

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CIENCIAS SOCIALES



**“ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS BAJO
INCERTIDUMBRE DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN DEL
SECTOR AGROINDUSTRIAL: CASO PRODUCCIÓN DE TARA
EN POLVO EN LOS DEPARTAMENTOS AMAZONAS Y
AYACUCHO PERIODO 2012 – 2016”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
MENCION EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**

ELABORADO POR:

**CARLOS FERNANDO MARCEL DE LA CRUZ GUEVARA
DURANT PERCY PORTILLO CALCINA**

ASESOR

Mag. VÍCTOR ALEJANDRO AMAYA NEIRA

LIMA-PERÚ

2012

DEDICATORIA

A Dios quien nos ha cuidado, que ha sido guía permanente de nuestro trabajo.

A nuestras familias, que son el ejemplo de valores e incansable esfuerzo por generar bienestar para su familia.

AGRADECIMIENTO

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestro asesor Mag. Víctor Amaya Neyra, por su valiosa orientación, recomendaciones y comentarios de los borradores del presente trabajo de investigación.

Y a nuestros revisores Dr. Hernán Belisario Garrafa Aragón y Dr. Isaac Matos Barrionuevo, por su valiosa orientación, recomendaciones y comentarios de los borradores del presente trabajo de investigación.

También, quedamos profundamente agradecidos a los profesores de la Maestría en Proyectos de Inversión por brindarnos nuevos conocimientos.

ÍNDICE

CAPITULO I INTRODUCCION.....	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	12
1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	15
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	18
2.2 REVISION DE LA LITERATURA QUE SE OCUPA DEL PROBLEMA.....	24
2.3 MODELO TEÓRICO.....	40
2.4 VARIABLES.....	59
2.5 HIPÓTESIS	60
2.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	61
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	63
3.1 NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO.....	63
3.2 UNIVERSO Y MUESTRA	66
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	69
3.3.1 Información Primaria:.....	69
3.3.2 Información Secundaria:.....	69
3.4 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	70
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	71
3.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	74
CAPITULO IV APLICACIÓN DE METODOLOGIA ANALISIS DE DECISIONES ESTRATEGICAS A PROYECTOS AGROINDUSTRIAL.....	76
4.1 EVALUACION DE PROYECTOS	77
4.1.1 El Producto	78
4.1.2 Análisis y determinación de la demanda	81
4.1.3 Análisis y Determinación de la Oferta	84
4.1.4 Evaluacion de Proyectos.....	90
4.2 EVALUACION DE PROYECTO CON ANALISIS DE DECISIONES ESTRATEGICAS CASO AMAZONAS	94
4.2.1 Estructuración	94
4.2.2 Análisis Determinístico	98
4.2.3 Análisis Probabilístico	104
4.2.4 Interpretación de Resultados.....	110
4.3 ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS BAJO INCERTIDUMBRE – CASO DEPARTAMENTO AYACUCHO.....	115
4.3.1 ESTRUCTURACIÓN.....	115
4.3.2 ANÁLISIS DETERMINÍSTICO.....	138
4.3.3 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO	155
4.3.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	177
4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS	192
4.4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	192
4.4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	193
4.4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	193
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	195
5.1 CONCLUSIONES	195
5.2 RECOMENDACIONES.....	197
BIBLIOGRAFÍA.....	199

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla N° 3.1:	Variables asociadas Decisiones Estratégicas a tomar del proyecto	72
Tabla N° 3.2:	Variables constantes o parámetros del proyecto de inversión de tara en polvo	72
Tabla N° 3.3:	Variables fuente de incertidumbre del proyecto de inversión Tara en Polvo	73
Tabla N° 3.4:	Variable Dependiente: Medida de Valor para el Proyecto de Tara en Polvo	74
Tabla N° 4.1:	Exportación de tara en polvo según país de destino en volumen....	81
Tabla N° 4.2:	Proyección de la demanda según país de destino en volumen	83
Tabla N° 4.3:	Proyección de la producción de tara en vaina	85
Tabla N° 4.4:	Proyección de oferta de tara en polvo	86
Tabla N° 4.5:	Precios mensuales de Tara en Vaina.....	88
Tabla N° 4.6:	Precios Anuales de Tara en Polvo	89
Tabla N° 4.7:	Comparativa de los resultados	91
Tabla N° 4.8:	Definición de Estrategias alternativas Proyecto de inversión de tara en polvo.	97
Tabla N° 4.9:	Rango de incertidumbres para las variables del modelo de la Estrategia 1 "Mercado Chino"	100
Tabla N° 4.10:	Resumen de las cuatro Estrategias.....	103
Tabla N° 4.11:	Resumen de Análisis de Sensibilidad Estocástico	109
Tabla N° 4.12:	Definición de Estrategias alternativas para proyecto de inversión de tara en polvo.	125
Tabla N° 4.13:	Rango de incertidumbres para las variables del modelo de la Estrategia 1 "Mercado Chino"	143
Tabla N° 4.14:	Resumen de las cuatro Estrategias.....	155
Tabla N° 4.15:	Resumen de Análisis de Sensibilidad Estocástico	177
Tabla N° 4.16:	Resumen de las cuatro Estrategias.....	193
Tabla N° 4.17:	Media y coeficiente de variación de las diferentes estrategias	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2. 1: Ciclo de Análisis de Decisiones Estratégicas	41
Figura N° 2. 2: Regla para escoger los rangos para capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo.....	41
Figura N° 2. 3: Aproximación de una aproximación discreta a una distribución continua	56
Figura N° 3. 1: Flujo del proceso del Análisis de Decisiones Estratégicas	76
Figura N° 4.1: Flujo del proceso transformación en harina o polvo de tara	80
Figura N° 4.2: Exportación de tara en polvo en Miles de KG	82
Figura N° 4.3: Distribución de la Producción Anual a nivel Nacional de Tara en Vaina.....	84
Figura N° 4.4: Distribución de la Tasa de Crecimiento Anual de la Producción Nacional de Tara.....	85
Figura N° 4.5: Proyección de tara en vaina y polvo.....	87
Figura N° 4.6: Canales de distribución	88
Figura N° 4.7: Precios Anuales de Tara en Polvo	90
Figura N° 4.8: Comparativa VPNE y VPNE de las cuatro alternativas	91
Figura N° 4.9: Comparativa TIRE y TIRF de las cuatro alternativas.....	92
Figura N° 4.10: Jerarquía decisional para la determinación de las estrategias del proyecto tara en polvo.....	96
Figura N° 4.11: Diagrama de Influencias simplificado para el proyecto de inversión de tara en polvo	97
Figura N° 4.12: Modelo Esquemático de Decisiones de un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo.....	99
Figura N° 4.13: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 1 “Mercado Chino”	102
Figura N° 4.14: Elección de la estrategia preferida usando el criterio del valor esperado.....	104
Figura N° 4.15: Distribución de probabilidades acumuladas del VPN para las estrategias alternativas del proyecto de tara en polvo.....	105
Figura N° 4.16: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al Costo unitario de tara en vaina.....	107
Figura N° 4.17: Distribución de probabilidades condicionales al costo unitario de tara en vaina en Amazonas.....	108
Figura N° 4.18: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina.....	111
Figura N° 4.19: Elección de la Estrategia Preferida usando el criterio del valor esperado	112
Figura N° 4.20: Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el costo unitario de tara en vaina.....	114
Figura N° 4.21: Jerarquía decisional para la determinación de las estrategias del proyecto tara en polvo.....	123
Figura N° 4.22: Diagrama de Influencias simplificado para el proyecto de inversión de tara en polvo	131
Figura N° 4.23: Diagrama de Influencias de ingresos para el proyecto de inversión de tara en polvo	134
Figura N° 4.24: Diagrama de Influencias de egresos para el proyecto de inversión de tara en polvo	136
Figura N° 4.25: Modelo Esquemático de Decisiones de un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo.....	139
Figura N° 4.26: Estructuración del modelo en hoja de cálculo para un proyecto de inversión de tara en polvo	142
Figura N° 4.27: Estructuración de los Flujos de Caja de las cuatro Estrategias	145

Figura N° 4.28: Comparativa de los resultados de los Flujos de Caja de las cuatro Estrategias	1478
Figura N° 4.29: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 1 “Mercado Chino”	150
Figura N° 4.30: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 2 “Mercado Italia”	151
Figura N° 4.31: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 3 “Mercado Argentino”	152
Figura N° 4.32: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 4 “Mercado Brasileño”	153
Figura N° 4.33: Árbol de decisiones esquemático del Problema del Proyecto	156
Figura N° 4.34: Distribución de probabilidades acumulada del costo unitario de la tara en vaina luego del proceso de evaluación	161
Figura N° 4.35: Distribución de probabilidades acumulada del costo unitario de la tara en vaina luego del proceso de evaluación.	162
Figura N° 4.36: Elección de la estrategia preferida usando el criterio del valor esperado.	163
Figura N° 4.37: Distribución de probabilidades acumuladas del VPN para las estrategias alternativas del proyecto de tara en polvo.....	165
Figura N° 4.38: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al precio de mercado de tara en polvo.	168
Figura N° 4.39: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al Costo unitario de tara en vaina.	169
Figura N° 4.40: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al crecimiento de la producción de tara en Ayacucho.	170
Figura N° 4.41: Distribución de probabilidades condicionales al costo unitario de tara en vaina	172
Figura N° 4.42: Distribución de probabilidades condicionales al precio de mercado de tara en polvo	174
Figura N° 4.43: Distribución de probabilidades condicionales al crecimiento de producción de tara en Ayacucho	176
Figura N° 4.44: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina.....	180
Figura N° 4.45: Elección de la Estrategia Preferida usando el criterio del valor esperado	181
Figura N° 4.46: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el precio de mercado de tara en polvo.	183
Figura N° 4.47: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el “crecimiento de la producción de tara en Ayacucho”	185
Figura N° 4.48: Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el costo unitario de tara en vaina.	188
Figura N° 4.49: Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el precio de mercado de tara en polvo.	190
Figura N° 4.50: Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el crecimiento de producción de tara en vaina.	191

LISTA DE ACRÓNIMOS

DCF	: Descuento de Flujos de Caja
EP	: Equivalencia Presente
EC	: Equivalencia Cierto
FCN	: Flujo de Caja Neto
SNIP	: Sistema Nacional de Inversión Pública
TD	: Tasa de Descuento
VAN	: Valor Actual Neto
VEIP	: Valor Esperado de la Información Perfecta
VECIP	: Valor Esperado con Información Perfecta
VESIP	: Valor Esperado sin Información Perfecta
VECP	: Valor Esperado del Control Perfecto
VECCP	: Valor Esperado con Control Perfecto
VESCP	: Valor Esperado sin Control Perfecto

RESUMEN

El presente estudio de investigación, propone un caso práctico que ayuda a la formulación y evaluación de proyectos de inversión incorporando la incertidumbre, lo que permite cambiar el enfoque retrospectivo por el prospectivo, tiene como objetivo determinar cómo afectan los determinantes de la utilidad de la producción en un proyecto de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho. Se utilizó la metodología de Análisis de Decisiones Estratégicas. Las variables de riesgo relevantes explicaron el 85.9% de variación del VPN son: Costo unitario de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y acceso al mercado de tara en la Región Amazonas

Los perfiles de rentabilidad/riesgo para el caso de Amazonas de las cuatro estrategias alternativas, permite observar que la estrategia 3 (mercado Argentino) tiene la mayor rentabilidad (VPN esperado, VE), pero también tiene la mayor incertidumbre y mayor riesgo – tiene una probabilidad del 9% de destrozarse valor (obtiene un VPN negativo). Y en el caso de Ayacucho tiene cuatro opciones: dos alternativas con riesgo (las estrategias agresivas), con un VPN esperado de S/. 509.3 y 404.9 miles; dos sin riesgo pero con VE bajos (S/. 224.4 y S/.178, 0 miles).

Palabras Claves: Análisis de Riesgo, Incertidumbre, Decisiones

ABSTRACT

The present investigation proposes a practical case that helps the formulation and evaluation of investment projects; by incorporating uncertainty which permits retrospective changes in the approach to prospective investments. It has determined objectives that affect the determinates of the utility of production in a project of "tara en polvo" reducing risk of uncertainty in the departments of Amazonas and Ayacucho. It uses Strategic Decisions Analysis as its methodology. The variable relevant risk explains the 85.9% variation in the PNV, they are: the unit cost of tara on the vine, the market price of powdered tara and the access to the market of tara in the region of Amazonas.

The profile of profit/risk in the case of Amazonas has four strategic alternatives and it is observed that the third strategy (the Argentinian market) has the highest profit (expected PVN, EV), but it also has the highest uncertainty and risk-there is a possibility of a 9% reduction in value(obtaining a negative PVN). The case of Ayacucho has four options: two alternatives with risk (the aggressive strategy), with an expected PVN of s/509.3 and s/404.9 thousand; two without risk but with lower EV (s/224.4 and s/178 thousand).

Key words: Risk Analysis, Uncertainty, Decisions.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de un proyecto de inversión en el sector agroindustrial, consiste en determinar los costos en que incurrirá y los beneficios que generara, esta información es básica para la construcción del flujo de caja, ya que la evaluación del mismo se efectuara sobre los resultados que se determinen en ella, lo cual implica medir la rentabilidad del proyecto o negocio con diferentes metodologías.

El medio ambiente en el cual se toman decisiones en proyectos de inversión o negocios, se caracteriza por ser incierto y turbulento, debido a que no es posible conocer con anticipación cuál de todos los hechos que pueden ocurrir y que tienen efectos en los flujos de caja ocurrirá efectivamente. Al no tener certeza sobre los resultados de los flujos de caja que ocasionara cada inversión, se estará en una situación de riesgo debido a la incertidumbre.

Por otro lado, en términos estratégicos, el problema que tienen los decisores en la asignación de recursos, es el riesgo estratégico, este riesgo constituye una amenaza que va más allá del proyecto o negocio bajo condiciones normales, son los que pueden surgir al operar bajo nuevas condiciones. El análisis

estadístico no nos prepara para tratar estos riesgos, ya que no hay datos acerca del futuro.

Lo que nos hace llegar a la conclusión que lo más difícil para la evaluación de proyectos de inversión, es la proyección a futuro de la demanda, siendo el gran problema incorporar esta incertidumbre, es por eso que en la presente Tesis se recurrirá a la Metodología Análisis de Decisiones Estratégicas, a fin de que con el apoyo de los expertos disminuiremos la incertidumbre del entorno.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La evaluación de proyectos es una de las tareas más importantes que todo administrador financiero debe emprender. En la actualidad existe abundante bibliografía y herramientas para tratar el riesgo, pero el empleo de dichas herramientas o metodologías es inadecuado. Para la estimación del riesgo en un proyecto de inversión con respecto a la identificación de variables críticas se puede formular tres sugerencias:

1. Es necesario tener un modelo que interrelacione todas las variables.
2. No se puede anticipar que variables resultaran críticas.
3. Resulta aconsejable el empleo de un software especializado para poder identificarlos.

Existen dos enfoques para administrar el riesgo. El primero es el enfoque tradicional, que enfatiza el riesgo estadístico e ignora la incertidumbre, y el segundo el enfoque de la disciplina del análisis de decisiones que considera en forma explícita la incertidumbre del entorno y la actitud frente al riesgo de la organización. El enfoque tradicional se percibe el riesgo como una cosa mala porque supone que los riesgos son desconocidos (el entorno está cambiando), y sin embargo su enfoque está en el pasado (riesgo estadístico), en cambio, el enfoque del análisis de decisiones considera un principio importante para tomar decisiones estratégicas de calidad y para administrar el riesgo es adoptar la incertidumbre.

El riesgo y la incertidumbre son conceptos relacionados; en algunos casos se utilizan los dos indistintamente. Algunos autores consideran el riesgo como cualquier situación en la que hay incertidumbre acerca del resultado que se obtendrá. La incertidumbre se relaciona con la duda ante la posible ocurrencia de algo que puede ocasionar pérdida, por lo cual algunos la consideran como una ilusión basada en el desconocimiento de los hechos o las condiciones que pueden generar pérdidas.

Proyectar flujos de caja, en teoría, este enfoque arroja la mejor estimación del valor que crea el proyecto de inversión. Sin embargo, en la práctica las estimaciones de los flujos de caja son, en el mejor de los casos, meras conjeturas. Por tanto, el análisis DCF debería ser contemplado solo como primera fase del proceso de evaluación. A este cálculo le sigue la segunda

fase, donde el analista lleva a cabo una especie de cirugía exploratoria sobre la estimación inicial.

A fin de incorporar los aspectos de riesgo e incertidumbre en un proyecto de inversión del sector agroindustrial de producción de tara en polvo en los departamentos de Amazonas y Ayacucho. Por consiguiente, el problema a estudiar se define como:

Problema General

- ❖ ¿Cómo afectan los determinantes de la utilidad de la producción en un proyecto de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho?

Problemas Específicos

- ¿De qué modo el costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho?
- ¿Cómo el precio de mercado de tara en polvo ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho?

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación se presentan objetivos de investigación:

1.2.1 Objetivo General

- ❖ Determinar cómo afectan los determinantes de la utilidad de la producción en un proyecto de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar como el costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de amazonas y Ayacucho.
- Establecer como el precio de mercado de tara en polvo ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El riesgo hoy en día es tan esencial en todas las inversiones que lo que se realiza es una planificación, un buen control y un buen análisis para estar prevenidos en casos de crisis, es por eso que en la situación económica internacional de crecimiento de la producción y de las inversiones es necesario

que las evaluaciones de la rentabilidad de los proyectos añadan, mejoras para las estimaciones del riesgo, lo que implica la incorporación de nuevas metodologías, técnicas e instrumentos para estos propósitos.

La tesis propone un caso práctico que ayuda a la formulación y evaluación de proyectos de inversión incorporando la incertidumbre, lo que permite cambiar el enfoque retrospectivo por el prospectivo. Así, se concibe al riesgo no como una cosa mala, sino más bien como una fuente de creación de valor, ya que en el enfoque tradicional el riesgo es algo desconocido. Así mismo, la administración del riesgo implica recolectar información para tratar de limitar la incertidumbre, proyectando las series econométricas del pasado.

Una de las causas de esta situación, son atribuidas por los profesionales de formulación y evaluadores de proyectos y planes de negocios al hecho de ignorar por completo el análisis de riesgo. Como se mencionó anteriormente, un principio importante para tomar decisiones estratégicas de calidad y para administrar el riesgo es “adoptar la incertidumbre”. Es decir solo hay dos alternativas al principio de “adoptar la incertidumbre”: evitar el riesgo (y lograr muy poco), o enfrentar el futuro ciegamente. Ambas son autodestructivas.

Por ello, puede ser un insumo útil sumar al proceso de decisiones la inclusión de la incertidumbre, a fin de determinar la medición más profunda del riesgo en la evaluación de proyectos inversión, lo cual es de suma importancia desde el

punto de vista de la sociedad en su conjunto, para optimizar el resultado de la ejecución de proyectos que aumentan tasas de rentabilidad y sostenibilidad.

Por tanto, el principal aporte de este estudio, es la aplicación del método de Análisis de Decisiones Estratégicas, para la evaluación de los proyectos de inversión en el sector agroindustrial, que aunada a la evidencia empírica; logra una mayor eficiencia en la identificación de las variables críticas (análisis determinístico) y determinación en la estimación del valor presente neto (análisis probabilístico). La tesis puede entonces aplicarse constituyéndose en una mejor herramienta para la valoración de beneficios en el campo de proyectos del sector materia de estudio, que permita una adecuada toma de decisiones.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

A continuación, se desarrollan conceptos fundamentales que servirán de base para tratar el enfoque de la disciplina de Análisis de Decisiones bajo incertidumbre.

Estrategia: Es definida por Johnson, Scholes y Whittington (2006, p.10) como: la dirección y el alcance de una organización a largo plazo que permite lograr una ventaja en un entorno cambiante mediante la configuración de sus recursos y competencias, con el fin de satisfacer las expectativas de las partes interesadas. Donde considera que los recursos deberán administrarse considerando las variables fuente de incertidumbre del proyecto o negocio y satisfaciendo las expectativas de todas las partes interesadas. Además, destacan la importancia de beneficiar a los grupos relevantes (stakeholders) como objetivo de la organización. Lo que requiere, según Peter Drucker (1954), es que los gerentes analicen su situación presente y que la cambien en caso necesario y que sepan que recursos tienen la empresa y cuales debería tener.

Decisión¹: Una decisión es una asignación irreversible de recursos, en el sentido que para cambiar la decisión será necesario invertir recursos adicionales que pudieran resultar prohibitivos. Hay decisiones inherentemente irreversibles, como la amputación de una pierna de un paciente. Hay otras esencialmente irreversibles, como la decisión de lanzar un nuevo producto al mercado. Entonces, es claro que para tomar una decisión es imprescindible contar con los recursos necesarios. Tener interés en un problema sin disponer de los recursos, y por ende sin la capacidad de tomar decisiones, es simplemente una “preocupación” y nada más.

El Decisor: El decisor es el individuo, o conjunto de individuos, que tienen la responsabilidad de comprometer o asignar recursos de una organización. El decisor puede ser el Jefe de Almacén, el Gerente de Producción, el Gerente General o el Directorio de una organización, dependiendo el nivel de decisión. En un problema de decisiones es crucial identificar claramente al decisor, pues la calidad de la decisión dependerá si esta es o no consistente con las alternativas, información y preferencias de quien en última instancia es responsable por la decisión.

Calidad Decisional: Existe dos tipos de calidad decisional, el primero es el dominio de la calidad de las decisiones repetitivas y el segundo bajo una situación de una decisión única. Su medida de las repetitivas se puede medir por sus resultados (tomando en cuenta en forma adecuada las variables

¹ JOSÉ SALINAS ORTIZ, “Análisis Estadístico para la Toma de Decisiones en Administración y Economía”, 1ra Edición 1993, Perú, Universidad Pacífico, página 318 – 319.

estadísticas). En la situación de una decisión única donde los resultados son inciertos y probablemente observados en el futuro lejano.

Incertidumbre: Se llama incertidumbre a la situación de desconocimiento de los hechos futuros. En un significado más especial y en el contexto del conocimiento que se tiene sobre los eventos futuros y sus probabilidades, se dice que hay una situación bajo incertidumbre cuando se pueden conocer los eventos futuros posibles, pero no se sabe nada acerca de la distribución de probabilidad de los eventos; esto es, que no se conocen las probabilidades asociadas a cada evento.

“La incertidumbre caracteriza 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, por tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos, o de información inexacta, sesgada o falsa”². Entendido esa manera la incertidumbre implica señales de uso de modelos matemáticos para el análisis de la toma de decisiones

El Riesgo: El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. Cuanto más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. Así, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la

² NASSIR S. Y REYNALDO S., “Preparación y Evaluación de Proyectos”, 5ta Edición 2008, México, McGraw - Hill, página 372.

proyección de los flujos de caja. Como ya se indicó, el riesgo define una situación donde la información es de naturaleza aleatoria, en la cual se asocia una estrategia con un conjunto de resultados posibles, cada uno de los cuales tiene asignada una probabilidad.

Fundamentos de Probabilidades³. Conceptualmente, existen tres maneras de determinar la probabilidad de una ocurrencia:

Probabilidad Objetiva: Depende de las características físicas del objeto de estudio. Esta manera de asignar probabilidad es conveniente para resolver problemas que involucran el uso de objetos físicos. Así, por ejemplo, la probabilidad de obtener un 4 al lanzar un dado no cargado es de $1/6$. Como se puede deducir, esta metodología no será apropiada para tratar problemas de decisiones estratégicas.

Probabilidad Experimental: Es llamada también frecuencia relativa de una ocurrencia. En algunos casos se puede estimar la probabilidad de que suceda un evento como resultado de observar el número de veces que tuvo lugar en un periodo largo de tiempo. La probabilidad experimental supone que una misma situación no cambia en el futuro. Circunstancias de este tipo no son muy frecuentes en la toma de decisiones estratégicas, y por tanto, no se puede calcular probabilidades mediante una serie de repeticiones de un experimento.

³ JOSÉ SALINAS ORTIZ, "Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos", 1ra Edición 2008, Argentina, Cengage Learning, página 107 – 117.

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. La probabilidad es un número que se usa para describir la incertidumbre existente sobre la ocurrencia de un evento. El grado de incertidumbre depende de la información disponible con respecto al evento. Al depender la probabilidad del estado de información, esta puede cambiar con el acceso a nueva información y pueden 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 de Análisis de Decisiones, $p(A/e)$ = Probabilidad asignada a que el evento A haya ocurrido u ocurra, dado el estado de información.

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:

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

2.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA QUE SE OCUPA DEL PROBLEMA

En esta sección se presentan los principales trabajos acerca de la incertidumbre y el riesgo en la evaluación de proyectos, mencionando los aportes, limitaciones y su relación con la presente Tesis. También se ha considerado la aplicación de este tipo de análisis, particularmente a los Proyectos de Inversión, así como los estudios específicos, referidos a la evaluación del Proyecto de Tara en polvo.

Un primer enfoque para incorporar el riesgo en las decisiones de inversión y de negocios fue propuesto por **Hertz** en “La Incertidumbre y el Riesgo en la Evaluación de Proyectos de Inversión”⁴, quien señaló que la tasa de

⁴ Hertz, David B. “La Incertidumbre y el Riesgo en la Evaluación de Proyectos de Inversión”. En: Administración de empresas. Vol. 1, p. 139

rendimiento esperada depende de una serie de coincidencias harto improbables. Quien debe tomar la decisión necesita saber bastante más sobre los otros valores utilizados para hacer cada uno de esas cinco estimaciones⁵; y sobre lo que puede perder o ganar si se presenta alguna otra combinación de valores.

Este ejemplo permite apreciar que la tasa de rendimiento esperada depende de que se produzca una determinada combinación de los valores de muchas variables. Pero solo se utilizan, para los cálculos matemáticos con que se producen las cifras presentadas a la dirección, los valores que si consideran más probables o más adecuados (por ejemplo el mejor, el promedio, o el peor; o pesimista, probable, optimista). Tales estimaciones, utilizadas para calcular una única tasa de rendimiento, no presentan un panorama completo.

Por consiguiente, para **Hertz** la elección de oportunidades alternativas de solución para la inversión de capital establece un problema desafiante, no solo por la dificultad de estimar el rendimiento esperado sobre la inversión, sino por las suposiciones y el impacto que ellas tienen. Es decir, falta conocer la naturaleza de la información - en cuya base se ha calculado la tasa de rendimiento esperado - y la forma sobre cómo se procesa la información. Hertz señaló, por tanto, por muy buenos que sean los métodos de pronóstico, la

⁵ Los directivos de una empresa de producción debían decidir acerca del lanzamiento de una nueva variedad de producto. Se habían puesto de acuerdo en que las variables determinantes eran cinco: gastos de promoción y propaganda; mercado total del producto; participación del mercado, de la variedad a lanzar; costos operativos.

única certeza que podemos alcanzar es la de que no podemos eliminar la incertidumbre.

Por lo cual, señala que la metodología de simulación elaborado por la empresa consultora de los EE.UU. **Mc Kinsey & Co**⁶, es la clave para extraer la máxima información de los pronósticos disponibles, porque permite combinar las variabilidades inherentes a todos los factores pertinentes. Esta versatilidad puede tomarse de información histórica o registros de la industria.

El método consiste en:

- a) Estimar la escala de valores que podrían alcanzar cada factor⁷ (p.ej. precios de venta, volúmenes de venta, etc.) y la probabilidad de ocurrencia de cada valor.

- b) Elegir, al azar, uno de los valores de cada factor⁸, y computar la tasa de rendimiento según la combinación resultante. Por ejemplo, podría resultar combinado el más bajo de los precios de venta de la escala, con las más altas

⁶ Empresa consultora de los EE. UU. (N.E.).

⁷ Para ilustrar esta metodología, Hertz demostró el ejemplo para una empresa dedicada a la industria química, está estudiando una ampliación de su planta y que la gerencia había decidido utilizar los siguientes factores: dimensión actual del mercado, precios de venta, tasa de expansión del mercado, participación en el mercado, inversión necesaria, valor residual de la inversión, costos variables, costos fijos, vida útil de los bienes de uso y inversión fija requerida.

⁸ La elección de los valores de cada factor debe efectuarse al azar, asegurándose de que cada valor tiene igual probabilidad de salir elegido, que la que se supone que tiene de ocurrir en la práctica. Supóngase que se utilicen sendos bolilleros para cada factor, con 100 bolillas, de cada uno de los cuales extraemos una bolilla cada vez, para formar una combinación de valores en cada bolillero se incluirá, para cada valor posible, una bolilla por cada 1% que se le haya asignado de probabilidad a ese valor (N.E.)

tasas de incremento de las ventas, u otros factores (según se verá luego, debería tomarse en cuenta la dependencia que pudiera existir entre factores).

c) Repetir el mismo proceso una y otra vez, para definir y evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada posible tasa de rendimiento. Desde que existen millones de posibles combinaciones de factores, necesitamos efectuar un número de pruebas suficiente para que pueda apreciarse la posibilidad de ocurrencia de las varias tasas de rendimiento: esto es parecido a efectuar un gran número de tiradas de dos dados, anotar los resultados y calcular el porcentaje de sietes, o cualquier otro número, que se haya presentado. El resultado a que se llegara será una lista de las distintas tasas de rendimiento que podrían lograrse, que puede variar desde una perdida (si los factores son adversos) hasta la ganancia máxima que sea posible lograr conforme con los pronósticos que se hayan efectuado.

El resultado a que se llegara será una lista de distintas tasas de rendimiento que podrían lograrse, que puede variar desde una perdida (si los factores son adversos) hasta la ganancia máxima que sea posible lograr conforme con los pronósticos que se hayan efectuado.

Por ende, para realizar la comparación entre inversiones alternativas, Hertz señaló que presumiblemente, la gerencia preferirá una menor variabilidad para el mismo rendimiento si se pudiera escoger, según el criterio utilizado en las carteras de inversión de Markowitz.

Es significativo sin lugar a dudas el aporte de Hertz, en todo lo que se refiere a volver la mirada a la naturaleza de la información⁹, con la finalidad de lograr una correcta evaluación de proyectos de inversión. Asimismo, se pone de relieve la necesidad de consultar a los expertos para obtener estimados de valores acerca de las variables relevantes en la decisión, así como de sus probabilidades de ocurrencia. Igualmente, la aplicación del enfoque de simulación, que en sus propias palabras “tiene la ventaja inherente de la simplicidad”.

Por el contrario hay que hacer las siguientes anotaciones:

- a. El fundamento de la distribución de probabilidades subjetivas refleja el grado de conocimiento que tienen los expertos acerca de la variable de incertidumbre y no proviene de extrapolaciones de registros históricos.
- b. No se explicitan las preferencias del decisor, para poder discernir entre alternativas.
- c. Se utiliza la tasa interna de retorno como medida de valor; sin embargo, este indicador presenta inconsistencias cuando se trata de comparar alternativas con diferentes escalas de inversión, diferentes horizontes temporales o por la existencia de flujos de caja no convencionales.

⁹ La cual es analizada en la presente Tesis pero bajo la perspectiva del Análisis de Decisiones

- d. No se han definido las alternativas creativas y viables para el decisor y se indica que será deseable la alternativa con menor variabilidad.

- e. No se ha definido jerarquía decisional de la empresa, para visualizar con claridad los niveles de decisión, tales como: decisiones consideradas como políticas, el nivel estratégico o en el operativo, para una delimitación más correcta de los alcances del estudio.

- f. No se ha categorizado las variables de decisión y fuente de incertidumbre. Es decir, las variables las que están bajo el control del decisor, y las que están fuera del control del decisor.

Por otro lado, sí se están combinando factores de insumo claves (como Hertz los denomina) a través de distribuciones de probabilidad continuas, al utilizar la simulación de Monte Carlo, podríamos enfrentar millones de combinaciones posibles, lo que hace necesario un tratamiento más riguroso del tamaño de muestra escogida y de los métodos de muestreo, a fin que las distribuciones muestrales obtenidas por la simulación, sean estadísticamente consistentes con las distribuciones de probabilidad inicialmente consideradas.

Esta problemática fue ampliamente superada por la metodología del Análisis de Decisiones Estratégicas' cuyo fundamento es el enfoque bayesiano y el uso de

los árboles de decisión. Su propulsor es Ronald A. Howard¹⁰ (1966) del Departamento de Ingeniería de Sistemas Económicos de la Universidad de Stanford y en el Perú el Dr. José Salinas de la Facultad de Ingeniería Económica y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Utilizando como metodología el enfoque de la disciplina Análisis de Decisiones Estratégicas, este estudio logrará dar mayor consistencia a la forma de tratar la incertidumbre y a la identificación apropiada de las variables fuente de incertidumbre involucrada en la decisión. De esta manera, se amplía el análisis económico financiero habitual, para tomar en cuenta la incertidumbre de forma explícita.

En consecuencia, como señala **Patricio del Sol**¹¹, un buen proyecto siempre es vulnerable a la reacción que tendrán los competidores que intentaran imitar u ofrecer sustitutos al producto exitoso, los proveedores que trataran de participar en este éxito subiendo los precios de los insumos e, incluso, los propios trabajadores que presionaran por mejoras salariales ante los positivos resultados del negocio.

La posibilidad de estas reacciones debe preverse mediante el análisis de sensibilización de la rentabilidad a cambios, dentro de rangos probables, en los

¹⁰ Ronald A. Howard nacido el 27 de agosto 1934 ha sido profesor en la Universidad de Stanford desde 1965. En 1966 define la metodología de análisis de decisiones, y desde entonces ha venido desarrollando el campo como profesor en el Departamento de Sistemas Engineering-Economic (ahora el Departamento de Ciencias de la gestión e ingeniería) en la Escuela de Ingeniería en la Universidad de Stanford.

¹¹ DEL SOL, P. Evaluación de decisiones estratégicas. McGraw – Hill Interamericana, Santiago de Chile, 1999.

supuestos que determinaron las estructuras de costos y beneficios. Sin embargo, al variar dentro de los rangos probables. Es decir, con un mismo porcentaje fijo (por ejemplo $\pm 10\%$) los valores de las variables, para identificar las más cruciales, se estarían sesgando los resultados obtenidos, porque dichas variables están expresadas en diferentes unidades (metros, toneladas de producción, millones de dólares, tasas, años, una cantidad constante como 100, etc.).

Por lo tanto, el porcentaje elegido podría no ser apropiado para ninguna de las variables consideradas; además, será muy raro que todas las variables del modelo tengan el nivel de incertidumbre elegido.

Empero, dado que el Análisis de Decisiones Estratégicas suele tratar con decisiones estratégicamente importantes para una organización, muy pocas veces son publicadas en su forma original¹², por ello, es muy difícil encontrar – en detalle- cómo se ha aplicado dicha perspectiva a diversos sectores de la economía y en particular a proyectos productivos. Sin embargo, Salinas (2008), refiere el caso de estudio de la corporación ABC, para ilustrar el uso de dicha metodología¹³.

En cuanto a las aplicaciones específicas del análisis de riesgo en los proyectos productivos, éstas han seguido principalmente el enfoque de Hertz y no

¹² El enfoque de la disciplina de Análisis de Decisiones Estratégicas se ha aplicado en los sectores de salud, eléctrico, farmacéutico, telecomunicaciones, industria petróleo química, petróleo, gas entre otros.

¹³ Más detalles en SALINAS, José: Análisis de decisiones estratégicas en entornos inciertos, cambiantes y complejos, Buenos Aires: Cengage Learning Argentina, 2008, Capítulo X

encontramos un estudio base que nos pueda servir como documento de guía. Empero si se logró identificar un estudio de tesis de Daniel Espinoza titulado “Análisis de Inversiones Estratégicas en Proyectos Mineros”¹⁴, presentado como Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Economista.

En dicho estudio, se aplicaron herramientas de simulación y muestreo estratificado en el análisis del Proyecto de Profundización de Mina de la Unidad Pucarrajo en Minera Huallanca S.A.C., donde se generaron espacios y superficies factibles que apoyaron la decisión de inversión bajo riesgo e incertidumbre.

Espinoza señaló que la decisión de inversión es un dilema probabilístico, que debe enfrentarse bajo un futuro incierto y que pone en juego miles de dólares. Para resolver este dilema, utilizó el modelaje matemático y simulación de sistemas bajo escenarios probabilísticos y en entornos no controlables para analizar el caso.

Luego de hacer una descripción de la elaboración de los flujos de caja del proyecto minero, se realizó el filtrado estadístico de datos, determinándose que las principales variables consideradas tienen un comportamiento aleatorio. Además, Espinoza realizó una clasificación de las variables más importantes considerando al VAN como variable de decisión y el recurso de minera

¹⁴ D. Arturo Espinoza “Análisis de Inversiones Estratégicas en Proyectos Mineros”. Tesis Maestría Proyectos de Inversión UNI, 2006

potencial, radio de ubicación inicial y precio inicial de producción de la planta como variables de incertidumbre.

A continuación, se realizó la simulación con el software “supertree”, utilizándose la técnica del análisis de decisiones estratégicas. El resultado de dicha simulación, arrojó que el Análisis Determinístico, ha mostrado que el valor generado por la Estrategia “Agresiva” en el caso base asciende a US\$ 6'505,071. Además ha identificado como variables críticas: el precio inicial del zinc, el número de años de crecimiento del precio del zinc, la ley de cabeza del zinc y la ley de zinc en el concentrado de zinc, las que en conjunto explican el 81.2% de la variación total del VAN.

Mediante el Análisis Probabilístico, se ha establecido que la estrategia óptima es la Estrategia “Agresiva”, con un VAN esperado de US\$ 6'745,500. Como dicha estrategia domina estocásticamente a las demás estrategias alternativas, éstas serán descartadas racionalmente por el decisor.

A través de los perfiles condicionales respecto cada una de las variables críticas para la estrategia óptima, se ha determinado que la ley de cabeza del zinc genera una variabilidad de US\$ 5'241,406 en el VAN obtenido, seguida por el precio inicial del zinc con US\$ 4'390,063. Luego, por el número de años de crecimiento del precio del zinc con US\$ 2'940,717 y finalmente por la ley de zinc en el concentrado de zinc con US\$ 1'832,535. Sin embargo, la pérdida esperada producida por estas variaciones es cero.

Del análisis del valor de la información perfecta, se ha determinado que la recolección de información adicional respecto a las variables críticas: ley de cabeza del zinc, precio inicial del zinc y número de años de crecimiento del precio del zinc, no generan un mayor valor para Minera Huallanca. Sin embargo, la recopilación de información adicional acerca de la ley de zinc en el concentrado de zinc, podría añadir valor a la estrategia óptima en US\$ 28,539.25.

Mediante el análisis del control perfecto de la información, de ser factible introducir mecanismos para controlar el resultado de la ley de cabeza del zinc, fijándola en su valor óptimo (9.10 %Zn/TM), se podría aumentar el VAN de la estrategia óptima en US\$ 3'320,712.

Finalmente, controlar el resultado de la ley de zinc en el concentrado de zinc, fijándola en su valor óptimo es decir en 56.69%, se podría incrementar el VAN de la Estrategia "Agresiva" en US\$ 878,325.

El aporte del estudio de Espinoza, es la presentación de cómo se construye el estudio del Análisis de Decisiones Estratégicas en un proyecto minero. Luego, podemos enumerar los siguientes aportes de dicho estudio:

Se presenta la elaboración de un flujo de caja; sería recomendable la utilización del Diagrama de Influencias para interrelacionar las variables de decisión e incertidumbre (o estado), de manera que se refleje de modo más explícito el

grado de conocimiento que tienen los expertos acerca del problema de decisión.

Hay un tratamiento consistente entre las variables de decisión y de incertidumbre, siendo correcto indicar que el valor actual neto sea una variable de decisión, porque esta denominación corresponde a aquella bajo el control del decisor, mientras que el VAN es una medida de valor de la estrategia a tomar.

Se menciona a qué tasa se están descontando los flujos de caja futuros, lo que deja conocer las preferencias del decisor con respecto al tiempo.

Se presentan las alternativas estratégicas disponibles para el decisor, por lo tanto se está estructurando adecuadamente el problema de decisión: con alternativas de decisión a tomar.

Se ajustan distribuciones de probabilidad continuas a los datos brindados por los expertos de las variables de incertidumbre, lo que permite recoger el valor de las variables en un sentido prospectivo.

Se menciona cómo se capta la experiencia de los expertos y su grado de conocimiento acerca de las variables de incertidumbre involucradas. Se ha obtenido una distribución de probabilidad continua del valor actual neto. Finalmente, Se indican las preferencias del decisor frente al riesgo.

Es correcto afirmar que el valor esperado tiene una probabilidad de ocurrencia, porque la probabilidad de valores puntuales en una distribución continúa es cero. Estos aportes han sido tomados en cuenta en la realización de la presente Tesis, con el fin de contribuir en la metodología del apoyo del Análisis de Decisiones Estratégicas.

En este sentido, la presente Tesis toma como antecedente inmediato, este estudio señalado y utiliza otro enfoque para el análisis de riesgo en los proyectos de inversión, que no sigue el paradigma de la simulación de Monte Carlo propuesta por Hertz, sino más bien, ha utilizado la metodología del Análisis de Decisiones Estratégicas como fundamento cuantitativo para el desarrollo de estrategias y como marco analítico para evaluar las estrategias alternativas, incorporando la incertidumbre, con miras a una mejor toma de decisiones por parte de los decisores del Proyecto.

Metodología de la Disciplina del Análisis de Decisiones Estratégicas

En términos generales podemos plantear dos enfoques en la administración de riesgo, en primer término, el tradicional, que enfatiza el riesgo estadístico¹⁵, y en segundo término, el enfoque de la disciplina de análisis de decisiones¹⁶ que considera en forma explícita la incertidumbre del entorno y la actitud frente al

¹⁵ Muchas organizaciones, en especial los negocios que operan bajo condiciones normales, son muy buenas administrando los riesgos estadísticos para los cuales existen muchos datos, pues son los que se pueden operar basándose en experiencias previas.

¹⁶ El riesgo estratégico, este riesgo constituye una gran amenaza que va mas allá del negocio bajo condiciones normales - son los que pueden surgir al operar bajo nuevas condiciones. El análisis estadístico no nos prepara tratar estos riesgos, ya que no hay datos acerca del futuro.

riesgo de la organización. Para el presente estudio se empleará el Enfoque de la Disciplina de Análisis de Decisiones Estratégicas.

Esta metodología nos permitirá el proceso de desarrollo de estrategias y la identificación de aquella estrategia que genere mayor valor para el Proyecto de Inversión de Tara en Polvo, el cual es explicado ampliamente por Salinas¹⁷, señalando que “es un término usado para describir el conjunto de conocimientos y práctica profesional que ayudan al decisor a elegir inteligentemente en un entorno de incertidumbre, complejidad y dinamismo. Es el último eslabón en la extensa cadena de métodos cuantitativos desarrollados para ayudar al decisor en el proceso de toma de decisiones, los cuales han surgido en las áreas de investigación de operaciones y las ciencias administrativas”¹⁸.

En este acápite estudiaremos de manera resumida sobre la historia de toma de decisiones cuantitativas. En 1974, George Dantzig desarrollo el algoritmo Simplex¹⁹ para resolver problemas de programación lineal. Esta técnica ha sido ampliamente usada gracias al advenimiento de los computadores; extensiones sofisticadas de la técnica original facilitaron la solución eficiente de problemas con muchas variables de decisión.

¹⁷ Una presentación completa se puede encontrar en: José SALINAS, Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos, Buenos Aires: Cengage Learning Argentina, 2008.

¹⁸ SALINAS, ob. cit., p 10.

¹⁹ Es un procedimiento iterativo que permite ir mejorando la solución a cada paso. El proceso concluye cuando no es posible seguir mejorando más dicha solución, el método del simplex se basa en la siguiente propiedad: si la función objetivo, f , no toma su valor máximo en el vértice A, entonces hay una arista que parte de A, a lo largo de la cual f aumenta.

