



Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas
Carrera de Contabilidad

MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA FINANZAS

Cuaderno de trabajo

Herberth Eduardo Gutiérrez Villaverde¹

Ciclo 2020-I

¹ Docente de la Universidad de Lima.

Este material de apoyo académico se hace para uso exclusivo de los alumnos de la Universidad de Lima y en concordancia con lo dispuesto por la legislación sobre los derechos de autor Decreto Legislativo 822.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Competencias genéricas a reforzar o alcanzar.....	4
Competencias específicas a alcanzar con la asignatura.....	6
Semana 2: Aplicación del teorema de Bayes	8
Semana 3: Toma de decisiones en ambientes de incertidumbre	11
Semanas 4 y 5: Toma de decisiones de bajo riesgo, análisis de decisiones con árboles de decisiones.....	14
Semanas 6 y 7: Toma de decisiones considerando la aversión al riesgo y la teoría de la utilidad	19
Semanas 9 a 12: Toma de decisiones considerando la aversión al riesgo y la teoría de la utilidad	22
Semanas 13 a 15: Importancia de la correlación de variables en la evaluación de decisiones con simulación Montecarlo.....	28

Introducción

Para el desarrollo del presente guía se han tenido en cuenta los principios establecidos en el Plan Estratégico de la universidad, los requerimientos de mejora y calidad provenientes de los acuerdos de certificación institucional a los cuales se ha adscrito la universidad, a las tendencias globales de evaluación de recursos humanos por competencias y a los cambios tecnológicos que exigen nuevos paradigmas de formación en educación superior.

El Plan Estratégico de la universidad en el campo de la formación académica, la calidad, las relaciones con las empresas y la internacionalización tiene como objetivos, (entre otros):

- Mantener actualizados los planes curriculares, a fin de garantizar el éxito profesional
- Garantizar la calidad del proceso de formación académica
- Fortalecer la relación entre la universidad, los sectores empresariales y las entidades públicas y privadas del país
- Fortalecer las relaciones con otras universidades para promover la internacionalización

En segundo lugar, organismos certificadores de la calidad institucional como el CINDA, han recomendado (entre otras) las siguientes mejoras, a las cuales se puede contribuir desde la cadena de cursos del Área de Métodos matemáticos y gestión de negocios:

- Mejorar las políticas y mecanismos para mejorar el proceso de investigación,
- Mejorar continuamente los perfiles de los egresados, en relación al diseño curricular
- Fomentar el aprendizaje autónomo de los estudiantes

En cuanto a las competencias requeridas, el Plan estratégico de la universidad establece en forma genérica para las tres competencias básicas lo siguiente:

Cognitivas: expresión lógica y clara; capacidad de análisis, abstracción, generalización y asociación; comprensión de la problemática nacional y sus fundamentos históricos; conocimiento de los fundamentos científicos de la conducta.

Aptitudinales: aplicación de métodos y técnicas de estudio e investigación que le permitan un aprendizaje significativo; manejo de modelos de análisis de la realidad; selección de la información pertinente; uso del texto escrito como sistema fundamental de formalización y transmisión de conocimientos.

Valorativas: responsabilidad frente a las exigencias universitarias; consideración del diálogo alturado como expresión de respeto y tolerancia; cultivo de valores éticos y cívicos como elementos fundamentales del desarrollo de la persona e identificación como miembro de la comunidad universitaria.

De otro lado, el modelo educativo de la universidad promueve que el estudiante asuma un rol más activo en su formación profesional, en el cual las competencias más valoradas son su autonomía en el proceso de formación profesional y la capacidad de aprender a aprender. Este modelo promueve además un mayor contacto de los estudiantes con las empresas, en las que confronten los conocimientos adquiridos y adquieran además competencias en el campo.

En estas líneas de acción, la Carrera de Contabilidad forma profesionales que tienen la capacidad de desenvolverse en entornos económicos globales y de proponer soluciones de negocios a partir del entendimiento e interpretación de hechos económicos y financieros de una empresa.

Asimismo, dentro del proceso de formación, el profesional en contabilidad poseerá, entre otras, las siguientes competencias aptitudinales, cuyo logro conjuntamente con otras asignaturas constituye el objetivo de la asignatura de Métodos cuantitativos para finanzas:

- Interpretar la información de costos para el planeamiento, el control y la toma de decisiones.
- Diseñar, ejecutar y controlar estrategias de gestión económica y financiera en una empresa.
- Plantear y desarrollar soluciones a situaciones financieras en las organizaciones.
- Identificar y administrar los riesgos de negocios en las organizaciones.
- Tomar decisiones de inversión y financiamiento en las empresas.

Objetivos

Los objetivos perseguidos con el presente Cuaderno de gestión son los siguientes:

- Establecer una base mínima de contenido y calidad en los temas considerados en el curso. Los profesores del curso deberán desarrollar los casos contenidos en el presente documento en el aula o alternativamente casos de similar complejidad o mayor. La disponibilidad de los presentes casos constituye una guía didáctica docente, sin que signifique una limitación a la libertad de cátedra que promueve la universidad.
- Promover la estandarización de los temas mínimos a impartir en todas las secciones de curso, de tal forma que se cuente una base referencial para la elaboración de las evaluaciones de aula, prácticas y exámenes.
- Desarrollar una base de conocimiento que se actualice cada período académico y sirva de guía a los profesores, especialmente los nuevos.

Competencias Genéricas a reforzar o alcanzar

Para el desarrollo de las competencias genéricas -las que todos los alumnos deben alcanzar al margen de la carrera escogida- se han considerado, como propuesta preliminar, las llamadas “Competencias para el siglo 21” necesarias para desenvolverse en un entorno de trabajo cambiante y globalizado:

1. **Grupo de Competencias Cognitivas:** comprende las capacidades para la resolución de problemas no rutinarios, pensamiento crítico y pensamiento sistémico.
 - **Solución de problemas no rutinarios:** Un solucionador competente de problemas usa el pensamiento crítico para examinar un amplio rango de información, reconoce patrones y limita la información para llegar a un diagnóstico del problema. El

moverse del diagnóstico hacia la solución requiere conocimiento de cómo la información está relacionada conceptualmente e involucra la capacidad de determinar si la estrategia de solución está funcionando o si es necesario mudar a otra estrategia si no está funcionando. Incluye la creatividad necesaria para soluciones nuevas o innovadoras, integrando información aparentemente no relacionada y considerando posibilidades que otros podrían obviar.

- **Pensamiento sistémico:** la habilidad para entender cómo trabaja un sistema completo, cómo una acción, cambio o falla en una parte del sistema afecta el resto del sistema, adoptando una perspectiva integral del trabajo. Incluye la emisión de juicios y toma de decisiones, análisis y evaluación de sistemas, así como razonamiento abstracto de cómo los diferentes elementos de un trabajo interactúan.
- **Pensamiento crítico:** la capacidad para pensar sobre algún tema, contenido o problema analizándolo, evaluándolo y reconstruyéndolo. El pensamiento crítico es una forma auto dirigida, auto disciplinada, auto monitoreada y auto correctiva de pensar. Comprende las habilidades de comunicación efectiva y solución de problemas, así como el compromiso de llevar el proceso de pensamiento empático y objetivo.

2. **Grupo de Competencias interpersonales:** Son las habilidades requeridas para interrelacionarse con las otras personas. Comprende las habilidades para efectuar comunicaciones complejas, capacidades sociales, trabajo en equipo, sensibilidad cultural y el manejo de la diversidad.

- **Comunicaciones complejas/ Capacidades sociales:** capacidades para el procesamiento e interpretación de información verbal y no verbal de otros a fin de responder apropiadamente. Un comunicador competente es aquel que es capaz de seleccionar piezas claves de una idea compleja para expresarla en palabras, sonidos e imágenes a fin de compartir el conocimiento. Los comunicadores competentes negocian resultados positivos con los clientes, subordinados y superiores a través de percepción social, persuasión, negociación, instrucción, y orientación al servicio.

3. **Competencias intrapersonales:** Autogestión personal, administración del tiempo, autodesarrollo, autorregulación, adaptabilidad y funcionamiento ejecutivo.

