le parece ahí?

E: Ahí me daría lo mismo.

A: Entonces ¿Estaría indiferente a apostar a que el valor de la variable será menor que 1436 internos por año o el puntero terminará en naranja?

E: En realidad si,

En este momento el analista revisará la parte de atrás de la rueda que, como se mencionó anteriormente, contiene una escala de probabilidades. Dibujará el valor de la variable con su respectiva probabilidad (37.5%) en el diagrama de dispersión, punto (3)

Continuará con el mismo procedimiento para diferentes valores, como se explico anteriormente. Producto de este proceso se tendrá los diferentes puntos representados que constituirán en la distribución de probabilidades acumulada de la variable costo unitario de las raciones por interno para la estrategia 1.

### **Diálogo de asignación de probabilidades para la variable número anual de efectivos de seguridad al año y la alternativa estratégica 1 “Categorización”**

Diálogo empleando la rueda de probabilidades para obtener una distribución de probabilidades que describa el nivel de incertidumbre en la variable número anual de efectivos de seguridad al año.

Motivación del entrevistado o experto

Definición y estructuración de la variable en forma clara

Se ha establecido la información útil

Los interlocutores son el analista de decisiones (A) y el decisor o el experto delegado del decisor (E)

A: ¿A cuánto cree que a lo más ascendería la cantidad de efectivos de seguridad al finalizar el primer año del horizonte de evaluación del proyecto, para la alternativa estratégica 1?

E: En mi opinión a lo mucho podrá alcanzarse 93 efectivos de seguridad al año

A: Y cuanto considera que ascendería la menor cantidad de efectivos de seguridad al año.

E: La menor sería 68

A: Supongamos que el número de efectivos de personal de seguridad al año ascienda a 98 a finales del primer año ¿En qué situación que se podría alcanzar ese nivel?

E: Para alcanzar esta cantidad sería necesario que los penales de la Oficina Regional a la cual pertenece el Reclusorio de Juanjuí estén excesivamente hacinados y en deplorable estado de emergencia, no se logren los objetivos de tratamiento y resocialización al interno recluido incrementándose el número de internos reincidentes y habituados a delinquir en muchas oportunidades y por lo tanto sean inhabitables y exijan acrecentar las medidas de seguridad y orden, que no aplique los medios de tratamiento penitenciario como los grilletes electrónico y no se estén concesionando los penales de la Oficina Regional de Lima, lo que motive la realización de traslados masivos en el penal de Juanjuí.

A: Entonces ¿Cuál considera que sería la probabilidad de que se alcance un número de efectivos de seguridad por año mayor a 93?

E: ¿Mayor a 93?, a lo mucho un 25% no más.

Entonces el analista establecerá un punto en el diagrama de dispersión de la distribución de probabilidades acumulada con estos valores; número de efectivos de seguridad al año en el orden de 93 internos y la probabilidad de un valor menor a este de 75 %.

Este punto esta denotado como (1)

A: Y si la cantidad de internos fuera de 60 ¿Qué debería haber ocurrido?

E: Bueno definitivamente, para alcanzar esta cantidad sería necesario que los penales de la Oficina Regional a la cual pertenece el establecimiento penitenciario de Juanjuí estén hacinados, se esté aplicando el código de ejecución penal disminuyendo considerablemente la cantidad de procesados, se logren los objetivos de tratamiento y resocialización al interno recluido disminuyendo significativamente el número de internos reincidentes y habituados a delinquir en muchas oportunidades, por lo que se exige no ser necesario mayor personal para las medidas de seguridad y orden, se opta por aplicar los medios alternativos de tratamiento penitenciario como los grilletes electrónicos y se estén concesionando los penales de la Oficina Regional de Lima, lo que motive la realización de traslados no significativos en el penal de Juanjuí y en consecuencia pueda ocurrir una cantidad tan sólo de 60 efectivos.

A: Entonces que probabilidad asignaría a un precio anual de las raciones por interno menor a 68?

E: Después de pensar un rato yo diría que de 25%

Ahora el analista establece otro punto en el diagrama de dispersión para representar esta afirmación, punto (2)

Luego el analista usa la rueda de probabilidades y selecciona un valor que no sea extremo para el experto.

A: Apostaría usted a que el número de efectivos de personal de seguridad al año tomará un valor menor o igual a 75 o que tras girar la rueda, el puntero terminará en la región naranja?