Más adelante, en 1954, Leslie Edie utilizó la teoría de colas para determinar la relación entre el volumen de tráfico vehicular en una autopista y el tiempo promedio de espera de los motoristas, como una función del número y tipo de cabina de peaje. En 1958, se desarrollaron las técnicas de programación de proyectos PERT (Project Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method)

A mediados de los 50, surgió la disciplina de Management Sciences como una rama engendrada por la investigación de operaciones. En 1954 se fundó The Institute of Management Sciences (TIMS), que edita la revista Management Sciences²⁰.

En la década de los 60 se desarrolló una nueva disciplina llamada Análisis de Decisiones. Esta disciplina fue desarrollada en el Departamento de Ingeniería de Sistemas Económicos de la Universidad de Stanford en 1964 y su impulsor es el Dr. Ronald A. Howard²¹ quien es Profesor de Análisis de Decisiones, Análisis Social y Modelamiento Probabilístico.

²⁰ Esta disciplina se forjó debido a que los problemas especiales de gerencia no estaban recibiendo la atención necesaria de parte de la investigación de operaciones. Lamentablemente, el nuevo campo se desarrolló enfatizando más la ciencia pura que los aspectos prácticos de la administración; se le acusa de tener más interés en problemas que pueden ser tratados con elegancia matemática, que en los de interés para los altos ejecutivos, los cuales son, en general, más difíciles de formalizar. (ver Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos. JOSE A. SALINAS ORTIZ, Ph.D. (2008)

²¹ El Dr. Ronald A. Howard es uno de los fundadores de la disciplina del Análisis de Decisiones. Sus libros sobre modelamiento probabilístico, análisis de decisiones, programación dinámica y procesos de Markov, sirven como fuentes de referencia para cursos e investigación en estos campos. El es co-editor de "Readings on the Principles and Applications of Decision Analysis", una de las más prestigiosas publicaciones en su campo. El Dr. Howard recibió la medalla *Frank P. Ramsey* de la *Operations Research Society of America* por sus distinguidas contribuciones al análisis de decisiones.

Además, el Análisis de Decisiones Estratégicas, atendió la necesidad de la alta dirección, de contar con una metodología y herramientas cuantitativas, que sirvan de soporte a la toma de decisiones estratégicas, en vista que las diversas aplicaciones de la investigación de operaciones, se centraron en la resolución de problemas de decisión, básicamente en el ámbito operativo de la empresa²². La disciplina del Análisis de Decisiones, desarrollada en el Departamento de Engineering – Economic System (E-ES) de la Universidad de Stanford, tiene como objetivo aplicar procedimientos lógicos, matemáticos y científicos a problemas de decisiones estratégicas, que se caracterizan por ser:

Únicos: cada problema es único en su clase, quizás similar a situaciones previas, pero nunca idénticos a otros.

Importantes: una parte significativa de los recursos de la organización está en juego.

Inciertos: muchos de los factores importantes que influyen en los resultados de la decisión son conocidos imperfectamente.

Implicaciones de largo plazo: la institución se verá forzada a vivir con los resultados de la decisión por muchos años, quizás más allá de las vidas de los involucrados.

²² Son conocidas las aplicaciones de la investigación de operaciones en: teoría de las colas, modelos de transporte, programación de redes, mezclas, inventarios, entre otras.

Preferencias complejas: incorporar las preferencias del decisor acerca del tiempo, el riesgo y resultados conflictivos es un factor que adquiere gran importancia.

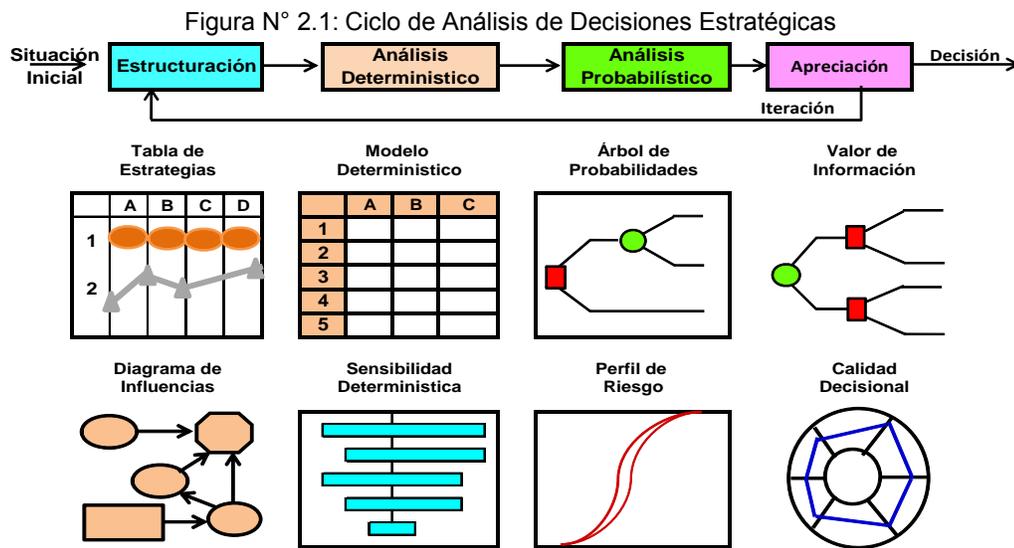
La escuela de Stanford considero que el Análisis de Decisiones es aplicable a cualquier problema de asignación de recursos, de la misma manera que la Medicina es aplicable a cualquier problema de salud. Toda decisión – simple o compleja, corporativa o personal – puede enfocarse desde la perspectiva del Análisis de Decisiones, la mayoría pueden clasificarse a través de ella.

Debido a la gran dificultad que implica la toma de decisiones estratégicas en entornos complejos, dinámicos e inciertos, la metodología del Análisis de Decisiones Estratégicas sigue un proceso cíclico, a través del cual se va logrando una aproximación cada vez más cercana al problema de decisión y consta de lo siguiente: Fase de Estructuración, Análisis Determinístico, Análisis Probabilístico e Interpretación de Resultados.

2.3 MODELO TEÓRICO

A continuación, se analizará el modelo teórico a utilizar en la presente tesis. Según Salinas (2008), “Análisis de Decisiones Estratégicas consta de cuatro

fases: estructuración, análisis determinístico, análisis probabilístico e interpretación de resultados²³, tal como se puede visualizar en la figura 2.1.



Fuente: Salinas (2008)

Como se mencionó anteriormente, en la primera fase, se valora la situación inicial del proyecto y se desarrollará la estructura o “marco” para el análisis, utilizando herramientas tales como: visión de esfuerzo decisional, jerarquía decisional, listado de cuestiones y diagrama de influencias.

Análisis Determinístico

El primer elemento del Análisis Determinístico, es **seleccionar las variables del sistema**, donde se relacionan los resultados del problema con las alternativas – usando el diagrama de influencias – se trata de definir los

²³ JOSÉ SALINAS ORTIZ, “Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos”, 1ra Edición 2008, Argentina, Cengage Learning, página 46.

factores que son relevantes para la decisión; es decir; se trata en el proceso de seleccionar entre las variables del sistema, aquellas de las cuales dependen los resultados. Se puede clasificar en variables de decisión y variables aleatorias o incertidumbres. **Las variables de decisión** son las que están bajo el control del decisor y **variables de incertidumbre** son las que están determinadas por el medio ambiente del problema en cuestión y quedan fuera del control del decisor.

El segundo paso en la fase de Análisis Determinístico es crear el modelo estructural, también denominado modelo financiero, que especifica las relaciones entre los resultados y las variables de decisión e incertidumbre. Este modelo se expresa en un lenguaje lógico – matemático, en donde se muestra un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables del sistema, en el cual se parte del diagrama de influencias.

El tercer elemento en la fase de Análisis Determinístico es establecer **medida de valor**. En la evaluación de inversiones bajo incertidumbre, el decisor requiere de un mecanismo que reduzca cualquier flujo de valores futuros (costos o beneficios) en el tiempo a un solo número llamado Equivalencia Presente (EP). Éste se ha utilizado para determinar la creación de valor o beneficio económico del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo. El único número denominado en el enfoque del ciclo de Análisis de Decisiones como equivalencia presente (EP), significa que el agente decisor es indiferente entre

recibirlo inmediatamente o esperar el flujo de valores utilizado para calcularlo²⁴, siempre que pueda identificarse una tasa de descuento apropiada para calcular la equivalencia presente.

El último elemento en la fase de Análisis Determinístico es **establecer las preferencias con respecto al tiempo**, la base lógica del procedimiento es que – bajo casi cualquier circunstancia – se prefiere recibir un dólar ahora que dentro de un año. En otras palabras, usualmente si está dispuesto a aceptar menos si se puede conseguir antes.

Desarrollado los cuatro elementos del análisis determinístico. Luego, se realiza el **Análisis de Sensibilidad**. El análisis en esta fase consiste en medir la sensibilidad de los resultados con respecto a los cambios de los valores en las variables del problema. Es decir, se centra en observar como estos cambios afectan al valor presente neto.

Una de las tareas centrales al analizar la iteración principal es desarrollar suficientemente el modelo de manera que genere resultados razonables para un caso base, el cual está definido por los valores centrales de las variables de incertidumbre.

²⁴ Los flujos de valores o resultados pueden representar cantidades de recursos que se recibirán o se desembolsarán a lo largo del tiempo. Se puede considerar cualquier tipo de recurso, pero aquí se supone que todos ellos han sido convertidos o expresados en términos monetarios. Así, los flujos de los resultados representarían un conjunto de flujos de caja.

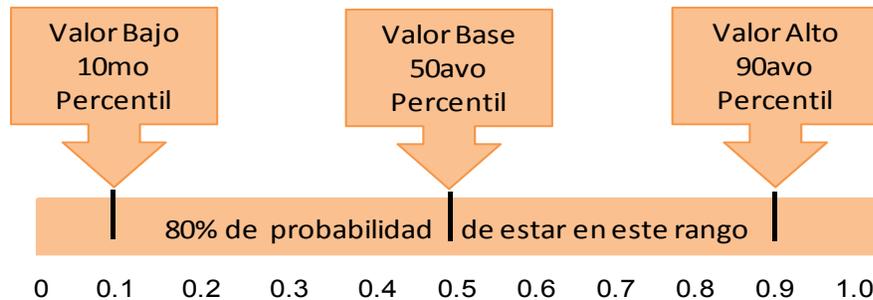
Los valores del caso base deberían idealmente representar el valor de la media de las variables del problema. Es decir, que ha criterio de la mayoría de las personas involucrados en el análisis, exista una probabilidad de 0.5 de que el valor de la variable este por encima de la media, y también una probabilidad de 0.5 de que este debajo de ella.

El enfoque de la disciplina del Análisis Decisiones Estratégicas en la fase análisis de sensibilidad establece la regla correcta²⁵ para escoger los rangos. Este se basa en capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo, en donde para la presente tesis escogemos un rango que representa el 80% de nuestra incertidumbre total para cada variable.

Este enfoque es referido como el método (1 - 5 - 9), porque usamos los puntos en la distribución de probabilidad acumulados asociados al próximo primer, quinto y noveno decil de dicha distribución. Es decir, que en entrevistas a los expertos se han establecido tres valores para cada variable de incertidumbre: uno para el caso base (mediana); otro, bajo (que represente aproximadamente el primer decil) y uno alto (el noveno decil). Por otro lado, también se puede presentar el concepto de percentil, para capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo tal como se puede visualizar en la figura 2.2.

²⁵ Al respecto, la regla más simple podría ser modificar cada variable en la misma cantidad, regla que no tiene sentido. Algunas de las variables en un modelo podrían estar expresadas en toneladas de producción, otras en millones de dólares y otras en años. En este sentido, una cantidad constante, como 100, no podrá aplicarse en todo los casos. La desventaja del método del porcentaje fijo se centra en que será muy raro que todas las variables del modelo tengan el nivel de incertidumbre elegido. De hecho, es muy posible que el porcentaje escogido no sea apropiado para ninguna de las variables. Mas referencias en Salinas (2008)

Figura N° 2.2: Regla para escoger los rangos para capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo



Al respecto, **Bravo (2011, p. 308)**, Análisis de Sensibilidad define como “la existencia de incertidumbre en los negocios significa que puede ocurrir mas, igual o menos cosas que las planificadas en un proyecto o negocio. Esta incertidumbre existirá en los diversos parámetros de la evaluación: el volumen de ventas proyectado podría variar (aumentar por una mayor aceptación del producto o disminuir por una sobreoferta del mismo), los costos de producción podrían aumentar debido a una escasez de la materia prima o el precio de venta aceptado por los clientes podría ser menor, entre otros. Estas variaciones afectarán directamente a la evaluación del proyecto o del negocio, mostrándose en un VAN diferente, ya sea a favor o en contra del inversionista, dependiendo de la variación de la variable”²⁶.

Por otro lado, **Nassir y Reynaldo Sapag (2008, p. 399)** quien manifestó que “la evaluación del proyecto será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado,

²⁶ Sergio Bravo. “Evaluación de Inversiones” 1ra. Edición 2011, México, Pearson Educación. Página 300-3001

la decisión inicial cambia. El análisis de sensibilidad, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes²⁷. Asimismo, hace referencia que el Análisis de Sensibilidad “dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes”

Seguidamente, **Contreras, (2009, p.11)** consideró que en el Análisis de Sensibilidad “primero se realiza la evaluación del proyecto en una situación base, tomando los valores esperados o medios de variables aleatorias. Después se determinan las variables más significativas que afectan los indicadores de conveniencia del proyecto, entre ellos: precio de venta, precio de insumos, costo de producción, volúmenes de venta, coeficientes tecnológicos e inversión. Se busca sensibilizar los indicadores ante variaciones en las variables significativas más inciertas (Sapag y Sapag, 1995)²⁸”

De esta manera **Ross, Westerfield y Jaffe, (2009, p. 214)** han señalado a través de un interrogante “¿Cómo puede la empresa aprovechar todo el

²⁷ NASSIR S. Y REYNALDO S., “Preparación y Evaluación de Proyectos”, 5ta Edición 2008, México, McGraw - Hill, página 399.

²⁸ EDUARDO CONTRERAS “Evaluación de Inversiones Bajo Incertidumbre: Teoría y Aplicaciones a proyectos en Chile ” Manual N° 63 INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL, Santiago de Chile, 2009.

potencial de la técnica del valor presente neto? Una forma es el análisis de sensibilidad, el cual examina el nivel de sensibilidad de un cálculo particular del VPN a los cambios de los supuestos fundamentales. El análisis de sensibilidad también es conocido como análisis de tipo “que pasaría si” y análisis top [best (mejor), optimistic (optimista) y pessimistic (pesimista)]”²⁹

Se aprecia que las metodologías de análisis de riesgo en proyectos propuesto por varios autores enfatizan el enfoque tradicional, donde varía los indicadores de evaluación ante un cambio en una variable relevante. Es decir, el análisis de la sensibilización del VAN determina hasta donde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable, yaqué en presencia de incertidumbre ya no sirve aplicar el criterio tradicional que se ha utilizado hasta ahora para proyectos: maximizar el VPN de los flujos relevantes, ya que bajo incertidumbre este indicador es una variable aleatoria.

Aunque el análisis de sensibilidad puede ser muy útil para identificar las variables clave que son críticos para el éxito del proyecto, tienen sus limitaciones. En primer lugar, este tipo de análisis considera solo un factor cada vez, mientras mantiene todo los de mas fijos en sus valores esperados. Esto puede llevar a resultados engañosos si dos o más variables críticas están correlacionadas.

²⁹ Stephen A. Ross, Randolph W. Westerfield y Jeffrey F. Jaffe, “Finanzas Corporativas”, 8va Edición 2009, México, McGraw - Hill, página 214.

En segundo lugar, no tenemos ninguna idea sobre las probabilidades asociadas a los valores de las variables críticas por encima o por debajo del punto de equilibrio financiero.

Por último, no tenemos una manera formal de incorporar la correlación entre las variables.

La identificación de las variables críticas ha sido sistematizado por **Mongrut** (2006, p. 92 – 93), en su Tesis Doctoral “Valoración de proyectos de inversión en economías emergentes latinoamericanas: El caso de los inversionistas no diversificados”, donde señalo que “siempre hay necesidad de construir un modelo financiero con valores iniciales para todas las variables. Pero, ¿Cuál debe ser el nivel de desagregación del modelo? Desafortunadamente no hay una respuesta clara para esta interrogante. Según Hull (1980), el nivel de desagregación depende de la compensación entre una mayor claridad en el juicio de los expertos y menores dependencias entre las variables críticas a tratar. Las medidas agregadas del rendimiento del proyecto, como el VPN, no son útiles sin un apropiado análisis de riesgo”³⁰.

También hace referencia que “no se deben seleccionar algunas variables como críticas sin realizar un análisis de sensibilidad previo. No obstante, según el giro de proyecto de inversión, se podría sospechar que ciertas variables tienen

³⁰ MONGRUT, Samuel. Valoración de Proyectos de Inversión en Economías Emergentes Latinoamericanas: El caso de los Inversionistas no Diversificados. [Tesis Doctoral].Universidad de Barcelona., 2004.p. 176-178.

mayores probabilidades de ser críticas que otras, pero esta intuición solo puede ayudar a verificar los resultados”. El análisis de sensibilidad se realiza mediante el uso de programas como el Top-Rank³¹.

Asimismo, señaló que el programa ayuda también a resolver algunos problemas relacionados con el análisis de sensibilidad. Debido a la naturaleza diferente de las variables de entrada, no se puede cambiar todas las variables de entrada, no se pueden cambiar todas las variables en el mismo porcentaje fijo (digamos +/- 10%), de modo que es necesario asignar rangos de variación de acuerdo con la naturaleza de cada variable. Además, hace referencia que algunas variables deben cambiar conjuntamente y no individualmente mientras se mantienen constantes otras variables. Por ejemplo, tiene sentido que el precio y cantidad vendida varíen conjuntamente dependiendo de la elasticidad esperada del producto. El programa cambia automáticamente todas las variables de entrada en el modelo inicial, rastrea todos los resultados y los ordena de acuerdo con los efectos. De este modo, muestra los resultados gráficamente, empleando gráficas “Araña” y “Tornado³²” en la que se puede observar con facilidad que variables de entrada ejercen una influencia significativa en la variable de salida.

El análisis de decisiones y el análisis de riesgo surgieron a mediados del siglo XX, propuesto por **(Hertz, 1964)**, donde se caracteriza por buscar identificar las

³¹ La compañía *Palisade Decision Tools* elaboró los programas *Top-Rank*, *Best-Fit* y *Risk*, los cuales se añaden como funciones adicionales a *Excel* (Palisade Corporation, 1995)

³² Mide el impacto de cada variable por separado, de forma independiente, en la variable objetivo

denominadas variables críticas que determinan el riesgo de un proyecto de inversión, para después caracterizarla y estimar el riesgo y valor esperado del proyecto. Así mismo hace referencia que la reducción del margen de error en los pronósticos es sin duda conveniente. Pero cualquiera sea el número de estimaciones del futuro que intervengan en la decisión de un proyecto de inversión, luego de haber agotado la investigación y por más que hayan afinado los pronósticos, el futuro es siempre el futuro. Por lo tanto, por muy buenos que sean los métodos de pronóstico, la única certeza que podemos alcanzar es la que no podemos eliminar la incertidumbre.

En el procedimiento de **Hertz** se utilizó el análisis de sensibilidad para determinar las variables críticas del proyecto. Luego, se caracterizaron estas variables utilizando distribuciones de probabilidad a fin de realizar una simulación para obtener la distribución de probabilidad del VPN del proyecto. Sin embargo no se establecía todavía una relación entre el análisis del riesgo del proyecto y la estimación de la tasa de descuento ajustada por riesgo.

Análisis Probabilístico

Según **Salinas** (2008, p. 56-67), el objetivo de la fase probabilística es obtener distribuciones de probabilidades a priori, que sean asignadas por las personas con mejor conocimiento de cada variable aleatoria. Por lo tanto, el decisor recurrirá a expertos para realizar estas asignaciones. Estas distribuciones son incorporadas en el modelo desarrollado en la fase determinístico con el fin de

mostrar la incertidumbre en el resultado final, el que también será representado por una distribución de probabilidades.

Así mismo, establece una lista de pautas a usar para definir y estructurar cualquier variable cuya incertidumbre se desee evaluar. Estas pautas servirán como una guía para evitar problemas en el proceso de evaluación:

- a) Es mejor llevar a cabo en privado el proceso de asignar probabilidades, para eliminar las presiones del grupo y asegurar que las evaluaciones del experto reflejen realmente su criterio.
- b) La variable aleatoria a evaluar debe ser verdaderamente importante para la decisión, lo cual debió quedar establecido en el análisis de sensibilidad de la fase determinística. Si la variable no es crucial, se perderá credibilidad tanto ante el decisor como frente al experto entrevistado.
- c) El nivel de detalle requerido en el proceso de evaluación depende de la importancia relativa de la variable.
- d) El problema debe estar claramente estructurado. Si el experto entrevistado que los valores de la variable en cuestión dependen de los valores de otras variables, entonces estas dependencias deben ser

consideradas explícitamente en el diagrama de influencias y, por lo tanto en la estructura del modelo.

- e) La variable de evaluación debe ser definida claramente. Una manera de asegurar que ello se cumpla es preguntar si un clarividente podría revelar un valor de la variable especificando un solo número, sin requerir aclaración adicional alguna.
- f) La variable debe ser descrita en una escala que sea significativa para el entrevistado. Si no existiera una escala obvia, se le permitirá escoger una con la cual se sienta cómodo.
- g) Finalmente, el analista debe asegurarse de que el entrevistado no se preocupe de ser o no coherente. Las inconsistencias serán usadas por el analista como retroalimentación en el proceso de evaluación para verificar que la distribución de probabilidades final refleje adecuadamente el conocimiento del entrevistado.

Además, **Salinas (2008)** ha realizado un importante aporte sobre problemas en la evaluación de incertidumbres. Un problema importante es la obtención de las opiniones de expertos o eruditos es la posibilidad de producir probabilidades “malas”, porque no permiten que el analista contraste los sesgos que normalmente ocurren en esta clase de tareas. Cuando se dice malas probabilidades, se refieren aquellas que no representan de manera adecuada

el conocimiento real del entrevistado porque existen los sesgos que no le permiten usar o expresar este conocimiento correctamente. Un sesgo es una diferencia consiente o subconsciente entre la opinión del experto y una descripción correcta de su conocimiento subyacente (Hull, 1980).

Según **Hull**, el sesgo se puede clasificarse en dos tipos: motivacional y cognitivo. El sesgo motivacional surge cuando el entrevistado introduce en sus respuestas, motivado por su percepción de un sistema de recompensas y/o castigos para sus diferentes respuestas. Asimismo, puede acomodarlas por sus deseos de influenciar la decisión o porque percibe que su desempeño personal será evaluado según el valor final de la variable, en comparación con sus predicciones. Se puede mitigar el sesgo motivacional incluyendo expertos que pertenezcan al proyecto y que tengan experiencia en el mismo giro del proyecto y/o instruyendo a los participantes en el sesgo potencial en el que podrían incurrir.

El sesgo cognitivo, surge aun cuando el experto entrevistado sea honesto –en el sentido de no tener sesgos motivacionales- aún podría tener sesgos cognitivos. Estos son ajustes consientes o inconscientes que el entrevista produce sistemáticamente en sus respuestas, debido a la manera como procesa intelectualmente sus percepciones.

Con la finalidad de evitar en la medida de lo posible los sesgos motivacionales y cognitivos, **Spetzler y Von Hostein** (1972) han sugerido el siguiente procedimiento compuesto por cinco fases (**Salinas**, 2008):

La Fase de Motivación: En esta etapa, se informa a todo los participantes acerca de los sesgos potenciales que pueden surgir. Se trata de que los individuos cobren conciencia de su propio proceso de juicio.

La Fase de Estructuración: El objetivo de esta fase son definir y estructurar claramente la variable e investigar lo que el experto piensa de ella. No se trata solo de entender la definición de cada variable crítica sino también de familiarizar al experto con esta definición.

La Fase de Condicionamiento: El 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. Esta fase se dirige a encontrar como es que el experto asignará las probabilidades, revelar cual información parece ser la más disponible.

La Fase de Asignación: El objetivo de esta fase es cuantificar la incertidumbre luego de haber definido la variable con la mayor precisión posible. Asimismo, en esta se debe obtener los coeficientes de correlación entre las variables y la distribución de probabilidad subjetiva acumulada para cada variable crítica. Para el segundo se puede emplear la “rueda de probabilidades”. Esta rueda

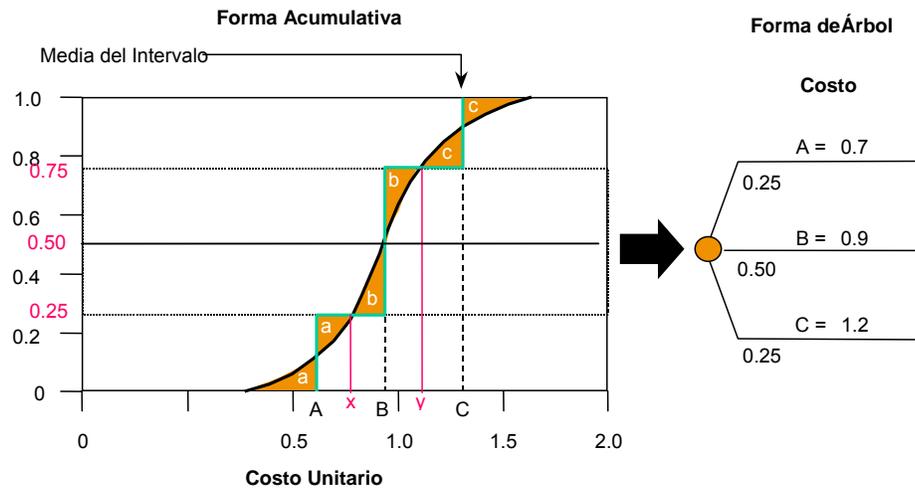
tiene dos partes, en la parte interior se dividen en dos zonas de distinto color y en la parte posterior se escriben los valores de las probabilidades. Luego, formulan preguntas el experto con el fin de comparar la probabilidad de que la variable crítica sea más pequeña que cierto valor y la probabilidad de que, al hacer girar la rueda, el puntero termine en cierta zona. El proceso termina en el punto donde el experto considera que la probabilidad acumulada de ambos hechos es la misma.

Verificación: En la última fase del proceso de evaluación, las opiniones y críticas del experto, obtenidos durante la asignación de probabilidades, son sometidos a prueba para contestar si él realmente cree en ellas. Se le 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 utilizaran como retroalimentación. Si es necesario, se hace nuevas iteraciones de las fases previas³³.

Por otro lado, **Salinas (2008)** quien propone aproximación discreta a la distribución de probabilidades, donde señalaba que 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.

³³ Una presentación más completa se puede encontrar en: José SALINAS, Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos, Lima: 2008, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Figura N° 2.3: Aproximación de una aproximación discreta a una distribución continua



Fuente: Elaboración propia

Además, señala que se deben seleccionar probabilidades asociados con los 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 $0.25 + 0.50 + 0.25 = 1$, tal como se puede visualizar en el siguiente gráfico.

Luego de haber escogido las probabilidades asociadas a cada rango se define 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. Las 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 la figura 2.3. Los valores de A, B, y C serán utilizados en el árbol de probabilidades para representar los posibles valores de la variable aleatoria evaluada. Este mismo procedimiento se repetirá con las variables aleatorias críticas cuyas probabilidades se asignan en el proceso de evaluación.

Análisis Probabilístico, según **Contreras, (2009, p.19)** consiste en calcular estimadores de tendencia central y de dispersión del VPN (variable aleatoria) de un proyecto de inversión a través de su función de distribución de probabilidades, asimismo hace referencia a dos razones importantes: es posible aplicarlo directamente el cálculo de los estimadores (tendencia central y de dispersión del VAN), pero además, la base teórica de los modelamientos es común con la de los métodos más recientes (en particular el VER).

Análisis Probabilístico también ha sido estudiado por **Mongrut (2006, p. 178-181)** quien manifestó que una vez identificadas las variables críticas, se debe caracterizar o modelar su comportamiento probabilístico, asimismo propone tres procedimientos para tratar las dependencias dentro de cada periodo o entre variables: emplear varias distribuciones de probabilidad subjetiva condicionales para la variable dependiente, considerar las dependencias entre los parámetros de las distribuciones en el análisis de simulación o emplear coeficientes de correlación entre las variables o los valores para la misma variables.

La tercera propuesta, que es la sugerida por **Mongrut**, consiste en el empleo de coeficientes de correlación entre los valores de la misma variable crítica a lo largo de los periodos y entre variables dentro de cada periodo. Sin embargo, esto plantea el problema de cómo estimar estos coeficientes de correlación. Así mismo hace referencia, a los métodos de evaluación de correlación, como el enfoque estadístico, la probabilidad de concordancia y las estimaciones condicionales fractiles. En el primer método, expertos en el análisis de datos estadísticos podrían examinar la gráfica de la dispersión de la relación entre dos variables y hacer una evaluación precisa del coeficiente entre las variables. Con el segundo método, los administradores determinan las probabilidades condicionales o probabilidades conjuntas y relacionan esas estimaciones con una medida de la dependencia. En el último método, los administradores deben evaluar el coeficiente de correlación de *Spearman* con la información condicional dada por los expertos.

Por otro lado, **Mongrut** quien ha señalado que si no hay información histórica, se debe estimar la distribución de probabilidad subjetiva acumulada para cada variable crítica empleando las opiniones de los administradores, los empresarios y los expertos. En este sentido, es importante señalar que cada distribución de probabilidad acumulada debe determinarse sin ninguna dependencia. Las dependencias entre las variables y los valores se insertarán en el modelo por medio de los coeficientes de correlación. Con respecto a los problemas de evaluación de incertidumbres **Mongrut** consideró que un problema importante en la obtención de las opiniones de expertos es la

posibilidad de tener estimaciones sesgadas, asimismo hace referencia que para evitar en la medida de lo posible los sesgos motivacionales y cognitivos ha sugerido el siguiente procedimiento compuesto por cuatro fases: la fase de motivación, la fase de estructuración, la fase condicionante y la fase de codificación.

2.4 VARIABLES

Las variables son cualidades, propiedades, elementos, aspectos atributos o características de los sujetos, cosas, hechos o fenómenos (unidades de estudio). La variable es pues algo que varía en función de la unidad de estudio. Las variables son la columna vertebral de todo proceso de trabajo de investigación, podemos decir que no hay investigación si no hay variables, por tanto, si no se precisan bien, no se puede realizar la investigación con eficiencia.

Variable Independiente, es la principal y por el rol que cumple en la investigación se encuentra establecida como la Causa o Factores del problema:

Determinantes de la Utilidad de la Producción de Tara en Polvo:

X1: El precio de mercado.

X2: Costo unitario de tara en vaina.

Variable Dependiente, por el rol que cumple en la investigación se encuentran establecidas como los Efectos o Consecuencias del problema:

- Variable dependiente (y): Utilidad de la Producción de la Tara en Polvo.

2.5 HIPÓTESIS

Hipótesis Principal

La hipótesis principal de la presente tesis es:

- ❖ Los determinantes de la utilidad de la producción afectan en proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.

Hipótesis Específicas

Con respecto a las hipótesis específicas se ha planteado las siguientes:

- El costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.

- El precio de mercado ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.

2.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA: “ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS BAJO INCERTIDUMBRE DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL: CASO PRODUCCIÓN DE TARA EN POLVO EN LA REGIÓN AMAZONAS Y AYACUCHO PERIODO 2012 – 2016”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p align="center">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo afectan los determinantes de la utilidad de la producción en un proyecto de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho?</p>	<p align="center">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar cómo afectan los determinantes de la utilidad de la producción en un proyecto de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.</p>	<p align="center">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los determinantes de la utilidad de la producción afectan proyectos de inversión de Tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.</p>	<p align="center">VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Determinantes de la Utilidad de la Producción de Tara en Polvo: X1: Costo unitario de tara en vaina. X2: El precio de mercado</p>
<p align="center">PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>1) ¿De qué modo el costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de amazonas y Ayacucho?</p> <p>2) ¿Cómo el precio de mercado ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de amazonas y Ayacucho?</p>	<p align="center">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1) Determinar como el costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.</p> <p>2) Establecer como el precio de mercado ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en polvo bajo incertidumbre en los departamentos de amazonas y Ayacucho.</p>	<p align="center">HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>1) El costo unitario de tara en vaina ocasiona variación en la utilidad de la producción de un proyecto de tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.</p> <p>2) El precio de mercado ocasiona variación en la utilidad de la producción de proyectos de inversión de tara en Polvo bajo incertidumbre en los departamentos de Amazonas y Ayacucho.</p>	<p align="center">VARIABLES DEPENDIENTE</p> <p>Variable dependiente (y): Utilidad de la Producción de la Tara en Polvo.</p>

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentará nivel y tipo de estudio, así como el universo y la muestra del estudio, las fuentes de información así como la operacionalización de las variables e indicadores; los instrumentos metodológicos que servirán para levantar la información, así como el procesamiento de la información.

3.1 NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es del tipo aplicativo, porque se trata de solucionar los problemas formulados para mejorar las utilidades de producción de la tara en polvo. El nivel de la investigación, es correlacional porque se trata de medir el impacto del precio de mercado y costo unitario de tara en vaina, para mejorar la utilidad de la producción de tara en polvo y finalmente tiene un diseño transaccional porque se han observado las variables en cada periodo fijo de tiempo

Científico: porque está orientado a modelar el objeto del estudio como un sistema, interrelacionando las diversas variables tanto dependientes como

independientes que dentro del enfoque del Análisis de Decisiones Estratégicas son denominadas variables de decisión y variables de incertidumbre.

Las cuales están integradas en un mapa de conocimiento denominado Diagrama de Influencias lo que ha permitido mantener una perspectiva holística y multidisciplinaria. Las causalidades identificadas entre las variables, definieron el comportamiento dinámico así como el grado de complejidad de la situación problemática materia de estudio. Hay que mencionar que en el diagrama de influencias se incorporaron las variables del entorno, desde variables físicas hasta variables económicas, sociales, tecnológicas entre otras.

Exploratorio: Debido a que se busca la utilización de los conocimientos adquiridos a través del análisis teórico y descrito en acápites anteriores los cuales sirven de marco de interpretación de los resultados alcanzados, toman valores del mundo real y se trabajan cuantitativamente en un programa de computación, ya que el modelo y los valores del caso base serán revisados después de cada cambio.

El lenguaje y paquete computarizado – el Excel- brinda capacidad necesaria para formular el modelo y el programa especializado de Sensitivity® (es el

acompañante de Supertree®)³⁴ permite realizar el análisis en una forma casi automática.

Descriptivo: Es debido a que el estudio describe, lo que se espera alcanzar con este esfuerzo decisional y los métodos, procedimientos o técnicas empleados. El método general utilizado en la presente tesis corresponde a la Metodología del Análisis de Decisiones Estratégicas, el cual tiene una secuencia de trabajo y herramientas específicas, donde se centra en definir y delimitar el marco³⁵ apropiado que garantice la resolución del problema correcto, de la manera correcta, con los recursos correctos y no se esté resolviendo en forma óptima el problema equivocado (error de tipo III³⁶) de un proyecto de inversión.

El proceso para la conformación de las estrategias, así como la identificación de aquella estrategia óptima es crucial para maximizar la generación de una mayor rentabilidad económica. De modo que las variables de entrada ejercen una influencia significativa en la variable de salida, donde cambios en la variable de entrada ejercen cambios más que proporcionales en la variable de salida.

³⁴ Supertree® y Sensitivity® son programas especializados que facilitan el análisis de decisiones, y fueron desarrollados por Peter McNamee y Jhohn Celona. Estos programas están disponibles en la Web: www.Supertree.net

³⁵ Russo y Schoemaker (1989) define el marco como “Las estructuras mentales que la gente crea para simplificar y organizar el mundo”

³⁶ En la estadística inferencial se habla de error de tipo I al rechazar una hipótesis verdadera y error de tipo II, al aceptar una hipótesis falsa. En el análisis de decisiones se habla del error de tipo III: resolver el problema equivocado. La historia está llena de errores de tipo III.

3.2 UNIVERSO Y MUESTRA

El presente estudio seguirá la estrategia de investigación conocida como **método del caso**, la cual se ha revelado como una de las técnicas más fructíferas en el estudio de los fenómenos económicos y sociales.

Al respecto una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos. Además, el método del caso, se ha aplicado a la toma de decisiones, programas, procesos de implementación y en el cambio organizacional.

Asimismo, los interrogantes de investigación (study's questions) son el primer elemento del diseño de cualquier investigación. Estos interrogantes identifican el problema central de la investigación e indican qué metodología de investigación será la más adecuada. Es especialmente apropiado un estudio de caso cuando las preguntas de investigación son del tipo: ¿Cómo? o ¿Por qué? Es decir, se busca describir un fenómeno hasta el momento poco estudiado o se está abordando la identificación de las causas que subyacen bajo un determinado fenómeno [...] No

se controlan los eventos que se están investigando, es decir, no es posible experimentar.

Por lo tanto, con el método del caso, se profundiza en el conocimiento de un determinado fenómeno específico, estableciendo la relación entre la teoría y la evidencia. El método de generalización utilizado se denomina “generalización analítica”, muy diferente a la generalización estadística.

Tamaño de la Muestra

Con el objeto de analizar acerca del comportamiento y actitudes de los productores de tara en vaina se ha previsto realizar encuesta a la población, utilizando los datos de la Asociación Regional de la Tara de la Región de Amazonas.

El segundo aspecto está relacionado al método de selección de la muestra. Los métodos de la selección se clasifican según los procedimientos que involucran, pudiendo ser de tipo probabilístico (en el que cada elemento elegible tiene la misma probabilidad de ser muestreado) y no probabilístico (en el que la probabilidad de ser elegible no es igual para toda la población maestra).

Para el presente estudio se optara por el método aleatorio, la aplicación de éste método está enmarcado netamente en la zona urbano. El criterio utilizado para las

entrevistas será de acuerdo al tamaño de la muestra para cada uno de los actores involucrados del estudio de pre inversión a nivel de pre factibilidad.

En tercer aspecto consiste en la determinación del tamaño de la muestra. En el muestreo aleatorio simple utilizado, se conoce la probabilidad de que un elemento de población sea incluido en la muestra, entonces, se considera un éxito del 90% en la encuesta, por lo que el tamaño de la muestra no ajustada (N^*) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$N^* = \frac{\delta^2 * p * q * N}{E^2 * (N - 1) + \delta^2 * p * q}$$

δ^2 : 1.96 (valor de la Función de Distribución Normal Estándar para un nivel de confianza del 95%).

N: 342 Tamaño de Muestra

p: (0.9) Probabilidad de éxito de la Encuesta

q: (0.1) Probabilidad de fracaso de la Encuesta

N: (818) Población en estudio

E: (7.0%) Error de Estimación Aceptado

N^* : 181 Productores de taya

Se obtiene como resultado una muestra representativa de 181 productores de taya.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

En la presente Tesis se ha levantado información tanto primaria como secundaria, tal como se menciona a continuación:

3.3.1 Información Primaria:

Es toda aquella que se ha obtenido de la investigación de mercado de contenido específico; por tanto, la investigación realizada se clasifica como información primaria. La investigación de mercados presentada provee información precisa, puntual y manejable, y es más detallada que la información secundaria. Para el desarrollo de la presente tesis se toma como información primaria el desarrollo del estudio de mercado de tara en polvo en el departamento de Amazonas y Ayacucho.

- Encuestas;
- Entrevistas.

3.3.2 Información Secundaria:

Se realizó mediante el registro de observación documental, revisándose informes oficiales tales como:

- Estudio de Mercado de Tara en el Perú” Informe Final Febrero de 2009, Lima Perú.
- Estudio a nivel de perfil “Implementación de un Centro de Capacitación para el Acopio y Transformación de Subproductos de Tara en el Valle del Utcubamba” – 2009;
- Estudio de Mercado de un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo Región Amazonas – 2011
- Estadísticas Perú forestal en números;
- Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo; entre otros.

3.4 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Para la recopilación de información en el presente estudio se ha utilizado los siguientes instrumentos metodológicos: **Encuesta** realizada a los socios de la Asociación Regional de Tara; **Entrevistas a especialistas:** Acopiadores de Tara mayoristas y minoristas, Gerencia de Desarrollo Económico de la Región Amazonas; Directivos de la Asociación Regional de Tara y directivos de las trece

asociaciones. Además, se consultó a **especialistas temáticos** así como se realizaron visitas de Campo e inspección de la zona de intervención.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El disponer de un buen sistema de variables es importante en el proceso de investigación ya que facilita todo un diseño, desarrollo y posterior análisis estadístico de los resultados. Para la presente investigación. “De acuerdo con el sujeto de investigación las variables se clasifican en **categóricas y continuas**. Las variables categóricas clasifican a los sujetos distribuyéndolos en grupos, de acuerdo a algún atributo previamente establecido y las variables continuas se usan cuando se miden atributos que toman un número infinito de valores”³⁷

Variables Dependientes e Independientes

Esta investigación, considera variables independientes (variables de entrada) tanto a variables fuente de incertidumbre como variables de decisión; mientras la variable dependiente (variable de salida) **es representada por el Valor Presente Neto Esperado.**

³⁷ Variables Categóricas y Continuas [fecha de acceso 10 de mayo del 2012] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/1u.htm>.

Las variables de entrada ejercen una influencia significativa en la variable de salida, donde cambios en la variable de entrada ejercen cambios más que proporcionales en la variable de salida.

A continuación se presentan las variables de decisión, constantes e incertidumbres, que han formado parte del estudio y que están asociadas a la Decisión Estratégica a tomar. Seguidamente, se presentan variables Decisiones Estratégicas, que las consideramos como variables dependientes:

Tabla N° 3.1: Variables asociadas Decisiones Estratégicas a tomar del proyecto

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	TIPO DE VARIABLE		UNIDADES
Valor de la Mano de Obra	ValMO	Independiente	Continua	Lugar
Capacidad de Planta Inicial	CapPta			Kg
Fuente de Financiamiento	FteFto			%
Mercado Objetivo	McdoObvo			%
Mercado Distribuidor	McdoDistr			Kg

Elaboración Propia

A continuación, las variables fijas o parametrizada:

Tabla N° 3.2: Variables constantes del proyecto de inversión de tara en polvo

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UNIDADES	TIPO DE VARIABLE	
Tasa de descuento	TasaDscto	%	Independiente	Continua
Tasa de depreciación Maquinaria y Equipos	TsaDeprMyE	%		
Tasa de depreciación Equipos de Oficina	TsaDeprEqOfc	%		

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UNIDADES	TIPO DE VARIABLE	
Tasa de depreciación Movilidad	TsaDeprMov	%		
Tasa de depreciación obras Civiles	TsaDeprObCiv	%		
Tasa de depreciación de Activos Intangibles	TsaDeprAcInt	%		
Tasa impositiva	TasaImp	%		
Tasa Efectiva Anual, TEA	CostCapital	%		
N de cuotas	Nper	Años		
Factor de Conversión TV a TP	FacConvTV	Kg.		
Envasado de Tara en Polvo	EnvasTP	Kg.		
Estabilización PM en el LP	EstabPMlp	%		
Mantenimiento de Equipos	ManEq	%		
Porcentaje de Gastos de Venta	GastVent%	%		
Impuesto General a las Ventas	IGV	%		
Servicio de electricidad y agua	SerEleAgua	S/.		
Gastos Pre operativos	GastPreop	%		
Factor de Conversión de Bienes con IGV a sin IGV	FCBCigvASigv			
Vida Útil del Proyecto	VdaUtProy	Años		

Elaboración Propia.

Seguidamente, se presentan variables fuente de incertidumbre:

Tabla N° 3.3: Variables fuente de incertidumbre del proyecto de Tara en Polvo

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	
Condiciones de Mercado				
Precio de Mercado Tara en Polvo	PcioMcdTP	Kg	Independiente	Continua
Demanda Máxima Tara en Polvo	MaxDemTP	Kg		
Demanda Tara en Polvo	DemTP	Kg		
Crecimiento Demanda Tara Polvo	CrecDemTP	%		
Participación Mercado	PM	%		
Crecimiento Participación Mercado	CrecPM	%		
C.U. Sacos de Polipropileno	SacPolPropil	Und.		