- **Adaptabilidad:** La habilidad y voluntad de afrontar las nuevas condiciones rápidas y cambiantes del puesto de trabajo, incluyendo la capacidad de responder efectivamente a emergencias o situaciones críticas y aprender nuevas tareas, tecnologías y procedimientos. La adaptabilidad también incluye el manejo del estrés en el trabajo, la adaptación a diferentes personalidades, estilos de comunicación y culturas y la adaptación física a ambientes de trabajo internos y externos.
- **Autogestión / Autodesarrollo:** La habilidad de trabajar remotamente, en equipos virtuales, trabajar autónomamente, auto motivarse y hacerse seguimiento a sí

mismo. Un aspecto de la auto gestión es la voluntad y habilidad de adquirir nueva información y capacidades relacionadas al trabajo.

Competencias específicas a alcanzar con la asignatura

Orientación: Proveer competencias para desarrollarse efectivamente en los negocios y específicamente en el área contable financiera.

1. Entender, y tener capacidad de aplicar el Método Científico para la formulación de modelos simbólicos para representar problemas empresariales.
2. Comprender los ambientes en los que se toman decisiones a nivel personal y en las empresas: certeza, riesgo e incertidumbre.
3. Tener dominio del uso del programa Solver del Excel y un uso aceptable del LINGO para el desarrollo de programas lineales similares a los requeridos en las empresas.
4. Dominar un conjunto básico de técnicas para la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.
5. Comprender y ser capaz de emplear el teorema de Bayes para la actualización de estimados de probabilidad a la luz de nuevas evidencias.
6. Dominar las técnicas de análisis de decisiones secuenciales con el uso de árboles de decisión, el uso del teorema de Bayes y el criterio del valor monetario esperado.
7. Comprender y utilizar la teoría de la utilidad para la toma de decisiones.
8. Comprender y tomar decisiones considerando el apetito de riesgo del tomador de decisiones y el problema de los promedios.
9. Comprender la importancia y aplicar las técnicas y programas de simulación Montecarlo para problemas empresariales, en los que se requiere evaluar el riesgo de las posibles opciones.
10. Desarrollar la capacidad de comunicar los resultados, verbalmente y por escrito, de la evaluación de los problemas empresariales con los modelos formulados a niveles gerenciales y operativos, usando un lenguaje común (no técnico)

Casos por temas semanales

Semana 2

Tema: Aplicaciones del teorema de Bayes

Objetivos

- Hacer una revisión de los principales conceptos de probabilidad.
- Hacer la demostración del teorema de Bayes gráficamente con árboles de decisión.
- Demostrar la forma analítica y tabular del uso del teorema de Bayes.
- Desarrollar habilidades en los alumnos para formular y resolver problemas usando el teorema de Bayes a través de casos de estudio.

Casos

1. Una empresa que está desarrollando una nueva pasta dental, ha contratado una empresa de investigación de mercados para realizar un estudio que determine si el mercado para el nuevo producto será bueno (es decir presentará una gran demanda) o malo (no habrá demanda). En estudios similares realizados anteriormente, siempre que el mercado era en realidad bueno, el estudio de investigación de mercado indicó que sería bueno 85% de las veces. Por otro lado, cuando el mercado era en realidad malo, el estudio predijo incorrectamente que sería bueno 20% de las veces.

Antes de realizar el estudio, la gerencia de marketing cree que hay una posibilidad de 70% de que el mercado sea bueno.

La empresa de investigación de mercados realiza un estudio para este producto y los resultados predicen que el mercado será bueno. Dados los resultados de este estudio, ¿cuál es la probabilidad de que el mercado resulte en realidad bueno?

Rpta. 91%.

2. En un sistema de alarma, la probabilidad de que esta funcione habiendo peligro es 0.95 y la de que funcione por error sin haber peligro es 0.03. Si la probabilidad de haber peligro es 0.1:

- a. Calcular el porcentaje de veces que habiendo funcionado la alarma no haya peligro.

Rpta.: 22%

- b. Hallar la probabilidad de que haya peligro y la alarma no funcione.

Rpta.: 0.5%

- c. Calcular la probabilidad de que no habiendo funcionado la alarma haya peligro.

Rpta.: 0.57%

- d. ¿Cuál es la probabilidad de que la alarma funcione?

Rpta.: 12.2%

3. Encuestadores Políticos es una empresa de investigación de mercados que se especializa en encuestas políticas. Los registros indican que en elecciones pasadas, cuando se eligió a un candidato, Encuestadores Políticos había predicho con precisión esto 80% de las veces y estuvieron equivocados 20% de las veces. Los registros también muestran que de los candidatos que perdieron, Encuestadores Políticos predijo con exactitud que perderían 90% de las veces, y se equivocaron tan solo 10% de las veces.

Antes de tomar la encuesta, existe una posibilidad de 50% de ganar la elección.

- a. Si Encuestadores Políticos predice que un candidato ganará la elección, ¿cuál es la probabilidad de que el candidato gane realmente?

Rpta.: 89%

- b. Si Encuestadores Políticos predice que un candidato perderá la elección, ¿cuál es la probabilidad de que el candidato pierda realmente?

Rpta.: 82%

4. Si un atleta es examinado por el uso de cierto tipo de drogas, digamos esteroides, el resultado puede ser positivo o negativo. Sin embargo, estas pruebas no son perfectas. Por ejemplo, algunos atletas que pasan la prueba no siendo consumidores de drogas resultan positivos, estos casos se conocen como “falsos positivos”, y algunos atletas que consumen drogas resultan negativos en la prueba, estos casos se conocen como “falsos negativos”.

Asuma que el 5% de todos los atletas consumen drogas, que el 3% de las pruebas en atletas que no consumen drogas resultan positivas y que el 7% de los atletas que consumen drogas resultan negativos en la prueba.

Suponga que a un atleta se le hace la prueba. Usando el teorema de Bayes determine:

- a. Si la prueba resulta positiva, ¿cuán seguro puede estar que es consumidor de drogas? Llene el cuadro siguiente antes de contestar.

Rpta. El análisis indica que siendo usuario de drogas solo en el 62% de los casos sería detectado por la prueba.

- b. Si la prueba resulta negativa, ¿cuán seguro puede usted estar de que no consume realmente drogas? Llene el cuadro siguiente antes de contestar.

Rpta. Es casi seguro que la prueba indique un resultado negativo, 99.62%, si el usuario no consume drogas.

- c. Comente los resultados de la prueba. ¿Usted recomendaría el uso de esta prueba en eventos deportivos en el Perú?

Rpta. El problema con la prueba es que solo detecta el 62% de los casos de consumo de drogas. No recomendaría el uso de esta prueba.

Semana 3

Tema: Toma de decisiones en ambientes de incertidumbre

Objetivos

- Hacer una comparación de los ambientes para la toma de decisiones: certeza, riesgo e incertidumbre.
- Revisar los principales criterios de toma de decisiones en ambientes de incertidumbre: criterios minimax, maximin, criterio de realismo o de Hurwicz, criterio de igualdad de probabilidades o de Laplace y criterio del arrepentimiento minimax.
- Hacer un análisis crítico y comparativo de los criterios mencionados y mostrar la estrategia de su uso a través de ejemplos.
- Desarrollar habilidades en los alumnos para formular y resolver problemas en ambientes de incertidumbre usando los diferentes criterios a través de casos de estudio.

Casos

1. La empresa Alimentos Orgánicos SA. produce cajas para productos alimenticios orgánicos de rápido vencimiento. Cada caja, que contiene una ensalada de vegetales y frutas, tiene un costo de \$5 y se vende por \$15. Si no hubiera cajas vendidas al final del día, éstas se venden a una gran compañía procesadora de alimentos a \$3. La probabilidad de que la demanda diaria sea de 100 cajas es de 0.30, la probabilidad de que sea de 200 cajas es de 0.40, y la de que sea de 300 cajas es de 0.30. Alimentos Orgánicos tiene la política de satisfacer siempre las demandas del cliente. Si su propio suministro para las cajas es menor que la demanda, compra los vegetales y frutas necesarias a otro competidor. El costo estimado de hacer esta operación es de \$16 por caja.

a. Elabore una tabla de decisión para este problema.