E: A que el puntero terminará en la región naranja. El analista achica el área naranja.

A: Y ¿ahora?

E: En realidad todavía prefiero apostar a que el puntero termine en la región naranja. El analista achica más el área naranja.

A: Esta bien y que le parece ahí?

E: Ahí me daría lo mismo.

A: Entonces ¿Estaría indiferente a apostar a que el valor de la variable será menor que 75 efectivos de seguridad por año o el puntero terminará en naranja?

E: En realidad sí,

En este momento el analista revisará la parte de atrás de la rueda que, como se mencionó anteriormente, contiene una escala de probabilidades. Dibujará el valor de la variable con su respectiva probabilidad (37.5%) en el diagrama de dispersión, punto (3).

Continuará con el mismo procedimiento para diferentes valores, como se explico anteriormente. Producto de este proceso se tendrá los diferentes puntos representados en la Distribución de probabilidades acumulada de la mencionada variable para la estrategia 1.

## ANEXO E: RESULTADOS DEL SUPERTREE EN LA FASE PROBABILISTICA PARA LA ESTRATEGIA 2

### List Distribution

Present order of nodes: 1 2 3 4  
 New order of nodes: 1 2 3 4  
 Node at which probability distribution is listed: 1

Distribution Listed 9/11/11 19:28 CES ALT 1 Student Version

Percentile	Value	Percentile	Value	Percentile	Value
0.010	6543.235118	0.350	8001.771912	0.750	9181.949158
0.020	6809.433814	0.400	8185.355924	0.800	9181.949158
0.050	6924.897935	0.450	8309.366517	0.850	9458.240646
0.100	7191.09663	0.500	8309.366517	0.900	9458.240646
0.150	7191.09663	0.550	8354.727418	0.950	10111.57307
0.200	7560.757642	0.600	8514.429587	0.980	10451.46878
0.250	7868.352247	0.650	8694.623127	0.990	10678.06592
0.300	8001.771912	0.700	8842.053449		

Expected value (mean): 8398.158159  
 Variance: 895496.8295

	Moment	Central Moment	Cumulant
First	8.398158159E3	0.000000000E0	8.398158159E3
Second	7.142455729E7	8.954968295E5	8.954968295E5
Third	6.150817117E11	2.059351624E8	2.059351624E8
Fourth	5.362341833E15	2.124259519E12	-2.814841966E11
Fifth	4.731536498E19	1.402250456E15	-4.418923943E14

Three branch node that matches first five moments:

Probability	Value
0.2547962093	7085.495049
0.5998741299	8531.391211
0.1453296608	10149.61427

Probability	Cum. Prob.	Value	Probability	Cum. Prob.	Value
0.016	0.016	6543.235118	0.016	0.578	8362.821721
0.031	0.047	6809.433814	0.063	0.641	8514.429587
0.031	0.078	6924.897935	0.031	0.672	8694.623127
0.016	0.094	6986.899611	0.031	0.703	8842.053449
0.063	0.156	7191.09663	0.016	0.719	8921.220267
0.031	0.188	7368.562427	0.031	0.750	9150.646041
0.031	0.219	7560.757642	0.063	0.813	9181.949158
0.063	0.281	7868.352247	0.031	0.844	9408.546297
0.016	0.297	7919.157228	0.063	0.906	9458.240646
0.063	0.359	8001.771912	0.031	0.938	9663.303716
0.031	0.391	8073.415317	0.016	0.953	10111.57307
0.031	0.422	8185.355924	0.031	0.984	10451.46878
0.125	0.547	8309.366517	0.016	1.000	10678.06592
0.016	0.563	8354.727418			

Nota: Resultados del SUPERTREE para la estrategia 2, que por defecto en el cálculo adopta el nombre de CES ALT 1. Dicha salida sirve para sustentar el valor de la rentabilidad esperada, el rango de variación de la incertidumbre, y la probabilidad de perdida para la Estrategia 2(Socialización).

Nodo 1: Nodo de Decisión Costo Efectividad Esperado a precios sociales.

Nodo 2: Nodo de incertidumbre numero anual de internos.

Nodo 3: Nodo de incertidumbre costo unitario anual de las raciones por interno.

Nodo 4: Nodo de incertidumbre numero de personal de seguridad al año.