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	
C.U. Sacos de Polietileno	SacosPol	Und.		
Productividad de la Mano de Obra	ProdMO	Kg/hora		
Costo Unitario Tara en Vaina	CosTV	S/.		
Producción Tara Amazonas	ProdTVAmaz	Kg		
Crecimiento Producción Tara Amazonas	CrecProdTVAmaz	%		
Producción Máxima Tara Amazonas	MaxProdTV	Kg		
Acceso al Mercado de Tara Vaina	AccMcdoTV	%		
Obras Civiles	ObrCiv	S/.		
Inversión Planta	InvPlan	S/.		
Costo del Terreno	CosTerr	S/.		
Equipo de Oficina	EqOfic	S/.		
Movilidad	Móvil	S/.		
Capital de Trabajo	CapTrabJo	S/.		

Elaboración Propia

Tabla N° 3.4: Variable Dependiente: Medida de Valor para el Proyecto de Tara en Polvo

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	TIPO DE VARIABLE		UNIDAD DE MEDIDA
Valor Presente Neto Esperado	VANE	Dependiente	Continua	Nuevos Soles

Elaboración Propia

3.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta sección tienen por fin proponer el método de cómo incorporar en Análisis de Decisiones Estratégicas a la evaluación de proyecto agroindustriales. Para desarrollar la parte analítica, donde se requiere identificar las variables críticas y estimar el valor presente neto.

A continuación se detalla los pasos para incorporar el Análisis de Decisiones Estratégicas en la evaluación de Proyecto de Inversión Agroindustrial:

Primer paso: El proceso inicia está constituida por la **Fase de Estructuración**, donde se establece el marco apropiado que asegura que se está trabajando en el problema correcto: fijando el propósito del esfuerzo con la *visión*, la perspectiva global mediante el *listado de cuestiones* y el alcance a través de la *jerarquía decisional*.

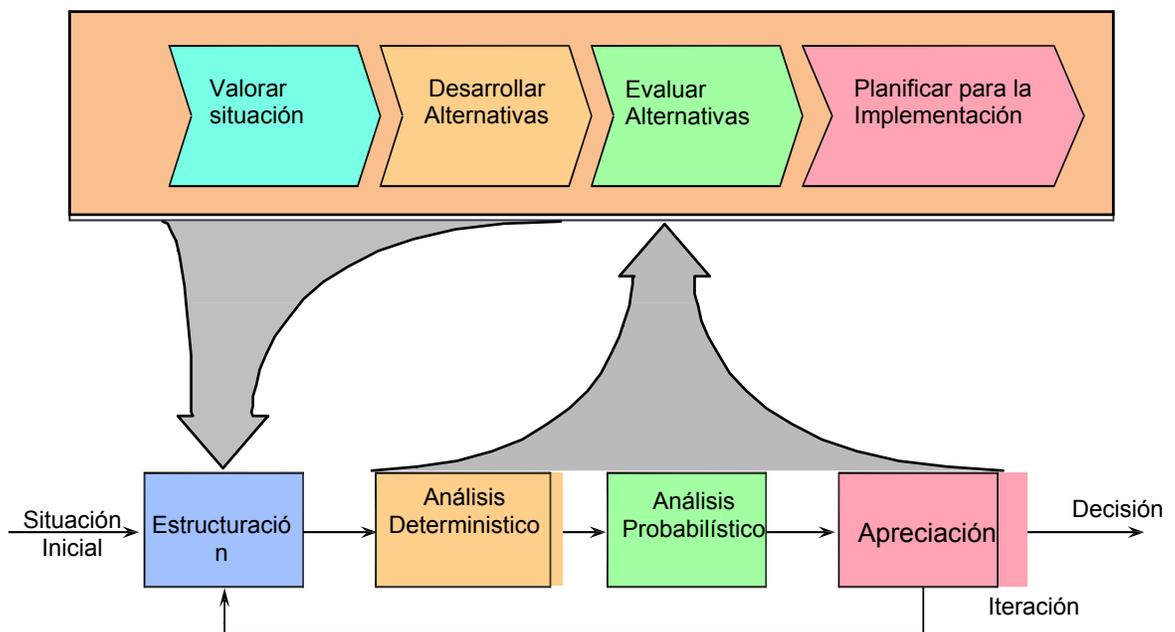
Con el apoyo de los expertos, se elabora la *tabla de generación de estrategias*, para identificar las opciones estratégicas disponibles para el decisor y con la *tabla de estrategias*, se definen las estrategias alternativas a evaluar. Además, las relaciones entre las variables (decisión e incertidumbre) son explicitadas con el *mapa de conocimiento* (diagrama de influencias). En esta parte, también se definen los rangos de las variables inciertas y la medida de valor para evaluar las estrategias.

Segundo paso: En esta etapa vamos a realizar la simulación que nos permita identificar las variables críticas. En la metodología utilizada esta etapa se le denomina **Análisis Determinístico**, es donde se elabora el modelo estructural, que refleja las interrelaciones cuantitativas de las variables de decisión e incertidumbre, para lo cual nos apoyamos en el software sensitivity.

Tercer paso: Una vez finalizada la etapa del Análisis Determinístico, continuamos con el **Análisis Probabilístico**, para lo cual utilizaremos el software supertree. En esta etapa se hace explícita la situación de incertidumbre generada por las variables críticas a través del modelo probabilístico. Ello permitirá identificar la mejor alternativa que genere el mayor valor esperado para los accionistas.

Cuarto paso: Finalmente, se completa el ciclo del Análisis de Decisiones Estratégicas, con la **Interpretación de Resultados**, determinándose el valor de la información, el valor del control perfecto y cuantificándose el valor añadido a la estrategia óptima. Además, se realiza la evaluación global de la calidad decisional del proceso seguido, lo cual se muestra en el siguiente gráfico:

Figura N° 3. 1: Flujo del proceso del Análisis de Decisiones Estratégicas



CAPITULO IV. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS A PROYECTOS AGROINDUSTRIAL

El objetivo del presente capítulo es presentar el estudio comparativo de la evaluación de proyectos de la forma tradicional con la incorporación del Análisis de Decisiones Estratégicas, con la finalidad de medir el aporte de la metodología en el desarrollo de futuros estudios agroindustriales cuyos productos sean de exportación.

4.1 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

La evaluación tradicional de un proyecto de inversión, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica financiera y social, de manera que resuelva una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos con que se cuenta, a la mejor alternativa.

En la actualidad una inversión inteligente requiere de un proyecto bien estructurado y evaluado, que indique la pauta a seguirse como la correcta asignación de recursos, igualar el valor adquisitivo de la moneda presente en la

moneda futura y estar seguros de que la inversión será realmente rentable, decidir el ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y tomar una decisión de aceptación o rechazo.

4.1.1 El Producto

Definición del producto

La tara, cuyo nombre científico es CAESALPINIA SPINOSA o CAESALPINIA TINCTORIA, es una especie forestal nativa originaria del Perú empleada desde la época pre-hispánica en diversas partes como la medicina folklórica o popular; la madera en la construcción de casas, fabricación de herramientas agrícolas y como combustible, se estima que el Perú es el principal productor de tara en el mundo aportando aproximadamente el 80% de la producción mundial de esta especie.

La tara posee un inmenso potencial médico, alimenticio e industrial basado en sus diversas propiedades naturales. Este potencial la define como una herramienta importante en la producción de hidrocoloides o gomas, taninos y ácido gálico, entre otros.

Usos de la tara en polvo

A continuación se detalla los usos y beneficios industriales y comerciales de la tara en polvo:

- **Curtido de cueros:** el polvo de tara es un excelente insumo de origen natural para esta industria, la industria de curtiembre tiene como objetivo la transformación de pieles animales en cuero. La harina o polvo de tara es de amplio uso industrial y comercial en la fabricación de prendas de vestir, marroquines, calzado, pieles, entre otros.

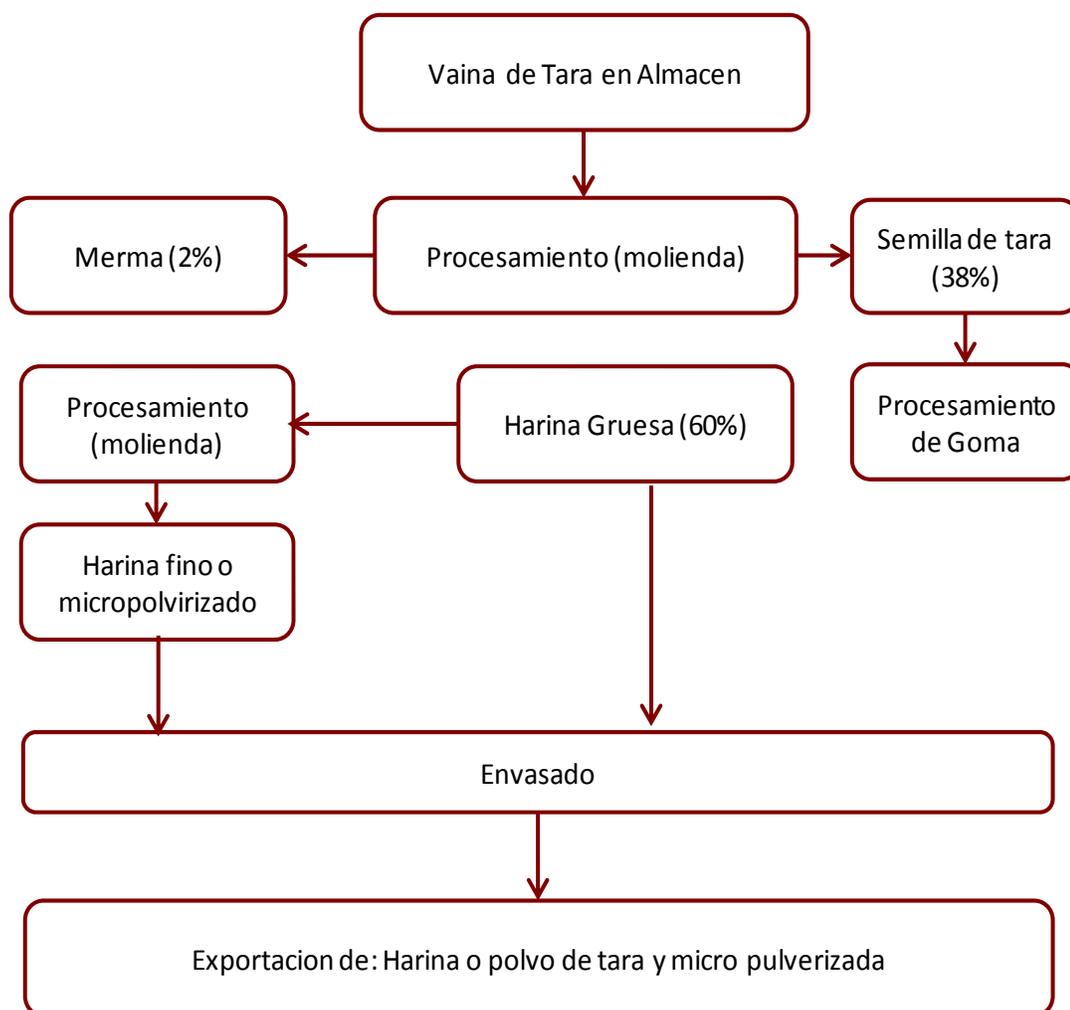
- **Clarificador de vinos:** los taninos contenidos en la tara cumplen un papel importante en el proceso de clarificación del vino y establecimiento del color.

- **Sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza:** el uso de taninos en la industria de la cerveza cumple su papel principal como clarificante. El tanino no interfiere con el sabor ni espumabilidad de la cerveza. De esta forma, interviene en la estabilidad proteica y organoléptica de la cerveza.

- **Industria farmacéutica y cosmética:** diversas investigaciones señalan las propiedades de los taninos como antioxidantes para prevenir de tipo cardiovascular.

En el primer nivel de transformación de la vaina, separada de las semillas, el primer producto obtenido es la tara en polvo, luego de un proceso de molienda o pulverización, obteniendo así un extraordinario producto de exportación utilizado como materia prima para obtener ácido tánico. A continuación mostramos el flujo de proceso de transformación de la tara en vaina:

Figura N° 4.1: Flujo del proceso transformación en harina o polvo de tara



Elaboración propia

4.1.2 Análisis y determinación de la demanda

Demanda histórica

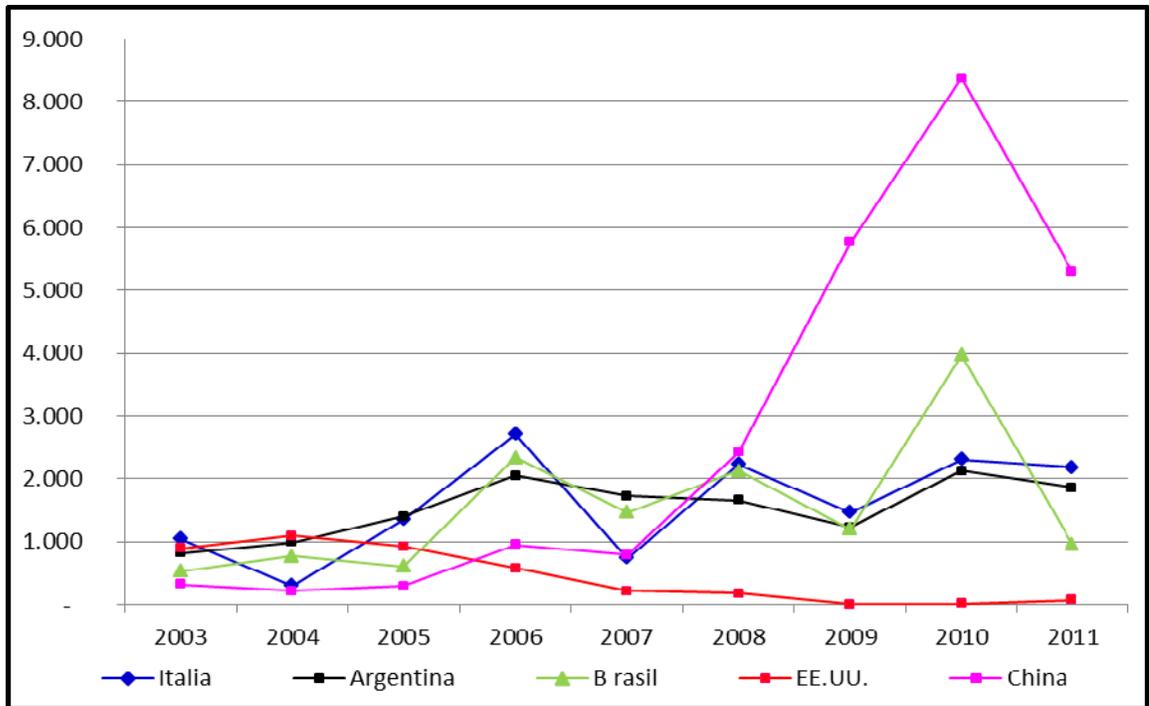
La exportación de la tara en polvo se realiza desde el año 1942, las exportaciones de este producto, en la última década se vienen incrementando sostenidamente. La demanda para el caso de estudio, se obtiene a partir de las exportaciones de tara en polvo del Perú hacia los países de China, Italia, Brasil, Argentina y los Estados Unidos. La demanda histórica se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla N° 4.1: Exportación de tara en polvo según país de destino en volumen (Expresado en Miles de KG)

Año/País destino	Italia	Argentina	Brasil	EE.UU.	China
2003	1.049	820	530	900	320
2004	308	987	768	1.098	214
2005	1.358	1.406	606	926	297
2006	2.707	2.052	2.342	584	957
2007	746	1.724	1.468	216	790
2008	2.237	1.661	2.132	184	2.426
2009	1.470	1.231	1.199	12	5.768
2010	2.312	2.132	3.972	21	8.373
2011	2.184	1.858	955	79	5.286
Total	14.370	13.871	13.973	4.021	24.432

Fuente: Prompex.
Elaboración propia

Figura N° 4.2: Exportación de tara en polvo en Miles de KG



Elaboracion propia

En la figura 4.2, se muestra que existe una tendencia positiva relativa hacia los mercados de Argentina e Italia en las exportaciones de tara en polvo desde el periodo 2003 – 2011.

La tasa de crecimiento en conjunto (Italia, Argentina, Brasil, Estados Unidos y China) del periodo de 2003 – 2010 fue de 21,2%. Sin embargo, las exportaciones de tara en polvo en el periodo 2010 al 2011 bajo en 38,4% debido a la coyuntura internacional de crisis que se ha está viviendo, esto acompañado a problemas de oferta exportable en el país.

Proyección de la demanda

Para cuantificar la cantidad de tara en polvo que demandan, primero, se ha calculado tasa de crecimiento del periodo 2003 – 2010 por país. Luego, se ha procedido la proyección de la demanda de tara en polvo para los periodos 2012 – 2021.

Tabla N° 4.2: Proyección de la demanda según país de destino en volumen (Expresado en Miles de KG)

Año/País destino	Italia	Argentina	Brasil	China
2012	2.394	2.059	1.028	7.506
2013	2.623	2.280	1.107	10.658
2014	2.875	2.526	1.192	15.132
2015	3.151	2.798	1.283	21.486
2016	3.454	3.100	1.381	30.508
2017	3.785	3.434	1.487	43.317
2018	4.149	3.804	1.601	61.505
2019	4.547	4.214	1.724	87.330
2020	4.984	4.668	1.856	123.998
2021	5.462	5.171	1.998	176.062

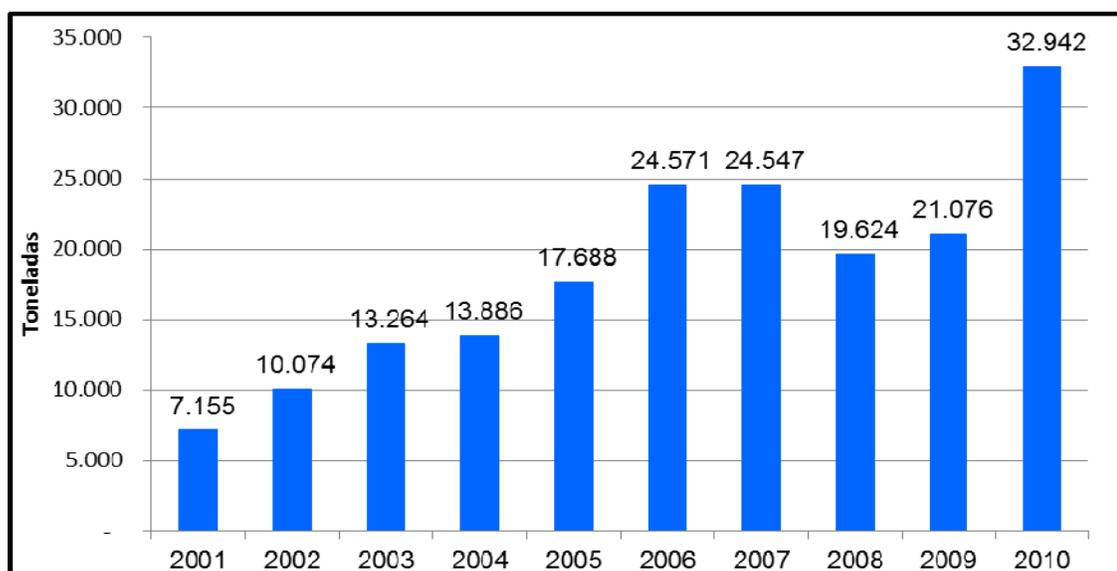
Fuente: Prompex.
Elaboración propia

4.1.3 Análisis y Determinación de la Oferta

Producción de tara en vaina a nivel nacional

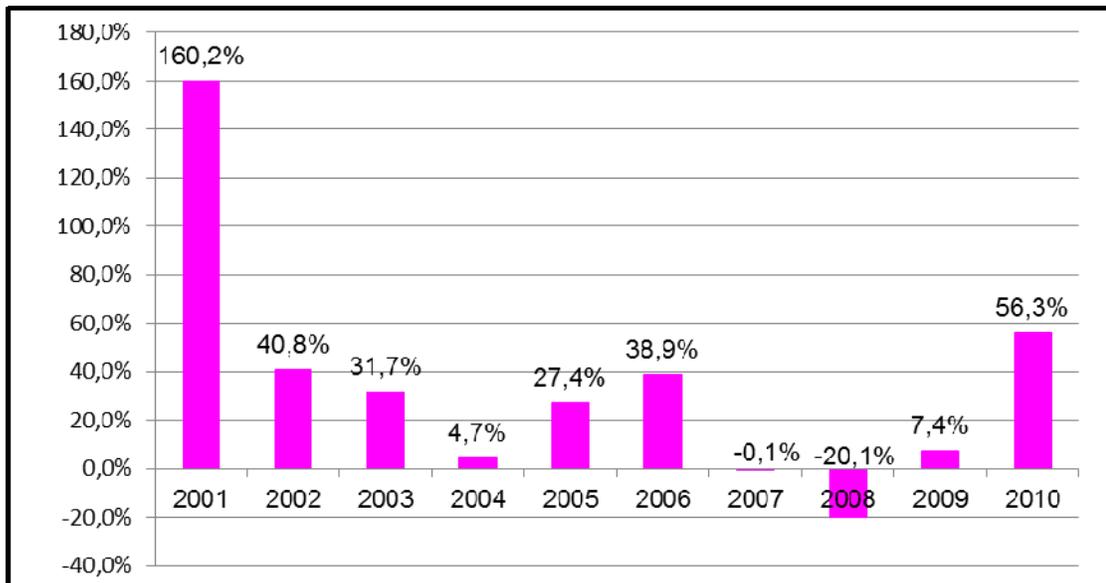
El Perú es el principal productor y exportador de polvo y goma de tara, pues registra el 80% de la producción mundial aproximadamente; como se puede observar en la figura 4.3 y 4.4, la producción de tara en vaina, según las estadísticas obtenidas a través del Perú Forestal en números, muestra que el crecimiento de la producción ha evidenciado tasas considerablemente altas desde el año 2001 – 2006. Sin embargo, la tasa de crecimiento entre los periodo 2007 y 2008 fueron negativos del orden de 0,1% y 20,1% respectivamente.

Figura N° 4.3: Distribución de la Producción Anual a nivel Nacional de Tara en Vaina



Elaboración propia

Figura N° 4.4: Distribución de la Tasa de Crecimiento Anual de la Producción Nacional de Tara



Elaboración propia

Proyección de la producción de tara en vaina y la tara en polvo

En base a la información histórica existente del Perú forestal en Números, la producción de tara en vaina es de 475 TM en el año 2009 y en el año 2010 ascendía a 576 TM, con esta información se ha determinado la tasa de crecimiento de la producción de tara en vaina (21%), utilizando esta información se ha proyectado producción futura esperada para los periodos establecidos de horizonte de evaluación del proyecto.

Tabla N° 4.3: Proyección de la producción de tara en vaina

Año	Tara en Vaina/TM
2012	844

Año	Tara en Vaina/TM
2013	1.023
2014	1.239
2015	1.500
2016	1.817
2017	2.200
2018	2.665
2019	3.227
2020	3.908
2021	4.733

Elaboración propia

Por otro lado, en base a la proyección de la producción de la tara en vaina para los periodos de 2012 - 2021, se ha determinado el producto transformado, es decir, tara en polvo, este cálculo se ha obtenido usando el factor conversión (porcentaje de concentración de taninos)

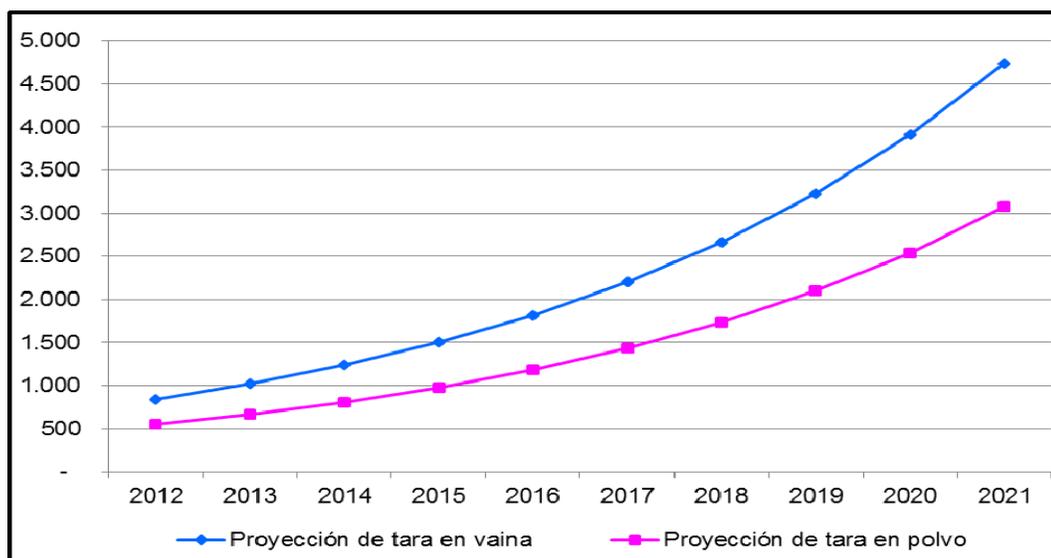
Tabla N° 4.4: Proyección de oferta de tara en polvo

Año	Tara en Polvo/TM
2012	507
2013	614
2014	743
2015	900
2016	1.090
2017	1.320
2018	1.599
2019	1.936
2020	2.345
2021	2.840

Elaboración propia

En la figura 4.5 presenta la proyección de la oferta exportable durante el horizonte temporal del proyecto, este grafico muestra que existe una tendencia positiva para la exportación de tara en polvo.

Figura N° 4.5: Proyección de tara en vaina y polvo

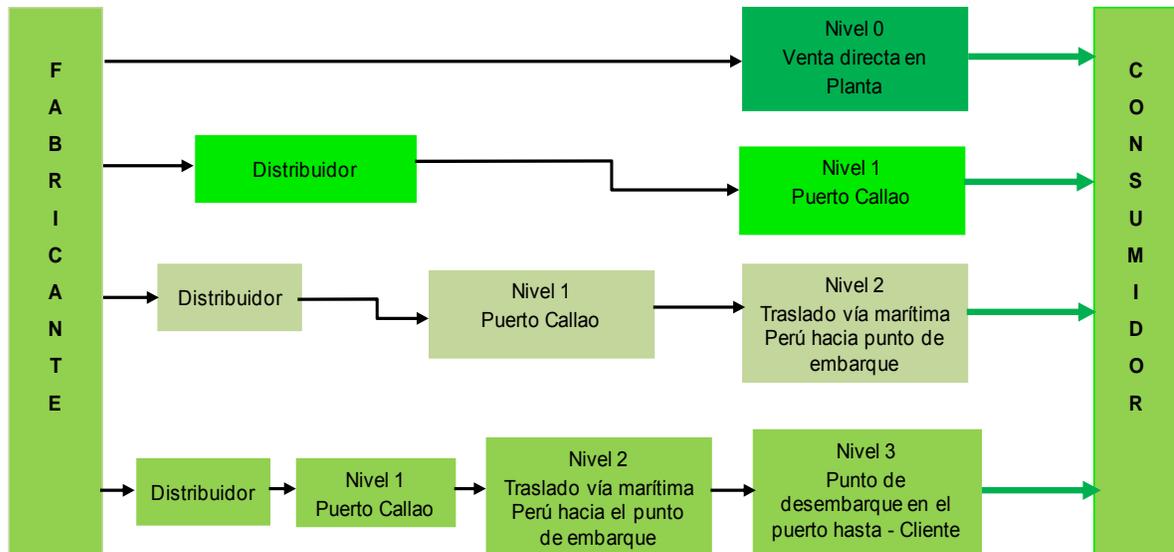


Elaboración propia

Canales de distribución

Para el presente proyecto los canales de distribución de la tara en polvo, se realizarán a través de la estrategia de distribución selectiva; donde el fabricante utiliza los canales de nivel cero, uno, dos y tres, pero no necesariamente a todos los intermediarios que desean distribuir sino dependiendo de las condiciones. A continuación pasamos a mostrar en grafico 4.6 la estructura de los canales de distribución:

Figura N° 4.6: Canales de distribución



Elaboración propia

Precios

En la tabla 4.5, se puede apreciar la evolución de precios mensuales del departamento de Amazonas. Además, se muestra según importancia relativa en la explotación de este bien.

Tabla N° 4.5: Precios mensuales de Tara en Vaina

Año	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Promedios
2006	1,50	1,61	1,66	1,76	0,00	0,00	1,67	1,65	1,81	1,67
2007	1,95	1,87	1,99	2,14	0,00	0,00	2,00	2,00	2,01	1,99
2008	1,80	2,95	2,94	3,00	3,11	3,00	3,20	0,00	0,00	2,86
Promedio										2,17

Fuente: Malaga – Webb & Asociados
Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 4.5 y la figura 4.7, se aprecia la evolución de precios de exportación a los países de Italia, Argentina, Brasil y China. En estos países, los precios presentaron un incremento acentuado entre los periodos 2003 - 2008. Luego, en el año 2009, se vio reflejada la disminución de la demanda de tara en polvo, debido a la crisis internacional. Sin embargo, los precios de tara en polvo en los periodos 2010 – 2011 se ha venido recuperando sostenidamente.

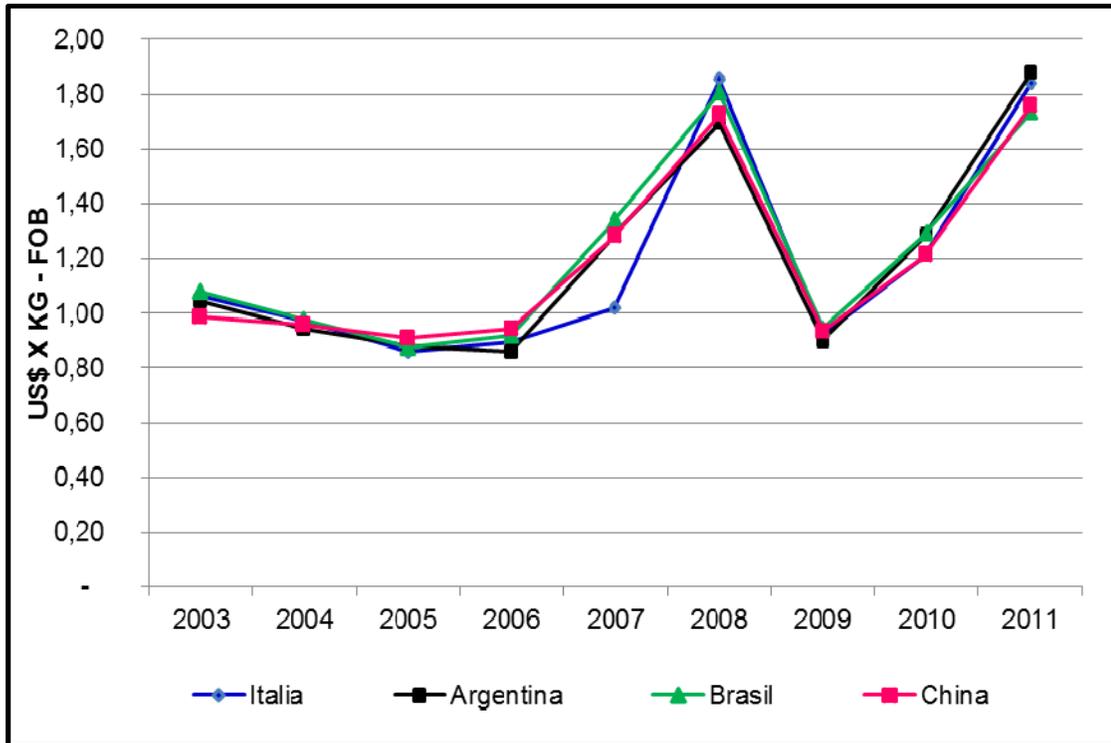
La tasa de crecimiento del periodo 2003 – 2011 más alto fue de 7,6% que corresponde al país de Argentina, seguido por el mercado Chino, que asciende 7,5% y la tasa de crecimiento más bajo corresponde al mercado Brasileiro, que alcanzo a un 6,1%.

**Tabla N° 4.6: Precios Anuales de Tara en Polvo
(Expresados en US\$ X KG-FOB)**

Año	Italia	Argentina	Brasil	China
2003	1,07	1,04	1,08	0,99
2004	0,97	0,94	0,98	0,96
2005	0,86	0,88	0,87	0,91
2006	0,89	0,86	0,92	0,94
2007	1,02	1,29	1,34	1,28
2008	1,85	1,69	1,81	1,72
2009	0,92	0,90	0,94	0,93
2010	1,21	1,29	1,29	1,21
2011	1,84	1,88	1,74	1,76

Fuente: Prompex.
Elaboración propia

**Figura N° 4.7: Precios Anuales de Tara en Polvo
(Expresados en US\$ X KG-FOB)**



Elaboración propia

4.1.4 Evaluación de Proyectos

La evaluación de proyectos, se ha transformado en un instrumento prioritario, entre los agentes económicos que participan en la asignación de recursos, para implementar iniciativas de inversión; esta técnica, debe ser tomada como una posibilidad de proporcionar más información a quien debe decidir, así será posible rechazar un proyecto no rentable y aceptar uno rentable. La realización de proyectos de inversión es importante para el trabajo multidisciplinario de

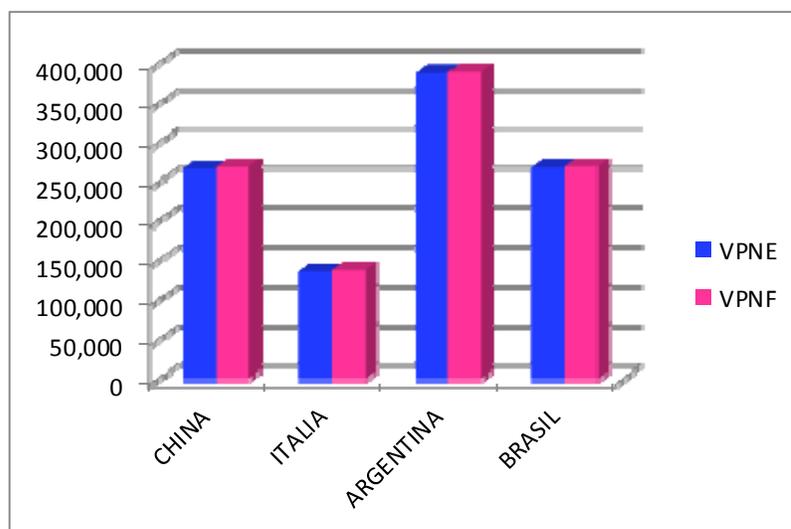
proyectistas, con el objeto de introducir una nueva iniciativa de inversión, y elevar las posibilidades del éxito.

Tabla N° 4.7: Comparativa de los resultados

ALTERN MEDICION	CHINA	ITALIA	ARGENTINA	BRASIL
VPNE	266,631	135,689	387,832	268,023
VPNF	268,965	137,075	388,793	269,405
TIRE	26%	20%	30%	26%
TIRF	32%	22%	32%	29%

Elaboración propia

Figura N° 4.8: Comparativa VPNE y VPNF de las cuatro alternativas

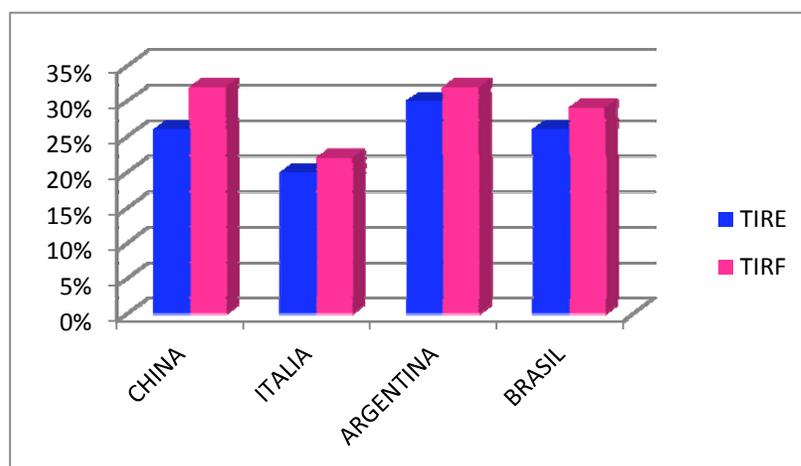


Elaboración propia

La inversión que se toma sobre la base de la influencia de las decisiones de inversión, puede minimizar costos, tener precios más accesibles, nuevas fuentes

de trabajo, luego de la corta introducción de la evaluación de proyecto tradicional, pasamos al desarrollo del presente ítem, en el cual vamos a tomar en cuenta que la instalación es nueva, no es una Planta que ya está operando a la cual se le puede optimizar, asumimos un beneficio cero para esta situación del Proyecto y evaluamos las 4 alternativas de identificadas:

Figura N° 4.9: Comparativa TIRE y TIRF de las cuatro alternativas (Expresados en tasa porcentual)



Elaboración propia

En el presente proyecto se han evaluado cuatro (04) alternativas: Todas de ellas comprendían la producción de la Tara en Polvo en el departamento de Amazonas, diferenciándose cada una de ellas en la distribución al mercado objetivo de comercialización. Dentro de las cuales la que mostro mayor viabilidad es la alternativa tres, la cual se encargara de exportar la tara en polvo hacia Argentina.

Luego en la forma tradicional se realiza un análisis de sensibilidad, el cual tiene “**por finalidad**” mitigar la incertidumbre- disminuir el riesgo, para lo cual se realizan diferentes supuestos subjetivos, que no merecen la utilización de metodologías científicas que lo sustenten, como el que se muestra a continuación: Una posibilidad que puede ocurrir en los tres primeros años es que no se complete de producir al 100 %, suponemos que se produce 50% de lo proyectado inicialmente. Otra posibilidad es que los costos de plantación sean mayores por cuestiones climáticas o de organización que lleve a elevar la Inversión en un 10%. De igual manera, que los costos de mantenimiento sean un 20% más de lo previsto.

Es decir tratamos de plantear diferentes supuestos que utilizamos para medir el riesgo, castigando de alguna manera las variables críticas que afecten directamente en el resultado de nuestra evaluación, lo cual no siempre es acertada, es por eso que en ítem 4.2 pasamos a incluir una metodología que nos facilitara la toma de decisiones estratégicas en entornos complejos, dinámicos e inciertos, esta metodología es la del Análisis de Decisiones Estratégicas, la cual sigue un proceso cíclico, a través del cual se va logrando una aproximación cada vez más cercana al problema de decisión, brindándonos mayor certidumbre a la hora de obtener nuestro resultado.

4.2 EVALUACIÓN DE PROYECTO CON ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS CASO AMAZONAS

En el presente subcapítulo se va a exponer la presentación de la inclusión del Análisis de Decisiones Estratégicas en la evaluación de proyectos, lo cual se desarrollara en las cuatro etapas que mencionamos en el ítem 3.6 procesamiento de la información en el departamento de Amazonas.

4.2.1 Estructuración

En la primera fase, se definir y delimitar el marco³⁸ apropiado que garantice la resolución del problema correcto, de la manera correcta, con los recursos correctos y no se esté resolviendo en forma óptima el problema equivocado (error de tipo III³⁹) de un proyecto de inversión de tara en polvo.

Listado de cuestiones del proyecto tara en polvo: El listado de cuestiones⁴⁰ del proyecto tara en polvo, ha permitido identificar los factores con los cuales se trabaja en el problema de decisiones. Asimismo, el listado de cuestiones, se

³⁸ Russo y Schoemaker (1989) define el marco como “las estructuras mentales que la gente crea para simplificar y organizar el mundo”

³⁹ En la estadística inferencial se habla de error de tipo I al rechazar una hipótesis verdadera y error de tipo II, al aceptar una hipótesis falsa. En el análisis de decisiones se habla del error de tipo III: resolver el problema equivocado. La historia está llena de errores de tipo III

⁴⁰ Para lograr una perspectiva consciente, explícita y no sesgada se usa un “*listado de cuestiones*”, que tienen 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 (los ingenieros escucharán las preocupaciones de los de marketing, los financistas los asuntos de producción, etc.) y desarrollar un sentimiento de propiedad del problema a tratarse en el grupo.

puede clasificar en *variables de decisión e incertidumbre*. Luego de haber realizado las consultas a los expertos, se consideraron las siguientes variables en el análisis.

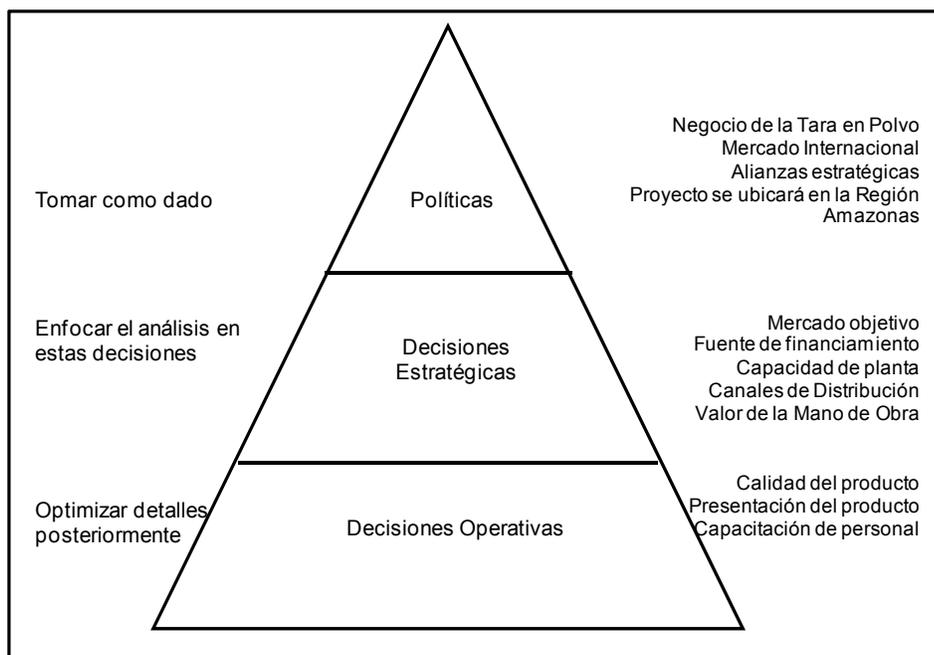
Variables de decisión: Las variables de decisión son las que están bajo el control del decisor y están conformados por cinco variables de decisión: Mercado Objetivo, Fuente de Financiamiento, Capacidad de Planta, Canales de Distribución y Valor de la Mano de Obra.

Variables de incertidumbre: Las variables de incertidumbre son las que están determinadas por el medio ambiente del problema en cuestión y quedan fuera del control del decisor: Precio de tara en polvo Mercado Inicial, Crecimiento de Mercado, Tamaño de Mercado Máximo, Participación de Mercado Inicial, Crecimiento de la Participación de Mercado, Costo Unitario de Tara en Polvo, Compra de Insumos Inicial, Costo Unitario de Insumo, Costo Unitario de Transporte, Producción Departamental de Taya, Inversión Inicial, Costo Unitario de Energía Eléctrica y Gastos de Ventas.

Alcance del estudio: En la figura 4.10, se aprecia Jerarquía Decisional. En la parte superior de la jerarquía decisional se encuentran las decisiones ya tomadas en la cual no hay discusión alguna. Es decir son decisiones que se toman como dadas y se designan como “políticas”. En la parte inferior están las decisiones

tácticas u operativas, las que serán asumidas en la puesta en marcha del proyecto. En el centro se encuentran las Decisiones Estratégica, las decisiones estratégicas son decisiones para establecer la dirección del proyecto; estas decisiones generan valor en el largo plazo, puesto que representan decisiones únicas establecidas por el gerente del proyecto.

Figura N° 4.10: Jerarquía decisional para la determinación de las estrategias del proyecto tara en polvo.