Rpta.

Oferta		Demanda (Cajas)		
(Cajas)	100	200	300	VME
100	1000	900	800	900
200	800	2000	1900	1610
300	600	1800	3000	1800
Prob.	0.3	0.4	0.3	

b. ¿Qué recomienda usted?

Rpta. Se recomienda producir 300 cajas cada día.

2. María está estudiando abrir su propio negocio en Gamarra con el giro de ropa de moda para damas. Su problema es decidir de qué tamaño (producción anual) debería tener su negocio. Los rendimientos anuales dependerán tanto del tamaño de su negocio como de una serie de variables relacionadas a la moda femenina. María contrató una consultora para estimar los beneficios del proyecto, de acuerdo a su tamaño y ha construido la siguiente tabla de pagos:

Tamaño	Mercado en crecimiento	Mercado estable	Mercado en recesión
Pequeño	50	20	-10
Mediano	80	30	-20
Grande	100	30	-40
Muy Grande	300	25	-160

Como ella desconoce el futuro desarrollo de la economía, ha decidido tomar decisiones sin probabilidades.

a. ¿Cuál es la decisión minimax?

Rpta. Tamaño pequeño.

b. ¿Cuál es la decisión de igualdad de probabilidades?

Rpta. Tamaño muy grande.

c. ¿Cuál es el criterio de una decisión de realismo? Utilice un valor α de 0.8.

Rpta. Tamaño muy grande.

d. Desarrolle una tabla de pérdida de la oportunidad.

e. ¿Cuál es la decisión del arrepentimiento minimax?

Rpta. Tamaño muy grande.

3. Un restaurante en La Molina especializado en comidas en base a aves de corral recibe de un proveedor de Cieneguilla las pechugas de pollo que necesita diariamente. Cada pechuga le cuesta S/. 7 y la vende preparada en S/. 12. Para mantener su reputación de vender comida fresca, al final del día el dueño del restaurante vende las pechugas sobrantes a S/. 4 cada una a una procesadora de alimentos para animales domésticos.

El dueño del restaurante desea saber cuántas pechugas debería ordenar diariamente. Históricamente la demanda de pechugas por día ha sido:

Demanda	10	11	12	13	14	15
Probabilidad	0.10	0.16	0.19	0.21	0.16	0.18

a. Construya la matriz de pagos para el problema.

b. Construya la matriz de arrepentimientos. ¿Qué decisión debería tomarse de acuerdo al criterio de arrepentimiento minimax?

Rpta. Debe de comprarse 13 pechugas.

c. ¿Qué decisión debería tomarse de acuerdo al criterio del valor monetario esperado (VME)?

Rpta. Debe ordenar 13 pechugas.

d. ¿Qué decisión debería tomarse de acuerdo al criterio de la pérdida de oportunidad esperada (POE)?

Rpta. Debe ordenar 13 pechugas.

e. Cuánto deberá estar dispuesto a pagar el dueño del restaurante para obtener una predicción de la demanda que sea 100% precisa?

Rpta. VEIP = 5.03

f. ¿Qué regla de decisión recomendaría usted usar en este problema? ¿Por qué?

Rpta. La regla a recomendar dependerá del grado de aversión al riesgo del tomador de decisiones, pudiendo ser las recomendaciones del Minimax o Maximax.

Semanas 4 y 5

Tema: Toma de decisiones bajo riesgo, análisis de decisiones con árboles de decisión

Objetivos

- Hacer un análisis crítico del criterio el valor monetario esperado y su relación con el problema de los promedios.
- Explicar el rol de los conceptos de información perfecta, eficiencia de la información muestral, el perfil de riesgo y el análisis de sensibilidad para definir una estrategia de toma de decisiones.
- Desarrollar casos de toma de decisiones secuenciales con árboles de decisión y el teorema de Bayes.
- Desarrollar un taller para el uso básico del programa PrecisionTree para resolver casos de árboles de decisión.
- Desarrollar habilidades en los alumnos para formular y resolver problemas en ambientes de riesgo usando el criterio del valor monetario esperado y Bayes a través de casos de estudio.

Casos

1. Una empresa industrial que tiene su planta en el Callao está evaluando si fabricar o compra un componente que comercializa. Las utilidades resultantes dependerán de la demanda que se presente por el componente. En la siguiente matriz de pagos se estiman las utilidades por las ventas del componente en miles de dólares:

	Demanda Baja	Demanda Media	Demanda Alta
Alternativa de decisión	S1	S2	S3
Fabricar	-20	40	100
Comprar	10	45	70

Las probabilidades estimadas de los estados de la naturaleza son: Demanda baja (s1), 0.35, demanda media (s2), 0.35, y demanda alta (s3), 0.30.

- a. Use el criterio del Valor Esperado de la Información Perfecta (VEIP) para determinar si le convendría a la empresa afinar las probabilidades de la demanda que se podría presentar.

Rpta. VEIP = 9

- b. Hay la posibilidad de realizar un estudio de mercado para determinar si el mercado será favorable (F) o desfavorable (D) para la comercialización del componente. Las probabilidades condicionales relevantes son las siguientes:

$$P(F | s1) = 0.10, \quad P(D | s1) = 0.90$$

$$P(F | s2) = 0.40, \quad P(D | s2) = 0.60$$

$$P(F | s3) = 0.60, \quad P(D | s3) = 0.40$$

¿Cuál es la probabilidad de que el estudio de mercado sea favorable?

Rpta. $P(\text{Estudio Favorable}) = 0.355$

- c. Proporcione la estructura completa del árbol de decisiones, indicando cuál es el escenario sin información adicional.
- d. ¿Cuál es la estrategia de decisión óptima para la empresa?

Rpta. La estrategia sería: Realizar el estudio, si resulta favorable, fabricar; si resulta desfavorable, comprar. Esta estrategia daría un VME de \$ 43,900.

- e. ¿Cuál es el valor esperado de la información muestral, es decir, del estudio de investigación de mercado?

Rpta. VEIM = 3.65

- f. ¿A cuánto debería caer el pago estimado de \$100,000 en la decisión de Fabricar con Demanda Alta para cambiar la estrategia sugerida en la pregunta d?

Rpta. El pago debería bajar hasta 70,000.

2. Los dueños de una empresa deben escoger uno de tres fondos de inversión en la Bolsa de Valores de Lima (BVL) en el cual invertir US\$ 350,000.

El personal del departamento de finanzas ha estimado el rendimiento esperado en un año para cada uno de los fondos de inversión, basándose en un desempeño bajo (que se puede presentar con probabilidad de 0.30), moderado (probabilidad de 0.50) o

bueno (con probabilidad de 0.20) del índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGVBL), de la manera siguiente:

Decisión de Inversión	Rendimiento esperado		
	IGBVL Bajo	IGBVL Moderado	IGBVL Alto
Fondo 1	50000	75000	100000
Fondo 2	25000	50000	150000
Fondo 3	40000	60000	175000

Los socios de la inmobiliaria desean llevar a cabo una investigación con asesores independientes, para determinar si ellos creen que el clima económico del año venidero será favorable (F) o desfavorable (D). El personal del departamento de finanzas estima que el estudio costará US\$ 5,000. También cree que, si el índice IGVBL tiene un desempeño bajo, la probabilidad que la investigación tenga como resultado F será de 5% y que la probabilidad que tenga como resultado D será de 95%. Si el desempeño del Índice IGVBL es moderado, es probable que el indicador F se presente 40% de las veces, y que el indicador D se presente 60% de las veces. Si el Índice IGVBL tiene un desempeño bueno, la probabilidad de obtener el indicador F será de 75% y la de obtener el indicador D de 25%.

Sugerencia: Inicie su análisis graficando el árbol del escenario sin estudio. Luego grafique el árbol completo, calcule las probabilidades posteriores y la probabilidad de que el estudio resulte favorable o desfavorable con el Teorema de Bayes.

- a. Construya un árbol de decisiones apropiado al problema y calcule la ganancia esperada sin considerar el costo del estudio.

Rpta. \$ 80,600.