Elaboración Propia

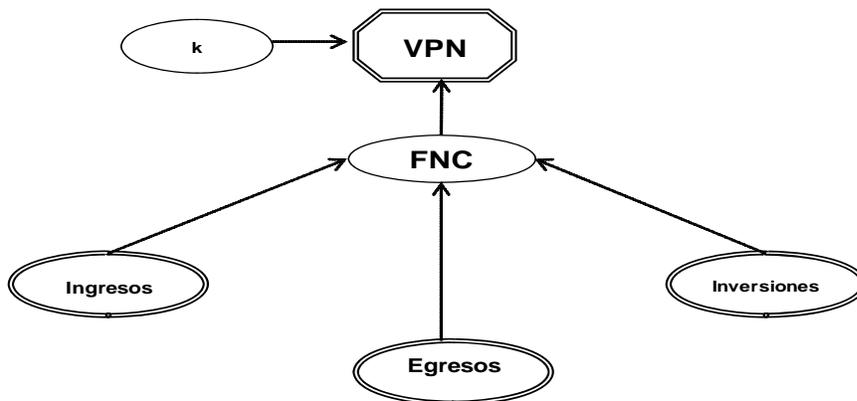
Generación de estrategias alternativas: La tabla de generación de estrategias alternativas (ver tabla 4.8) con la participación de los decisores y los expertos establecieron diversas opciones estratégicas para cada uno de las decisiones estratégicas.

Tabla N° 4.8: Definición de Estrategias alternativas Proyecto de inversión de tara en polvo.

Estrategias Alternativas	Decisiones Estratégicas Claves				
	Valor de la Mano de Obra (S/.)	Capacidad de Planta Inicial	Fuente de Financiamiento	Mercado Objetivo	Canales de de Distribución
Mercado Chino	38	1100	Terceros 50% Propio 50%	Mercado Chino	El canal de un Nivel
Mercado Italiano	35	1000	Terceros 30% Propio 70%	Mercado Italia	El Canal de un Nivel
Mercado Argentino	40	1152	Terceros 20% Propio 80%	Mercado Argentina	Canal de Nivel 0
Mercado Brasileño	35	1084	Terceros 30% Propio 70%	Mercado Brasil	Canal de Nivel 0

Elaboración propia

Figura N° 4.11: Diagrama de Influencias simplificado para el proyecto de inversión de tara en polvo



Elaboración propia

Diagrama de influencias: En la figura 4.11, se puede apreciar el Diagrama de Influencias simplificado. Se muestra en primer lugar que la medida de valor de mayor interés es el Valor Presente Neto (VPN), que es el resultado final de las diferentes estrategias a evaluar y se calcula a partir del Flujo de Caja Neto, descontado dichos flujos, por un número (menor que uno) llamado factor de

descuento⁴¹ “k” el cual refleja las preferencias respecto al tiempo del agente decisor. A su vez, nótese que el Flujo de Caja Neto depende de los Ingresos y Egresos futuros.

Medida de valor: *Preferencia con respecto al Tiempo:* Como medida de valor, se ha utilizado el valor actual neto⁴², con el fin de evaluar el valor generado por cada estrategia alternativa. Para la presente investigación se utilizó una tasa de descuento del 14%, libre de riesgo. Por otro lado, *Preferencia con respecto al Riesgo:* En el Análisis Probabilístico se cuantifica las incertidumbres, usando probabilidades, que son las generadoras de riesgo y se evalúa su preferencia con respecto al riesgo, porque éste enfrenta la elección entre estrategias alternativas bajo condiciones de incertidumbre.

4.2.2 Análisis Determinístico

El objetivo del Análisis Determinístico es identificar cuáles son las variables cruciales en la creación de valor⁴³ y que generan riesgo en un Proyecto de

⁴¹ O Tasa de descuento, que hace que los ingresos y los pagos futuros sean equivalentes a los actuales. El factor de descuento es menor cuanto más tiempo se tarda en obtener beneficio. Más detalles en Stiglitz (2002)

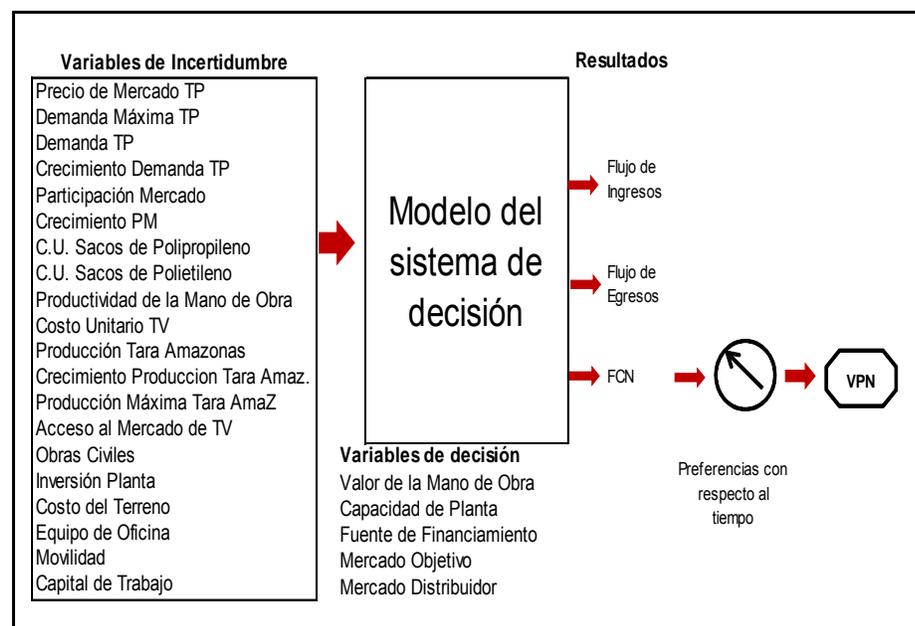
⁴² Este único número en el ámbito de Análisis de Decisiones Estratégicas se conoce como Equivalencia Presente, significa que el decisor es indiferente entre recibir hoy una cantidad de dinero o esperar.

⁴³ El concepto de valor es específico a cada problema de decisiones. Sin embargo, debemos recordar que si tomamos una decisión es para lograr algo que valoramos, ya sea a nivel organizacional o personal.

Inversión de Tara en Polvo. Dado los elementos del análisis determinístico⁴⁴, se ha procedido a seleccionar las variables del sistema, clasificándolas en variables de decisión y variables aleatorias o incertidumbres.

En la Figura 4.12, se aprecia esquemáticamente el modelo determinístico; en ella se observa como ingresan las diversas variables fuente de incertidumbre y de decisión (inputs) en el modelo estructural, las cuales intervienen específicamente en la evaluación de estrategias alternativas propuestas. Dicha valoración de resultados se expresará a través del valor actual neto (output).

Figura N° 4.12: Modelo Esquemático de Decisiones de un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo



Elaboración propia

⁴⁴ Modelaje: Seleccionar las variables del sistema, crear el modelo estructural, crear el modelo de valores y crear el modelo de preferencias con respecto al tiempo. Análisis, medir la sensibilidad de las variables del sistema.

Rango de incertidumbre para las variables del modelo: En la tabla 4.8 se aprecia los respectivos rangos de incertidumbre para la estrategia 1: “Mercado Chino”. Es decir, para un *valor bajo*, que para experto existe un 10% de probabilidad de que el precio de mercado sea menor o igual a 4.9 S/. /kg; y un *alto*, el noveno decil, de modo que existe 10% de probabilidad de que sea mayor a 5.10 S/. /kg. Por otro lado, el caso *base*, existe una probabilidad de 50% de que el 5.0 S/. /kg del precio de mercado esté por encima de la media, y también una probabilidad de 0.5 de que esté debajo de ella. Por lo tanto, el rango de 4.9 a 5.10 S/. /kg. Esta capturando el 80% de la incertidumbre de dicha variable. De manera análoga se explica el resto de variables de la tabla 4.9.

Tabla N° 4.9: Rango de incertidumbres para las variables del modelo de la Estrategia 1 "Mercado Chino"

Variables de Incertidumbre	Unidad de Medida	Bajo (1er. Decil)	Base (5to. Decil)	Alto (9no. Decil)
Precio de Mercado de Tara en Polvo	Kg	4.90	5.00	5.10
Demanda Máxima de Tara en Polvo	Kg	28,508,000	30,508,000	32,508,000
Demanda de Tara en Polvo	Kg	3,506,000	4,506,000	5,506,000
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
Capital de Trabajo	S/.	98,376.00	99,376.00	101,192.00

Elaboración propia

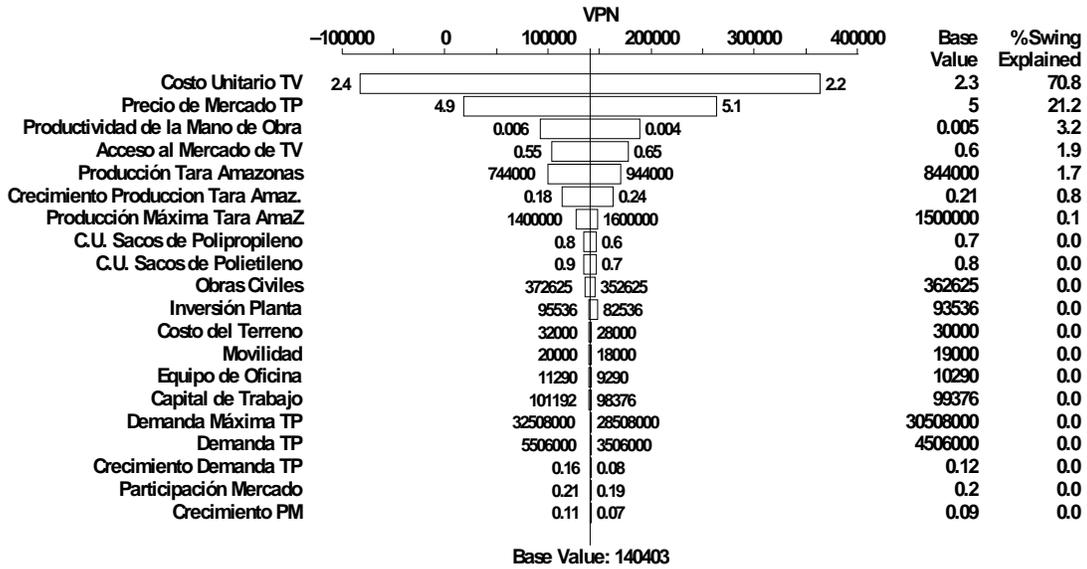
Comparativa de los resultados de los flujos de caja de las cuatro estrategias:

El VAN de la Estrategia 3 “Mercado Argentino” resultó S/ 387,324, el cual es mayor al correspondiente a la Estrategia 1 “Mercado Chino” que arrojó un VAN de S/ 140,403. Mientras que el VAN de la Estrategia 2 “Mercado Italia” y el de la Estrategia 4 “Mercado Brasileño” obtuvieron S/ 133,534 y S/ 74,806 respectivamente (mayores detalles sobre hoja de cálculo en el anexo 1y 2).

Como podemos observar que la Estrategia 3 proporciona el mayor VAN, no significa que sea la estrategia óptima, porque en esta parte Análisis Determinístico del ciclo del Análisis de Decisiones, aún no se han reconocido las incertidumbres críticas, que podrían destruir valor para el inversionista. Inclusive, aun no se han hecho explícitas las preferencias del decisor frente al riesgo, lo que será presentado en el siguiente acápite: Análisis Probabilístico.

Análisis de sensibilidad determinístico de las cuatro estrategias alternativas e identificación de las variables críticas: Esta etapa resulta muy útil para identificar cuáles son las variables cruciales en la creación del valor y generación de riesgo, además se ha establecido tres valores para cada variable fuente de incertidumbre: uno para el caso base (mediana); y otro bajo, (que representa aproximadamente el décimo percentil) y uno alto de noventa percentil. A continuación se muestra los resultados:(mayores detalles sobre diagrama de Tornado ver anexo 3)

Figura N° 4.13: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 1 “Mercado Chino”



Elaboración propia

En la figura 4.13 se muestra los resultados del análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las variables fuente de incertidumbre. Se puede notar claramente que la variable con mayor influencia sobre el Valor Presente Neto es el Costo unitario de la tara en vaina, su incertidumbre merece una atención especial y deberá ser modelada como una variable aleatoria en el análisis probabilístico del problema. Las cuatro siguientes variables con mayor efecto en el Valor Presente Neto son el Precio de Mercado de la tara en polvo, productividad de mano de obra, acceso al mercado de tara en vaina y producción de tara en Amazonas, lo cual será incluida como una variable aleatoria en el árbol de decisiones

Tabla N° 4.10: Resumen de las cuatro Estrategias

DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA			
	Mercado Chino	Mercado Italia	Mercado Argentino	Mercado Brasileño
1. Costo unitario TV	1)70.8%	1)62.9%	1)48%	1)64.9%
2. Precio de Mercado TP	2)21.2%	2)31.8%	2)22.5%	3.1%
3. Acceso al mercado de TV	1.9%	2.3%	3)15.4%	1.7%
4. Producción tara en Amazonas	1.7%	0.0%	8.6%	2)16.5%
5. Crecimiento producción tara en A.	0.8%	0.2%	2.9%	3.1%
6. Productividad de mano de obra	3)3.2%	3)2.4%	2.4%	3)10.1%
7. Producción máxima Tara en A.	0.1%	0.2%	0.1%	0.1%
TOTAL	99.70%	99.80%	99.90%	99.50%

Elaboración propia

El análisis de la sensibilidad determinística indica que existen tres variables cruciales en cada una de las estrategias alternativas, de las cuales el costo unitario de tara en vaina son comunes en las cuatro estrategias y precio de mercado de tara en polvo son comunes en las estrategias de Mercado Chino, Italia y Argentina, en cambio, en la estrategia mercado Brasileño segunda variable crucial producción de tara en la Región Amazonas, seguido por la productividad de la mano de obra.

Cabe señalar que las variables cruciales (costo unitario de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y acceso al mercado de tara en la Región Amazonas), en su conjunto explican más del 90% de la incertidumbre en cada una de las estrategias.

4.2.3 Análisis Probabilístico

El objetivo principal de la fase probabilística es considerar en forma explícita la incertidumbre en el análisis de los problemas de decisión. Esto se logra al asignar probabilidades a las incertidumbres cruciales identificadas en el análisis de sensibilidad de la fase determinístico desarrollado en el acápite anterior.

Solución del árbol de decisiones del proyecto tara en polvo: Tiene cuatro opciones: dos alternativas con riesgo (las estrategias agresivas), con un VPN esperado de S/. 238,110 y 185,951; dos sin riesgo pero con VE bajos (S/. 162,549 y S/.147, 661). Dado que el agente decisor está dispuesto a utilizar el valor esperado como criterio de decisión, la información disponible indica que debe decidir llevar a cabo la estrategia 3 (mercado Argentino). La figura 4.14 indica esta elección.

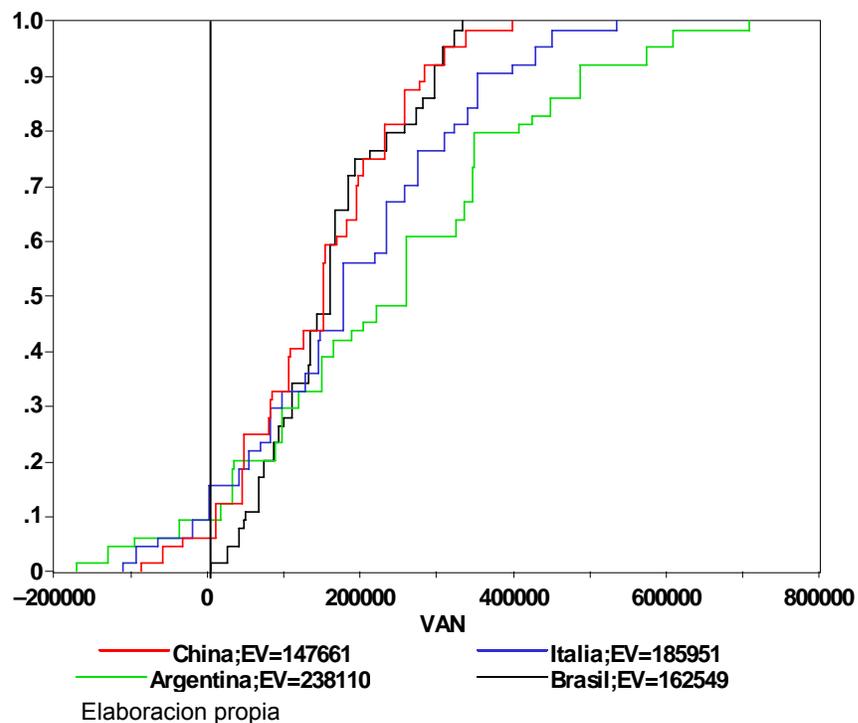
Figura N° 4.14: Elección de la estrategia preferida usando el criterio del valor esperado.

E s t r	E x p V a l
C h i n a	1 4 7 6 6 1
I t a l i a	1 8 5 9 5 1
> A r g e n t i n a	2 3 8 1 1 0
B r a s i l	1 6 2 5 4 9

Elaboración propia

Perfiles de riesgo / rentabilidad de cada estrategia: Los perfiles de rentabilidad/riesgo de las cuatro estrategias alternativas se muestran en la figura 4.15, este permite observar que la estrategia 3 (mercado Argentino) tiene la mayor rentabilidad (VPN esperado, VE), pero también tiene la mayor incertidumbre y mayor riesgo – tiene una probabilidad del 9% de destrozarse valor (obtiene un VPN negativo) -. La estrategia 2 (mercado Italia) tiene un menor VPN esperado, pero también menor incertidumbre y riesgo – 8% de probabilidad de obtener un VPN negativo.

Figura N° 4.15: Distribución de probabilidades acumuladas del VPN para las estrategias alternativas del proyecto de tara en polvo



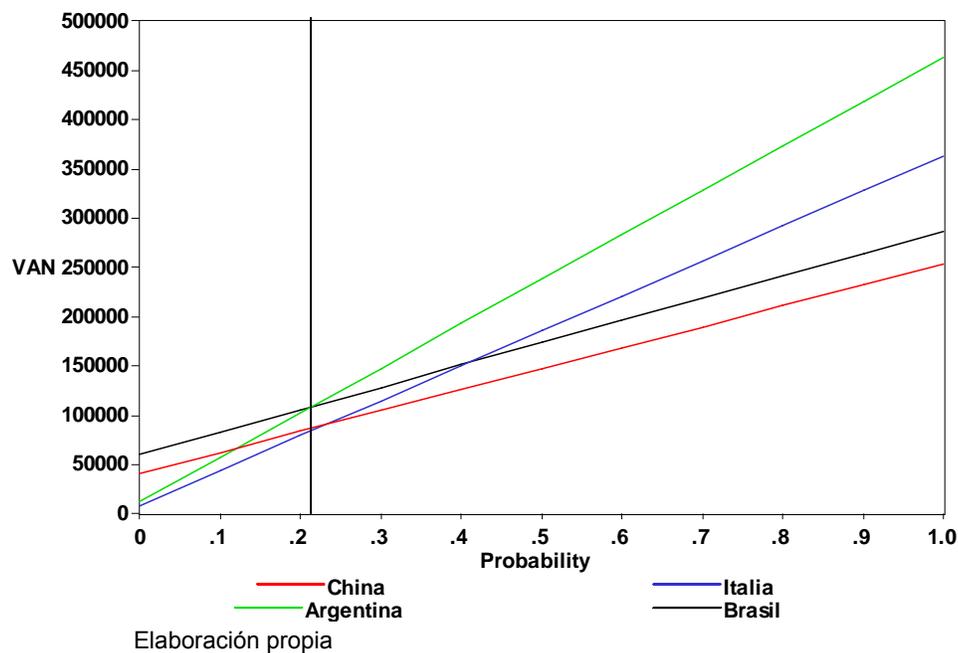
La figura 4.15, permite también observar que no existe dominación estocástica entre estas estrategias, pues para valores de VPN menores a S/. 200,000, la alternativa mercado Italiano tiene un mayor probabilidad de producir un VPN en exceso de este valor que la de la alternativa mercado Argentino. Mientras que para valores mayores o iguales a S/. 200,000, la alternativa mercado Italiano tiene una menor probabilidad de producir un VPN en exceso de ese valor que la de la alternativa mercado Argentino. Las estrategias 1 (mercado Chino) y 4 (mercado Brasileño) tienen un nivel de incertidumbre menor y ningún riesgo, pero también poseen poca probabilidad de lograr un VPN alto.

Análisis de sensibilidad probabilístico respecto al costo de la tara en vaina:

La figura 4.16, muestra en el eje horizontal, la probabilidad de que el costo unitario de la tara en vaina alcance su valor bajo, variando dicha probabilidad desde cero a uno. En el eje vertical, se tiene el VAN esperado para las cuatro estrategias alternativas. Asimismo, indica el resultado del análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al costo unitario de tara en vaina. Cuando la probabilidad del costo unitario de tara en vaina sea mayor que el 21%, el valor esperado de la estrategia óptima es mayor que el valor esperado de las otras estrategias; es decir la decisión original no varía. En cambio, cuando la probabilidad del costo unitario de tara en vaina sea menor que 21%, el valor esperado de la estrategia óptima es menor que el valor esperado de la estrategia mercado brasileño, y, por tanto la decisión óptima varía.

Perfiles de riesgo condicionales en el modelo probabilístico para la estrategia óptima: Para conocer la variabilidad que introduce cada variable crítica en el VAN generado por la Estrategia óptima, podemos utilizar los perfiles de riesgo condicionales, así como también nos mostraran la probabilidad de destruir valor.

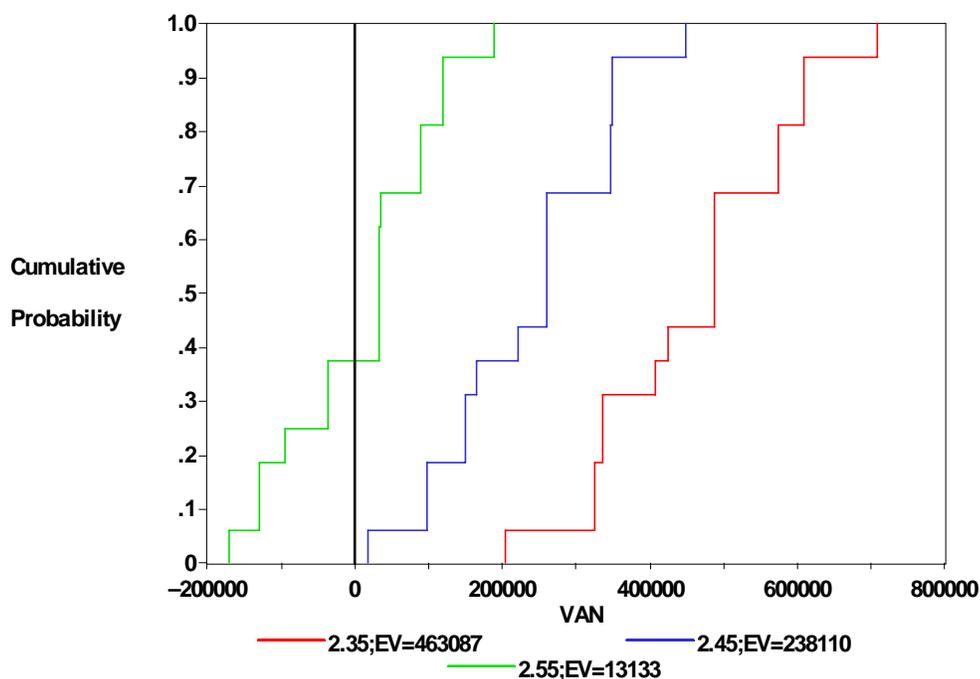
Figura N° 4.16: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al Costo unitario de tara en vaina.



Perfil de riesgo condicional al costo unitario de la tara en vaina: Se observa en la figura 4.17, que el VAN esperado del Proyecto Tara en Polvo condicionado al costo unitario de la tara en vaina, para la estrategia óptima, varía desde S/ 131,33 hasta S/. 463,087, lo que implica una variabilidad de S/ 449,954.

Se desea establecer las distribuciones condicionales a los diferentes niveles del costo unitario de tara en vaina; esto es S/. 2.35, S/. 2.45 y S/. 2.55. Estas distribuciones condicionales son representadas en la figura 4.17 y muestra una variación en el VPN esperado para la estrategia optima, desde S/. 131,33 hasta S/. 463,087, dependiendo del costo unitario de tara en vaina que se obtenga. Es decir, el perfil de rentabilidad/riesgo es sensible al costo unitario de tara en vaina. A medida que disminuye este costo unitario, el VPN esperado aumenta de S/. 131,33 a S/. 463,087 (ver anexo 5 otras variables criticas)

Figura N° 4.17: Distribución de probabilidades condicionales al costo unitario de tara en vaina en Amazonas



Elaboración propia

En la tabla 4.11, se muestra los resultados del análisis de sensibilidad estocástica para cada una de las variables cruciales en la estrategia preferida (mercado Argentino). La penúltima columna enseña el cambio en el VPN esperado, que está dado por el valor absoluto de la diferencia entre el VPN 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.

Tabla N° 4.11: Resumen de Análisis de Sensibilidad Estocástico

Variabilidad	Sensibilidad VPN Esperado			Probabilidad de Pérdida
	Bajo	Alto	Cambio	
Costo Unitario de Tara en Vaina	463,087	13,133	449,954	38%
Precio de Mercado de Tara en Polvo	96,547	342,744	246,197	25%
Acceso al Mercado de Tara en Vaina	136,092	330,412	194,320	17%

Elaboración Propia

De las distribuciones de probabilidad condicionales y los VPN esperados se concluye que todas las variables son cruciales, pues los VPN varían fuertemente dependiendo de los valores particulares que tomen estas variables.

Además, se concluye que el costo unitario de tara en vaina (materia prima crítica) produce la mayor variación en el VPN esperado, y tiene el mayor potencial para generar pérdidas.

4.2.4 Interpretación de Resultados

En el presente acápite se interpretan los resultados obtenidos, considerando que una de las características más valiosas del Análisis de Decisiones Estratégicas es su habilidad para determinar el valor económico de eliminar parcial o totalmente una incertidumbre antes de tomar una decisión. Este resultado se obtiene calculando el valor de la información perfecta y el control de la información.

Valor de la información perfecta: El valor de la información perfecta, permite, si el valor 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 esta es alto, podría ser rentable dedicar algún esfuerzo a poner en marcha programas para mejorar la información. Se utilizó la siguiente expresión: $VEIP = VECIP - VESIP$ ⁴⁵

Valor de la información perfecta para la variable “Costo unitario de tara en vaina”: Poniendo el nodo de azar (costo unitario de tara en vaina) al comienzo del árbol de decisiones significa preguntar: “¿Cuál es el valor esperado o equivalencia cierta de la decisión, si fuera posible elegir el curso de acción después de saber el

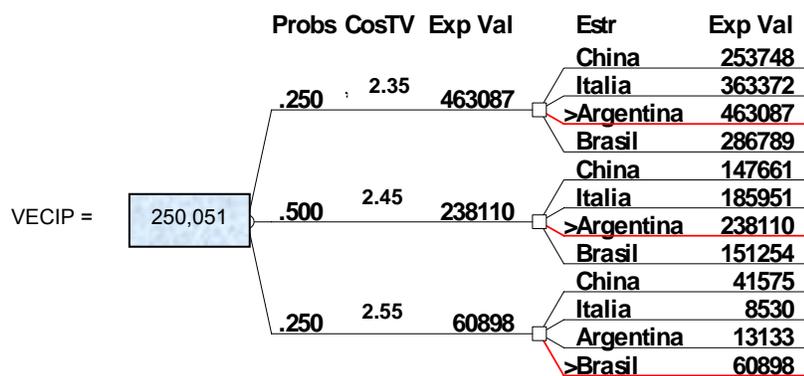
⁴⁵ Dónde: VEIP: Valor Esperado de la Información Perfecta, VECIP: Valor Esperado con Información Perfecta y VESIP: Valor Esperado sin Información Perfecta.

verdadero valor de la variable aleatoria? ¿Es decir, después de obtener la información perfecta con respecto a esta variable?”.

En la figura 4.18, se observa el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina, donde se concluye que si el costo unitario de tara en vaina en la Región de Amazonas fuera alto, S/ 2.55 el kilogramo, será mejor escoger la alternativa Brasileña y no la de Argentina.

Pero si la participación es media o baja la mejor alternativa será la alternativa estrategia Argentina. Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pues cambiara la decisión óptima originalmente.

Figura N° 4.18: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina.



Elaboración propia

Figura N° 4.19: Elección de la Estrategia Preferida usando el criterio del valor esperado

E s t r	E x p V a l
C h i n a	1 4 7 6 6 1
I t a l i a	1 8 5 9 5 1
> A r g e n t i n a	2 3 8 1 1 0
B r a s i l	1 6 2 5 4 9

Elaboración propia

En la figura 4.18 se aprecia que la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina, es decir, saber el valor de esta variable antes de tomar esta decisión, le permitirá al Proyecto de inversión de tara en polvo obtener un Valor Presente Neto Esperado de S/ 463,087 con una probabilidad de 0.25; un VPN esperado de S/. 238,110, con una probabilidad de 0.5; y un VPN esperado de 608,98, con una probabilidad de 0,25. Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina (VECIP) es de: $VECIP = 463,087 (0.25) + 238,110 (0.5) + 608,98 (0.25)$; $VECIP = 250,051$. El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por: $VEIP = VECIP - VESIP$; $VEIP = 250,051 - 238,110$; $VEIP = 11, 941$

El valor esperado sin información perfecta calculado en la figura 4.19, es de 238,110; por lo tanto, el valor esperado de la información perfecta es de S/. 11,941. Dado este valor relativamente bajo, se recomienda no buscar información

adicional sobre el costo unitario de tara en vaina. Ya que no será bueno, conseguir información adicional sobre esta variable (ver anexo 6 otras variables)

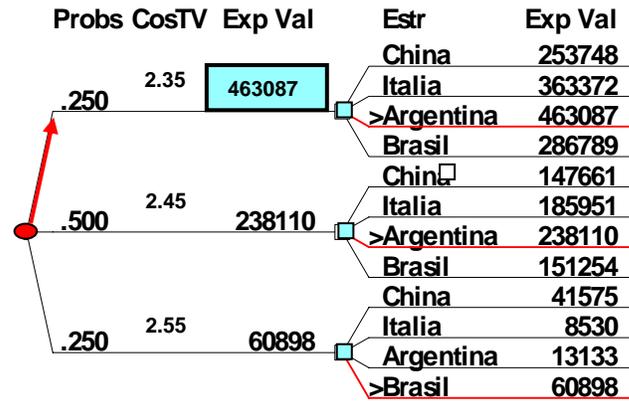
Valor del control perfecto: El análisis del valor del control perfecto, ha permitido determinar, cuanto valor se añade a la estrategia optima, si se puede crear mecanismos para controlar el resultado de una variable incierta, fijándola en su valor óptimo. Dicho de otra manera, el decisor escoge el valor de la variable aleatoria que le dé el mayor valor esperado.

Se utilizó la siguiente expresión: $VECP = VECCP - VESCP$ ⁴⁶. A continuación, se presentan los resultados alcanzado a través del valor del control perfecto para la variable crucial.

Valor del control perfecto para el costo unitario de la tara en vaina: En La figura 4.20, se aprecia que la rama superior del costo unitario de tara en vaina es de S/. 2.35 nuevos soles, muestra que si hubiera alguna manera de lograr que el costo unitario de tara en vaina fuera S/. 2.35 nuevos soles el kilogramo, el resultado del valor esperado asciende a S/. 463,087 ¿Qué podemos hacer para garantizar costo unitario bajo?, seguidamente calcularemos el valor esperado del control perfecto y recordando que el valor esperado original fue de S/. 238,110.

⁴⁶ VECP = Valor Esperado del Control Perfecto, VECCP = Valor Esperado con Control Perfecto y VESCP = Valor Esperado sin Control Perfecto.

Figura N° 4.20: *Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el costo unitario de tara en vaina.*



Elaboracion propia

El control perfecto podría corresponder a la alternativa de institucionalizar algunos procedimientos extraordinarios del control de los costos unitarios de la tara en vaina los cuales aseguren que serán los más bajos posibles. Por otro lado, si pudiera controlar el resultado del costo unitario de tara en vaina, fijando en 2.35 nuevos soles el kilogramo, se podría incrementar el VAN esperado de la estrategia 3 “Argentina” en S/. 244,977⁴⁷ (ver anexo 7 valor de control perfecto)

Con los resultados obtenidos en las diferentes etapas del Análisis de Decisiones Estratégicas, hemos podido estudiar en profundidad el riesgo en un proyecto agroindustrial cuyo producto es de exportación (tara en polvo departamento de Amazonas)

⁴⁷ El cálculo de VECP (c.u.) = VECCP – VESCP; VECP (c.u.) = 463, 087 – 238, 110; VECP (c.u.) = 244,977

4.3 ANÁLISIS DE DECISIONES ESTRATÉGICAS BAJO INCERTIDUMBRE – CASO DEPARTAMENTO AYACUCHO

Seguidamente se presentarán los resultados alcanzados por el uso de las diversas herramientas del análisis de decisiones estratégicas bajo incertidumbre de un proyecto de inversión del sector agroindustrial: caso producción de tara en polvo en la región Ayacucho, manteniendo una perspectiva integral del análisis, poniendo énfasis en las variables de decisiones e incertidumbre interrelacionados en los diagramas de influencias y discutiendo las medidas de valor que ha servido en la cuantificación del valor generado por cada estrategia.

4.3.1 ESTRUCTURACIÓN

La metodología de análisis de decisiones consta de cuatro fases: Estructuración, Análisis Determinístico, Análisis Probabilístico e Interpretación de Resultados. Este acápite se centra en la primera fase, para definir y delimitar el marco⁴⁸ apropiado que garantice la resolución del problema correcto, de la manera correcta, con los recursos correctos y no se esté resolviendo en forma óptima el

⁴⁸ Russo y Schoemaker (1989) define el marco como “las estructuras mentales que la gente crea para simplificar y organizar el mundo”

problema equivocado (error de tipo III⁴⁹) de un proyecto de inversión de tara en polvo

Para lo cual se han utilizado diversas herramientas para lograr un contexto apropiado, que permitan enmarcar adecuadamente un problema de decisiones tal como la Visión de Esfuerzo Decisional, la cual se estableció el propósito, que define lo que se espera alcanzar; la perspectiva con que se atacará el problema. Luego con la ayuda de los expertos se han identificado las variables de decisión e incertidumbre con las cuales se trabaja en el problema de decisiones, conocida también, como el Listado de Cuestiones.

En seguida se han establecido el alcance del marco usando Jerarquía Decisional, las Decisiones Políticas que serán consideradas como ya tomadas en el proyecto, Decisiones Estratégicas; decisiones en las que se enfocará/centrará el proyecto o decisiones estratégicas por tomar y las decisiones que se tomaran posteriormente, Decisiones Operativas.

Las alternativas estratégicas disponibles para el agente decisor fueron sintetizadas en la Tabla de Generación de Estrategias Alternativas, en ella se ha considerado variables tanto de decisión como incertidumbre. Luego, se construyó el Diagrama

⁴⁹ En la estadística inferencial se habla de error de tipo I al rechazar una hipótesis verdadera y error de tipo II, al aceptar una hipótesis falsa. En el análisis de decisiones se habla del error de tipo III: resolver el problema equivocado. La historia está llena de errores de tipo III

de Influencias, el cual ayuda a identificar las decisiones principales y las incertidumbres claves.

Por otro lado, Diagrama de Influencias facilita establecer las influencias entre las diferentes variables, con lo que se logra que todas las relaciones sean identificadas. Este acápite finaliza estableciendo la medida de valor que servirá en los capítulos posteriores para cuantificar el valor generado por cada estrategia alternativa.

LISTADO DE CUESTIONES DEL PROYECTO TARA EN POLVO

El listado de cuestiones⁵⁰ del proyecto tara en polvo, ha permitido identificar los factores con los cuales se trabaja en el problema de decisiones. Asimismo, el listado de cuestiones, se puede clasificar en *variables de decisión e incertidumbre*. Las variables de decisión son las que están bajo el control del decisor y variables de incertidumbre son las que están determinadas por el medio ambiente del problema en cuestión y quedan fuera del control del decisor.

Luego de haber realizado las consultas a los expertos, se consideraron las siguientes variables en el análisis.

⁵⁰ Para lograr una perspectiva consciente, explícita y no sesgada se usa un “*listado de cuestiones*”, que tienen 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 (los ingenieros escucharán las preocupaciones de los de marketing, los financistas los asuntos de producción, etc.) y desarrollar un sentimiento de propiedad del problema a tratarse en el grupo.

VARIABLES DE DECISIÓN

Mercado Objetivo: Esta variable se refiere a mercados más atractivos en donde se va a colocar mayores volúmenes de tara en polvo y a mejores precios, aprovechando oportunidades comerciales o la poca competencia que puede existir dentro de estos. Para el presente estudio se han considerado el mercado Chino, Italia, Argentina y Brasil.

Fuente de Financiamiento: Se entiende por esta a la alternativa de cubrir una necesidad de recursos financieros a través del endeudamiento con terceros. Dicho financiamiento es para inversión en capital trabajo e inversión fija, el préstamo a solicitar será para un periodo de 60 meses, sin periodos de gracia, pagos mensuales, cuotas constantes y una tasa efectiva anual entre 10% a 30%.

Capacidad de Planta: Es la decisión que tiene por objeto dimensionar conjuntamente la capacidad efectiva de transformación de tara en polvo y su nivel de utilización, tanto para la puesta en marcha como en su evolución durante la vida útil del proyecto. La tara en polvo se procesa mediante una sola línea de producción. Por tanto para el proyecto se considerara una distribución en línea por donde entrara tara y se obtendrá tara en polvo fina y ultra fino. Actualmente los

proveedores de estas líneas de producción ofrecen equipos de 800Kg/hora para polvo grueso y 450 Kg/hora para polvo fino⁵¹.

Canales de Distribución: Para el proyecto los canales de distribución de la tara en polvo, se realizarán a través de la estrategia de distribución selectiva; donde el fabricante utiliza los canales de nivel cero, uno y dos, pero no necesariamente a todos los intermediarios que desean distribuir sino dependiendo de las condiciones. El canal de nivel cero o llamado canal de marketing directo, consistirá en que el fabricante venderá directamente al cliente final, es decir, la venta de la tara en polvo, se realizará en el establecimiento propiedad del fabricante.

En el canal de un nivel contiene un intermediario, donde la distribución se llevará a cabo desde la planta hacia el puerto marítimo.

Valor de la Mano de Obra: Se considerara la disposición y experiencia para el proceso productivo (seleccionar tara de buena calidad y convertirlas en tara en polvo), así como los costos generados por la contratación. La mano de obra directa requerida tendrá opciones tales como calificada, no calificada. Involucra la mejora de condiciones laborales del personal en planilla, para lograr un ambiente de trabajo más idóneo.

⁵¹ Fuente: Alnicolsa del Perú S.A.

VARIABLES DE INCERTIDUMBRE

Para el presente trabajo se han considerado las siguientes variables fuente de incertidumbre (las que están fuera de control del decisor) involucradas en la elaboración de un proyecto de inversión de tara en polvo:

Precio inicial de tara en polvo: Es el precio esperado de tara en polvo en el primer año de operación del Proyecto.

Mercado Inicial: Se refiere capacidad de negociación entre el exportador e importador, es decir, volúmenes solicitados por el importador, en el primer año de operación del proyecto.

Crecimiento de Mercado: Es una variable que expresa la tasa de crecimiento anual del mercado de tara en polvo, que toma como base el Mercado Inicial.

Tamaño de Mercado Máximo: Es la capacidad de mercado máximo en la que se alcanza la saturación.

Participación de Mercado Inicial: Es el ratio de las ventas del proyecto de tara en polvo comparado con el total de las ventas de la industrias a la que pertenece

este proyecto, es decir, representa parte del mercado inicial que se quiere capturar para el proyecto de tara en polvo.

Crecimiento de la Participación de Mercado: Esta variable representa la tasa de crecimiento anual de la participación del mercado del producto, tomando como base la participación en el mercado inicial.

Costo Unitario de Tara en Polvo: Son los costos asociados del costo del producto, costos de exportación, costos de gestión y costos financieros. Esta expresado en S/. Kilogramos.

Compra de Insumos Inicial: Está variable de incertidumbre está referida a fuentes de abastecimiento de insumos (tara en vaina), sus costos, condiciones de compra, seguridad en la provisión, disponibilidad actual o potencial de insumos. Esta expresado en S/. /Kg.

Costo Unitario de Insumo Inicial: Esta variable de incertidumbre se refiere a los costos actuales y esperados de la tara o taya.

Costo Unitario de Transporte: Representa costos incurridos para transportar tara el polvo desde la planta hacia el puerto de embarque a través de camiones de distintos capacidades. Esta expresado en S/. /Kg.

Producción Departamental de Taya: El departamento de Ayacucho entre los años 2001 - 2008 ha mostrado una considerable tendencia creciente con respecto al volumen de producción. De esta manera se puede determinar que en el año 2007 la producción total alcanza a 1900 y en el año 2010 totalizo en 4, 131,097 y más del doble de la registrada en el 2007. Sin embargo, la comercialización de tara en vaina en el año 2009 tiende disminuir debido al entorno turbulento e inestable que se presentó a lo largo del año 2008 en el mercado internacional.

Inversión Inicial: Este variable representa varios factores tales como: costo del diseño, suministro de equipos y materiales de construcción, pruebas, puesta en marcha de la planta de producción de tara en polvo.

Costo Unitario de Energía Eléctrica: Son los costos de suministros de energía eléctrica a la planta procesadora de tara en polvo y está expresado en soles.

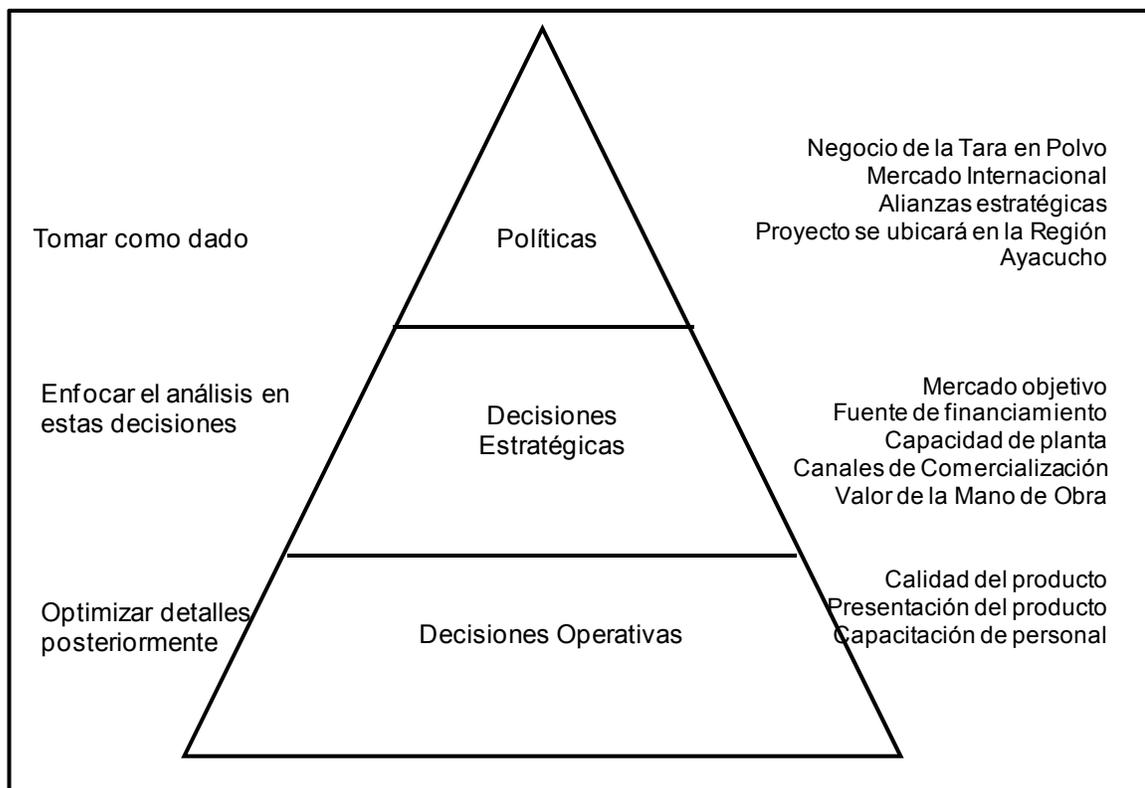
Gastos de Ventas: Son los gastos de transporte de tara en polvo desde la planta hasta el depósito del puerto de embarque de Callao, a su vez, incluye gastos incurridos para la venta de tara en polvo. Esta expresado en S/. /Kg.

Así mismo también enumeramos variables fuente de incertidumbre tales como la producción Inicial de Tara en Polvo, Crecimiento de la Producción de Tara en Polvo, Producción Máxima de Tara en Polvo, entre otros.

ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance del presente estudio está determinado por las tres categorías de clasificación de la Jerarquía Decisional, que definen claramente aquellas variables consideradas en el listado de cuestiones. Dicha categorización, se puede visualizar en la figura 4.21.

Figura N° 4.21: Jerarquía decisional para la determinación de las estrategias del proyecto tara en polvo.



Elaboración Propia

En la figura 4.21, se aprecia Jerarquía Decisional para la determinación de las estrategias del proyecto de inversión de tara en polvo. En la parte superior de la jerarquía decisional se encuentran las decisiones ya tomadas en la cual no hay discusión alguna, principalmente por el ente o agente decisor. Es decir son decisiones que se toman como dadas y se designan como “políticas”. En la parte inferior están las decisiones tácticas u operativas, las que serán asumidas en la puesta en marcha del proyecto.

En el centro se encuentran las Decisiones Estratégica, las decisiones estratégicas son decisiones para establecer la dirección del proyecto o escoger la dirección del mismo; estas decisiones generan valor en el largo plazo, puesto que representan decisiones únicas establecidas por el gerente del proyecto.

Por consiguiente para el presente proyecto las decisiones estratégicas son las siguientes: (1) Mercado objetivo, (2) Fuente de financiamiento, (3) Capacidad de planta, (4) Canales de Distribución y (5) Valor de la Mano de Obra.

Luego, se identificaron para cada una de estas áreas, las diversas opciones estratégicas disponibles con ayuda de los expertos y permitieron definir de manera creativa, las estrategias alternativas a ser evaluadas.

GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS

Luego de haber identificado las decisiones estratégicas en la jerarquía decisional, se ha procedido a desarrollar la tabla de generación de estrategias alternativas con la participación de diversos expertos como: ingenieros agrónomos, ingenieros ambientalistas, acopiadores y comercializadores de tara o taya, funcionarios involucrados en la actividad, analistas financieros, entre otros. Luego, con esta herramienta los decisores y los expertos establecieron diversas opciones estratégicas para cada uno de las decisiones estratégicas.

Tabla N° 4.12: Definición de Estrategias alternativas para proyecto de inversión de tara en polvo.

Estrategias Alternativas	Decisiones Estratégicas Claves				
	Valor de la Mano de Obra (S/.)	Capacidad de Planta Inicial	Fuente de Financiamiento	Mercado Objetivo	Canales de de Distribución
Mercado Chino	38	1036800	Terceros 40% Propio 60%	Mercado Chino	El canal de un Nivel
Mercado Italiano	35	950400	Terceros 45% Propio 55%	Mercado Italia	El Canal de un Nivel
Mercado Argentino	40	1036800	Terceros 50% Propio 50%	Mercado Argentina	Canal de Nivel 0
Mercado Brasileño	35	1084000	Terceros 55% Propio 45%	Mercado Brasil	Canal de Nivel 0

Fuente: Elaboración propia

ESTRATEGIA 1: “MERCADO CHINO”

Esta estrategia considera la ubicación de planta sea en la provincia de Huanta del distrito de Huanta en la región de Ayacucho, con una capacidad de planta inicial que asciende a 427,020 Kg./año en el año 1, hasta 1,036,800 TM/año en el año 5 (capacidad Máxima). Por otro lado, en cuanto a la fuente de financiamiento, considera una estructura de financiamiento de 40% proveniente de terceros y 60% de capital propio. Dicha estructura incluye inversiones en la fase de inversión y operación.

En cuanto al mercado objetivo, se está considerando como potencial destino de tara en polvo al Mercado Chino. Finalmente, en cuanto a la decisión de canales de distribución, se ha considera, el canal de un nivel, que opera con servicio de transporte, donde la distribución se llevara a cabo desde la planta hacia el puerto marítimo. Además, esta opción implica mayor inversión y mayor riesgo.

ESTRATEGIA 2: “MERCADO ITALIA”

Esta estrategia considera que la ubicación de planta sea en el distrito de Huanta de la provincia de Huanta en la región de Ayacucho, con una capacidad de planta inicial que asciende a 504,660 kg. /año en el año 1, hasta 950,400 TM/año en el año 5 en adelante. Por otro lado, en cuanto a la fuente de financiamiento, se

establece una estructura de financiamiento de inversiones: 45% proveniente de terceros y 55% de aportes propios. Dicha estructura incluye inversiones tan solo en la fase de inversión.

En cuanto al mercado objetivo, se está considerando como potencial destino de tara en polvo al Mercado Italiano. Finalmente, en cuanto a la decisión de canales de distribución, se ha considera, el canal de un nivel, que opera con un tercero de servicio de transporte, donde la distribución se llevara a cabo desde la planta hacia el puerto marítimo. Además, esta opción implica mayor inversión y mayor riesgo.

ESTRATEGIA 3: “MERCADO ARGENTINO”

Para esta estrategia se considera la ubicación de planta en la provincia de Huanta distrito de Huanta en la región de Ayacucho, con una capacidad de planta inicial que asciende a 465.840 kg. /año en el año 1, hasta 1, 036,800 TM/año en el año 5 en adelante. Por otro lado, en cuanto a la fuente de financiamiento, se ha considerado la provisión de recursos financieros en un 55% proveniente de terceros y 45% de aportes propios. Dicha estructura incluye inversiones tan solo en la fase de inversión.

En cuanto al mercado objetivo, se está considerando como potencial destino de tara en polvo al Mercado Argentino. Finalmente, en cuanto a la decisión de Canales de Distribución se ha considerado, el canal de nivel cero o llamado canal de marketing directo, consistirá en que el fabricante venderá directamente al cliente final, es decir, la venta de la tara en polvo, se realizará en el establecimiento propiedad del fabricante.

ESTRATEGIA 4: “MERCADO BRASILEÑO”

Esta estrategia considera que la ubicación de planta está en la provincia de Huanta distrito de Huanta en la región de Ayacucho, con una capacidad de planta inicial que asciende a 504.660 kg. /año en el año 1, hasta 1, 084,000 TM/año en el año 5 en adelante. Por otro lado, en cuanto a la fuente de financiamiento, se establece una estructura de financiamiento de inversiones: 55% proveniente de terceros y 45% de aportes propios. Dicha estructura incluye inversiones tan solo en la fase de inversión.

En cuanto al mercado objetivo, se está considerando como potencial destino de tara en polvo al Mercado Brasileño. Finalmente, en cuanto a la decisión de Canales de Comercialización, se ha considerado la modalidad de venta en planta, que implica menos inversiones y menor riesgo, por otro lado la desventaja es que el proyecto depende completamente de los intermediarios.

En este punto, se han especificado cada una de las estrategias alternativas a ser evaluadas en el proyecto de inversión de tara en polvo. El siguiente paso, es vincular cada una de estas decisiones estratégicas con las variables de incertidumbre a través de Diagrama de Influencias, lo cual se realizará en la siguiente sección.

DIAGRAMA DE INFLUENCIAS

El Diagrama de influencias “es una representación grafica de la dependencia probabilística entre las incertidumbres y las decisiones”⁵², y es una herramienta efectiva para la comunicación entre los decisores, analistas y expertos. Asimismo, brinda una base rigurosa para crear el modelo estructural y evaluar las probabilidades asociadas a los nodos de azar.

Una vez construido, el Diagrama de Influencias (DIs), permite identificar principalmente las variables de decisión, variables fuente de incertidumbre y fundamentalmente sus respectivas relaciones o dependencias, así como la independencia entre otras, especificando el estado de información al momento de tomar decisiones estratégicas.

⁵² Adicionalmente, el Diagrama de Influencias (DIs), tienen tres usos principales. En primer lugar, ayudan a identificar rápidamente las decisiones principales y las incertidumbres claves, haciendo que el análisis se centre en los factores más importantes y no necesariamente los más fáciles de analizar. Segundo, facilita establecer las influencias entre las diferentes variables, con lo que se logra que todas las relaciones sean identificadas. Finalmente, ellos representan diferentes alternativas de decisiones y valores con cada uno de las variables, lo que permite graficar un rango amplio de escenarios por medio de una estructura general, sin que se pierdan sus detalles. (ver Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos. JOSE A. SALINAS ORTIZ, Ph.D. (2008)

El equipo de Proyecto de Inversión de Tara en Polvo conjuntamente con los decisores, se ha elaborado un Diagrama de Influencias⁵³ para estructurar el problema que enfrenta dicho proyecto. Además, involucró a profesionales de diferentes especialidades para conjugar las ideas y generar juicios de valor. Por ello, fue de gran ayuda haber relacionado las diversas variables de decisión e incertidumbre del Listado de Cuestiones a través de del diagrama de influencias respectivo.

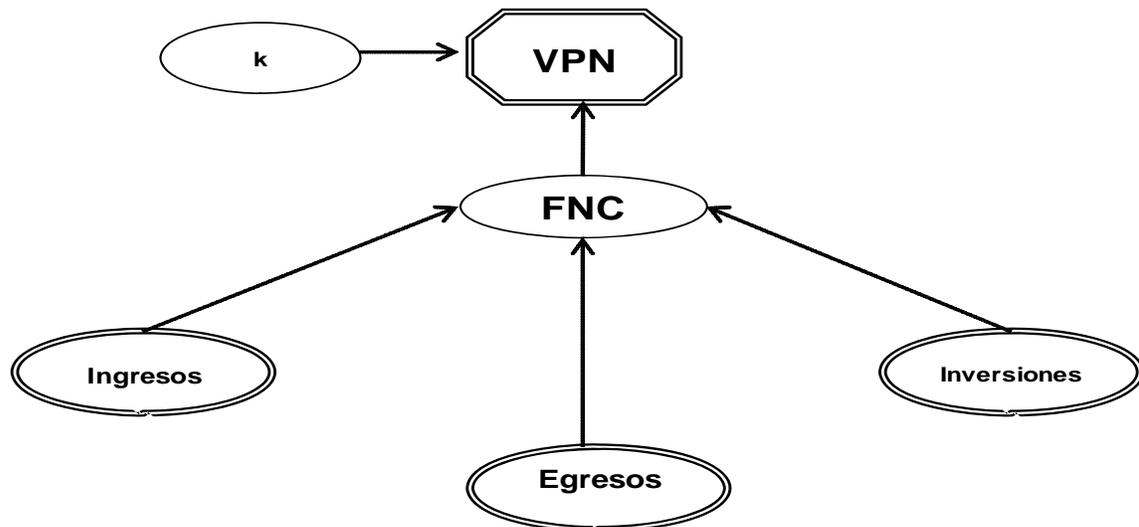
En la figura 4.22, se puede apreciar el Diagrama de Influencias simplificado para el proyecto de inversión de tara en polvo. Se muestra en primer lugar que la medida de valor de mayor interés es el Valor Presente Neto (VPN), que es el resultado final de las diferentes estrategias a evaluar y se calcula a partir del Flujo de Caja Neto (el valor presente neto del flujo de caja), descontado dichos flujos, por un número (menor que uno) llamado factor de descuento⁵⁴ “k” el cual refleja las preferencias respecto al tiempo del agente decisor.

A su vez, nótese que el Flujo de Caja Neto depende de los Ingresos y Egresos futuros.

⁵³ En la elaboración del diagrama de influencias el nodo de azar representado por un círculo significa variable de incertidumbre; el nodo de azar representado por doble círculo significa variable determinada y flecha que apunta al círculo denota que las probabilidades asignadas a la incertidumbre dependen de la variable del otro lado de la flecha. Un rectángulo o cuadrado representa una variable de decisión y una flecha que apunta este nodo indica la información disponible al tomar la decisión.

⁵⁴ O Tasa de descuento, que hace que los ingresos y los pagos futuros sean equivalentes a los actuales. El factor de descuento es menor cuanto más tiempo se tarda en obtener beneficio. Mas detalles en Stiglitz (2002)

Figura N° 4.22: Diagrama de Influencias simplificado para el proyecto de inversión de tara en polvo



Elaboración Propia

Dado que VPN es la medida de valor, se le representó como un octágono. Este nodo es fuente incertidumbre, dado que si se conociera la distribución de probabilidades de VPN de cada alternativa sería muy fácil escoger la óptima. Como no es posible determinar esta distribución directamente, el analista interrogó al equipo del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo: ¿Qué le preguntaría al clarividente⁵⁵ para reducir la incertidumbre en el VPN, dado que no puede determinar directamente la distribución de probabilidades del VPN para cada alternativa? El equipo responde que le gustaría preguntar sobre los flujos de caja neta (FCN). El analista representa esta respuesta como un círculo, pues es incertidumbre.

⁵⁵ Se ha visto que a un clarividente - quien puede ver el futuro pero no puede cambiarlo – es muy valioso para el decisor, pues le ayuda a determinar la información perfecta. Mas detalles en Salinas (1992)

Luego, el analista les preguntó ¿Qué más les gustaría saber para reducir aún más la incertidumbre con respecto al VPN? El equipo responde que sabiendo los flujos de caja netos y la tasa de descuento adecuada, el VPN quedaría determinado, por lo que el analista representa el nudo del VPN con doble octágono.

Luego, el analista pasó a preguntar sobre el FCN: ¿Qué le gustaría saber para reducir su incertidumbre en el FCN? El equipo respondió los ingresos. El analista representó esta respuesta como un círculo, y dibujó una flecha de este círculo, que representa el FCN. A continuación les preguntó: ¿Qué más le gustaría saber para reducir aún más la incertidumbre en el FCN? El equipo respondió que le gustaría saber los egresos y el monto de inversión. El analista representa ambas variables en el diagrama de influencias como dos nudos de azar y traza flechas de influencia de cada uno de ellos al nodo del FCN. Con estas respuestas se identificaron las variables que influyen en el FCN. Ver figura 4.23.

En la figura 4.23, se presentan los variables de incertidumbre y de decisiones que afectan los ingresos del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo. Dichos ingresos dependen del precio de tara en polvo, unidades vendidas de tara en polvo e impuestos. Hay que mencionar que la empresa, es una empresa tomadora de precios del mercado internacional, los cuales están determinados por la oferta y demanda mundial de harina de tara y no son controlables por el Proyecto.

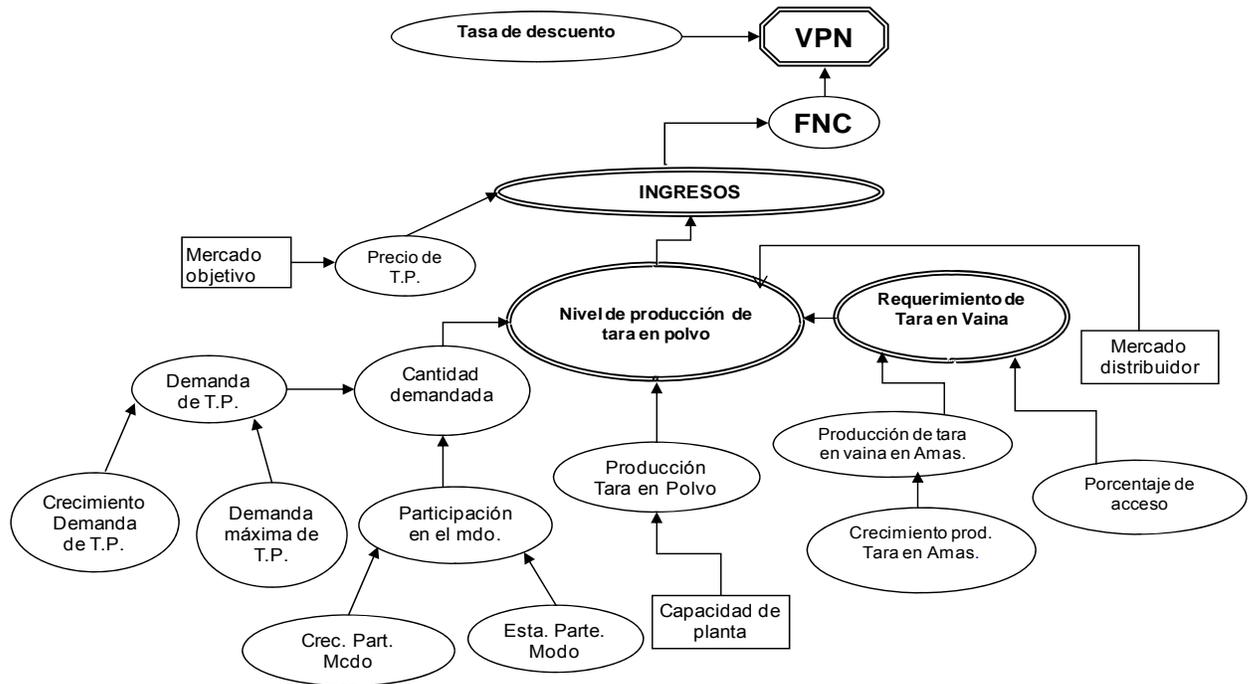
Para el Proyecto de Inversión de Tara en Polvo, los precios de mercado de harina en polvo dependen de la decisión de mercado objetivo que el Proyecto decida atacar/atender.

En cuanto a los ingresos del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo, estos ingresos dependen del nivel de producción de tara en polvo, lo cual representa un nodo determinado. Por tanto, la variable de incertidumbre de unidades vendidas de tara en polvo en un año específico quedará determinada cuando se conozca la demanda de tara en polvo y participación del mercado.

Por otro lado, la demanda de tara en polvo depende del crecimiento demanda de tara en polvo, a su vez, depende de la variable demanda máxima de tara en polvo.

Asimismo, producción de tara en polvo será conocida cuando se tome la decisión de capacidad de planta del Proyecto y mercado distribuidor, y la siguiente dependencia indica que la decisión sobre la capacidad de producción se tomará antes de la ubicación de planta. Además, el requerimiento de tara en vaina están influenciadas por dos variables: producción de tara en vaina en Ayacucho y porcentaje de acceso de dicho producción.

Figura N° 4.23: Diagrama de Influencias de ingresos para el proyecto de inversión de tara en polvo



Elaboración propia

Por otro lado, los egresos del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo son una variable de incertidumbre predeterminada por que proviene de la suma gastos operativos y otros gastos.

Gastos operativos, está influenciado por los costos en: energía y agua; sacos de polietileno y polipropileno; gastos en materia prima. De otro lado el costo de la mano de obra está influenciado por horas trabajadas y consecuentemente por la productividad de la mano de obra. Asimismo, el costo de la mano obra y la

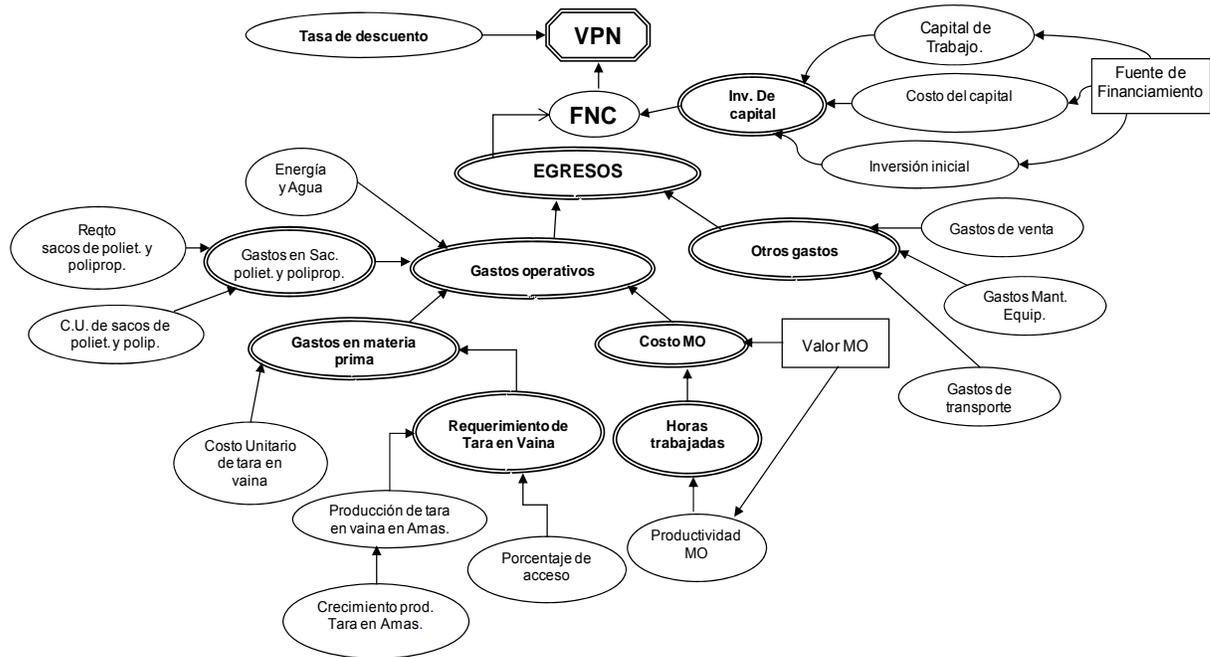
productividad de la mano de obra se somete a la decisión del valor de la mano de obra.

Otros gastos es una variable de incertidumbre predeterminada que está influenciado por gastos de venta, gastos de mantenimiento de equipos y gastos de transporte. Los gastos de transporte está determinado por el nivel de producción de tara en polvo y este se somete a la decisión del mercado distribuidor.

Gastos en materia prima en un año específico quedará determinado cuando se conozca el costo unitario de materia prima y requerimiento de tara en vaina. De otro lado la disponibilidad de tara en vaina está influenciada por la producción de tara en vaina en Ayacucho y el porcentaje de acceso de dicho producción.

El monto de inversión de capital, es una variable de incertidumbre predeterminada porque está influenciada por el monto de inversión inicial, costo de capital y capital de trabajo; los cuales a su vez están influenciados por la decisión a tomar en cuanto a la fuente de financiamiento.

Figura N° 4.24: Diagrama de Influencias de egresos para el proyecto de inversión de tara en polvo



Elaboracion propia

MEDIDA DE VALOR

En la evaluación de inversiones bajo incertidumbre, el decisor requiere de un mecanismo que reduzca cualquier flujo de valores futuros (costos o beneficios) en el tiempo a un solo número llamado Equivalencia Presente (EP). Éste se ha utilizado para determinar la creación de valor o beneficio económico del Proyecto de Inversión de Tara en Polvo. El único número denominado en el enfoque del ciclo de Análisis de Decisiones como equivalencia presente (EP), significa que el agente decisor es indiferente entre recibirlo inmediatamente o esperar el flujo de

valores utilizado para calcularlo⁵⁶, siempre que pueda identificarse una tasa de descuento apropiada para calcular la equivalencia presente.

Para el presente estudio se utilizó una tasa de descuento del 14%, libre de riesgo e inflación, la cual representa la preferencia del decisor con respecto al tiempo y servirá para la actualización de los flujos esperados, con el fin de evaluar el valor generado por cada estrategia alternativa.

Por otro lado, en el Análisis Probabilístico se cuantifica las incertidumbres, usando probabilidades, que son las generadoras de riesgo y se evalúa su preferencia con respecto al riesgo, porque éste enfrenta la elección entre estrategias alternativas bajo condiciones de incertidumbre. Esta elección se puede realizar a través del criterio denominado Equivalencia Cierta.

En el presente trabajo, se está considerando que el decisor es neutral al riesgo, por lo que el criterio de equivalencia cierta es igual al criterio del Valor Esperado. Por lo tanto, para discernir aquella estrategia que proporciona un mayor valor, se escogerá aquella que proporcione el mayor VAN esperados, lo que ha sido materia de estudio.

⁵⁶ Los flujos de valores o resultados pueden representar cantidades de recursos que se recibirán o se desembolsarán a lo largo del tiempo. Se puede considerar cualquier tipo de recurso, pero aquí se supone que todos ellos han sido convertidos o expresados en términos monetarios. Así, los flujos de los resultados representarían un conjunto de flujos de caja.

4.3.2 ANÁLISIS DETERMINÍSTICO

El objetivo del Análisis Determinístico es identificar cuáles son las variables cruciales en la creación de valor⁵⁷ y que generan riesgo en un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo en el departamento de Ayacucho. Dado los elementos del análisis determinístico⁵⁸, se ha procedido a seleccionar las variables del sistema, clasificándolas en variables de decisión y variables aleatorias o incertidumbres. Las variables de decisión son las que están bajo el control del decisor, mientras, las incertidumbres están determinadas por el entorno o medio ambiente del problema en cuestión.

El segundo paso en la fase de análisis determinístico es crear el modelo estructural, también denominado modelo financiero, que especifica las relaciones entre los resultados y las variables de decisión e incertidumbre y se expresan en una medida de valor, es decir, valor actual neto (VAN). Asimismo, el análisis determinístico permite calcular los flujos de ingresos, egresos y caja netos, facilitando el análisis de sensibilidad para identificar las incertidumbres críticas.

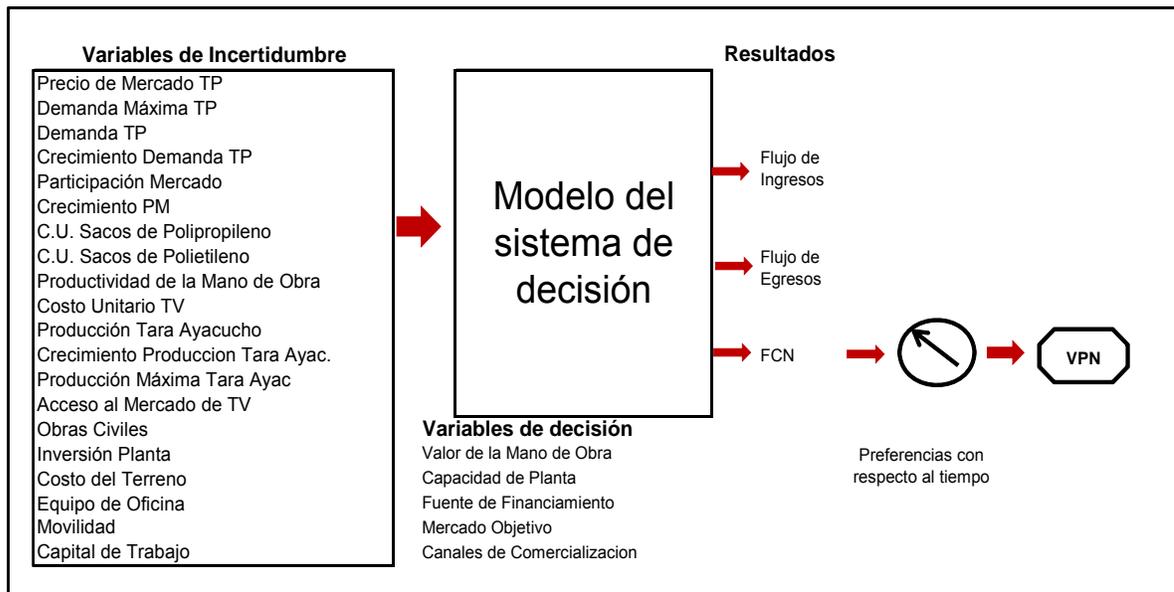
En el caso base, se ha calculado el valor actual neto (VAN) de cada estrategia; a su vez, nos permite identificar las variables fuente de incertidumbre cruciales en la

⁵⁷ El concepto de valor es específico a cada problema de decisiones. Sin embargo, debemos recordar que si tomamos una decisión es para lograr algo que valoramos, ya sea a nivel organizacional o personal.

⁵⁸ Modelaje: Seleccionar las variables del sistema, crear el modelo estructural, crear el modelo de valores y crear el modelo de preferencias con respecto al tiempo. Análisis, medir la sensibilidad de las variables del sistema.

creación de valor. Sin embargo, debemos establecer la regla para seleccionar los rangos de variación, para que nos asegure que comparamos; la regla adecuada para escoger los rangos consiste en capturar el mismo nivel de incertidumbre para todas las variables del modelo. Para ello es necesario la utilización del software sensitiviti® (es el acompañante de Supertree®)⁵⁹

Figura N° 4.25: *Modelo Esquemático de Decisiones de un Proyecto de Inversión de Tara en Polvo*



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4.25 se aprecia esquemáticamente el modelo determinístico; en ella se observa como ingresan las diversas variables fuente de incertidumbre y de decisión (inputs) en el modelo estructural, las cuales intervienen específicamente

⁵⁹ Supertree® y Sensitivity® son programas especializados que facilitan el análisis de decisiones, y fueron desarrollados por Peter McNamee y John Celona, en los 80's. estos programas están disponibles en la web: WWW.supertree.net

en la evaluación de estrategias alternativas propuestas. Dicha valoración de resultados se expresará a través del valor actual neto (output)

MODELO ESTRUCTURAL

El modelo de hoja de cálculo se ha elaborado especificando las relaciones entre los resultados y las variables de decisión e incertidumbre. Este modelo se expresa en un lenguaje lógico – matemático, en donde se muestra un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables del sistema, en el cual se parte del diagrama de influencias.

El modelo en hoja de cálculo está organizado de la siguiente manera, primero se muestra una estructura que funciona, tiene una sección de estrategia, otra de inputs, un área de cálculos, la del flujo de caja y una de resumen y detección de errores.

La sección de estrategia permite que una sola hoja de cálculo evalúe múltiples alternativas. Esta sección de estrategias contiene una tabla que define los nombres de las estrategias tales como: Estrategia 1: “Mercado Chino”, Estrategia 2: “Mercado Italiano”, Estrategia 3: “Mercado Argentino” y Estrategia 4: “Mercado Brasileño” y otra que define las alternativas en base a las decisiones estratégicas como Valor de la Mano de Obra, Capacidad de Planta, Fuente de Financiamiento,

Mercado Objetivo y Canales de Distribución. La primera fija un número para cada estrategia, especificando qué inputs emplear. Todas las variables dependientes de la estrategia, tanto las decisiones como las incertidumbres, están controladas por este número correspondiente a la estrategia. Este número permite seleccionar la opción de cada área de decisión asociada a la estrategia elegida, así como el rango correcto para los inputs inciertos que dependen de la estrategia.

En la sección de inputs se contienen todo los números de entrada para la hoja de cálculo, tanto las constantes o parámetros⁶⁰ como las incertidumbres. Se ubica después de la estrategia y tiene dos tablas: la tabla de constantes, que presenta su valor – en la columna de “valor en uso”- y un nombre asignado – en la columna de “NOMBRE” – que se usa en el área de cálculos (y no referencias a la celda). Estos valores son “constantes”, es decir, no inciertos para la decisión bajo análisis.

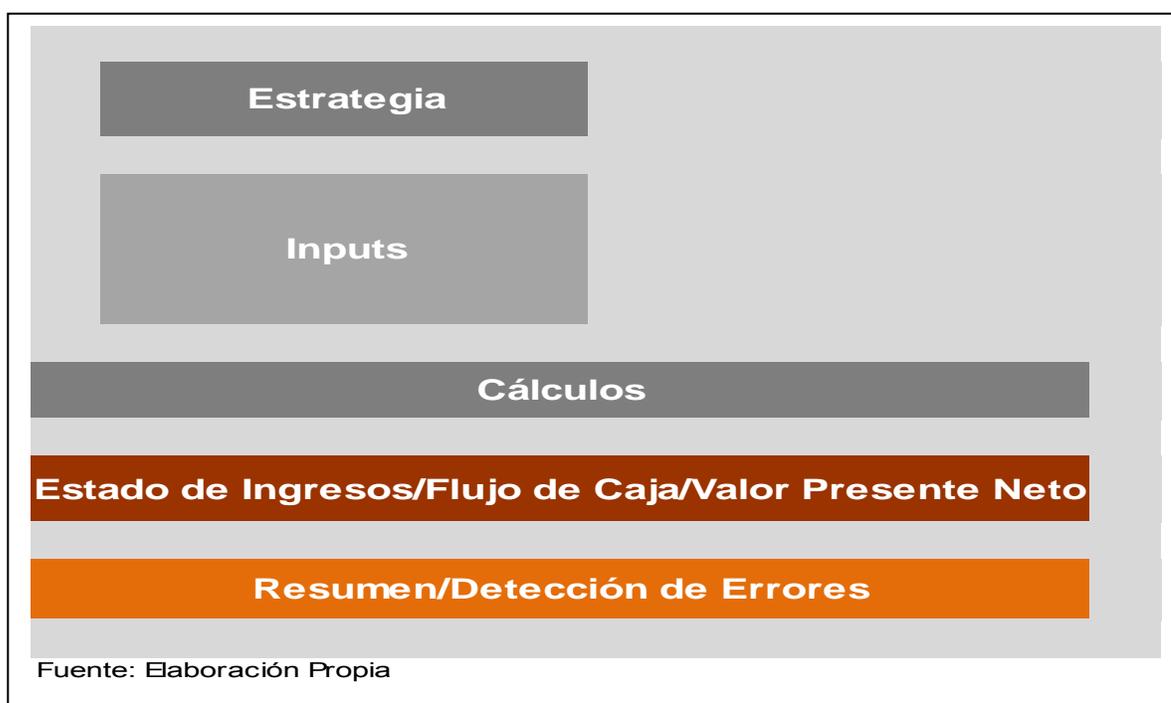
La tabla de “incertidumbres”, contiene las variables que representan los nodos de azar del diagrama de influencias, y caracterizan a todos con el mismo nivel de incertidumbre: 80% de la incertidumbre total.

La sección de cálculos realiza todas las operaciones necesarias para estimar los ingresos, los egresos, flujos de caja netos y otros valores. En esta sección solo contiene ecuaciones (fórmulas) que relacionan diferentes inputs (decisiones,

⁶⁰ Las constantes o parámetros del modelo son los que permanecen fijos a través del horizonte temporal de evaluación del Proyecto

incertidumbres y constantes) para calcular los flujos. Los resultados de estos cálculos aparecen como números, y son las que se ven en la hoja de cálculo. La estructuración del modelo en hoja de cálculo se puede visualizar en la figura 4.26.

Figura N° 4.26: Estructuración del modelo en hoja de cálculo para un proyecto de inversión de tara en polvo



Siguiendo con el modelo estructural, se establecieron las inversiones necesarias, los costos de operación y los cronogramas de pago vinculados al financiamiento del proyecto. Finalmente, se concluyó el modelo con la Tabla de Output, donde se elaboraron Flujo de Caja, determinándose finalmente el valor agregado por el proyecto a través del valor actual neto (VAN)

RANGO DE INCERTIDUMBRE PARA LAS VARIABLES DEL MODELO

En la tabla 4.13 se aprecia los respectivos rangos de incertidumbre para la estrategia 1: “Mercado Chino”. Por ejemplo, precio de mercado presenta valores para bajo (1er. decil), base (5to. decil) y alto (9no. Decil) de 4.9, 4.99 y 5.10 soles respectivamente. Es decir, para un *valor bajo*, que para experto existe un 10% de probabilidad de que el precio de mercado sea menor o igual a 4.9 S/. /kg; y *un alto*, el noveno decil, de modo que existe 10% de probabilidad de que sea mayor a 5.10 S/. /kg. Por otro lado, el caso *base*, existe una probabilidad de 50% de que el 4.99 S/. /kg del precio de mercado esté por encima de la media, y también una probabilidad de 0.5 de que esté debajo de ella. Por lo tanto, el rango de 4.9 a 5.10 S/. /kg. Esta capturando el 80% de la incertidumbre de dicha variable. De manera análoga se explica el resto de variables de la tabla 4.13.

Tabla N° 4.13: Rango de incertidumbres para las variables del modelo de la Estrategia 1 "Mercado Chino"

VARIABLES DE INCERTIDUMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	Bajo (1er. Decil)	Base (5to. Decil)	Alto (9no. Decil)
Precio de Mercado TP	Kg	4.9	4.99	5.1
Demanda Máxima TP	Kg	29,508,000	30,508,000	31,508,000.00
Demanda TP	Kg	4,406,000	5,286,359	6,206,000.00
Crecimiento Demanda TP	%	0.1	0.12	0.14
Participación Mercado	%	0.14	0.15	0.16
Crecimiento PM	%	0.07	0.08	0.09
C.U. Sacos de Polipropileno	Und.	0.6	0.7	0.8
C.U. Sacos de Polietileno	Und.	0.7	0.8	0.9
Productividad de la Mano de Obra	Kg/hora	0.004	0.005	0.006
Costo Unitario TV	S/.	2.2	2.3	2.4

Variables de Incertidumbre	Unidad de Medida	Bajo (1er. Decil)	Base (5to. Decil)	Alto (9no. Decil)
Producción Tara Ayacucho	Kg	6,160,000	6,470,000	6,780,000
Crecimiento Produccion Tara Ayac.	%	0.18	0.19	0.2
Producción Máxima Tara Ayac	Kg	14,870,000	15,870,000	16,870,000
Acceso al Mercado de TV	%	0.1	0.11	0.12
Obras Civiles	S/.	300,625.00	326,363.00	346,625.00
Inversión Planta	S/.	81,536.00	83,440.00	84,536.00
Costo del Terreno	S/.	35,000.00	40,000.00	45,000.00
Equipo de Oficina	S/.	10,490.00	11,850.00	12,990.00
Movilidad	S/.	19,000.00	21,000.00	23,000.00
Capital de Trabajo	S/.	149,376.00	159,485.50	169,192.00

Fuente: Elaboración propia

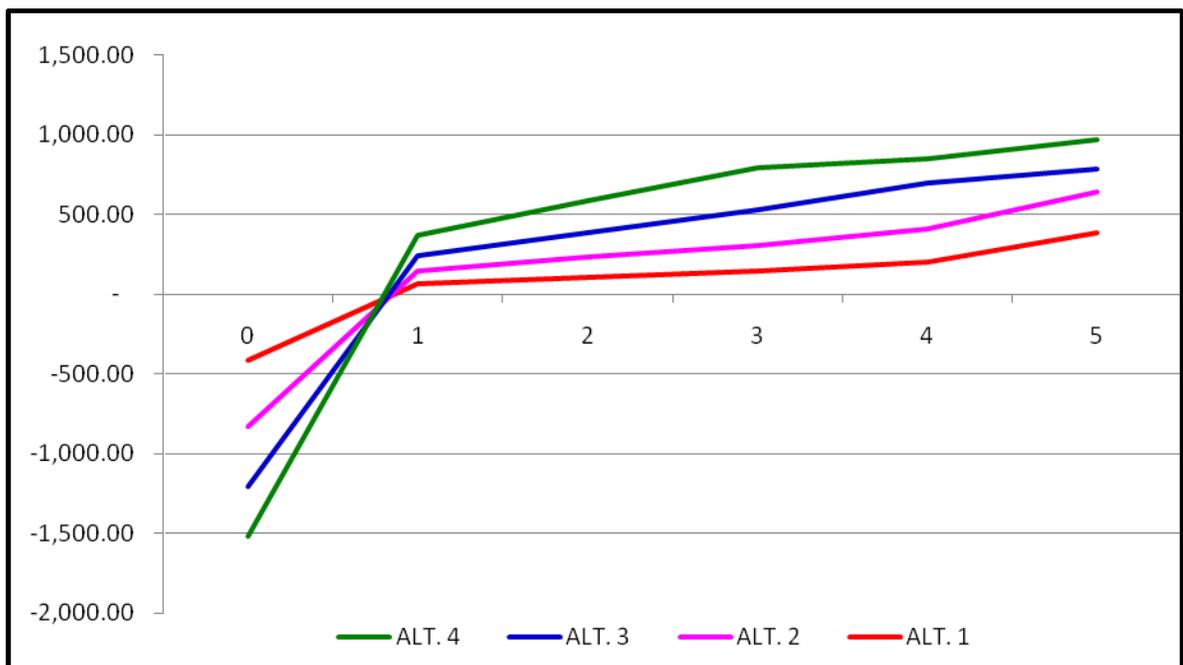
FLUJOS DE CAJA ASOCIADOS AL CASO BASE

A continuación se presentan los flujos de caja para cada una de las estrategias alternativas en el caso base (véase la figura 4.27). Es decir el escenario correspondiente cuando las variables de incertidumbre consideradas toman el valor de la mediana.

Luego de analizar la figura 4.27, podemos denotar que el flujo de caja asociado a la Estrategia 1 “Mercado Chino” requiere de inversión tanto para el periodo inicial, como para la etapa operativa, lo cual asciende en S/ 658,457 y de acuerdo a la estructura de financiamiento, el 50% constituye aporte del agente decisor, es decir S/ 417.601. Por el lado de la producción, en el primer año se alcanza 427,020 kg. /año y en el quinto año se consigue una producción de 1, 162,627 kg. /año. El flujo

neto del primer año alcanza los S/ 65,256 el cual aumenta y en el quinto año de operación alcanza hasta S/ 386,941. El VAN de esta estrategia resultó S/ 141,486.

Figura N° 4.27: Estructuración de los Flujos de Caja de las cuatro Estrategias



Elaboración propia

En la misma figura, también se muestra el flujo de caja asociado a la Estrategia 2 “Mercado Italia”. La inversión total estimada asciende a S/ 705,875, la cual es mayor a la correspondiente en la Estrategia 1, debido a un mayor nivel de inversión en planta procesadora. De acuerdo a la estructura de financiamiento elegida, el 30% es asumida por la institución financiera, es decir, S/ 290,764. Se espera lograr en el primer año una producción de 504,660 kg /año, la cual se

incrementará a partir del tercer año; llegando al 5 año a 1, 123,662 kg. /año. El flujo neto para el primer año es de S/ 83,229 el cual se incrementará hasta S/ 255,625 en el periodo final. Finalmente, el VAN de esta estrategia resultó S/ 116,492.

En lo que corresponde a la Estrategia 3 “Mercado Argentino”, el flujo de caja asociado, se muestra en la Figura 4.27. La inversión total requerida asciende a S/ 696,534 y es menor a la Estrategia 2 y mayor que la Estrategia 1. Esta inversión es financiada por la institución financiera en un 20% de acuerdo a la estructura de financiamiento elegida para esta estrategia, es decir por un monto de S/ 323,115. Con esta estrategia, se utiliza el método de canal de distribución de nivel cero. Alcanzándose una producción en el primer año de 465,840 kg. /año, la cual se incrementará a 1, 268,320 kg. /año en el quinto año. El flujo neto generado en el primer año asciende a S/ 145,368 y se incrementa a S/ 233,332 en el quinto año. El VAN para esta estrategia tuvo el mejor resultado, el cual merece S/ 233,332.