- b. ¿Conviene llevar a cabo el estudio?, ¿Cuál sería la estrategia de toma de decisiones a recomendar?

Rpta. Con el costo actual del estudio no conviene llevarlo a cabo. La estrategia sería no hacer el estudio e invertir en el Fondo 3, para obtener un VME de \$77,000.

- c. Si el nivel de aprobación de la inversión en cualquiera de los fondos fuera un retorno mínimo de US\$ 60,000, ¿qué recomendaría? Sugerencia: Haga un perfil de riesgo de la estrategia óptima.

Rpta. La probabilidad de obtener por lo menos \$60,000 es 70%, un tomador de riesgos haría la inversión, pero un conservador tal vez perciba que la probabilidad de 70% es baja y no esté de acuerdo con la inversión.

- d. Los inversionistas quieren saber el efecto en el Valor Esperado de la estrategia óptima si el retorno del Fondo 3 del escenario Moderado fueran aproximado en $\pm 25\%$.

Rpta. El estudio debe hacerse solo si el retorno del fondo 3 en el escenario moderado es menor a \$55,350.

3. RRHH SAC, está haciendo la búsqueda de un ejecutivo importante para Western Bank, un banco que recién se está instalando en el país. El puesto vacante es clave, Vicepresidente de Procesos de Información Contable y Financiera, porque esta persona tendrá la responsabilidad de desarrollar un sistema de información de vanguardia, que integre todas las sucursales de Western. RRHH cree que acaba de encontrar al candidato adecuado, Roberto Luque, que tiene un excelente historial en un puesto similar en un banco grande en Lima.

Después de una ronda de entrevistas, el presidente de Western cree que Roberto tiene una probabilidad de 0.7 de diseñar con éxito el sistema de información. Si Roberto entrega buenos resultados, la compañía obtendrá una ganancia de 2 millones de dólares (descontados el sueldo de Roberto, su capacitación, los costos de reclutamiento y gastos). Si Roberto no tiene éxito, la compañía incurrirá en una pérdida neta de 600,000 dólares.

Por un pago adicional de 40,000 dólares, RRHH realizará un proceso de investigación detallado (que incluye una amplia verificación de antecedentes, la aplicación de una batería de pruebas académicas y psicológicas, etc.) que definirá todavía más el potencial de éxito de Roberto. Se ha encontrado que este proceso es 90% confiable; es decir, un candidato que diseña con éxito el sistema de información pasará la prueba con una probabilidad de 0.9, y un candidato que fracasa en el diseño del sistema no pasará la prueba con una probabilidad de 0.9.

El Directorio de Western debe decidir si contrata a Roberto y si pide a RRHH que realice el proceso de investigación detallado antes de tomar la decisión.

- a. Construya y resuelva el árbol de decisiones de este problema para identificar la política de decisiones óptima. Describa la política de decisiones óptima.

Rpta. La estrategia óptima será: contratar a Roberto sin hacer la prueba, para obtener un VEM de US\$ 1, 220,000.

- b. Suponga ahora que se puede negociar el pago adicional del proceso de investigación detallado de RRHH. ¿Cuál es la cantidad máxima que usted sugeriría a Western Bank pagar? Sustente por qué.

Rpta. Como máximo US\$ 22,000 por la prueba.

4. Productos Guzmán debe decidir si fabrica un componente en su planta de Mala, o si lo compra a un proveedor. Las utilidades resultantes dependen de la demanda del producto. La tabla de resultados siguiente muestra las utilidades proyectadas (en miles de dólares):

Decisión	Estados de la naturaleza		
	Demanda baja	Demanda media	Demanda alta
Fabricar	-20	40	100
Comprar	10	45	70

Las probabilidades de los estados de la naturaleza son: $P(\text{Demanda baja}) = 0.35$, $P(\text{Demanda media}) = 0.35$, $P(\text{Demanda alta}) = 0.30$.

Se espera que un estudio de mercado de prueba sobre la posible demanda del producto reporte una condición favorable (F) o desfavorable (D). Las probabilidades condicionales relevantes son las siguientes:

$$\begin{array}{ll} P(F | \text{Demanda baja}) = 0.10, & P(D | \text{Demanda baja}) = 0.90 \\ P(F | \text{Demanda media}) = 0.40, & P(D | \text{Demanda media}) = 0.60 \\ P(F | \text{Demanda alta}) = 0.60, & P(D | \text{Demanda alta}) = 0.40 \end{array}$$

Considere inicialmente que el estudio no tiene costo.

- Con la información proporcionada dibuje un árbol completo para el problema, mostrando el detalle de solamente el escenario sin información adicional.
- Calcule las probabilidades para los escenarios de la información adicional.

Rpta. $P(\text{Estudio favorable}) = 0.355$.

- Halle el valor esperado monetario del árbol y describa la estrategia de decisión óptima de Guzmán.

Rpta. La estrategia sería: Realizar el estudio, si resulta favorable, fabricar; si resulta desfavorable, comprar. Esta estrategia daría un VME de \$ 43,900.

- ¿Cuál es el valor esperado de la información de la investigación de mercados (VEIM)? Muestre sus cálculos.

$$\text{VEIM} = \text{VEsIM} + \text{Costo del Estudio} - \text{VEsIM} = 43.90 + 0 - 40.25 = 3.65$$

- ¿Cuánto tendría que ser el valor del pago de la decisión de fabricar cuando la demanda es alta (actualmente en 100) para que no sea necesaria la información adicional? Describa cómo encontró este valor.

El valor es de \$160 mil. Para determinarlo, una forma es hacer un análisis de sensibilidad del pago de 100 (hacerlo variar desde 100 a 200 por ejemplo) contra el VME del árbol.

Semanas 6 y 7

Tema: Toma de decisiones considerando la aversión al riesgo y la teoría de la utilidad.

Objetivos

- Explicar que el criterio del valor monetario esperado, es insuficiente para la toma de decisiones, lo que da lugar al problema de los promedios.
- Explicar el rol de la teoría de la utilidad en la incorporación de la aversión al riesgo y la toma de decisiones
- Desarrollar casos de toma de decisiones contrastando las opciones frente al valor monetario esperado y la teoría de la utilidad.
- Desarrollar habilidades en los alumnos para formular y resolver problemas en ambientes de riesgo usando utilidades a través de casos de estudio.

Casos

1. Carmen Burga tiene que decidir si debe obtener información, por un costo de \$10,000, para invertir en una tienda deportiva en el centro de Surco. Si obtiene la información, hay una probabilidad de 0.60 de que la información sea favorable y una probabilidad de 0.40 de que sea desfavorable. Si es favorable, hay una probabilidad de 0.90 de que la tienda tenga éxito. Si la información es desfavorable, la probabilidad de una tienda con éxito es de tan sólo 0.20. Sin ninguna información, Carmen estima que la probabilidad de una tienda exitosa será de 0.60. Una tienda exitosa ofrece rendimientos por \$100,000. Si la tienda se abriera, pero no tuviera éxito, le significaría una pérdida de \$80,000. Si no se siente segura, también podría decidir no abrir el negocio.

a. Dibuje el árbol completo del problema. ¿Cuál sería la estrategia recomendada para Carmen, considerando el costo del estudio?

Rpta. La estrategia recomendada sería hacer el estudio, si resulta favorable poner la tienda, si el estudio resulta no favorable no poner la tienda, para obtener un VME de \$39,200.

b. Carmen cree que las probabilidades de una tienda exitosa o sin éxito en caso de contar con información favorable serían de 0.80 y 0.20, respectivamente, en vez de 0.90 y 0.10. ¿Qué efecto, si es que hubiera alguno, tendrían estos cambios sobre la decisión tomada por ella y sobre el mejor VME?

Rpta. La decisión de hacer el estudio no cambiaría, pero el VME caería a \$28,400.

c. Sin considerar los cambios de la pregunta b, ¿cómo cambiaría la estrategia encontrada en la pregunta a si el rendimiento de la tienda exitosa de \$100,000 fuera aproximado en un 20% (es decir puede variar $\pm 20\%$)?