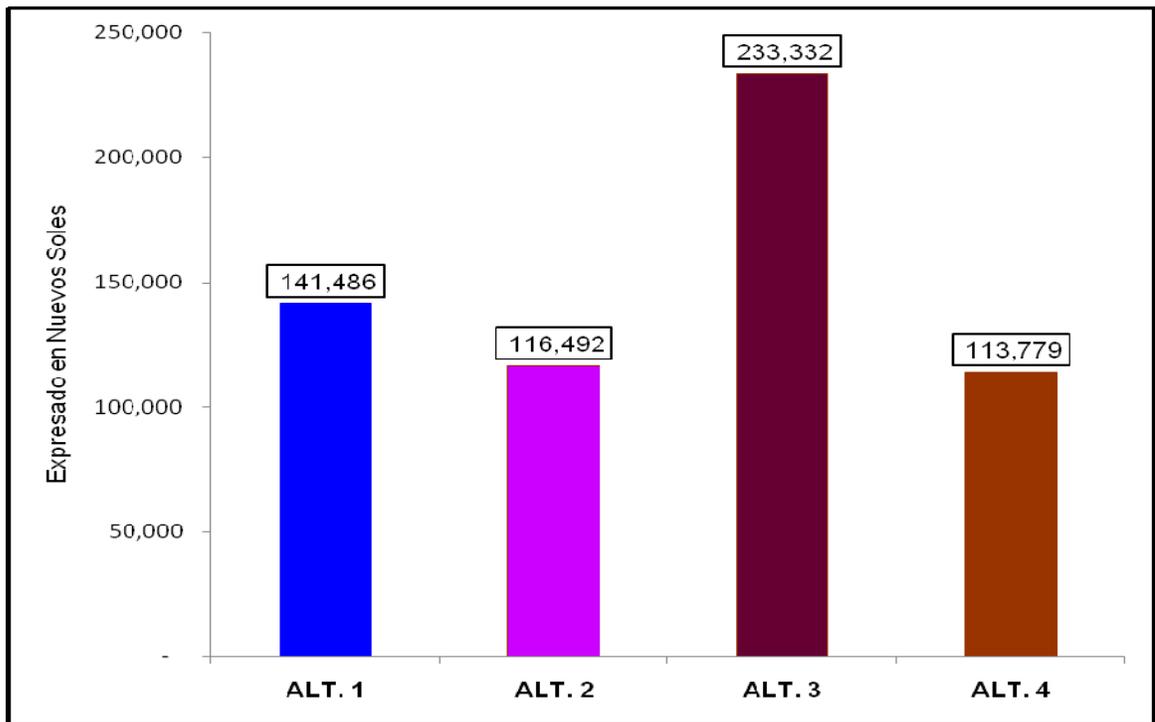
Culminando el análisis de la figura 4.27, indicamos que para la Estrategia 4 “Mercado Brasileño”, en el flujo de caja asociado, la inversión total requerida asciende a S/ 637.215 y es menor a la estimada para la Estrategias 1, 2 y 3. Esta inversión es financiada por los accionistas en un 70% de acuerdo a la estructura de financiamiento elegida para esta estrategia, es decir por un monto de S/ 324,509. Con esta estrategia, se utiliza el método de canal de distribución nivel

cero, alcanzándose una producción en el primer año de 504,660 kg. /año, la cual se incrementará a 1, 443,836 kg. /año en el quinto año. El flujo neto generado en el primer año asciende a S/ 11,354 y se incrementa a S/ 177,236 en el quinto año. El VAN para esta estrategia tuvo el mejor resultado, el cual merece S/ 113,779.

Luego de analizar el flujo de caja de cada Estrategia, se cree por conveniente presentar comparativamente el valor generado por cada una de las cuatro estrategias alternativas en el siguiente grafico de barras (véase la Figura 4.28).

Es importante analizar la figura 4.28, ya que nos permite visualizar claramente, que el VAN de la Estrategia 3 “Mercado Argentino” resultó S/ 233,332, el cual es mayor al correspondiente a la Estrategia 1 “Mercado Chino” que arrojó un VAN de S/ 141,486. Mientras que el VAN de la Estrategia 2 “Mercado Italia” y el de la Estrategia 4 “Mercado Brasileño” obtuvieron S/ 116,492 y S/ 113,779 respectivamente. Como podemos observar que la Estrategia 3 proporciona el mayor VAN, no significa que sea la estrategia óptima, porque en esta parte Análisis Determinístico del ciclo del Análisis de Decisiones, aún no se han reconocido las incertidumbres críticas, que podrían destruir valor para el inversionista. Inclusive, aun no se han hecho explícitas las preferencias del decisor frente al riesgo, lo que será presentado en el siguiente acápite: Análisis Probabilístico.

Figura N° 4.28: Comparativa de los resultados de los Flujos de Caja de las cuatro Estrategias



Elaboración propia

Es importante analizar la figura 4.27, ya que nos permite visualizar claramente, que el VAN de la Estrategia 3 “Mercado Argentino” resultó S/ 233,332, el cual es mayor al correspondiente a la Estrategia 1 “Mercado Chino” que arrojó un VAN de S/ 141,486. Mientras que el VAN de la Estrategia 2 “Mercado Italia” y el de la Estrategia 4 “Mercado Brasileño” obtuvieron S/ 116,492 y S/ 113,779 respectivamente. Como podemos observar que la Estrategia 3 proporciona el mayor VAN, no significa que sea la estrategia óptima, porque en esta parte Análisis Determinístico del ciclo del Análisis de Decisiones, aún no se han

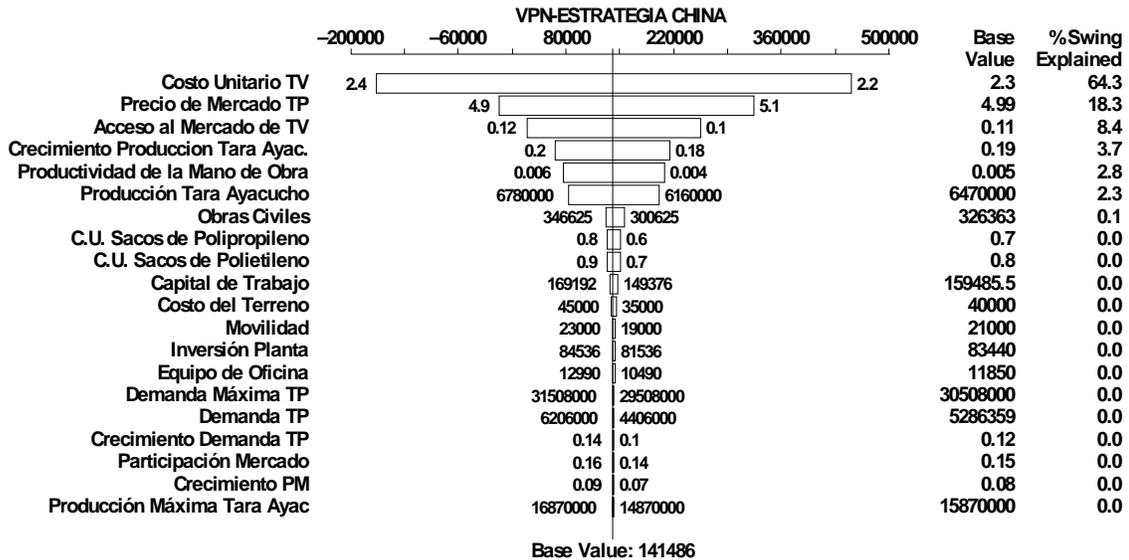
reconocido las incertidumbres críticas, que podrían destruir valor para el inversionista. Inclusive, aun no se han hecho explícitas las preferencias del decisor frente al riesgo, lo que será presentado en el siguiente acápite: Análisis Probabilístico.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINÍSTICO DE LAS CUATRO ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES CRÍTICAS

Contando con el modelo estructural para cada una de las cuatro alternativas estratégicas, la siguiente fase es desarrollar el análisis de sensibilidad determinístico, esta etapa resulta muy útil para identificar cuáles son las variables cruciales en la creación del valor y generación de riesgo. Para ello se ha establecido los valores de entrada, que contiene la información de cada estrategia, además se ha establecido tres valores para cada variable fuente de incertidumbre: uno para el caso base (mediana); y otro bajo, (que representa aproximadamente el décimo percentil) y uno alto de noventa percentil.

Para la realización de la siguiente modelación, podemos utilizar un software Sensitivity (este software fue desarrollado especialmente para las aplicaciones de Análisis de Decisiones) se procede a desarrollar el análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las alternativas estratégicas; a continuación se muestra los resultados:

Figura N° 4.29: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 1 “Mercado Chino”

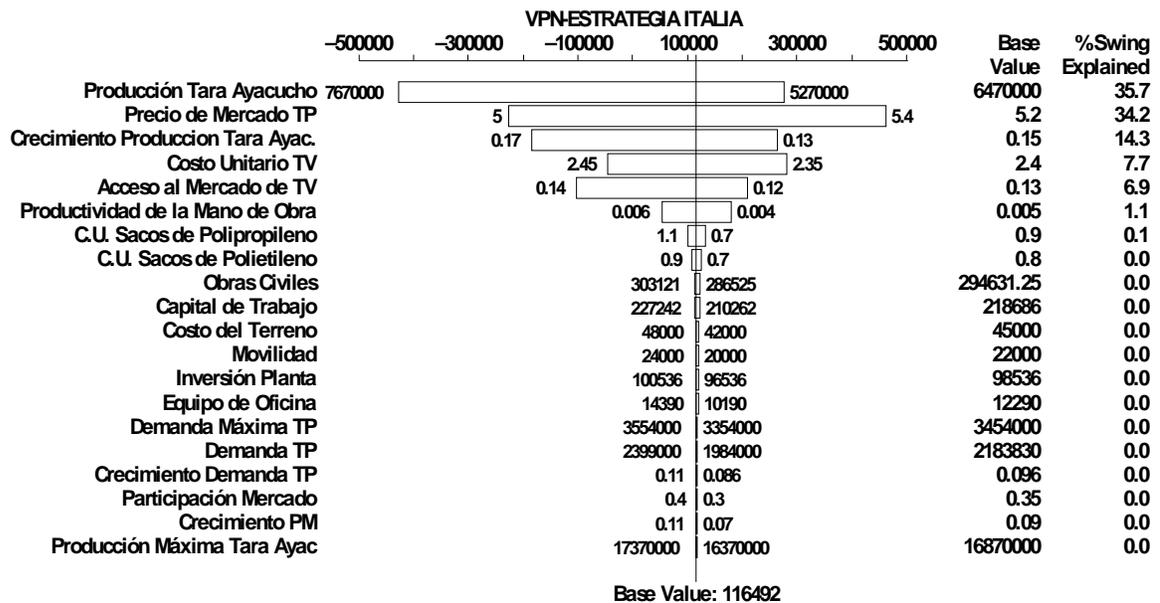


Elaboracion propia

En la figura 4.29 se muestra los resultados del análisis de sensibilidad determinístico para cada una de las variables fuente de incertidumbre. A partir de estos resultados identificamos principales variables más relevantes que son fuente de mayor incertidumbre. Se puede notar claramente que la variable con mayor influencia sobre el Valor Presente Neto es el costo unitario de la tara en vaina, su incertidumbre merece una atención especial y deberá ser modelada como una variable aleatoria en el análisis probabilístico del problema. Las cuatro siguientes variables con mayor efecto en el Valor Presente Neto son el Costo Unitario de tara en vaina, Precio de Mercado de Tara en Polvo, acceso al mercado de tara en

vaina y crecimiento de la producción de tara en Ayacucho, lo cual será incluida como una variable aleatoria en el árbol de decisiones.

Figura N° 4.30: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 2 “Mercado Italia”

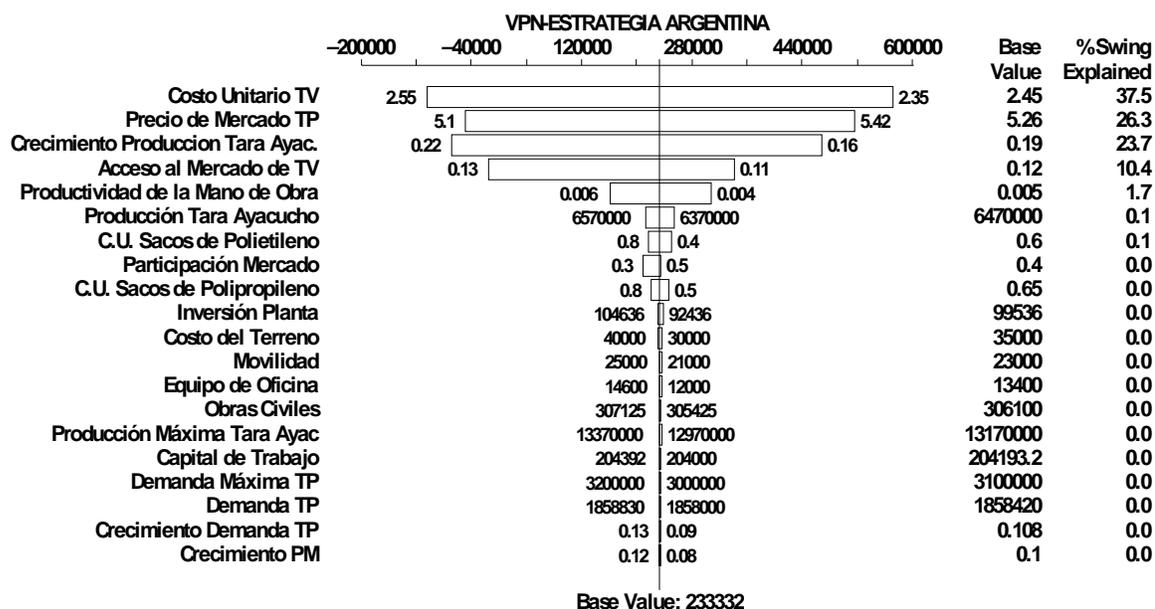


Elaboración propia

En la figura 4.30 se muestra las cuatro principales variables (producción de tara en Ayacucho, precio de mercado de la tara en polvo, crecimiento de producción tara en Ayacucho y costo unitario de la tara en vaina) fuente de incertidumbre en la Estrategia 2 “Mercado Italiano”, las cuales revelan el 91.9% de la incertidumbre total del proyecto, siendo la principal: producción de tara en Ayacucho, que explica 35.7% de la incertidumbre total.

En la figura 4.31, se muestra el diagrama de tornado de los resultados del análisis de sensibilidad determinístico, para cada una de las variables fuente de incertidumbre de la Estrategia 3 “Mercado Argentino”. A partir de estos resultados identificamos las variables más relevantes que crean mayor incertidumbre. Se puede notar claramente que la variable con mayor influencia sobre el Valor Presente Neto, es el Costo unitario de tara en vaina: explica el 37.5% de la variación total del Valor Presente Neto, su incertidumbre merece una atención especial y deberá ser modelada como una variable aleatoria en el análisis probabilístico del problema.

Figura N° 4.31: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 3 “Mercado Argentino”

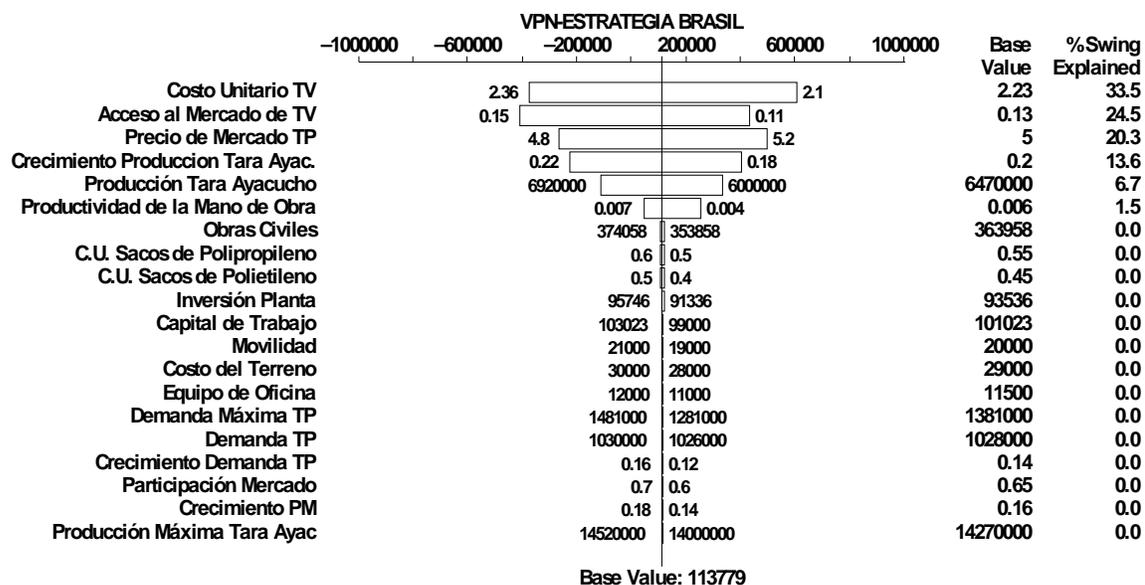


Elaboracion propia

Las siguientes variables con mayor influencia en el Valor Presente Neto son precio de mercado de tara en polvo, crecimiento de producción de tara en Ayacucho y acceso al mercado de tara en vaina, y lo cual será incluida como variables aleatorias en el árbol de decisiones.

Las otras variables fuente de incertidumbre: productividad de la mano de obra, producción de tara en Ayacucho, producción máxima de tara en Ayacucho, costo unitario de sacos de polietileno, capital de trabajo, costo unitario de sacos de polipropileno, inversión planta y equipo de oficina, no tienen mayor influencia sobre el Valor Presente Neto por lo tanto debe ser fijado en su valor base convirtiéndose en una variable fija o parametrizada.

Figura N° 4.32: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 4 “Mercado Brasileño”



Elaboracion propio

En la figura 4.32 se muestra las cinco principales variables (costo unitario de la tara en vaina, acceso al mercado de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y crecimiento producción de tara en Ayacucho) fuente de incertidumbre en esta estrategia explican el 91.9% de la incertidumbre total del proyecto, siendo la principal: costo unitario de tara en vaina, que explica 33.5% de la incertidumbre total.

En resumen, el análisis de la sensibilidad determinística indica que existen tres variables cruciales en cada una de las estrategias alternativas, de las cuales el costo unitario de tara en vaina son comunes en las tres estrategias 1, 3 y 4 y el precio de mercado de tara en polvo son comunes en las estrategias de Mercado Chino, Italia y Argentina, en cambio, en la estrategia mercado Brasileño segunda variable crucial acceso al mercado de tara en vaina, seguido por el precio de mercado de tara en polvo.

En total las incertidumbres críticas son el costo unitario de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y crecimiento de producción de tara en Ayacucho, las que serán tratadas como variables aleatorias en la fase probabilística. Cabe señalar que las variables cruciales (costo unitario de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y acceso al mercado de tara en la Región Ayacucho), en su conjunto explican más del 90% de la incertidumbre en cada una de las estrategias, **con lo cual se demuestra la Hipótesis Específica 1 planteada**

Tabla N° 4.14: Resumen de las cuatro Estrategias

DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA			
	Mercado Chino	Mercado Italia	Mercado Argentino	Mercado Brasileño
1. Costo unitario TV	1)64.3%	7.7%	1)37.5%	1)33.5%
2. Precio de Mercado TP	2)18.3%	2)34.2%	2)26.3%	3) 20.3%
3. Acceso al mercado de TV	3) 8.4%	6.9%	10.4%	2) 24.5%
4. Producción tara en Ayacucho	2.3%	1) 35.7%	0.1%	6.7%
5. Crecimiento producción tara en A.	3.7%	3)14.3%	3) 23.7%	13.6%
6. Productividad de mano de obra	2.8%	1.1%	1.7%	1.5%
TOTAL	99.80%	99.90%	99.70%	100%

Elaboración propia

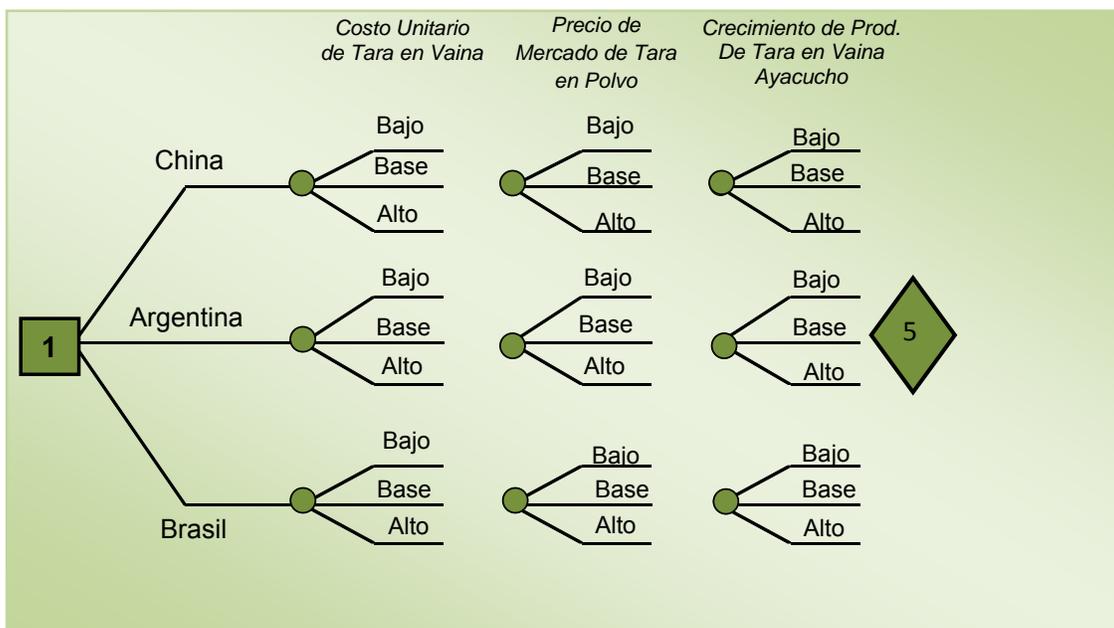
4.3.3 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

El objetivo principal de la fase probabilística es considerar en forma explícita la incertidumbre en el análisis de los problemas de decisión. Esto se logra al asignar probabilidades a las incertidumbres cruciales identificadas en el análisis de sensibilidad de la fase determinístico desarrollado en el acápite anterior.

El análisis probabilístico consta de cuatro pasos fundamentales, en primer lugar se dibuja el árbol de decisiones que muestra como se relacionan las estrategias alternativas y las principales incertidumbres críticas en la creación de valor. Seguidamente, se asigna probabilidades a las incertidumbres del árbol. Luego,

con estas probabilidades se evalúa el árbol de decisiones para identificar la mejor alternativa usando los valores esperados y perfiles de rentabilidad de riesgo. Finalmente, el análisis de sensibilidad probabilística.

Figura N° 4.33: *Árbol de decisiones esquemático del Problema del Proyecto*



Elaboracion propia

Para el proyecto de inversión de Tara en Polvo, el análisis de sensibilidad redujo el número de incertidumbres a tres variables aleatorias. Entonces el árbol de decisiones esquemático se grafico teniendo en cuenta estas variables, tales como son costo unitario de tara en vaina, precio de mercado de tara en polvo y crecimiento de producción de tara en Ayacucho, como se muestra en la figura 4.33. Las otras variables fueron fijadas en su valor base.

Al inicio del árbol, se observa el nodo de decisión, representado por un cuadrado, e indica que alternativa puede elegir el decisor: sea la estrategia 1 Mercado China, la estrategia 3 Mercado Argentino o la estrategia 4 Mercado Brasil. Los factores de incertidumbre se representan mediante círculos y corresponden a las variables: costo unitario de tara en polvo, precio de mercado de tara en polvo y crecimiento de la producción de tara en vaina. Además, se observa el nodo final, representado por un rombo y es allí donde se utiliza el modelo estructural, para evaluar cada escenario posible.

VALORACIÓN DE PROBABILIDADES EN LAS INCERTIDUMBRES CLAVES

En este acápite asignaremos las probabilidades a cada una de las variables cruciales que forman parte del análisis del presente modelo probabilístico, Para este propósito se deberá utilizar la metodología de la *rueda de probabilidades*, para asignar probabilidades de ocurrencia a las variables aleatorias, a fin de obtener una distribución de probabilidades acumulada y continua para cada variable a través de entrevistas a los expertos. Luego, se hizo una aproximación discreta a dicha distribución.

Evaluar las incertidumbres juega un papel muy importante en el Análisis de Decisiones Estratégicas, porque evalúa las opiniones informadas de los expertos,

cuantificando su juicio personal acerca de cantidades inciertas. Además, proporciona un medio claro de comunicación con respecto a la incertidumbre.

Podemos mencionar que los expertos consultados, son especialistas en diferentes actividades que participan en el presente proyecto Tara en Polvo, no les será fácil enunciar su conocimiento en términos probabilísticos. Profundizando en el tema podemos mencionar que, existen una serie de sesgos que pueden dificultar la obtención de resultados confiables. Estos sesgos se refieren a las discrepancias entre las respuestas del experto y la descripción exacta de su conocimiento. Los sesgos pueden ser motivacionales o cognoscitivos.

El inicio del presente análisis, se trata de los ajustes conscientes o inconscientes, que el entrevistado encaja sistemáticamente en sus respuestas, dada su percepción del sistema de recompensas/castigos vigente. En segunda etapa, los ajustes conscientes o inconscientes, se debe a la percepción de cómo se procesan intelectualmente, esto en consecuencia al manejo de métodos no rigurosos o heurísticos. Teniendo en consideración la bibliografía utilizada en el presente estudio, podemos mencionar que existen cuatro reglas heurísticas para asignar probabilidades a los eventos, que pueden ocasionar sesgos cognoscitivos: disponibilidad, representatividad, fijaciones y ajustes, así como dependencias implícitas.

En tal sentido, debido a la introducción de los sesgos mencionados, el proceso de la entrevista debe ser estructurada adecuadamente conducido por el analista, utilizando técnicas de evaluación que permitan neutralizarlos. Este proceso sigue cinco fases: motivación, estructuración, condicionamiento, evaluación y verificación. Cada fase incorpora remedios para los sesgos más comunes.

Continuando con el presente, se aclarara de forma sucinta, la fase de evaluación o asignación de probabilidades. En primer lugar, se establece con ayuda del experto, un valor mínimo y un valor máximo que puede tomar una variable de incertidumbre, en un rango lo suficientemente amplio para evitar los sesgos centrales.

Siguiendo el análisis, se utiliza la *rueda de probabilidades*, el cual es un instrumento que consiste en un disco con un puntero y dos sectores, uno azul y el otro naranja, cuyos tamaños relativos pueden ajustarse. Para usarla, el analista selecciona un valor de la variable en consideración y le pregunta al experto: ¿prefiere apostar que el valor de la variable será menor que el seleccionado, o que, cuando gire esta rueda, el puntero terminará en la región naranja?.

A continuación, los tamaños relativos de las regiones azul y naranja son ajustados y se vuelve a repetir la pregunta, hasta que la opinión del experto es indiferente ante una composición de sectores establecida. Es decir, el analista encuentra el

punto donde el experto piensa que es igual la probabilidad de los dos eventos: que el valor de la variable sea menor al seleccionado y que el puntero termine en el sector naranja.

En la parte posterior de la rueda existe una escala que mide la probabilidad de que el puntero caiga en la región naranja. Seguidamente, el valor de la variable y la probabilidad obtenida se grafica en un diagrama de dispersión. Este proceso de evaluación se repite, para diferentes valores de la variable, con lo cual se obtiene un conjunto de puntos que pueden ser conectados por una curva continua y refleja la distribución de probabilidades acumulada de la variable en estudio.

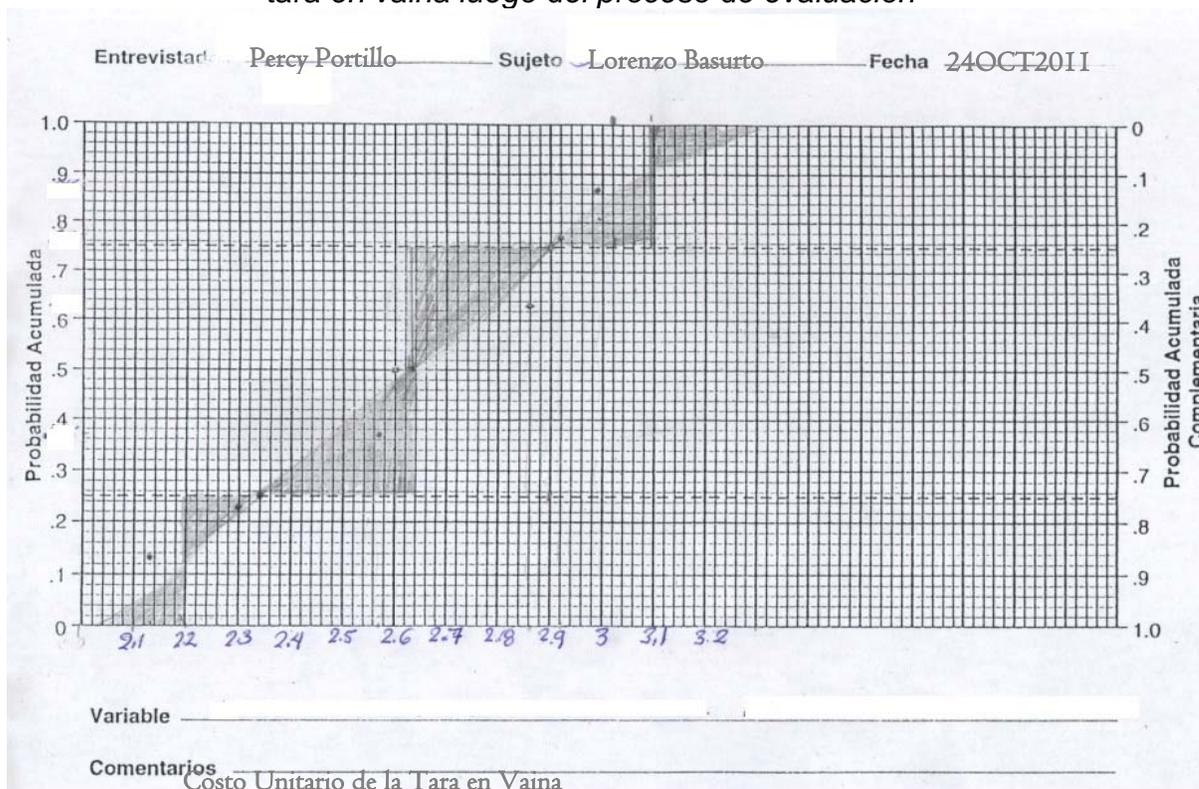
A continuación en la figura 4.34: Se aprecia que en base a la experiencia de expertos, valoramos la distribución de probabilidades de la incertidumbre existente en el costo unitario de la tara en vaina. Luego de haber escogido las probabilidades asociadas a cada rango se requiere definir el valor que representa cada uno o su promedio.

Por ejemplo 2.30, 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 2.35 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 la distribución de probabilidades continuas a una discreta. En forma de árbol.

Los valores de 2.30, 2.35, y 2.40 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.

Figura N° 4.34: *Distribución de probabilidades acumulada del costo unitario de la tara en vaina luego del proceso de evaluación*



Elaboracion propia

Lo elaborado anteriormente permite la aproximación de la distribución continua a una discreta en forma de árbol, la cual se representa en las Figuras 4.34, que mostraremos el de las dos variables críticas que tienen mayor impacto en el proyecto.

Figura N° 4.35: *Distribución de probabilidades acumulada del costo unitario de la tara en vaina luego del proceso de evaluación.*

Estr	Exp Val	Probs	CostV	Exp Val
ESTRATEGIA CHINA	224416	.250	2.1	726178
		.500	2.25	178802
		.250	2.35	-186116
ESTRATEGIA ITALIA	509346	.250	2.3	675329
		.500	2.35	509346
		.250	2.4	343362
ESTRATEGIA ARGENTINA	177969	.250	2.3	542618
		.500	2.4	177969
		.250	2.5	-186680
ESTRATEGIA BRASIL	404909	.250	2.1	796906
		.500	2.2	432258
		.250	2.33	-41786

Elaboracion propia

La primera variable del modelo probabilístico es costo de la tara en vaina, la cual puede tomar para la Estrategia 1 “Mercado Chino”, los valores 2.10, 2.25 y 2.35. Para el caso de la Estrategia 2 “Mercado Italia”, dicha variable puede tomar los valores 2.3, 2.35 y 2.4 con la Estrategia 3 “Mercado Argentino”, esta variable puede tomar los valores 2.30, 2.40 y 2.50. Asimismo para la estrategia 4 “Mercado Brasileño” los valores 2.10, 2.20 y 2.33. Los valores bajos, medios y altos considerados tienen una probabilidad de ocurrencia de 0.25, 0.50 y 0.25 respectivamente.

Además, hay que señalar que el costo de la tara en vaina depende de la estrategia eligen vista de que los *inputs* del modelo probabilístico son inciertos, la rentabilidad obtenida también será incierta y tomará la forma de una distribución de probabilidades. Además, debido a la gran cantidad de cálculos que hay que realizar para la resolución del árbol de decisiones, fue necesario el apoyo del software *Supertree*®, a fin de identificar aquella alternativa estratégica más recomendable.

SOLUCIÓN DEL ÁRBOL DE DECISIONES DEL PROYECTO TARA EN POLVO

Este procedimiento lo realizó el analista con *Supertree* utilizando la opción Rollback Tree de Analyze una vez calculado los valores esperados en los nodos de azar, el decisor eligió entre las estrategias alternativas.

Figura N° 4.36: Elección de la estrategia preferida usando el criterio del valor esperado.

Estr	Exp Val
ESTRATEGIA_CHINA	224416
>ESTRATEGIA_ITALIA	509346
ESTRATEGIA_ARGENTINA	177969
ESTRATEGIA_BRASIL	404909

Elaboracion propia

Tiene cuatro opciones: dos alternativas con riesgo (las estrategias agresivas), con un VPN esperado de S/. 509.3 y 404.9 miles; dos sin riesgo pero con VE bajos (S/. 224.4 y S/.178, 0 miles). Dado que el agente decisor está dispuesto a utilizar el valor esperado como criterio de decisión, la información disponible indica que debe decidir llevar a cabo la estrategia 2 (estrategia Italia). La figura 4.36 indica esta elección.

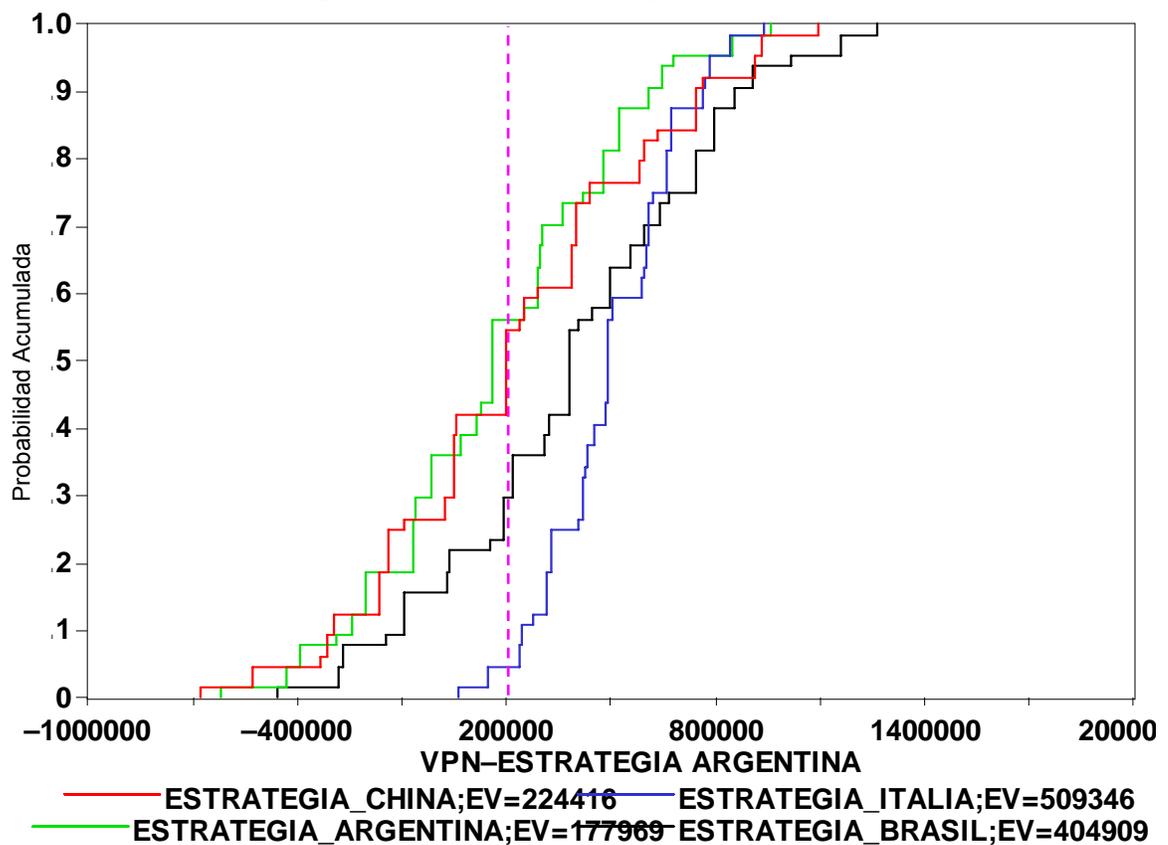
En el análisis probabilístico se obtiene el VAN esperado a partir de la evaluación de ochenta y un escenarios posibles, para cada estrategia alternativa, una vez que se hicieron explícita las incertidumbres cruciales. Además, dado que el decisor es neutral al riesgo.

PERFILES DE RIESGO / RENTABILIDAD DE CADA ESTRATEGIA

Para lograr mayores entendimientos acerca de la estrategia óptima, se construyeron los *perfiles riesgo / rentabilidad* mediante la distribución acumulada del VAN obtenida a través del análisis probabilístico, con el fin de ayudar al decisor a elegir la estrategia óptima. Ello, en vista de que no es suficiente hallar el VAN esperado de cada estrategia, sino más bien, el perfil completo de riesgo / rentabilidad para cada estrategia alternativa con ayuda del software *Supertree®*.

En la figura 4.37, donde la estrategia Italia domina estocásticamente a las estrategias Brasil, China y Argentina porque hay una mayor probabilidad de exceder cualquier valor del VPN con la estrategia Italia del que hay con las estrategias Brasil, China y Argentina. Como consecuencia, el decisor que prefiera más rentabilidad elegirá la estrategia Italia, dado que dicha estrategia tiene una probabilidad mayor de generar una rentabilidad más alta que las estrategias China, Argentina y Brasil.

Figura N° 4.37: *Distribución de probabilidades acumuladas del VPN para las estrategias alternativas del proyecto de tara en polvo*



Es decir, para el valor 0.2 millones, la probabilidad de que la estrategia Italia produzca un VPN en exceso de 0.2 millones es 0.95 (1-0.05), que es mayor a las estrategias 1, 3 y 4. Cuando el VAN es igual a S/. 0.2 millones, la probabilidad de generar un valor en exceso con la estrategia Brasil es 0.7, mientras que la estrategia China es 0.45. En cambio con la estrategia Argentina la probabilidad de generar un valor en exceso es 0.43. De la misma forma, se analiza para diversos valores del VAN en el eje horizontal, comparando cada estrategia considerada.

A pesar de que la dominación estocástica es positiva, no garantiza que la estrategia Italia sea mejor que las estrategias 1, 3 y 4 en cada escenario posible. Para un escenario en particular – es decir, para una combinación específica de los valores de las variables aleatorias – es posible que las estrategias 1, 3 y 4 tengan un VPN mayor que el de la estrategia 2. Sin embargo, en general, la estrategia Italia es superior.

Es claro que si existe una dominación estocástica entre estrategias no habrá necesidad de investigar las preferencias del decisor con respecto al riesgo, pues el racionalmente eliminará las alternativas dominadas.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILÍSTICO PARA CADA VARIABLE CRÍTICA

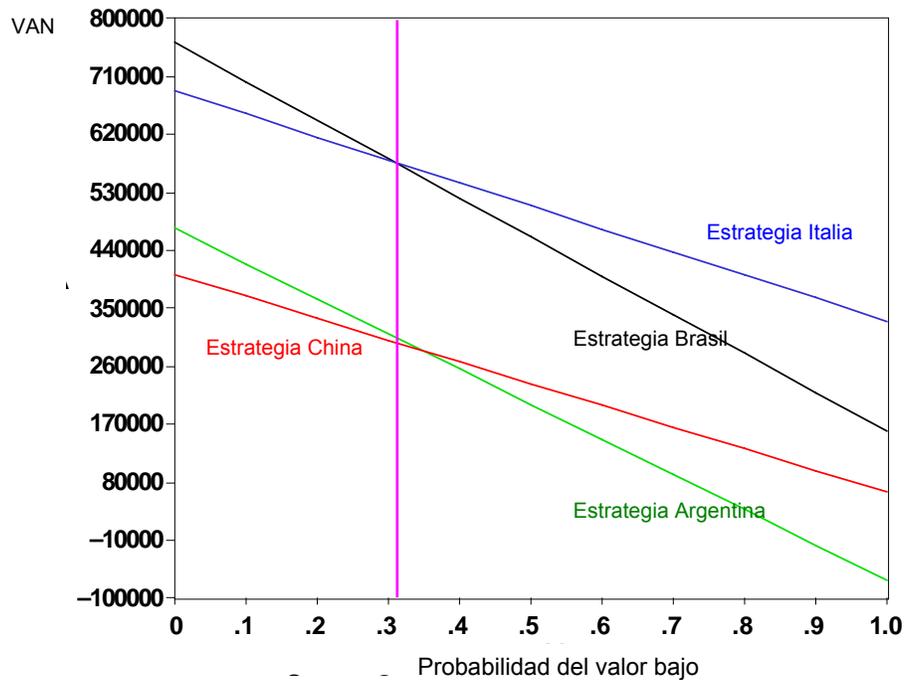
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILÍSTICO RESPECTO AL PRECIO DE MERCADO

En la Figura 4.38, se representa en el eje horizontal, la probabilidad de que el *precio de la tara en polvo* alcance su valor bajo, variando dicha probabilidad desde cero hasta uno. En el eje vertical, se grafica el VAN esperado del proyecto, para las cuatro estrategias alternativas.

Para determinar análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades se ha empleó la opción de “sensitivity Probability” en Supertree para ver si la decisión original (escoger la estrategia Italia) cambiaría con los cambios en las probabilidades asociadas al precio de mercado de tara en polvo.

La figura 4.38, muestra que la decisión original es sensible a las probabilidades asignadas a la variable aleatoria del precio de mercado de tara en polvo, dado que cuando la probabilidad del precio de mercado de tara en polvo baja varía entre 0 y 32% se debe escoger la estrategia mercado Brasil; y sólo cuando esta probabilidad sea mayor al 32%, la estrategia mercado Italia será la preferida. Es decir, que sólo en un escenario en el que la probabilidad de tener el precio de mercado de tara en polvo baja sea mayor que 32%, el VPN esperado de la estrategia mercado Italiano será mayor que el mercado Brasileño.

Figura N° 4.38: *Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al precio de mercado de tara en polvo.*



Elaboracion propia

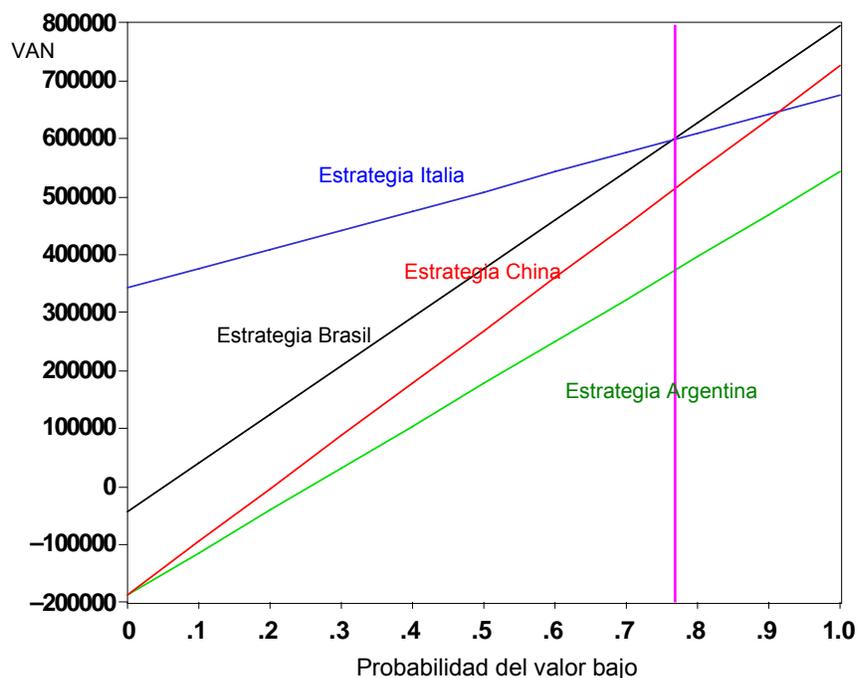
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILÍSTICO RESPECTO AL COSTO DE LA TARA EN VAINA

La Figura 4.39, muestra en el eje horizontal, la probabilidad de que el costo unitario de la tara en vaina alcance su valor bajo, variando dicha probabilidad desde cero a uno. En el eje vertical, se tiene el VAN esperado para las cuatro estrategias alternativas.

En la figura 4.39, indica el resultado del análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al costo unitario de tara en vaina. Cuando la probabilidad del costo unitario de tara en vaina sea menor que el 77%, el valor esperado de la estrategia Italia es mayor que el valor esperado de las otras estrategias; es decir la decisión original no varía.

En cambio, cuando la probabilidad del costo unitario de tara en vaina sea mayor que 77%, el valor esperado de la estrategia óptima es menor que el valor esperado de la estrategia mercado brasileño, y, por tanto la decisión óptima varía.

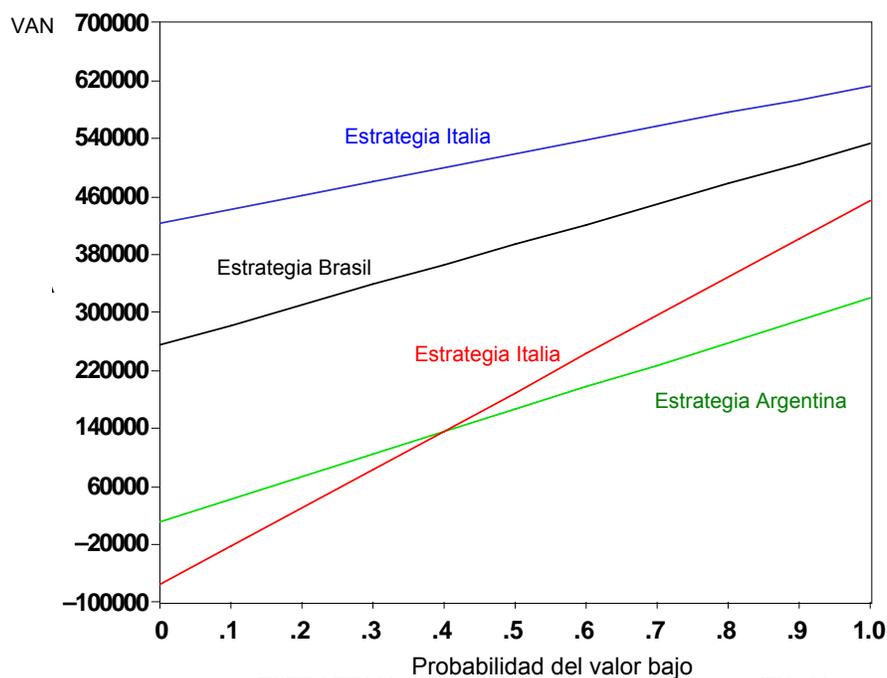
Figura N° 4.39: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al Costo unitario de tara en vaina.



Elaboracion propia

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILÍSTICO RESPECTO AL CRECIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE TARA EN AYACUCHO

Figura N° 4.40: *Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al crecimiento de la producción de tara en Ayacucho.*



Elaboracion propia

La Figura 4.40, muestra en el eje horizontal, la probabilidad de que el acceso del mercado de la tara en vaina en la Región Ayacucho alcance su valor bajo, variando dicha probabilidad desde cero a uno. En el eje vertical, se tiene el VAN esperado para las cuatro estrategias alternativas. Una vez más, usando la opción de "Sensitivity Probability" en Supertree se generó la figura 4.40, de donde se concluye que cuando la probabilidad de crecimiento de la producción de tara en

vaina en la Región Ayacucho bajo varía entre 0 y 1 la estrategia original sigue siendo preferible.

PERFILES DE RIESGO CONDICIONALES A CADA VARIABLE CRÍTICA EN EL MODELO PROBABILÍSTICO PARA LA ESTRATEGIA ÓPTIMA:

Para conocer la variabilidad que introduce cada variable crítica en el VAN generado por la Estrategia óptima, podemos utilizar los perfiles de riesgo condicionales, así como también nos mostraran la probabilidad de destruir valor.

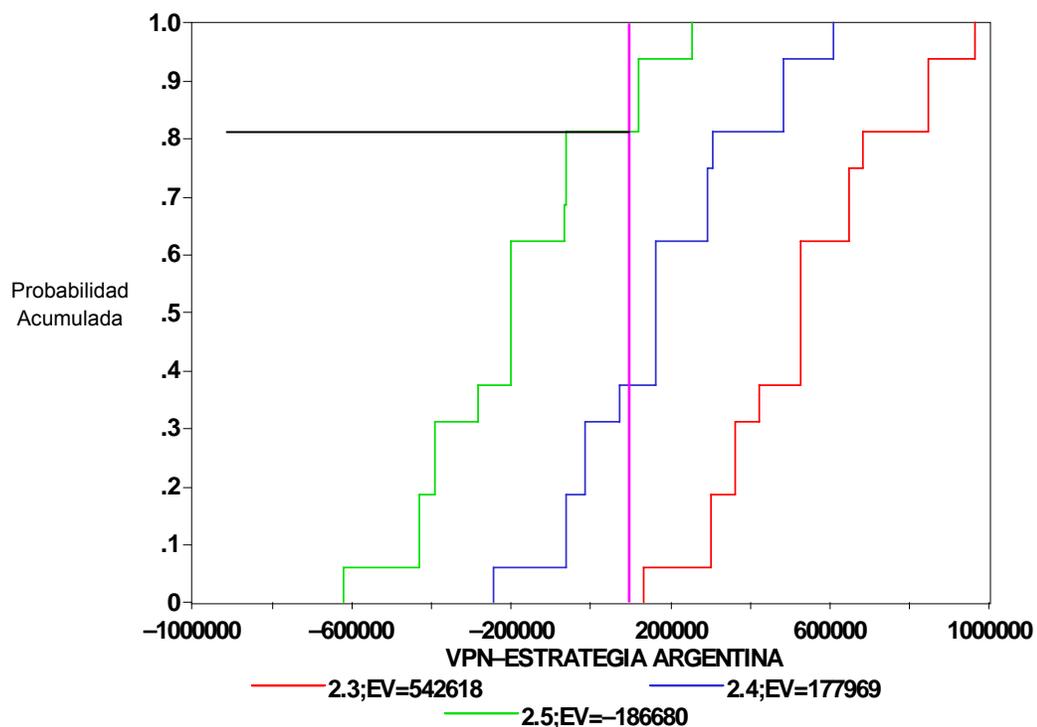
El presente análisis se ejecutó situando al inicio del árbol de decisiones, la variable crítica que se va analizar, haciendo que ésta varíe según sus valores y probabilidades asignadas.

Luego, se evalúa nuevamente el árbol de decisiones con el resto de variables críticas involucradas variando en sus respectivas de probabilidades. De esta manera, se obtuvo un VAN esperado para cada valor bajo, medio y alto de la variable crítica analizada. Los resultados obtenidos los mostramos a continuación.

PERFIL DE RIESGO CONDICIONAL AL COSTO UNITARIO DE LA TARA EN VAINA

Para entender mejor la existencia de los riesgos potenciales, el analista del problema del proyecto de inversión de tara en polvo decidió establecer cuáles serían las distribuciones de probabilidades para cada valor particular de cada una de las incertidumbres que afectan la alternativa preferida. Es decir, que para la estrategia 2 (mercado Italia), se deseaba establecer las distribuciones de probabilidades asociadas con los diferentes valores de las variables aleatorias asociados a dicha estrategia.

Figura N° 4.41: *Distribución de probabilidades condicionales al costo unitario de tara en vaina*



Se desea establecer las distribuciones condicionales a los diferentes niveles del costo unitario de tara en vaina; esto es S/. 2.30, S/. 2.40 y S/. 2.50. Estas distribuciones condicionales son representadas en la figura 4.41, y muestra una variación en el VPN esperado para la estrategia óptima, desde S/. – 186.7 hasta S/. 542.6 miles, dependiendo del costo unitario de tara en vaina que se obtenga. Es decir, el perfil de rentabilidad/riesgo es sensible al costo unitario de tara en vaina. A medida que disminuye este costo unitario, el VPN esperado aumenta de S/. – 186.7 a S/. 542.6 miles.

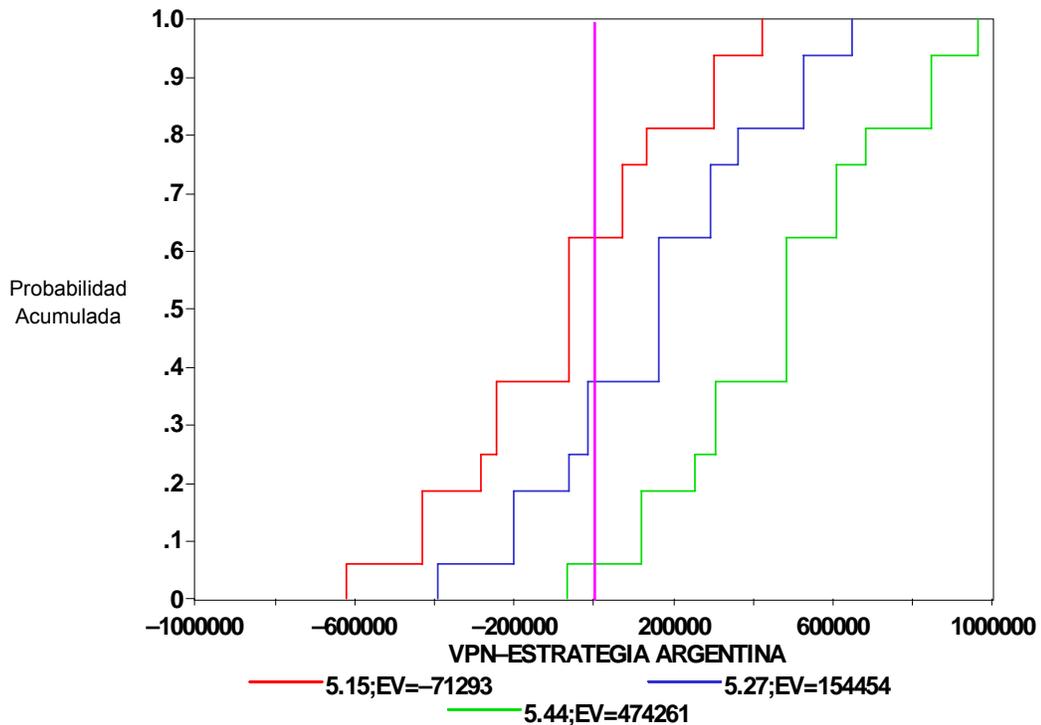
Se observa en la Figura 4.41, que el VAN esperado del Proyecto Tara en Polvo condicionado al costo unitario de tara en vaina, para la estrategia óptima, varía desde S/ – 186.7 hasta S/ 542.6, lo que implica una variabilidad de S/ 355,9 miles.

PERFIL DE RIESGO CONDICIONAL AL PRECIO DE MERCADO DE LA TARA EN POLVO

Las distribuciones condicionales para el *precio de mercado de tara en polvo* para el proyecto se presenta en la figura 4.42 y muestra una variación mayor que las de los VPN esperados debido a los cambios de los *costos unitarios de la tara en vaina* (S/.403.0 vs S/. 355.9 miles).

La pérdida esperada para las variaciones de ambas variables es como sigue: costo unitario de tara en vaina es alto asciende a S/. 186.7 miles y del precio de mercado de tara en polvo es bajo alcanza a S/. 71.3 miles, dado que los VPN esperados para cualquier valor de ellas es positivo y negativo. Pero debemos observar que si el costo unitario de tara en vaina es alto S/. 2,5 la probabilidad de tener perdida es 81%, mientras que si el precio de tara en polvo es bajo (S/5, 15) la probabilidad de tener perdida es 62%.

Figura N° 4.42: Distribución de probabilidades condicionales al precio de mercado de tara en polvo



Elaboracion propia

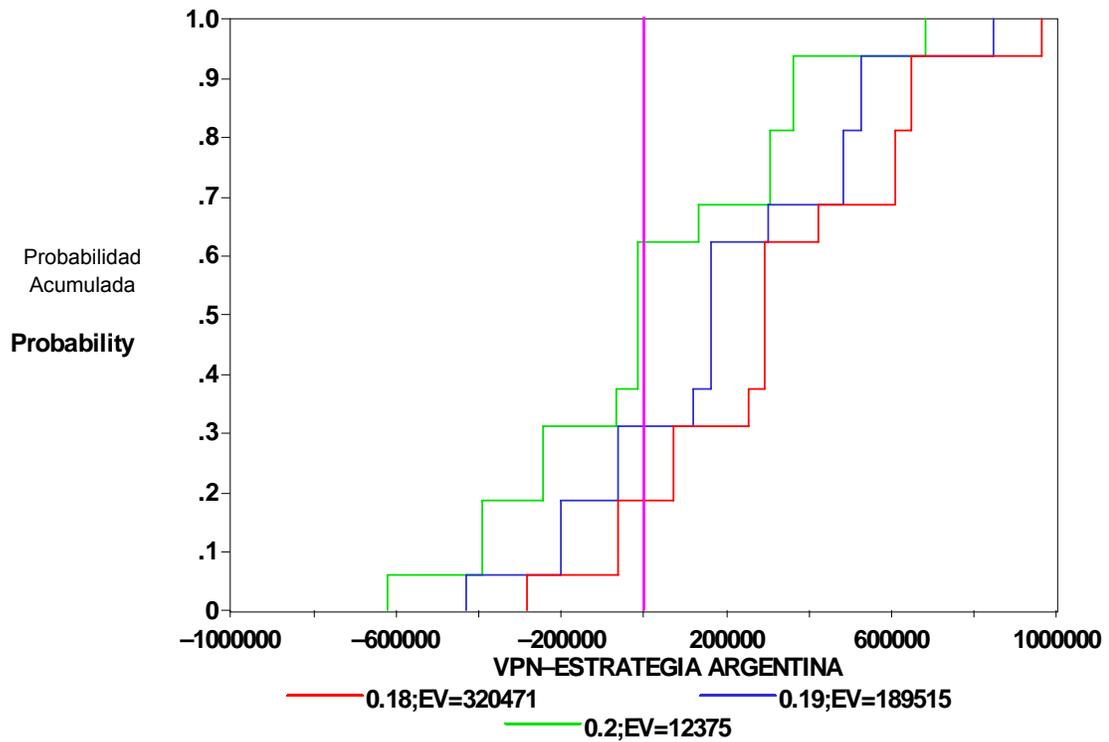
Se observa en la Figura 4.42, que el VAN esperado del Proyecto condicionado al precio de la tara en polvo, para la estrategia óptima, varía desde S/ -71.3 hasta S/ 474.3 miles, lo que implica una variabilidad de S/ 403,0 miles. Dicho de otra manera, el perfil de rentabilidad/riesgo es sensible al precio de tara en polvo. A medida que disminuye este precio, el VPN esperado disminuye de S/ -71.3 a S/ 474.3 miles.

PERFIL DE RIESGO CONDICIONAL AL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE TARA EN VAINA EN AYACUCHO.

Se observa en la Figura 4.43, que el VAN esperado del Proyecto Tara en Polvo condicionado al crecimiento de la producción de tara en vaina, para la estrategia óptima, varía desde S/ 320.5 hasta S/ 12.4 miles, lo que implica una variabilidad de S/ 332.8 miles.

El perfil de rentabilidad/riesgo es menos sensible que el costo unitario de tara en vaina y precio de mercado de tara en polvo. A medida que disminuye el porcentaje de crecimiento de producción de tara en vaina en la región de Ayacucho, el VPN esperado aumenta de S/ 12,4 a S/ 320.5 miles. Esto se genera debido al límite de la operación de la capacidad de planta.

Figura N° 4.43: Distribución de probabilidades condicionales al crecimiento de producción de tara en Ayacucho



Elaboracion propia

En la tabla 4.14, se muestra los resultados del análisis de sensibilidad estocástica para cada una de las variables de cruciales en la estrategia preferida (mercado Argentino). La penúltima columna enseña el cambio en el VPN esperado, que está dado por el valor absoluto de la diferencia entre el VPN 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.

Tabla N° 4.15: Resumen de Análisis de Sensibilidad Estocástico

Variabilidad	Sensibilidad VPN Esperado			Probabilidad de Pérdida
	Bajo	Alto	Cambio	
Costo Unitario de Tara en Vaina	542.6	-186.7	355.9	81%
Precio de Mercado de Tara en Polvo	-71.3	474.3	403.0	62%
Crecimiento de la Producción de Tara en Vaina	320.5	12.4	332.8	62%

Fuente: Elaboración Propia

De las distribuciones de probabilidad condicionales y los VPN esperados se concluye que todas las variables son cruciales, pues los VPN varían fuertemente dependiendo de los valores particulares que tomen estas variables. Además, se concluye que el costo unitario de tara en vaina (materia prima) produce la mayor variación en el VPN esperado, y tiene el mayor potencial para generar pérdidas.

Además, se concluye que el costo unitario de tara en vaina (materia prima crítica) produce la mayor variación en el VPN esperado, y tiene el mayor potencial para generar pérdidas, **con lo cual se comprueba lo planteado en la Hipótesis Especifica 2.**

4.3.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente acápite se interpretan los resultados obtenidos, considerando que una de las características más valiosas del Análisis de Decisiones Estratégicas es su habilidad para determinar el valor económico de eliminar parcial o totalmente

una incertidumbre antes de tomar una decisión. Este resultado se obtiene calculando el valor de la información perfecta y el control de la información.

El valor de la información perfecta, se refiere cuanto valor añade a la estrategia óptima, si se resuelve la incertidumbre antes de tomar la decisión. Y el control de información, indica el valor agregado a dicha estrategia, de ser factible controlar el resultado de una variable de incertidumbre crítica.

VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA

El valor de la información perfecta, permite determinar el valor económico de eliminar la incertidumbre en cada una de las variables cruciales del proyecto de inversión de tara en polvo. Dicho de otra manera, si el valor 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 esta es alto, podría ser rentable dedicar algún esfuerzo a poner en marcha programas para mejorar la información. Para el proyecto de inversión de tara en polvo, su árbol de decisiones presenta en total tres variables aleatorias asociadas a la estrategia óptima, a saber: costo unitario de materia

prima, precio de mercado de tara en polvo y crecimiento de la producción tara en vaina en la Región Ayacucho.

El procedimiento para calcular el valor de la información perfecta, consiste simplemente en cambiar el orden de los nodos en el árbol, colocando el nodo de azar que representa la resolución de la incertidumbre antes de cualquier nodo de decisión, el resto del árbol permanece igual. 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.

Luego, se utilizo la siguiente expresión:

$$VEIP = VECIP - VESIP$$

Donde:

VEIP: Valor Esperado de la Información Perfecta

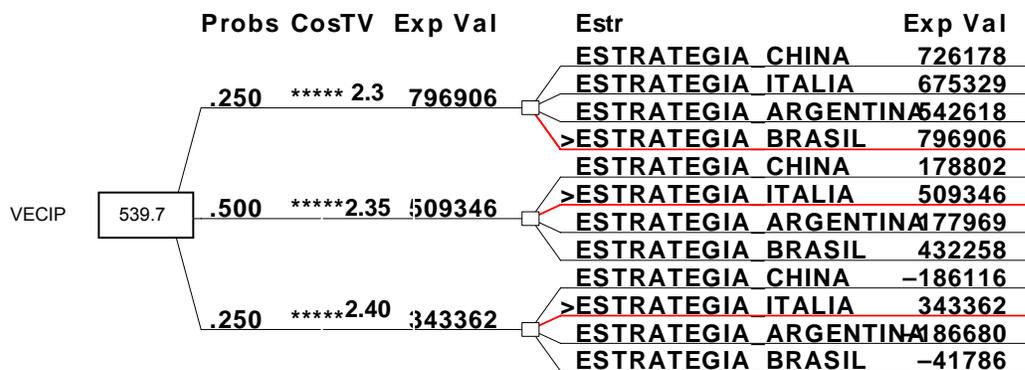
VECIP: Valor Esperado con Información Perfecta

VESIP: Valor Esperado sin Información Perfecta

VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA PARA LA VARIABLE “COSTO UNITARIO DE TARA EN VAINA”

Poniendo el nodo de azar (costo unitario de tara en vaina) al comienzo del árbol de decisiones significa preguntar: “¿Cuál es el valor esperado o equivalencia cierta de la decisión, si fuera posible elegir el curso de acción después de saber el verdadero valor de la variable aleatoria? ¿Es decir, después de obtener la información perfecta con respecto a esta variable?”

Figura N° 4.44: *Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina.*



Elaboracion propia

En la figura 4.44, se observa el valor de la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina, donde se concluye que si el costo unitario de tara en vaina en la Región de Ayacucho fuera alto y medio, S/ 2.40 y S/. 2.35 el kilogramo, será mejor escoger la alternativa Italia y no la de Argentina. Pero si la participación

es baja la mejor alternativa será la alternativa estrategia Brasil. Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pues cambiara la decisión óptima originalmente.

Figura N° 4.45: Elección de la Estrategia Preferida usando el criterio del valor esperado

Estr	Exp Val
ESTRATEGIA CHINA	224416
>ESTRATEGIA ITALIA	509346
ESTRATEGIA ARGENTINA	177969
ESTRATEGIA BRASIL	404909

Elaboracion propia

En la figura 4.44, se aprecia que la información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina, es decir, saber el valor de esta variable antes de tomar esta decisión, le permitirá al Proyecto de inversión de tara en polvo obtener un Valor Presente Neto Esperado de S/ 796.9 miles con una probabilidad de 0.25; un VPN esperado de S/. 509.3 miles, con una probabilidad de 0.5; y un VPN esperado de 343.4 miles, con una probabilidad de 0,25.

Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina (VECIP) es de:

$$\begin{aligned} \text{VECIP} &= 796.9 (0.25) + 509.3 (0.5) + 343.4 (0.25) \\ &= 539.7 \end{aligned}$$

El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

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

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

$$\text{VEIP} = 539.7 - 509.3$$

$$\text{VEIP} = 0.4$$

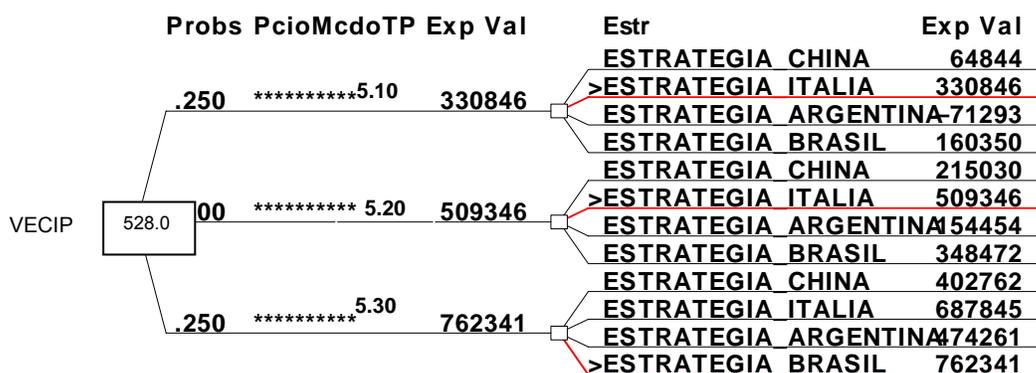
El valor esperado sin información perfecta calculado en la figura 4.44, es de S/.509.3 miles; por lo tanto, el valor esperado de la información perfecta es de S/. 0.4 miles. Dado este valor relativamente bajo, se recomienda no buscar información adicional sobre el costo unitario de tara en vaina. Ya que no será bueno, conseguir información adicional sobre esta variable.

VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA PARA LA VARIABLE “PRECIO DE TARA EN POLVO”

Como se determino anteriormente, de acuerdo con el análisis probabilístico el Valor Actual Neto Esperado de la estrategia 2 “Italia” es de S/. 509.3 miles. Este

valor constituye el Valor Esperado sin Información Perfecta (VESIP). Por otro lado, si se observa la figura 4.46, se ha colocado al inicio del árbol de decisiones, el nodo del factor crítico precio de tara en polvo variado con sus respectivas probabilidades. Es decir, se está condicionado los resultados del VAN al valor que toma dicha variable crucial, lo que implica que debe resolverse primero esta incertidumbre antes de tomar decisión.

Figura N° 4.46: *Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el precio de mercado de tara en polvo.*



Elaboracion propia

El Proyecto de inversión de tara en polvo obtendrá un Valor Presente Neto Esperado de S/ 330.8 miles con una probabilidad de 0.25; un VPN esperado de S/. 509.3 miles, con una probabilidad de 0.5; y un VPN esperado de S/. 762.3 miles, con una probabilidad de 0,25. Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el costo unitario de tara en vaina (VECIP) es de:

$$\begin{aligned} \text{VECIP} &= 330.8 (0.25) + 509.3 (0.5) + 762.3 (0.25) \\ &= 528.0 \end{aligned}$$

El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

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

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

$$\text{VEIP} = 528.0 - 509.3$$

$$\text{VEIP} = 18.6 \text{ miles}$$

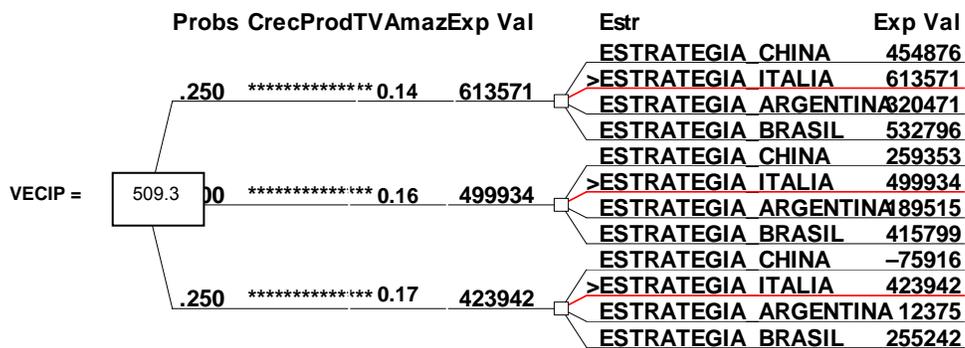
Con este resultado se concluye, que no importa cual valor tome el precio de mercado de tara en polvo, la estrategia preferida será siempre la estrategia 2, "Italia". Es decir, que ninguna información adicional tendrá valor, pues no cambiara la decisión original.

VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA PARA LA VARIABLE "CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE TARA EN AYACUCHO"

Como se menciona anteriormente, poniendo el nodo de azar (acceso al mercado de tara en vaina) al comienzo de árbol de decisiones significa preguntar: "¿Cuál es el valor esperado o equivalencia cierta de la decisión, si fuera posible elegir el

curso de acción después de saber el verdadero valor de la variable aleatoria? ¿Es decir, después de obtener la información perfecta con respecto a esta variable?

Figura N° 4.47: *Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el “crecimiento de la producción de tara en Ayacucho”.*



Elaboracion propia

En la figura 4.47, se observa el valor de la información perfecta sobre el crecimiento de la producción de tara en vaina, donde se concluye que si el crecimiento de producción de tara en vaina fuera bajo, 0.14, será mejor escoger la alternativa Italia y no la de Argentina, a su vez, si la participación es media o alta la mejor alternativa será la alternativa estratégica Italia. Es decir, que podría existir información adicional que tendrá valor, pues cambiara la decisión óptima originalmente.

En la figura 4.47, se aprecia que la información perfecta sobre el crecimiento de la producción de tara en Ayacucho, es decir, saber el valor de esta variable antes de

tomar esta decisión, le permitirá al Proyecto de inversión de tara en polvo obtener un Valor Presente Neto Esperado de S/ 613.6 miles con una probabilidad de 0.25; un VPN esperado de S/. 499.9 miles, con una probabilidad de 0.5; y un VPN esperado de 423.9, con una probabilidad de 0,25. Luego, el valor esperado con información perfecta sobre el acceso al mercado de tara en vaina (VECIP) es de:

$$\begin{aligned} \text{VECIP} &= 613.6 (0.25) + 499.9 (0.5) + 423.9 (0.25) \\ &= 509.3 \text{ miles} \end{aligned}$$

El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

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

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

$$\text{VEIP} = 509.3 - 509.3$$

$$\text{VEIP} = 0$$

El valor esperado sin información perfecta calculado en la figura 4.47, es de S/. 509.3; por lo tanto, el valor esperado de la información perfecta es de S/. 0. Dado este valor es cero, se recomienda no buscar información adicional sobre el crecimiento de producción de tara en vaina en la Región Ayacucho. Ya que será

muy difícil, sino imposible conseguir información adicional sobre esta variable que sea buena.

VALOR DEL CONTROL PERFECTO

El análisis del valor del control perfecto, ha permitido determinar, cuanto valor se añada a la estrategia óptima, si se puede crear mecanismos para controlar el resultado de una variable incierta, fijándola en su valor óptimo. Dicho de otra manera, el decisor o el agente decisor escoge el valor de la variable aleatoria que le dé el mayor valor esperado.

Para obtener el valor del control perfecto, se debe dibujar al comienzo del árbol de decisiones el nodo de azar que representa una variable aleatoria que se desea controlar, identificando a continuación, aquella rama que conduce a un mayor valor agregado. Luego se utilizó la siguiente expresión:

Dónde:

$$VECP = VECCP - VESCP$$

VECP = Valor Esperado del Control Perfecto

VECCP = Valor Esperado con Control Perfecto

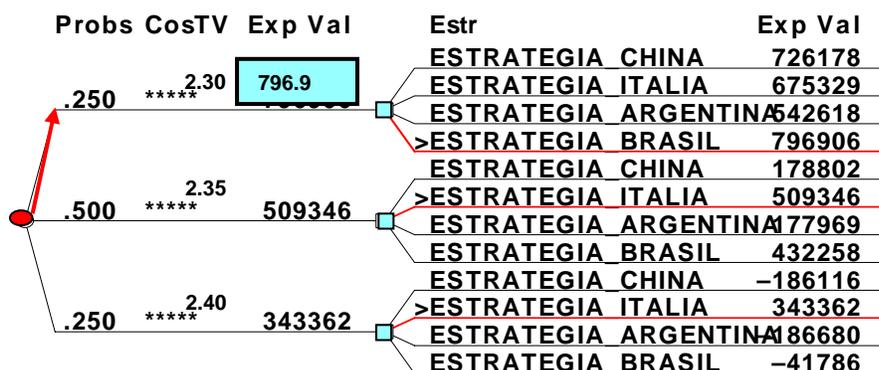
VESCP = Valor Esperado sin Control Perfecto

A continuación, se presentan los resultados alcanzado a través el valor del control perfecto para las variables cruciales.

VALOR DEL CONTROL PERFECTO PARA EL COSTO UNITARIO DE LA TARA EN VAINA

La rama superior del costo unitario de tara en vaina es de S/. 2.30 nuevos soles, muestra que si hubiera alguna manera de lograr que el costo unitario de tara en vaina fuera S/. 2.30 nuevos soles el kilogramo, el resultado del valor esperado asciende a S/. 796.9 miles ¿Qué podemos hacer para garantizar costo unitario bajo?, seguidamente calcularemos el valor esperado del control perfecto y recordando que el valor esperado original fue de S/. 509.3.

Figura N° 4.48: Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el costo unitario de tara en vaina.



Elaboracion propia

$$VECP (c.u.) = VECCP - VESCP$$

$$\text{VECP (c.u.)} = 796.9 - 509.3$$

$$\text{VECP (c.u.)} = 287.6 \text{ miles}$$

El control perfecto podría corresponder a la alternativa de institucionalizar algunos procedimientos extraordinarios del control de los costos unitarios de la tara en vaina los cuales aseguren que serán los más bajos posibles. Por otro lado, si pudiera controlar el resultado del costo unitario de tara en vaina, fijando en 2.30 nuevos soles el kilogramo, se podría incrementar del VAN esperado de la estrategia 2 "Italia" en S/. 287.6 miles

VALOR DEL CONTROL PERFECTO PARA EL PRECIO DE MERCADO DE TARA EN POLVO

Como se mencionó el Valor Esperado sin Control Perfecto (VЕСP) para La estrategia óptimo "Italia" es de S/. 509.3 miles y representa el VAN de la estrategia óptimo. Por otro lado, para determinar el valor esperado con control perfecto, se procedió a fijar La variable precio de tara en polvo en su valor optimo, es decir S/. 5.30 por kilogramo, por que proporciona mayor VAN, es decir S/. 762.3 miles. Al remplazar dichos valores de la siguiente manera:

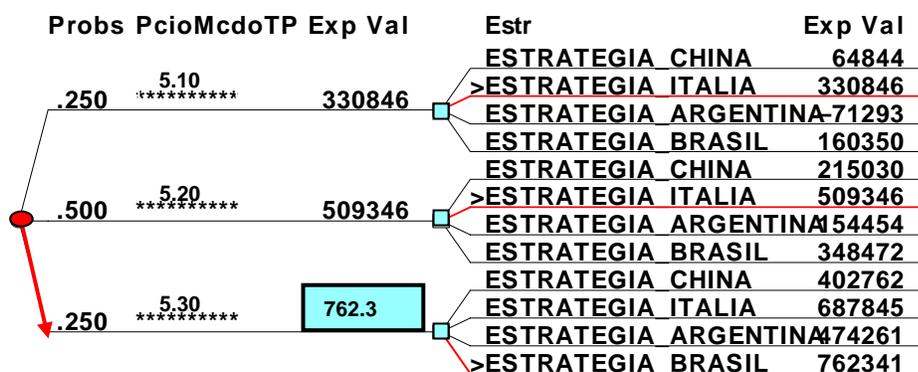
$$\text{VECP} = \text{VECCP} - \text{VЕСP}$$

$$\text{VECP} = 762.3 - 509.3$$

VECP = 253.0 miles

Por otro lado, si pudiera controlar el resultado del precio de mercado de tara en polvo, fijando en 5.30 nuevos soles el kilogramo, se podría incrementar del VAN de la estrategia 2 "Italia" en S/. 253.0 miles

Figura N° 4.49: *Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el precio de mercado de tara en polvo.*



Elaboracion propia

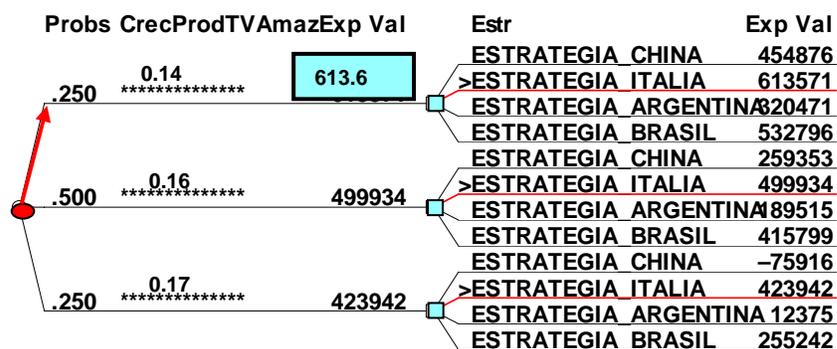
VALOR DEL CONTROL PERFECTO PARA EL CRECIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE TARA EN VAINA

En el proyecto de inversión de tara en polvo, el valor de control perfecto para el crecimiento de producción de tara en Ayacucho, se obtiene el árbol con el nodo de crecimiento de producción de tara en vaina trasladando al inicio del árbol de decisión, lo que se presenta en la figura 4.50. En este caso cuando se habla de

control perfecto, el agente decisor escoge el valor de la variable aleatoria que le dé el mayor valor esperado.

En la rama superior del nodo de crecimiento de producción de tara en vaina, 0.14, da el mayor valor esperado y muestra que si hubiera alguna manera de lograr que el crecimiento de producción de tara en vaina en la Región Ayacucho fuera de 0.14, daría un valor esperado de S/. 613.6 miles.

Figura N° 4.50: *Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el crecimiento de producción de tara en vaina.*



Elaboracion propia

Se recuerda que el VAN de la estrategia optima asciende a S/. 509.3 miles y representa el Valor Esperado sin Control Perfecto (VESCP), teniendo esta información se determina el Valor Esperado con Control Perfecto (VECCP), es como sigue:

$$VECP = VECCP - VESCP$$

$$VECP = 613.6 - 509.3$$

$$VECP = 104.0 \text{ miles}$$

Por otro lado, si pudiera controlar el resultado del crecimiento de producción de tara en vaina, fijando en 14%, se podría incrementar el VAN de la estrategia 2 "Italia" en S/. 104.0 miles.

Con los resultados obtenidos en las diferentes etapas del Análisis de Decisiones Estratégicas, hemos podido estudiar en profundidad el riesgo en un proyecto agroindustrial cuyo producto es de exportación (tara en polvo departamento de Ayacucho).

4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Identificadas las variables inciertas que acumulan más del 90% de variación sobre la rentabilidad del proyecto, siendo el costo unitario de la tara en vaina y precio de mercado de la tara en polvo se afirma que la estrategia que presente mayor rentabilidad y menor riesgo es la estrategia italiana específicamente si se toma la producción del departamento de Ayacucho.

4.4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

Se ha identificado la variable independiente costo de tara en vaina la cual tiene mayor impacto sobre la utilidad de la producción de las estrategias que tiene el proyecto, siendo esta la que acumula una variación en la sensibilidad, la cual representa variación en las diferentes alternativas entre el 48% y 70.8%, tal como se aprecia en el siguiente cuadro.

Tabla N° 4.16: Resumen de las cuatro Estrategias

DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA			
	Mercado Chino	Mercado Italia	Mercado Argentino	Mercado Brasileño
1. Costo unitario TV	1)70.8%	1)62.9%	1)48%	1)64.9%
2. Precio de Mercado TP	2)21.2%	2)31.8%	2)22.5%	3.1%
3. Acceso al mercado de TV	1.9%	2.3%	3)15.4%	1.7%
4. Producción tara en Amazonas	1.7%	0.0%	8.6%	2)16.5%
5. Crecimiento producción tara en A.	0.8%	0.2%	2.9%	3.1%
6. Productividad de mano de obra	3)3.2%	3)2.4%	2.4%	3)10.1%
7. Producción máxima Tara en A.	0.1%	0.2%	0.1%	0.1%
TOTAL	99.70%	99.80%	99.90%	99.50%

Elaboración propia

4.4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Asimismo, guiándonos de la Tabla N° 4.15, se ha identificado la variable independiente precio de mercado de tara en polvo la cual tiene un impacto considerable sobre la utilidad de la producción de las estrategias que tiene el proyecto, acumulando una variación en la sensibilidad, la cual se encuentra en un parámetro de más del 20% en las diferentes alternativas.

El análisis probabilístico nos demuestra que el promedio del valor actual neto o valor esperado favorece a la estrategia italiana con una cifra de S/.347, 649 superior a las otras estrategias seguida por la estrategia brasileña calculada como S/. 283,729 es de notar que el analista recomendará al inversionista aquella que tiene alta rentabilidad, y menor riesgo, de otro lado se demuestra que el que tiene menor coeficiente de variación es la estrategia italiana con un 91% promedio de variación (considerando los dos departamento de producción) dando mayor seguridad de invertir en esta estrategia, siendo más confiable el departamento de Ayacucho ya que su coeficiente de variación no supera el 50%, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA N° 4.17: MEDIA Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS

ESTRATEGIA	MEDIA AMAZONAS	MEDIA AYACUCHO	VALOR ESPERADO PROMEDIO
MERCADO CHINO	147,661	224,416	186,039
MERCADO ITALIANO	185,951	509,346	347,649
MERCADO ARGENTINO	238,110	177,968	208,039
MERCADO BRASILEÑO	162,549	404,909	283,729

ESTRATEGIA	COEFICIENTE DE VARIACION AMAZONAS	COEFICIENTE DE VARIACION AYACUCHO	COEFICIENTE DE VARIACION PROMEDIO
MERCADO CHINO	51%	113%	164%
MERCADO ITALIANO	67%	23%	91%
MERCADO ARGENTINO	67%	102%	169%
MERCADO BRASILEÑO	50%	66%	116%

Elaboración: Propia

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Conclusión general

Para Tomar una decisión de inversión en un entorno de incertidumbre para proyectos de inversión del sector agroindustrial: caso Proyecto de Tara en Polvo en los departamento de Amazonas y Ayacucho, las hipótesis específicas, demostradas han permitido delinear, las variables que más inciden en la variación de la utilidad de la producción, siendo el de más alta rentabilidad y bajo riesgo libre de incertidumbre la estrategia de mercado italiano.

Conclusión específica 1

Las variables independientes y con mayor impacto sobre la sensibilidad: el precio de mercado de la tara en polvo y costo unitario de la tara en vaina acumulan el 92% de variación sobre la utilidad de la producción de la estrategia en lanzar dicho producto al mercado chino, para el mercado Italiano la variación acumulada

ascendería a 94.7% se manifiesta que es superior a las demás alternativas, pues como es el mercado argentino acumula 70% y 68% el mercado Brasileño, este ha sido tratado dentro de un rango de variación del percentil 10 y el percentil 90, tal como se planteó en la hipótesis específica 1 se concluye que las dos primeras alternativas superan el 90%,.

Conclusión específica 2

Se ha planteado determinar la mejor alternativa estratégica de inversión que el especialista evaluador recomienda para maximizar la utilidad de la producción de acuerdo a la información perfecta y libre de incertidumbre, por lo que el supuesto en el proceso de modelación de la alternativa estratégica de la fase determinística y estocástica de valoración de inversiones nos ha permitido seleccionar la alternativa estratégica óptima y reduciendo la incertidumbre.

Del resultado es de enfatizar que la utilidad de la producción promedio es más alto en la alternativa estratégica del mercado italiano con un promedio en ambas zonas de producción de la tara Amazonas y Ayacucho, que asciende a s/. 347,649 mucho más alto que las demás alternativas estratégicas siendo su coeficiente de variación de un 91% con respecto a su propia media, se concluye que tiene una rentabilidad alta y una bajo riesgo de destrozarse valor.

5.2 RECOMENDACIONES

La metodología que desarrolla la tesis, puede servir de mucha utilidad tanto para los gobiernos regionales, locales, como los diferentes sectores de nuestro país, lo cual sirve para identificar claramente la variables críticas que afecte los resultados de la utilidad en la producción, como también den un resultado esperado con menor error de fracaso, por tanto recomendamos la utilización del Análisis de Decisiones Estrategias en proyectos a nivel de perfil hasta estudios de mayor envergadura, cuando se requiera incluir metodológicamente el riesgo.

Las alternativas planteadas deben ser significativamente diferentes para identificar aquella que maximice la utilidad en la producción de proyectos de tara en polvo. Además, se debe profundizar en las preferencias del decisor con respecto al riesgo cuando lo amerite para corroborar que la elección de la alternativa estratégica y sus resultados son robustos ante cualquier cambio de probabilidades de ocurrencia en las otras variables cruciales. Con estos elementos se recomienda la ejecución del proyecto “Instalación de una Planta Procesadora de Tara en Polvo en los departamentos de Amazonas y Ayacucho”, bajo los lineamientos señalados en la presente Tesis. Considerando los factores de riesgo involucrados.

El estudio pre inversión a Nivel de Pre-Factibilidad queda enriquecido al evaluar la intervención proyectada mediante el Análisis de Decisiones Estratégicas bajo

incertidumbre incorporado a la evaluación Costo- Beneficio, incorporando diversas alternativas y analizando sistemáticamente las variables críticas en un entorno de incertidumbre a fin de lograr la utilidad de la producción. Se recomienda prestar atención a las variables independientes en la generación de valor, siendo en este caso costo unitario de tara en vaina y precio de mercado de tara en polvo.