Rpta. La estrategia no cambiaría, seguirá siendo hacer el estudio.

d. Carmen tuvo que pagar \$10,000 para obtener información. ¿Cambiaría su decisión si el costo de obtenerla aumentara a \$30,000?

Rpta. Con ese costo, la decisión de hacer el estudio ya no sería conveniente, la decisión sería poner la tienda sin hacer estudio, para un VME de \$28,000.

e. Calcule la utilidad esperada mediante los datos expuestos en este problema y la siguiente tabla de utilidad. ¿Es ésta la curva de una persona que busca el riesgo o de una persona que siente aversión por él?

Rpta. La persona es tomadora de riesgos.

f. Considerando las utilidades en vez de los valores monetarios en el árbol dibujado en la pregunta a, ¿Cuál sería la estrategia a seguir? ¿Es coherente este resultado con el perfil de riesgo encontrado en la pregunta d?

Rpta. La decisión en base a utilidades es no hacer el estudio y poner la tienda.

2. Pedro Torres tiene que decidir si debe hacer un estudio para invertir en una tienda de ropa casual en Gamarra. Por experiencias anteriores con estos tipos de negocios en Gamarra, hay una probabilidad de 0.70 de que el estudio le resulte favorable a Pedro.

De otro lado, si el estudio resulta favorable, hay una probabilidad de 0.90 de que la tienda resulte exitosa. Si el estudio resulta no favorable, la probabilidad de que la tienda tenga éxito es de sólo 0.20. Sin contar con información adicional, Pedro estima que la probabilidad de tener éxito con la tienda es de 0.50. Una tienda exitosa ofrece rendimientos por \$150,000. Si la tienda se abriera, pero no tuviera éxito, le significaría una pérdida de \$50,000. Por supuesto, también podría decidir no abrir la tienda.

a. Elabore un árbol de decisiones y diga ¿Cuál es el VME?

Rpta. El VME es de \$91,000.

b. En base al VME encontrado, obtenga el reporte de Política Sugerida (no lo muestre) y en base a él describa la estrategia de decisión que recomendaría usted.

Rpta. Estrategia: Hacer el estudio, si resulta favorable poner la tienda. Si el estudio resulta no favorable no poner la tienda. Con esta estrategia el VME sería de \$91,000.

c. Obtenga un perfil de riesgo de la decisión recomendada y diga, ¿Qué probabilidad hay de obtener un valor menor o igual a cero? Grafique el perfil de riesgo.

Rpta. 37%.

d. Si el tomador de decisiones fuera un tomador de riesgos ¿seguiría la recomendación dada en la pregunta anterior? Sustente por qué.

Rpta. Con una probabilidad de 67% de ganar \$150,000, un tomador de riesgos muy probablemente seguiría la recomendación anterior, inclusive sin realizar el estudio.

e. Si el rendimiento de los \$ 150,000 fuera aproximado en sólo 25% ¿cambiaría la recomendación? Diga por qué. Sugerencia: haga un análisis de sensibilidad del pago de US\$ 150,000, usando 11 puntos en el rango respectivo.

Rpta. Hacer el estudio es una estrategia dominante, en el rango de variación de \pm 25% del pago de \$150,000.

f. ¿Qué efecto tendría sobre la estrategia de decisión recomendada si la probabilidad de obtener un estudio favorable fuera de 0.80?

La estrategia no cambiaría, pero el VME subiría a \$104,000.

g. Considerando el árbol inicial con un estudio valorizado en US\$ 20,000, calcule la utilidad esperada mediante la siguiente tabla de utilidad. ¿Esta curva corresponde a una persona tomadora de riesgos o a una persona conservadora?

<u>Valor, US\$</u>	<u>Utilidad</u>
130,000	0.50
0	0.30
-20,000	0.20
-50,000	0.15

Rpta. La utilidad esperada resulta de 0.575 y corresponde a la decisión de poner la tienda sin estudio. La forma de la curva indica una persona tomadora de riesgos.

Semanas 9 a 12

Tema: Toma de decisiones considerando la aversión al riesgo y la teoría de la utilidad.

Objetivos

- Hacer una introducción a la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.
- Explicar los principios básicos para resolver un problema empresarial usando Simulación Monte Carlo
- Revisar las principales distribuciones de probabilidad discretas y continuas y explicar su uso en la modelación de la incertidumbre (por lo menos: distribuciones discreta, uniforme, triangular, pert y normal)
- Explicar el problema de la toma de decisiones basada en promedios.
- Explicar los conceptos principales del problema de reposición inmediata de stocks con un solo periodo y demanda probabilística.
- Lograr que los alumnos tengan un uso básico de las principales funciones del @Risk.

Casos

1. El Colegio de Contadores del Perú (CCP) está organizando la convención anual del 2018 y está evaluando cuántas habitaciones reservar para los convencionistas. Las reservas se pagan por adelantado y si no se ocupan las habitaciones reservadas se pierde el pago de las habitaciones no ocupadas.

En este momento el CCP puede reservar las habitaciones a un costo unitario de S/. 150. El CCP piensa que el número de asistentes a la Convención seguirá una distribución normal con una media de 5000 y una desviación estándar de 1000. Si el número de personas que asisten a la convención excede las habitaciones reservadas, se pueden conseguir habitaciones adicionales en un hotel cercano, pero a S/. 250/habitación.

- Haga el esquema de simulación de este problema, indicando las variables que intervienen.
- Escriba el modelo de costos.
- Haga una simulación para determinar el número de habitaciones que estime el costo esperado para el CCP. Evalúe reservas entre 4600 y 5400 de 200 en 200. Llene la siguiente tabla.

Simulación	1	2	3	4	5
Reservas	4600	4800	5000	5200	5400
Costo medio					
Desv. Est. costo					
Costo Max					
Costo Min					

- ¿Cuántas habitaciones recomienda reservar? Sustente.

La recomendación dependerá de la percepción del riesgo, estimada por la desviación estándar o el rango entre el mínimo y el máximo costo.

2. Manuel Pérez es un gerente de ventas de ropa en línea para damas y debe programar los operadores telefónicos para la atención de las llamadas de los clientes del día. Manuel cree que las llamadas en una hora de atención de un turno típico de 8 horas pueden ser descrita por la siguiente distribución de probabilidad discreta:

Número de Llamadas	Probabilidad
80	0.10
120	0.40
160	0.30
200	0.15
300	0.05

Cada operador puede atender 15 llamadas por hora, a un costo de \$20 para la empresa. Sin embargo, cada llamada que no pueda ser atendida por algún operador representa una pérdida estimada en \$6 para la empresa.

Considere las opciones de emplear 8, 10, 12, 14 y 16 operadores por hora y haga una simulación para determinar el número de operadores adecuado para la empresa.

- Grafique el esquema de la simulación para este problema.
- Describa el modelo de costos para este problema.
- Resuelva el problema y llene la siguiente tabla.

Simulación N°	1	2	3	4	5
No. de operadores	8	10	12	14	16
Costo medio					
Desv. Est. Costo					
Costo Mínimo					
Costo Máximo					

- Recomiende un número de operadores a contratar. Sustente su recomendación.

Se podría recomendar contratar a 12 operadores por que presenta el costo medio mínimo con un riesgo medio. Otras opciones son válidas, dependiendo del grado de aversión al riesgo del decisor.

3. Una empresa industrial está planeando la introducción de nuevos productos para el 2019. Las áreas de Operaciones, Marketing y Finanzas han determinado seis nuevos productos cuyo monto total de inversión es de US\$ 5.5 millones. Sin embargo, el presupuesto dispuesto por el Directorio de la empresa para el desarrollo y lanzamiento de productos nuevos es de solo US\$ 3 millones en el 2019.

Por este motivo, la gerencia de finanzas ha establecido cuatro opciones de combinaciones de productos cuya inversión estimada es menor a los US\$ 3 millones presupuestados, y que podrían evaluarse en términos de rentabilidad y riesgo.

La gerencia de Finanzas le ha solicitado que le ayude a decidir la opción más conveniente de productos que la empresa debe lanzar el próximo año, sobre la base de un sustento de rentabilidad y riesgo. Le han proporcionado el siguiente cuadro con cifras estimadas en US\$, para evaluar las cuatro opciones que han determinado:

Producto Nuevo	Inversión Inicial	Precio/u Proyectado	Ventas u/año Proyectadas	Ingreso x año Proyectado	Costo/u Proyectado	Costo x año Proyectado	Rentabilidad por Producto
A	800,000	8	60,000	480,000	4	240,000	30.0%
B	600,000	5	50,000	250,000	3	150,000	16.7%
C	1,200,000	10	80,000	800,000	6	480,000	26.7%
D	900,000	8	70,000	560,000	5	350,000	23.3%
E	800,000	6	60,000	360,000	4	240,000	15.0%
F	1,200,000	10	50,000	500,000	7	350,000	12.5%
Total	5,500,000						
Presupuesto	3,000,000						

Opción	Productos	Inversión	Rentabilidad Ponderada
1	A, B, C	2,600,000	25%
2	B, C, D	2,700,000	23%
3	C, D, E	2,900,000	22%
4	D, E, F	2,900,000	17%

La rentabilidad de cada producto se define como la ratio (Ingreso total anual – Costo total anual) /Inversión Inicial. Por ejemplo, en el caso del producto B, su rentabilidad sería: $(250,000-150,000) /600,000= 16.7\%$

La Rentabilidad Ponderada de cada opción se define como la suma de las rentabilidades de cada producto por la inversión inicial de cada producto entre la suma de las inversiones iniciales de los productos que comprenden la Opción. Por ejemplo, la rentabilidad ponderada de la Opción 2 será:

$$(600,000*0.167+1,200,000*0.267+900,000*0.233) / (600,000+1,200,000+900,000) = 0.23 = 23\%.$$

Después de varias reuniones de trabajo, los gerentes consideran para las evaluaciones lo siguiente:

- Las **inversiones iniciales** de los nuevos productos se distribuyen normalmente con una media en el valor estimado en la columna “Inversión Inicial” y una desviación estándar del 5% de este valor.
- Las **ventas anuales** en unidades de cada producto siguen una distribución normal cuyo valor medio se da en la columna “Ventas u/año proyectadas” y la desviación estándar es del 15% de este valor.

- Los **precios de venta unitarios** y los **costos de ventas unitarios**, siguen una distribución Pert, con valores medios bajo las columnas “Precio/u” y “Costo/u”. Los valores máximos son el 110% del valor medio y los mínimos del 90% de los valores medios respectivos.
- a. Determine la rentabilidad ponderada media de cada Opción y su desviación estándar, en base a 1,000 ensayos de una simulación Montecarlo.

Rpta. Opción 1.

- b. ¿Alguna de las Opciones consideradas podrían rebasar su Inversión estimada inicialmente?, de ser así indicar cuál (es) y los montos máximos estimados.

Rpta.

Opción	Productos	Presupuesto de Inversión	Probabilidad P(Ppto>3MM)
1	A, B, C	2,600,000	0%
2	B, C, D	2,700,000	0%
3	C, D, E	2,900,000	12%
4	D, E, F	2,900,000	13%

- c. Recomiende una Opción sobre la base de la rentabilidad ponderada promedio y su riesgo estimado en base a su coeficiente de variación (desviación estándar/valor medio).

Rpta. La Opción 1

4. Una decisión común en las empresas modernas es si se debe comprar los equipos para producir en casa o contratar a otra empresa (outsourcing) para la producción de un determinado bien. Si el volumen de ventas es lo suficientemente alto, los ahorros en costos unitarios de producción pueden cubrir los costos fijos de adquisición de los equipos.

Suponga que una empresa tiene que tomar esta decisión, comprar o fabricar internamente, para un horizonte de cuatro años, dada la siguiente información.

- Si la compañía contrata la producción tendrá que pagar \$18/u al fabricante. Este costo permanecerá constante los cuatro años.
- La compañía venderá el producto a \$40/u. Este precio permanecerá constante los cuatro años.
- Si la compañía fabrica en casa, invertirá \$600,000 en equipos, los que se depreciarán en línea recta (es decir, la misma cantidad cada año) en los cuatro años del proyecto. El costo de producción será de \$7/u en los cuatro años.
- La demanda en el año 1 tiene un estimado mínimo de 10,000 unidades, más probable de 14,000 unidades y un estimado optimista de 16,000 unidades.
- El crecimiento medio anual de la demanda para los años 2 a 4 tiene un estimado pesimista de 10%, más probable de 20% y optimista de 26% y será igual en los tres años.
- La tasa impositiva es de 30%

- La tasa de descuento para calcular el VPN de las opciones de fabricar o comprar es de 12%

Se desea determinar si conviene de producir internamente o comprar a un tercero.

a. Describa el modelo de beneficio para la opción de compra para cuatro años.

b. Encuentre el VPN de la opción de compra y presente la siguiente información:

AÑO	1	2	3	4
(=) Flujo neto	203,514	250,396	308,079	379,049

VPN medio 802,261

c. Describa el modelo de beneficio para la opción de fabricación para cuatro años.

d. Encuentre el VPN de la opción de fabricar para cuatro años y presente la siguiente información:

AÑO	1	2	3	4
(=) Flujo neto	381,192	440,981	511,405	594,352

VPN medio 739,974

e. Defina una nueva variable de salida que sea la diferencia del VPN medio de la opción fabricar menos VPN medio de la opción de comprar, obtenga las estadísticas que crea conveniente y proponga una decisión (comprar o fabricar) con el debido sustento.

Rpta.

Diferencia Producir-Comprar	-57,513
Diferencia media	-62,274
Dif. Mínima	-181,234
Dif. Máxima	46,083

Convendría comprar por que el VPN de la opción comprar resulta mayor el 95% de las veces.

Semanas 13 a 15

Tema: Importancia de la correlación de variables en la evaluación de decisiones con simulación Montecarlo.

Objetivos

- Explicar el concepto y la importancia de considerar la correlación de variables cuando esta existe, en el proceso de modelación y las consecuencias de no considerarla.
- Explicar las limitaciones de la correlación estadística y la importancia de la correlación jerarquizada en simulación.
- Presentar casos de correlaciones espurias, causas y consecuencias.
- Desarrollar casos de evaluación de riesgos con variables correlacionadas.

Casos

1. La empresa Medina S.A. (MSA) fabricante de remolques en el Callao está desarrollando un nuevo modelo compacto de remolque. MSA ha obtenido información de las siguientes cantidades a través de focus groups con los departamentos de Marketing e Ingeniería.

Inversión inicial para el desarrollo del nuevo remolque. Este costo se estima en \$70 millones, pero con una desviación estándar del 10% del estimado (asuma una distribución normal). Este costo será incurrido a inicios del primer año, antes de registrar alguna venta.

Margen por remolque. Este es el costo unitario de venta menos el costo unitario variable de producir un remolque. MSA asume que el margen será de \$4,000 el año 1. Se asume que los años siguientes el margen caerá entre 3% y 5% anualmente, con igual probabilidad entre estos dos valores, debido al incremento de los costos variables de producción.

Ventas. La demanda de remolques es incierta. En el primer año, MSA estima que el número de remolques vendidos, estará distribuido triangularmente con un mínimo de 5,000 unidades, un valor más probable de 7,500 unidades y un máximo de 8,500 unidades. Los años siguientes se asume que las ventas caerán, por la entrada de competidores al mercado, en un porcentaje que se comporta triangularmente con parámetros 5%, 8% y 10%. MSA asume que los decrecimientos anuales son independientes año a año.

Depreciación e impuesto a la renta. La empresa depreciará sus costos de desarrollo sobre la base de una línea recta a lo largo de la vida útil del remolque, estimada en 5 años, es decir, 20% anual. Considerar el impuesto a la renta como 30%.

Tasa de descuento. MSA cree que una tasa de 10% cubre las expectativas del negocio.

Para evaluar el proyecto, se simulará los flujos de efectivo en cinco años, de tal forma de poder estimar el VPN del proyecto.