El modelo desarrollado en proyectos de inversión agroindustrial, también puede ser utilizado en cualquier tipo de proyecto, requiriéndose estudiar con más profundidad por los diferentes proyectistas que lo acojan, lo cual puede ser materia en otros estudios de investigación

BIBLIOGRAFÍA

1. **BRAVO ORELLANA, SERGIO** “Evaluación de Inversiones” 1ra Edición 2011, Pearson Educación, México.
2. **CONTRERAS, EDUARDO** “Evaluación de Inversiones Bajo Incertidumbre: Teoría y Aplicaciones a proyectos en Chile” Manual N° 63 INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL, 2009, Santiago de Chile.
3. **ESPINOZA S. DANIEL Y VÍLCHEZ C. LUDY** “Evaluación Económica y Análisis de Decisiones Ante Riesgos de Inundaciones en los Proyectos de Inversión Pública – Satipo 2008”. [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Ingeniería, 2011, Perú
4. **FLORES AROCUTIPA, JAVIER** “Como Hacer y Evaluar una Tesis” 6ta. Edición 2009. Universidad José Carlos Mariátegui, Perú
5. **HERTZ, DAVID B.** “La Incertidumbre y el Riesgo en la Evaluación de Proyectos de Inversión” Harvard Business Review, Edición 1964, pág. 95
6. **HERNÁNDEZ S. ROBERTO, FERNÁNDEZ C. CARLOS Y BAPTISTA L. PILAR** “Metodología de la Investigación” 4ta. Edición 2006, McGraw – Hill, México.

7. **MALAGA – WEBB & ASOCIADOS** “Estudio de Mercado de Tara en el Perú” Informe Final Febrero de 2009, Lima Perú.
8. **MAGIA QUIJANO, RUBI C.** “Administración de Riegos un Enfoque Empresarial” 1ra. Edición, mayo de 2006, Fondo Editorial Universidad EAFIT, Colombia.
9. **MINISTERIO DEL COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO** “El ABC del Comercio Exterior Guía de Capacidades Generales de Comercio Exterior, Volumen I, II, III” 1ra. Edición: Febrero 2009, Lima Perú.
10. **MONGRUT, Samuel.** “Valoración de Proyectos de Inversión en Economías Emergentes Latinoamericanas: El caso de los Inversionistas no Diversificados”. [Tesis Doctoral].Universidad de Barcelona., 2004.p. 176-178.
11. **PROGRAMA DE REDES SOSTENIBLES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA – REDESA** “Una Experiencia de análisis de Riesgo en Planes de Negocio Rural”, 1ra. Edición Octubre 2006, CARE Perú.
12. **SALINAS ORTIZ, JOSÉ A.** “Análisis de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos” 1ra. Edición 2008, Cengage Learning, Argentina.
13. **SAPAG CHAÍN, NASSIR** “Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación” 1ra. Edición 2007, pearson educación, México.
14. **STIGLITS, JOSEPH E.** “La Economía del Sector Publico” 3ra. Edición 2003, Barcelona.

15. **SALINAS ORTIZ, JOSÉ A.** “Análisis de Decisiones en Entornos Inciertos, Cambiantes y Complejos” 2da. Edición 2000, Universidad del Pacifico, Perú.
16. **SAPAG NASSIR Y SAPAG REINALDO** “Preparación y evaluación de Proyectos” 5ta. Edición, 2007, McGraw – Hill, México.
17. **STEPHEN A. ROSS, RANDOLPH W. WESTERFIELD Y JEFFREY F. JAFFE**, “Finanzas Corporativas”, 8va Edición 2009, McGraw – Hill, México.
18. **STERN, L., EL ANSARY, A.** “Estructura, Funciones y Relaciones. En Canales de Comercialización” 5ta Edición, 1999, Prentice Hall, Madrid.
19. **VILLANUEVA MENDOZA, CARLOS** La Tara “El Oro Verde de los Incas para el mundo” 1ra. Edición 2007, Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

ANEXOS

ANEXO I: ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO PARA EL PROYECTO DE INVERSIÓN DE TARA EN POLVO

DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS.

DESCRIPCIÓN	VALOR EN USO	NOMBRE	ESTRATEGIAS			
			1	2	3	4
Nombre de Estrategia	3	Estr				
Nombre de Estrategia	Argentina	NombreEstra	China	Italia	Argentina	Brasil

Fuente: Elaboración Propia

DECISIONES ESTRATÉGICAS.

DESCRIPCIÓN	VALOR EN USO	NOMBRE	ESTRATEGIAS				Unidades
			1	2	3	4	
Valor de la Mano de Obra	40	ValMO	38	35	40	35	Lugar
Capacidad de Planta Inicial	1152000	CapPta	1,100,000	1,000,000	1,152,000	1,084,000	Kg
Fuente de Financiamiento	0.2	FteFto	50%	30%	20%	30%	%
Mercado Objetivo	Mercado Argentino 100%	McdObvo	Mercado Chino 100%	Mercado Italiano 100%	Mercado Argentino 100%	Mercado Brasileiro 100%	%
Mercado Distribuidor	0	McdDistr	0.16	0.168	0	0.2	Kg

Fuente: Elaboración Propia.

PARÁMETROS O CONSTANTES.

DESCRIPCIÓN	VALOR EN USO	NOMBRE	Unidades
Tasa de descuento	14%	TasaDscto	%
Tasa de depreciación Maquinaria y Equipos	10%	TsaDeprMyE	%
Tasa de depreciación Equipos de Oficina	10%	TsaDeprEqOfc	%
Tasa de depreciación Movilidad	20%	TsaDeprMov	%

DESCRIPCIÓN	VALOR EN USO	NOMBRE	Unidades
Tasa de depreciación obras Civiles	3%	TsaDeprObCiv	%
Tasa de depreciación de Activos Intangibles	20%	TsaDeprAcInt	%
Tasa impositiva	30%	TasaImp	%
Tasa Efectiva Anual, TEA	20%	CostCapital	%
N de cuotas	5	Nper	Años
Factor de Conversión TV a TP	60%	FacConvTV	Kg.
Envasado de Tara en Polvo	25	EnvasTP	Kg.
Estabilización PM en el LP	96%	EstabPMIp	%
Mantenimiento de Equipos	5%	ManEq	%
Porcentaje de Gastos de Venta	2%	GastVent%	%
Impuesto General a las Ventas	18%	IGV	%
Servicio de electricidad y agua	0.005	SerEleAgua	S/.
FCBigv	15%	FCBigv	%
Gastos Pre operativos	5%	GastPreop	%
Factor de Conversión de Bienes con IGV a sin IGV	1.18	FCBCigvASigv	
Vida Útil del Proyecto	5	VdaUtProy	Años

Fuente: Elaboración Propia.

INCERTIDUMBRES.

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 1 CHINA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Condiciones de Mercado					
Precio de Mercado TP	PcioMcdoTP	Kg	4.90	5.00	5.10
Demanda Máxima TP	MaxDemTP	Kg	28,508,000	30,508,000	32,508,000
Demanda TP	DemTP	kg	3,506,000	4,506,000	5,506,000
Crecimiento Demanda TP	CrecDemTP	%	0.08	0.12	0.16
Participación Mercado	PM	%	0.19	0.20	0.21
Crecimiento PM	CrecPM	%	0.07	0.09	0.11
C.U. Sacos de Polipropileno	SacPolPropil	Und.	0.60	0.70	0.80

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 1 CHINA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
C.U. Sacos de Polietileno	SacosPol	Und.	0.70	0.80	0.90
Productividad de la Mano de Obra	ProdMO	Kg/hora	0.004	0.005	0.006
Costo Unitario TV	CosTV	S/.	2.20	2.30	2.40
Producción Tara Amazonas	ProdTVAmaz	Kg	744,000	844,000	944,000
Crecimiento Produccion Tara Amaz.	CrecProdTVAmaz	%	0.18	0.21	0.24
Producción Máxima Tara AmaZ	MaxProdTV	Kg	1,400,000	1,500,000	1,600,000
Acceso al Mercado de TV	AccMcdoTV	%	0.55	0.60	0.65
Obras Civiles	ObrCiv	S/.	352,625	362,625	372,625
Inversión Planta	InvPlan	S/.	82,536	93,536	95,536
Costo del Terreno	CosTerr	S/.	28,000	30,000	32,000
Equipo de Oficina	EqOfic	S/.	9,290.00	10,290	11,290
Movilidad	Movil	S/.	18,000.00	19,000	20,000
Capital de Trabajo	CapTrabJo	S/.	98,376.00	99,376	101,192

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 2 ITALIA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Condiciones de Mercado					
Precio de Mercado TP	PcioMcdoTP	Kg	5.00	5.16	5.26
Demanda Máxima TP	MaxDemTP	Kg	3,354,000	3,454,000	3,554,000
Demanda TP	DemTP	kg	2,384,000	2,394,000	2,399,000
Crecimiento Demanda TP	CrecDemTP	%	0.09	0.13	0.16
Participación Mercado	PM	%	0.24	0.25	0.26
Crecimiento PM	CrecPM	%	0.07	0.09	0.12
C.U. Sacos de Polipropileno	SacPolPropil	Und.	0.70	0.80	0.90
C.U. Sacos de Polietileno	SacosPol	Und.	0.50	0.70	0.90
Productividad de la Mano de Obra	ProdMO	Kg/hora	0.004	0.005	0.006
Costo Unitario TV	CosTV	S/.	2.25	2.35	2.45
Producción Tara Amazonas	ProdTVAmaz	Kg	843,000	844,000	845,000
Crecimiento Produccion Tara Amaz.	CrecProdTVAmaz	%	0.20	0.21	0.22
Producción Máxima Tara AmaZ	MaxProdTV	Kg	1,500,000	1,817,000	2,200,000

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 2 ITALIA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Acceso al Mercado de TV	AccMcdoTV	%	0.46	0.50	0.54
Obras Civiles	ObrCiv	S/.	346,525	346,625	346,725
Inversión Planta	InvPlan	S/.	90,536.00	93,536.00	96,536
Costo del Terreno	CosTerr	S/.	27,000.00	28,000.00	29,000
Equipo de Oficina	EqOfic	S/.	10,190.00	11,290.00	12,390
Movilidad	Movil	S/.	20,000.00	21,000.00	22,000
Capital de Trabajo	CapTrabJo	S/.	110,262.00	114,252.00	117,242

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 3 ARGENTINA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Condiciones de Mercado					
Precio de Mercado TP	PcioMcdoTP	Kg	5.10	5.26	5.35
Demanda Máxima TP	MaxDemTP	Kg	3,000,000	3,100,000	3,200,000
Demanda TP	DemTP	kg	2,049,000	2,059,000	2,069,000
Crecimiento Demanda TP	CrecDemTP	%	0.09	0.11	0.13
Participación Mercado	PM	%	0.20	0.25	0.30
Crecimiento PM	CrecPM	%	0.06	0.09	0.12
C.U. Sacos de Polipropileno	SacPolPropil	Und.	0.50	0.55	0.60
C.U. Sacos de Polietileno	SacosPol	Und.	0.40	0.50	0.60
Productividad de la Mano de Obra	ProdMO	Kg/hora	0.00	0.01	0.01
Costo Unitario TV	CosTV	S/.	2.30	2.40	2.50
Producción Tara Amazonas	ProdTVAmaz	Kg	733,000	844,000	955,000
Crecimiento Produccion Tara Amaz.	CrecProdTVAmaz	%	0.16	0.19	0.21
Producción Máxima Tara Amaz	MaxProdTV	Kg	1,500,000	1,817,000	2,200,000
Acceso al Mercado de TV	AccMcdoTV	%	0.50	0.60	0.70
Obras Civiles	ObrCiv	S/.	382,425	382,625	382,825
Inversión Planta	InvPlan	S/.	92,436	93,536	95,636
Costo del Terreno	CosTerr	S/.	28,000	29,000	30,000
Equipo de Oficina	EqOfic	S/.	11,000	12,000	13,000

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 3 ARGENTINA		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Movilidad	Movil	S/.	17,000	18,000	19,000
Capital de Trabajo	CapTrabJo	S/.	100,000	107,192	114,192

DESCRIPCIÓN	NOMBRE	UND.	ESTRATEGIA 4 BRASIL		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Condiciones de Mercado					
Precio de Mercado TP	PcioMcdoTP	Kg	4.84	4.86	4.88
Demanda Máxima TP	MaxDemTP	Kg	1,281,000	1,381,000	1,481,000
Demanda TP	DemTP	kg	1,026,000	1,028,000	1,029,000
Crecimiento Demanda TP	CrecDemTP	%	0.19	0.21	0.23
Participación Mercado	PM	%	0.39	0.49	0.59
Crecimiento PM	CrecPM	%	0.14	0.16	0.18
C.U. Sacos de Polipropileno	SacPolPropil	Und.	0.40	0.50	0.60
C.U. Sacos de Polietileno	SacosPol	Und.	0.30	0.40	0.50
Productividad de la Mano de Obra	ProdMO	Kg/hora	0.004	0.005	0.006
Costo Unitario TV	CosTV	S/.	2.20	2.25	2.30
Producción Tara Amazonas	ProdTVAmaz	Kg	727,000	844,000	1,023,000
Crecimiento Produccion Tara Amaz.	CrecProdTVAmaz	%	0.18	0.21	0.23
Producción Máxima Tara Amaz	MaxProdTV	Kg	1,619,000	1,817,000	1,950,000
Acceso al Mercado de TV	AccMcdoTV	%	0.59	0.62	0.65
Obras Civiles	ObrCiv	S/.	353,858	363,958	374,058
Inversión Planta	InvPlan	S/.	91,336	93,536	95,746
Costo del Terreno	CosTerr	S/.	28,000	29,000	30,000
Equipo de Oficina	EqOfic	S/.	11,000	11,500	12,000
Movilidad	Movil	S/.	19,000	20,000	21,000
Capital de Trabajo	CapTrabJo	S/.	99,000	101,023	103,023

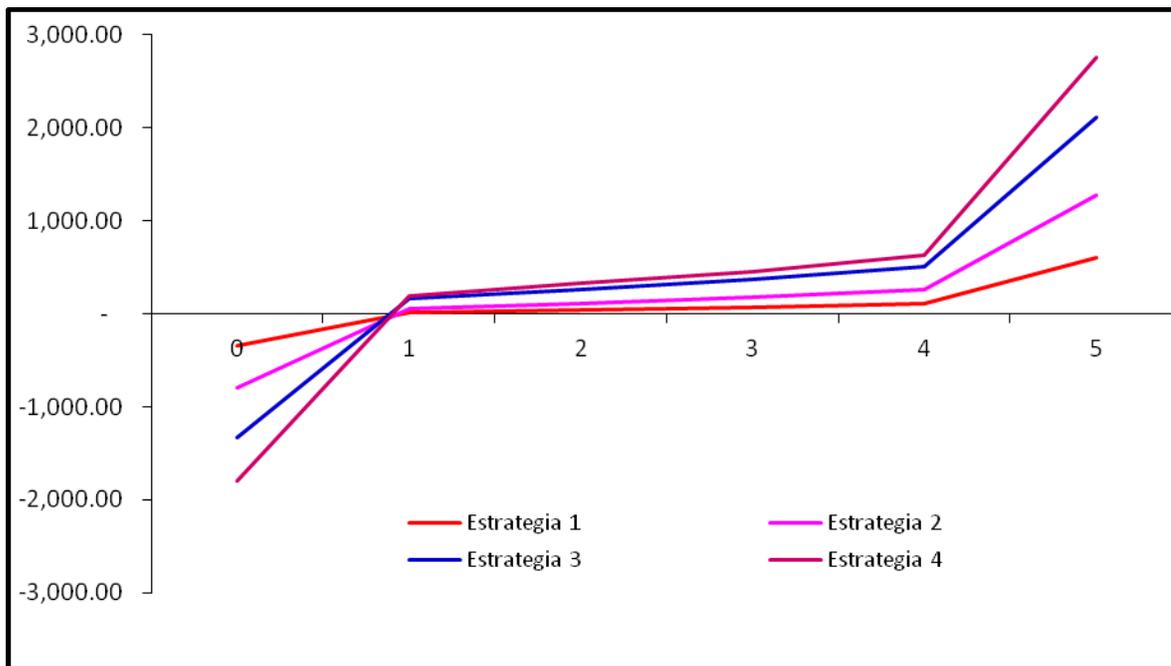
CÁLCULOS

	Unidad	0	1	2	5	Anual
Gastos no Desembolsables						
Obra Civil Inicial			11,479	11,479	11,479	DepObrCiv_V
Maquinaria Inicial			9,354	9,354	9,354	DepMaq_V
Equipo de Oficina			1,200	1,200	1,200	DepEqOfic_V
Movilidad			3,600	3,600	3,600	DepMovil_V
Activos Intangibles			3,826	3,826	3,826	DeprAcInt_V
Depreciación Total			29,459	29,459	29,459	DepTot_V
Ingresos						
Precio de Mercado TP	S./TP		5.26	5.26	5.26	PcioMcdTP_V
Demanda TP	TP/Kg.		2,059,000	2,285,490	3,100,000	DemTP_V
Participación de Mercado	TP/%		0.25	0.27	0.35	PM_V
Cantidad Demanda TP	TP/Kg.		514,750	622,796	1,093,976	CantDem_V
Capacidad de Planta	TP/Kg.		1,152,000	1,152,000	1,152,000	Capta_V
Demanda Total de TP (demanda)	TP/Kg.		514,750	622,796	1,093,976	DemTotalTP_V
Tara en Polvo TP (oferta)	TP/Kg.		303,840	412,465	827,251	TP_V
Producción de TP	TP/Kg.		303,840	412,465	827,251	ProdTP_V
Total Ingresos	S/.		1,598,198	2,169,568	4,351,338	Ingresos_V
Gastos Operativos						
Producción Tara Amazonas	TV/Kg.		844,000	844,000	844,000	ProdTVAmaz_V
Crecimiento Prod.Tara Amazonas	TV/Kg.		844,000	1,004,360	1,692,506	CrecProdTVAmaz_V
Porcentaje Acceso al Mercado de TV	TV/%		0.60	0.68	0.81	PorcAccMcadoTV_V
Requerimiento Tara (materia prima)	TV/Kg.		506,400	687,442	1,378,751	ReqTV_V
Requerimiento de Sacos Polietileno	Sacos/Und.		12,154	16,499	33,090	ReqSacosPol_V
Requerimiento de Sacos Polipropileno	Sacos/Und.		12,154	16,499	33,090	ReqSacPolPropil_V
Horas Laborables Requeridas	MO/horas		1,519	2,062	4,136	HorLab_V
Electricidad y agua	S/.		7,991	10,848	21,757	SerEleAgua_V
Gastos Sacos Polietileno	S/.		6,077	8,249	16,545	GasSacosPol_V
Gastos Sacos Polipropileno	S/.		6,684	9,074	18,200	GasSacPolPropil_V
Gasto de Mano de Obra	S/.		60,768	82,493	165,450	GasMO_V
Gastos en Materia Prima	S/.		1,215,360	1,649,862	3,309,002	CosMatPrim_V
Total Gastos de Operacionales	S/.		1,296,880	1,760,526	3,530,954	TotGastOpe_V
Otros Gastos						
Gastos de Venta	S/.		31,964	43,391	87,027	GastVent_V

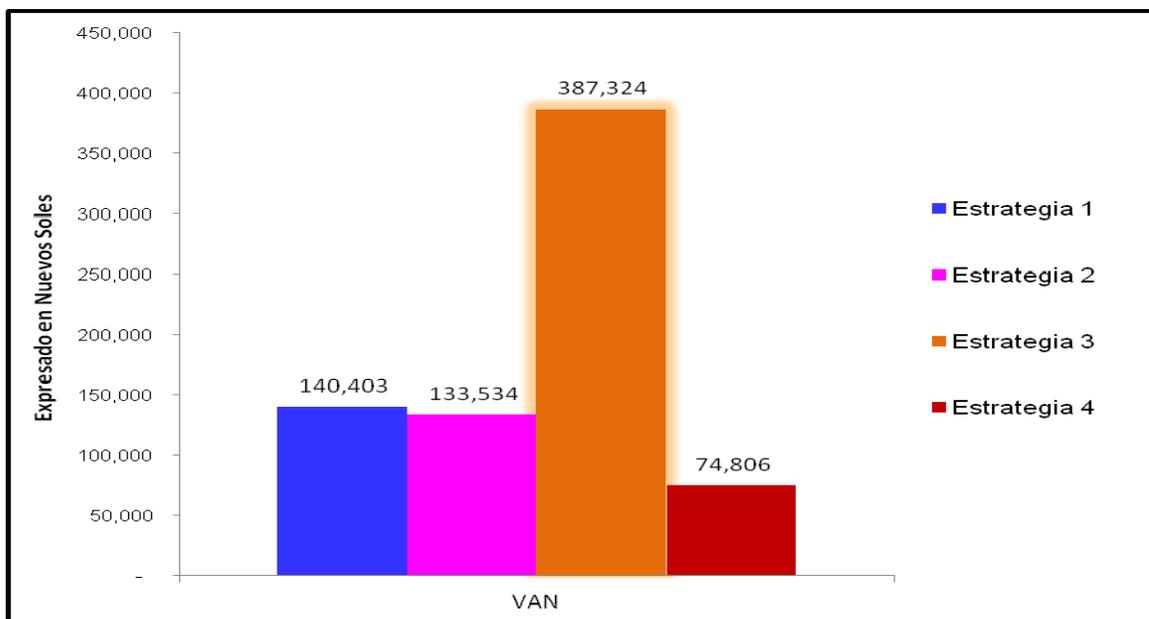
	Unidad	0	1	2	5	Anual
Gastos en Mantenimiento de Equipos	S/.				4,677	GasManEq_V
Gastos de Transporte	S/.		-	-	-	GasTransp_V
Total Otros Gastos	S/.		31,964	43,391	91,704	TotOtrosGast_V
Inversiones Tangibles						
Obra civil	S/.	382,625				ObrCiv_V
Equipamiento Planta de Procesamiento	S/.	93,536				InvEqPlantProc_V
Costo del Terreno	S/.	29,000				CosTerr_V
Capital de Trabajo	S/.	107,192				CapTrabjo_V
Equipo de Oficina	S/.	12,000				EqOfic_V
Gastos Pre operativos	S/.	19,131				GastPreop_V
Movilidad	S/.	18,000				Movil_V
Total Inversiones Tangibles	S/.	661,484				TotInvTang_V
Financiamiento Neto						
Principal	S/.	122,671				Principal_V
Amortización	S/.		(24,534)	(24,534)	(24,534)	Amortiza_V
Interés	S/.		(23,921)	(19,137)	(4,784)	Interes_V
Escudo Tributario	S/.		7,176	5,741	1,435	EscudTrib_V
Financiamiento Neto	S/.	122,671	(41,279)	(37,930)	(27,883)	FinancNeto_V
FLUJO DE CAJA						
Ingresos	S/.		1,598,198	2,169,568	4,859,529	IngresosFC_V
Ingresos por ventas	S/.		1,598,198	2,169,568	4,351,338	IngresosporVen_V
Valor Residual de Infraestructura	S/.				325,231	VResInfraes_V
Valor Residual de Equipos	S/.				46,768	VResMaq_V
Valor Residual de Terreno	S/.				29,000	VResTerr_V
Valor Recupero de Capital de Trabajo	S/.				107,192	VRKT_V
Gastos Operacionales	S/.		1,296,880	1,760,526	3,530,954	GastOperFC_V
Otros Gastos	S/.		31,964	43,391	91,704	OtrosGasFC_V
Inversiones Tangibles	S/.	661,484				InvTangFC_V
Impuesto a la Renta	S/.		122,616	175,849	376,766	ImpRentFC_V
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO		(661,484)	146,738	189,802	860,106	FCEeINV_V
Financiamiento Neto		122,671	(41,279)	(37,930)	(27,883)	FinNetoFCF_V
FLUJO DE CAJA FINANCIERO		(538,814)	105,459	151,872	832,223	FCFeINV_V
VPNE		386,363				
VPNF		387,324	VPN			

	Unidad	0	1	2	5	Anual
TIRE		30%				
TIRF		32%				
ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS						
Ingresos	S/.	1,598,198	2,169,568	4,351,338		IngresEGP_V
Costos	S/.	1,165,556	1,564,270	3,090,668		CostEGP_V
Gastos en Mano de Obra	S/.	60,768	82,493	165,450		GasMOEGP_V
Gastos Sacos Polietileno	S/.	5,150	6,991	14,021		GasSacosPoIEGP_V
Gastos Sacos Polipropileno	S/.	5,665	7,690	15,423		GasSacPolPropiIEGP_V
Gastos en Materia Prima	S/.	1,029,966	1,398,188	2,804,239		GasMPEGP_V
Gastos de Venta	S/.	27,088	36,772	73,751		GasVenEGP_V
Gastos de Transporte	S/.	-	-	-		GasTransEGP_V
Depreciación Obras Civiles	S/.	1,722	1,722	1,722		DepObrCivEGP_V
Depreciación Maquinaria Inicial	S/.	4,677	4,677	4,677		DepMaqEGP_V
Depreciacion Equipo de Oficina	S/.	600	600	600		DepEqOficEGP_V
Movilidad	S/.	3,600	3,600	3,600		DepMovilEGP_V
Amortización de Gastos Pre operativos	S/.	2,400	2,400	2,400		AmorGPreoEGP_V
Intereses	S/.	23,921	19,137	4,784		InteresEGP_V
Utilidad Bruta	S/.	432,642	605,299	1,260,670		UtilBrutaEGP_V
Impuesto a la Renta	S/.	129,793	181,590	378,201		ImpRentaEGP_V
Utilidad Neta	S/.	302,850	423,709	882,469		UtilNetaEGP_V

ANEXO II: ESTRUCTURACIÓN DE LOS FLUJOS DE CAJA DE LAS CUATRO ESTRATEGIAS Y COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS DE LOS FLUJOS DE CAJA DE LAS CUATRO ESTRATEGIAS



Elaboración propia



Elaboración propia

ANEXO III: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DETERMINÍSTICO DE LAS CUATRO ESTRATEGIAS ALTERNATIVAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES CRÍTICAS

Figura 3.1: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 2 “Mercado Italia”

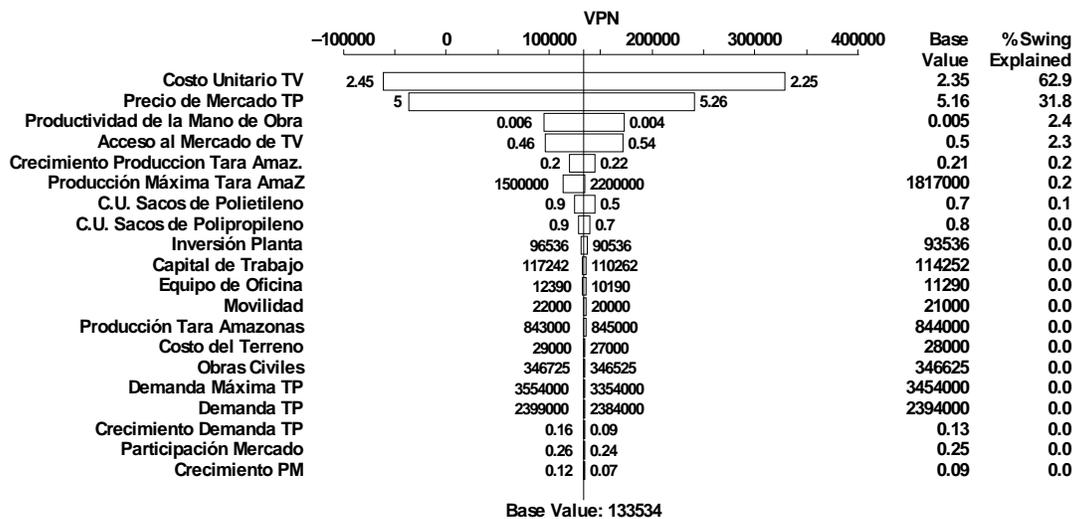


Figura 3.2: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 3 “Mercado Argentino”

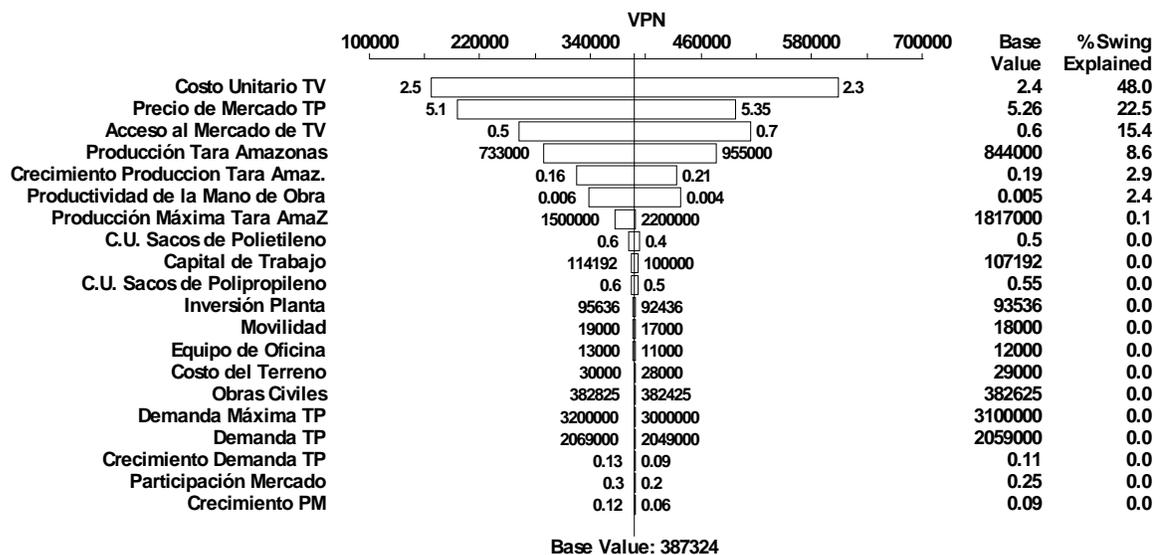
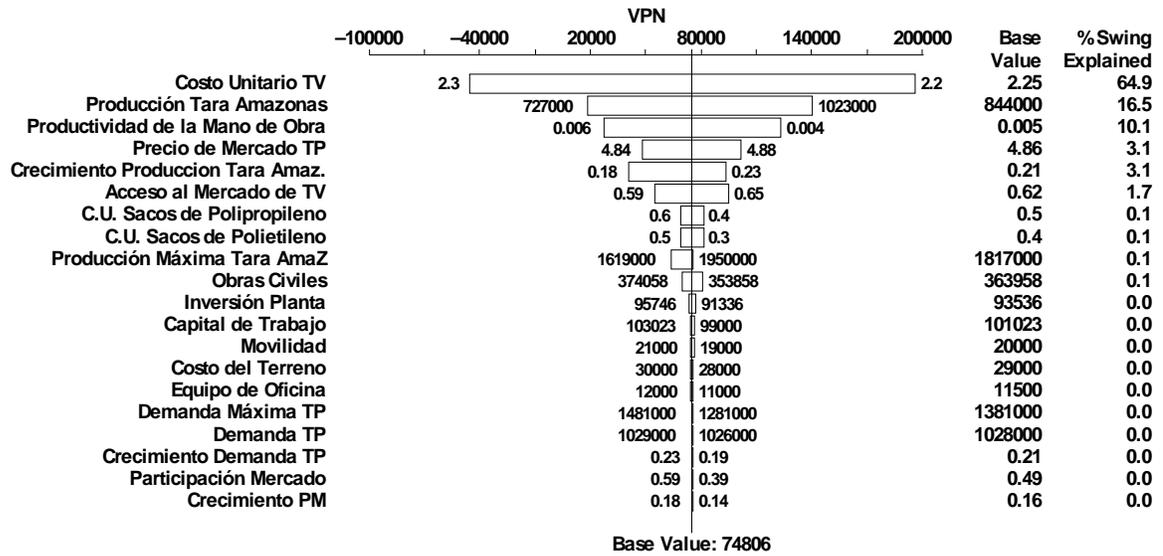


Figura 3.3: Resultados del análisis de sensibilidad determinístico Estrategia 4 “Mercado Brasileño”



ANEXO IV: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PROBABILÍSTICO PARA CADA VARIABLE CRÍTICA

Figura 4.1: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al precio de mercado de tara en polvo

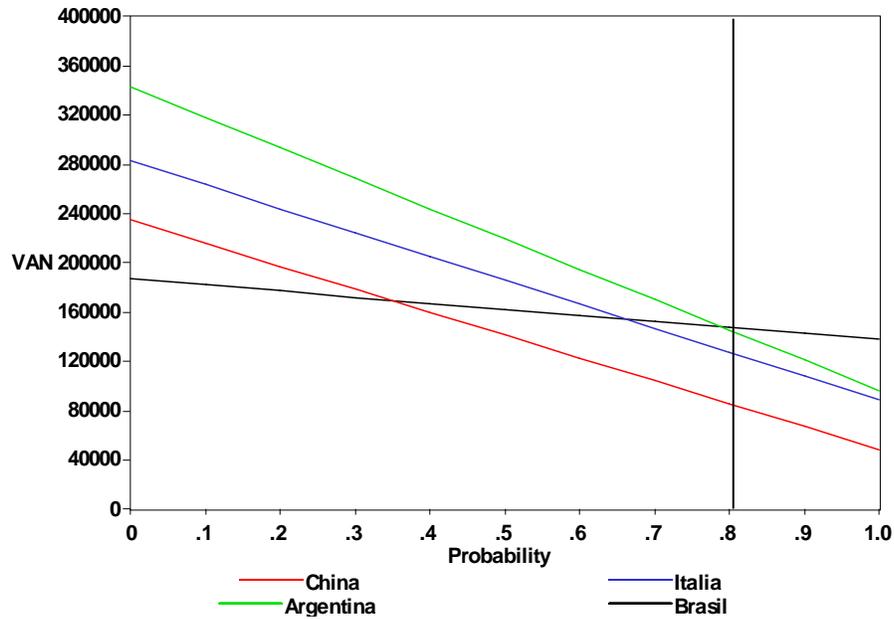
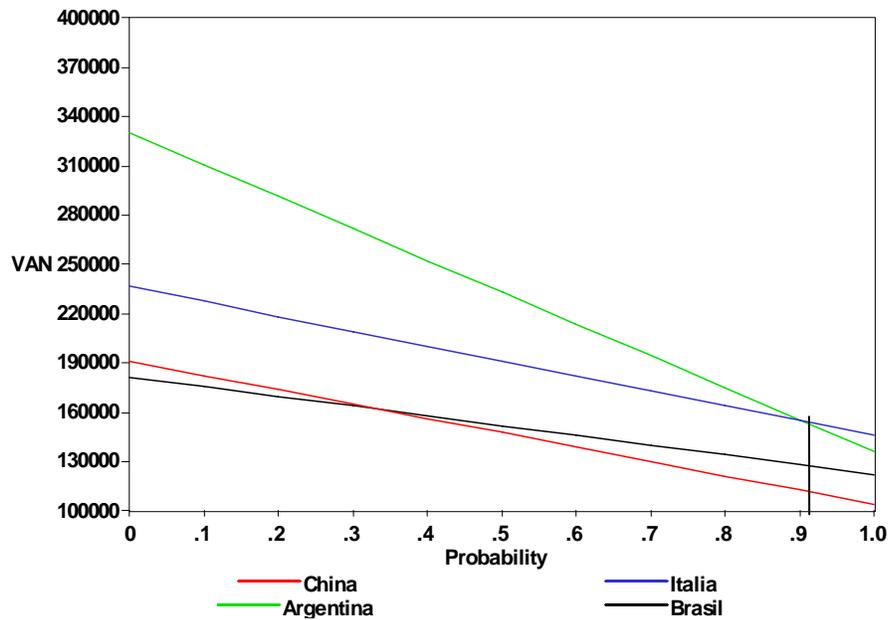


Figura 4.2: Análisis de sensibilidad con respecto a las probabilidades asignadas al acceso del mercado de la tara en vaina



ANEXO V: PERFILES DE RIESGO CONDICIONALES A CADA VARIABLE CRÍTICA EN EL MODELO PROBABILÍSTICO

Figura 5.1: Distribución de probabilidades condicionales al precio de mercado de tara en polvo

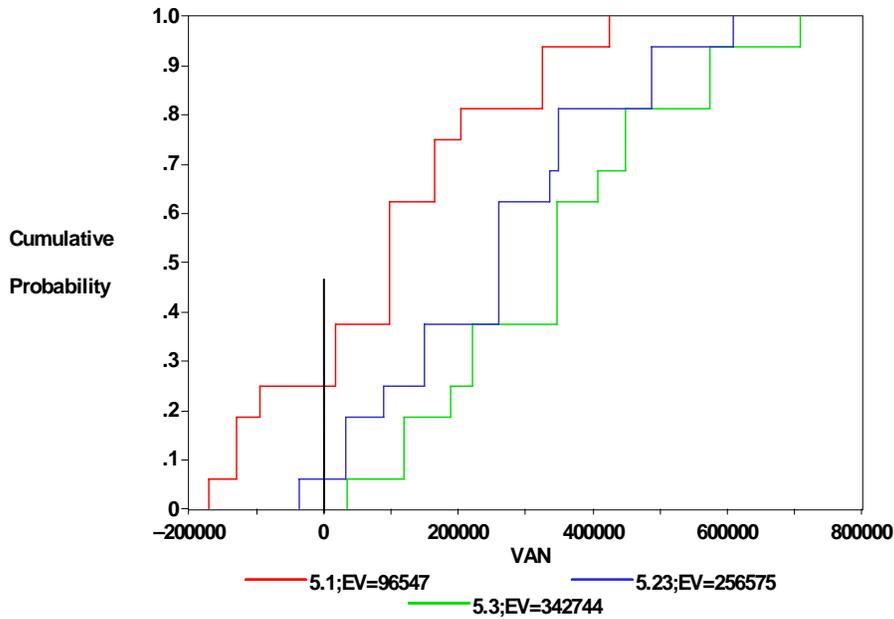
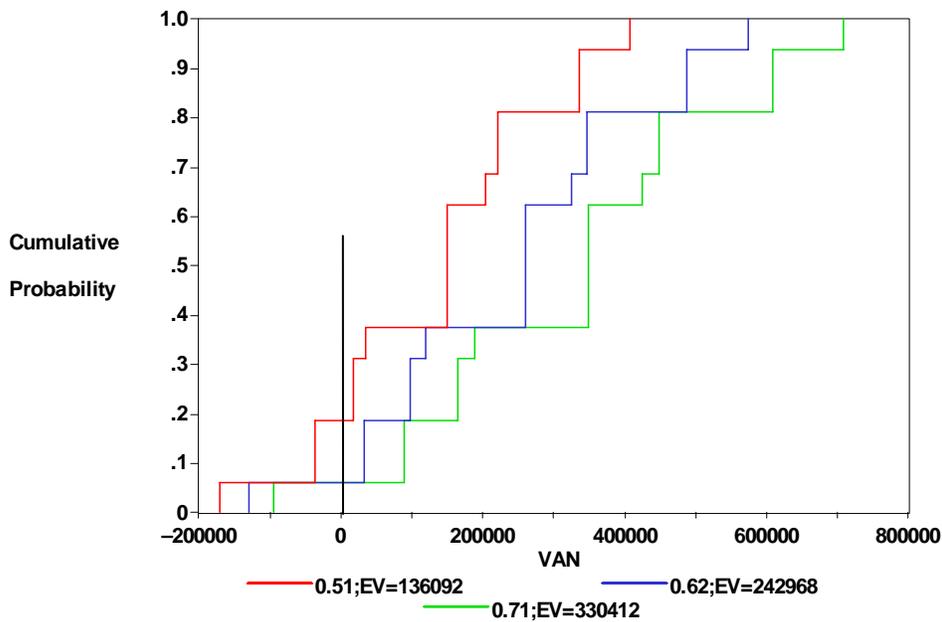
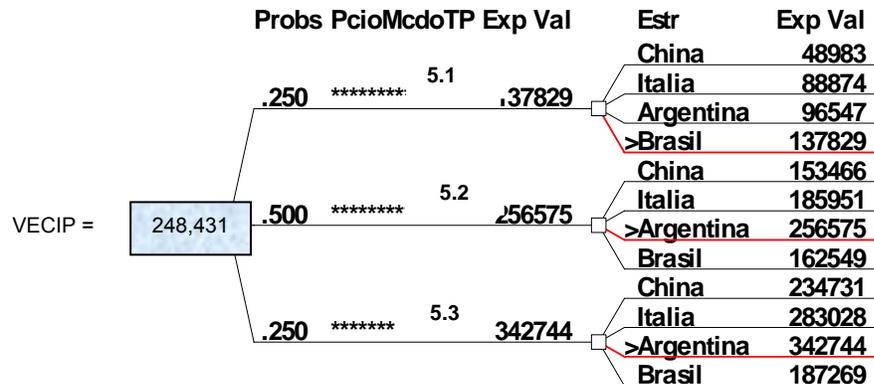


Figura 5.2: Distribución de probabilidades condicionales al precio de mercado de tara en polvo



ANEXO VI: VALOR DE LA INFORMACIÓN PERFECTA

Figura 6.1: *Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el precio de mercado de tara en polvo.*



$$\begin{aligned} \text{VECIP} &= 137,829 (0.25) + 256,575 (0.5) + 342,744 (0.25) \\ &= 248,431 \end{aligned}$$

El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

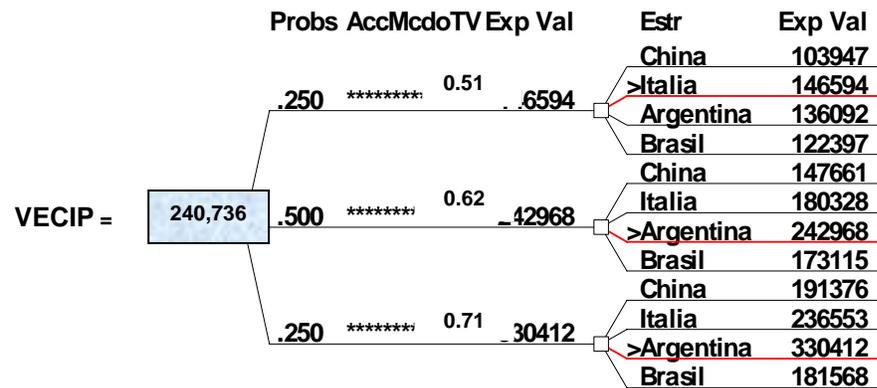
$$\text{VEIP} = \text{VECIP} - \text{VESIP}$$

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

$$\text{VEIP} = 248,431 - 238,110$$

$$\text{VEIP} = 10,321$$

Figura 6.2: Árbol de decisiones modificado para determinar el valor de la información perfecta sobre el acceso al mercado de tara en vaina.



$$\begin{aligned}
 \text{VECIP} &= 146,594 (0.25) + 242,968 (0.5) + 330,412 (0.25) \\
 &= 240,736
 \end{aligned}$$

El incremento en el VPN esperado debido a la disponibilidad de información perfecta, estará dado por:

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

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

$$\text{VEIP} = 240,736 - 238,110$$

$$\text{VEIP} = 2,626$$

ANEXO VII: VALOR DEL CONTROL PERFECTO

Figura 7.1: *Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el precio de mercado de tara en polvo.*

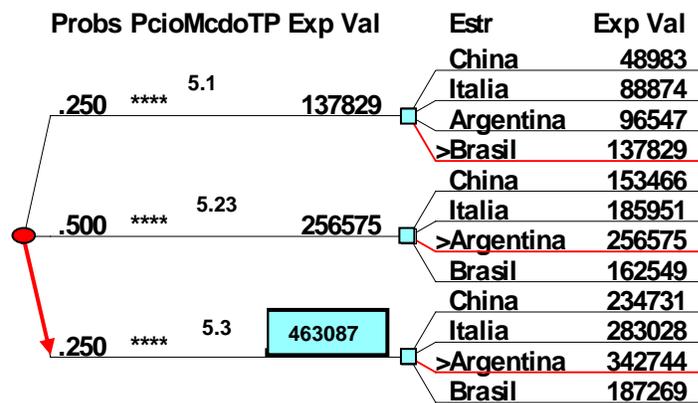


Figura 7.2: *Árbol de decisiones para calcular el valor de control perfecto en el acceso al mercado de tara en vaina.*