Responda las siguientes preguntas:

- a. Elabore el flujo de efectivo para los cinco años del proyecto, sin considerar la incertidumbre. Para la inversión inicial use \$70 millones. Para la caída del margen por remolque utilice el promedio entre los valores mínimo y máximo estimados. Para el caso de los remolques vendidos y la caída de las ventas considere los valores promedio de las distribuciones triangulares respectivas (promedio simple de los 3 parámetros). Para los flujos de efectivo en los cinco años de evaluación puede usar el siguiente esquema.

Inversión inicial = 70,000,000

Unidades vendidas = 7000

Margen unitario = 4000

(+) Ingresos = Unidades vendidas x margen unitario

(-) Depreciación

(=) Utilidad antes de impuestos

(-) Impuesto a la renta

(=) Utilidad después de impuestos

(+) Depreciación
(=) Flujo neto

Escriba los flujos netos de los cinco años y el VPN del proyecto sin incertidumbre.

Rpta.

Flujo Neto		23,800,000	21,573,440	19,599,817	17,850,398	16,299,713
VPN	6,504,187					

- b. Modifique el modelo anterior para incluir la incertidumbre en las ventas y la disminución en las unidades a vender. Sobre la base de 1000 replicaciones encuentre la siguiente información:

Rpta.

	Sin correlación
VPN medio	11,107,758
Probabilidad(VPN<0)	11%
VPN Min	(18,048,453)
VPN Max	35,934,918
Desv.Est. VPN	8,728,356

- c. Suponga que en realidad la tasa de descuento sigue una distribución normal con media 12% y desviación estándar de 2%, y que está correlacionada con el monto de la inversión inicial en -0.90. Modifique el modelo anterior y llene el cuadro siguiente

Rpta.

VPN medio	7,470,558
Probabilidad(VPN<0)	17%
VPN Min	(15,439,276)
VPN Max	25,952,244
Desv.Est. VPN	7,171,959

- d. Si fuera el dueño de MSA, ¿cuál sería su recomendación final?

La respuesta depende del grado de aversión al riesgo del decisor. Si es arriesgado seguramente llevaría a cabo el proyecto. Si fuera conservador probablemente perciba que 16% es un riesgo no muy alto y también lleve a cabo el proyecto.

La correlación de -0.90 hace que valores altos de la inversión tengan tasas de descuento más bajas por eso se presentan VPN más altos, pero también VPN más bajos porque inversiones bajas tendrán tasas de descuentos más altas.

En el escenario sin correlación, hay más escenarios de inversión alta con tasas altas e inversiones bajas con tasas bajas, por ese motivo el riesgo de un VPN <0 es menor que en el caso de correlación.

2. Una empresa especializada en el tratamiento de aguas servidas tiene la oportunidad de desarrollar una planta de tratamiento para un distrito de Lima que actualmente arroja sus aguas servidas al mar. La empresa planea tratar el agua con un novedoso sistema de patente nacional a cambio de una remuneración por metro cúbico tratado pagado por la municipalidad del distrito.

La planta de tratamiento requerirá una inversión estimada de US\$ 5 millones de acuerdo a los estudios de pre factibilidad efectuados por la municipalidad.

Sobre la base de las proyecciones en la disponibilidad de aguas servidas prevista para los próximos años, los ingresos por las ventas anuales por el agua tratada estarán alrededor de US\$ 1.2 millones.

Para la elaboración de los flujos de efectivo adicionalmente se han efectuado las siguientes precisiones:

- De acuerdo a las necesidades de recursos humanos para la administración de la planta de tratamiento, se requerirán por concepto de *salarios y otros beneficios* US\$ 125,000 anuales.
- Habrá otros *costos de operación adicionales* a los de recursos humanos, por 1.50% del valor de las ventas anuales.
- Se pagarán *derechos de uso de la patente por el tratamiento del agua* por un aproximado de 0.5% del valor de las ventas anuales. Este derecho está fijado por el dueño de la patente y se mantendrá en la tasa mencionada durante la vida del proyecto.
- Por un convenio con el Gobierno, el total de inversiones se *depreciarán* en 10 años.
- Considerar que la *tasa del impuesto a la renta* es de 30%.
- Se considera que el proyecto tendrá un *valor residual* al final del año 10 del 25% del valor de la inversión estimada.

Para descontar los flujos de fondos se ha considerado una *tasa de descuento* del 10%, pero esta proyección podría variar con el aporte de la empresa y el grado de financiamiento del proyecto con créditos del sistema financiero.

En una reunión de evaluación del proyecto las compañías con sus principales gerentes determinaron que, si bien la inversión estimada en la planta es de 5 millones, esta cantidad podría variar con la dimensión final de la planta, los precios de los materiales de construcción y los insumos. Por ello consideran que la inversión final podría tener una variación del $\pm 10\%$ con respecto a su proyección original. Use Pert (proyección-10%, proyección, proyección+10%).

En forma similar las variaciones en el financiamiento y otros factores del proyecto podrían hacer variar la tasa de descuento del proyecto en +1.5% hacia abajo o 2% hacia arriba de su estimado en 10%. En este caso también use una Pert.

En el caso de los ingresos por ventas han determinado que habría un crecimiento anual promedio de 2.5%, con una desviación estándar de 1%, porque podrían presentarse flujos migratorios de personas positivos o negativos en el distrito. Use una Normal.

Los salarios y otros beneficios del personal podrían variar de acuerdo a los estudios para implementar la organización entre 120,000 y 130,000 anuales, con igual probabilidad entre estos dos valores.

A continuación, se proporciona un esquema básico del flujo de caja, inicialmente preparado sin considerar las incertidumbres en las variables descritas.

Inversión inicial		5,000,000					
Costos de operación adicionales		1.50%	del ingreso por ventas				
Derechos de uso de patente		0.50%	del ingreso por ventas				
Depreciación		10%	de las inversiones iniciales				
Impuesto a la Renta		30%					
Tasa de descuento		10%					
Valor residual del proyecto		25%	de las inversiones iniciales				
	Año	0	1	2	3	4	10
Inversiones		-5,000,000					
Ingresos por ventas		1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
Salarios y otros beneficios		125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000
Costos de operación adicionales		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Derechos de uso de patente		6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Depreciación		500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Total costos y gastos		649,000	649,000	649,000	649,000	649,000	649,000
Utilidad antes de Impuestos		551,000	551,000	551,000	551,000	551,000	551,000
Impuesto a la renta		165,300	165,300	165,300	165,300	165,300	165,300
Utilidad neta		385,700	385,700	385,700	385,700	385,700	385,700
Depreciación		500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Valor residual							1,250,000
Flujo neto		-5,000,000	885,700	885,700	885,700	885,700	2,135,700
VPN del proyecto		924,172					

- a. Incorpore el crecimiento de las ventas y la incertidumbre en el modelo de flujo de caja con las distribuciones de probabilidad descritas y encuentre el valor esperado del VPN del proyecto, así como sus valores mínimo y máximo.

Rpta.

VPN esperado =	785,243
VPN mínimo =	-647,779
VPN máximo n =	2,044,871

- b. El gerente de Finanzas después de ver estos resultados opina que se podría estar cometiendo un error porque el costo del financiamiento y el monto de la inversión están negativamente correlacionados. Para eso ha proporcionado los siguientes valores históricos de tasas de descuento y financiamiento:

<u>Inversión</u>	<u>Tasa</u>
6,000,000	8.00%
3,000,000	13.50%
4,500,000	11.00%
3,800,000	13.20%
5,500,000	8.50%
4,800,000	9.20%

3,500,000	13.10%
4,200,000	8.20%
5,200,000	8.80%
5,800,000	8.10%
4,800,000	10.90%
3,600,000	13.20%

Encuentre la correlación entre las tasas de descuento y los montos de inversión y proporcione nuevamente los valores medio, mínimo y máximo del VPN.

Rpta. Las correlaciones estadística y jerarquizada se muestran a continuación:

				Jerarquizada	-0.859332
				Estadística	-0.875201

Comente el efecto en el valor del VPN cuando hay correlación de variables y esta no es considerada.

Rpta. En la siguiente tabla se muestran los resultados del VPN estimado sin y con correlación:

Simulación	1	2
Correlación	0	-0.859332
VPN esperado =	785,243	790,521
VPN mínimo =	-647,779	-176,198
VPN máximo n =	2,044,871	1,631,213

- c. La empresa tiene como política efectuar proyectos que tengan al menos un VPN > 1 millón. Considerando que el dueño de la empresa es un conservador, ¿ejecutará el proyecto? Sustente.

Rpta. De acuerdo a la distribución de probabilidad del VPN obtenido, observamos que la $P(\text{VPN} > 0) = 25\%$ aproximadamente, por lo que un conservador tal vez no se anime a ejecutar el proyecto.

- d. Con la incertidumbre incluida en el flujo de caja, ¿cuáles son las variables que más inciden en el valor del VPN?

Rpta. Las variables que más inciden en el valor del VPN son el monto de la inversión inicial y la tasa de descuento del proyecto.

3. La embotelladora Botella S.A. produce latas de gaseosa. Cada lata debe contener por lo menos 12 onzas de gaseosa. Si el peso total de un six-pack está por debajo de 72 onzas, Botella S.A. recibirá una multa de \$100 y no recibirá el ingreso que corresponde a la venta del six-pack que es de US\$ 3.

Sin embargo, Botella S.A. tiene el control de la cantidad promedio de llenado de las latas de gaseosa en sus máquinas llenadoras.

A Botella S.A. le cuesta \$0.02 por onza cada lata de gaseosa.

Se ha realizado una investigación el último año con una muestra de 500 latas y se ha determinado que la cantidad de gaseosa puesta en cada lata por las máquinas llenadoras están distribuidas normalmente con una desviación estándar de 0.10 onzas.

Confirme este hallazgo, para lo cual se le proporciona el archivo Embotelladora LlenadoLatas.xlsx, hoja "Llenado" con las 500 mediciones realizadas.

El jefe de control de calidad afirma que si las maquinas llenadoras están mal calibradas lo normal es que si llenan una lata con más de 12 onzas las siguientes también serán de más de 12 onzas. De igual manera si llenan una lata con menos de 12 onzas, las demás también tenderán a llenarse con menos de 12 onzas. Se ha estimado que el peso de cada lata en un six-pack tiene una correlación de 0.8 con el peso de las otras latas en el six-pack. Confirme este hallazgo, con los datos del archivo LlenadoLatas.xlsx, hoja "Correlación" con 500 pares de mediciones realizadas.

- a. ¿Qué cantidad de llenado medio maximiza la utilidad esperada por six-pack, considerando los requerimientos de calidad?

Sugerencia: las cantidades de llenado promedio pueden calibrar para aumentar o disminuir el promedio de llenado en cantidades de 0.05 onzas.

Rpta. Llenando las latas con un promedio de 12.35 onzas se logra el mejor ingreso medio por six-pack.

- b. Si se cambian las máquinas llenadoras por otras de un modelo nuevo, se estima que los pesos de las latas en el six-pack serán probabilísticamente independientes, ¿en este caso que cantidad media de llenado maximiza la utilidad esperada por six-pack?, ¿sería conveniente reemplazar las máquinas?

Rpta. Con valores no correlacionados, la utilidad media es maximizada a una proporción de llenado más baja de aprox. 12.15 onzas. La razón es que estamos tratando de evitar el costo de la penalidad. Con valores correlacionados, si una lata es llenada con poca gaseosa, la tendencia de llenado para las otras será baja también, lo que incrementa la posibilidad de la penalidad. Para compensar esto tenemos que usar una tasa de llenado mayor. Por lo tanto, sería conveniente reemplazar las máquinas.

- c. ¿Cómo explica usted las diferencias de resultados en las preguntas a y b, desde el punto de vista de la calidad?

Rpta. Desde el punto de vista de la calidad, es más convenientes máquinas que no produzcan errores que originen desperdicios o multas por incumplimiento de las características ofrecidas a los clientes.

4. Una empresa está efectuando la evaluación de un proyecto de inversión y ha proporcionado el flujo básico en US\$ sin considerar la incertidumbre en las variables, el mismo que se muestra a continuación:

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión Inicial (II)		3,000,000					
Unidades demandadas	6%		60,000	63,600	67,416	71,461	75,749
Precio unitario de venta, US\$/u	-6%		42	39.5	37.1	34.9	32.8
=Ingresos Brutos (IB)			2,520,000	2,510,928	2,501,889	2,492,882	2,483,907
(-) Gastos operativos, ventas y adm. (30% de IB)			756,000	753,278	750,567	747,865	745,172
= Utilidad Operativa			1,764,000	1,757,650	1,751,322	1,745,017	1,738,735
(-) Impuesto a la Renta (30%)	30%		529,200	527,295	525,397	523,505	521,621
= Beneficios antes de impuestos e Intereses			1,234,800	1,230,355	1,225,925	1,221,512	1,217,115
(+) Gastos de depreciación y Amort. (20% de II)	20%		600,000	600,000	600,000	600,000	600,000
= Flujo de caja operativo			1,834,800	1,830,355	1,825,925	1,821,512	1,817,115
(-) Otros gastos de capital	10%		150,000	165,000	181,500	199,650	219,615
= Flujo de Caja Libre			1,684,800	1,665,355	1,644,425	1,621,862	1,597,500
VPN		2,527,072					
Tasa de descuento	15%						

Se requiere estimar el VPN considerando la incertidumbre de las principales variables del flujo, para lo cual se tiene la siguiente información:

- La inversión inicial más probable es la que se muestra en el flujo, pero se estima que podría ser como mínimo de US\$2 millones y como máximo de US\$ 4 millones (asuma una distribución Pert).
- La demanda de unidades del producto final el primer año del proyecto se estima en 60,000. Los años siguientes se estima que la demanda crecerá en promedio 6% con una desviación estándar de 3% (asuma una distribución Normal).
- El precio de venta unitario del primer año se estima en \$42/unidad, pero debido a la aparición de productos de la competencia, se estima que los siguientes años sufrirá una caída de 6% en promedio, 3% como mínimo y 8% como máximo (asuma una distribución Pert).
- Los otros gastos de capital se estiman en \$150,000 el primer año, después del cual para mantener la competitividad del producto crecerá en promedio 10% al año, como mínimo 8% y como máximo 12% (asuma una distribución Pert).
- Los gastos de Depreciación y Amortización anual se estiman en 20% del valor de la inversión inicial.
- La tasa de descuento se estima en 15%, pero con un valor mínimo de 12% y un valor máximo de 17% (asuma una distribución Pert).
- El proyecto será financiado mayormente con fondos de la banca, por lo que la tasa de descuento del proyecto estará correlacionada con el monto de la inversión inicial. Considere esta correlación en el flujo de caja. Para estimar esta correlación utilice la siguiente información de tasas de descuento y montos de inversión de varios proyectos de la empresa:

Datos Históricos	
Tasa de interés	Préstamo
10.50%	2,490,000
10.00%	3,000,000
9.50%	3,500,000
9.00%	3,780,000
9.40%	3,200,000
10.50%	2,500,000
10.20%	3,000,000
13.50%	1,900,000
13.00%	2,200,000
12.80%	2,300,000

Con la información proporcionada y en base a 1,000 ensayos responda lo siguiente:

- a. ¿Cuál es la correlación estimada entre la tasa de descuento del proyecto y el monto de la inversión inicial que se debe utilizar?

Rpta. Se debe usar la correlación jerarquizada, que es -0.98.

- b. ¿Cuál es el valor medio del VPN del proyecto y su desviación estándar?

Rpta. El VPN medio es \$2,574,000. La desviación estándar es \$ 124,200.

- c. Si la política de la empresa es aceptar proyectos de inversión con un VPN > US\$ 2 millones, con una probabilidad del 90%, aceptaría usted el proyecto? Sustente su respuesta.

Rpta. La P (VPN >2 millones) es 100%, por lo tanto, aceptaría el proyecto.

- d. Utilice un análisis tornado para determinar las tres variables de entrada que influyen más en el valor del VPN y diga cuáles son estas variables.

Rpta. Las variables que más influyen son el crecimiento de la demanda en los años 2, 3 y 4, seguido del precio de venta unitario y la tasa de descuento.