

Capítulo 11 - RIESGOS



En un mundo que cambia realmente rápido, la única estrategia en la que el fracaso está garantizado es no asumir riesgos.
Mark Zuckerberg (1984-?). Programador, Co-Fundador de Facebook

No deberíamos comenzar con la ejecución del proyecto sin un análisis de riesgo. La gestión de los riesgos es un área integradora del resto de las áreas del conocimiento. Por ejemplo, no podemos afirmar que tenemos un cronograma y presupuesto realista si todavía no hemos finalizado el análisis de riesgo. Con el análisis de riesgo se determinarán las reservas para contingencia de plazos y costos que deben incluirse en el plan para la dirección del proyecto.

Si bien en este capítulo nos vamos a focalizar en la gestión de riesgos del proyecto, los riesgos se deberían gestionar de manera integral a lo largo de toda la organización. Por ejemplo, ciertos riesgos que se identifican en un proyecto podrían escalar hacia un programa, portafolio u organización; o un riesgo que afecte a la organización, podría delegarse para gestionarlo a nivel de portafolio, programa o proyecto.

Gestión integral de riesgos



Al finalizar el capítulo habrás aprendido los siguientes conceptos:

- ✓ Conceptos básicos sobre riesgos
- ✓ Planificar la gestión de riesgos
- ✓ Identificar los riesgos
- ✓ Realizar análisis cualitativo de riesgos
- ✓ Realizar análisis cuantitativo de riesgos
- ✓ Planificar la respuesta a los riesgos
- ✓ Implementar la respuesta a los riesgos
- ✓ Monitorear los riesgos




Conceptos básicos de riesgo

Todos los proyectos tienen implícitos algún tipo de riesgo. Esto es válido tanto para los pequeños proyectos, como la organización de una fiesta de cumpleaños, como para proyectos millonarios como el lanzamiento de un cohete espacial.

Podemos decir que el riesgo es algo desconocido que, si se produce, afecta en forma negativa o positiva los objetivos del proyecto. Por lo tanto, un evento incierto puede ser algo bueno (oportunidad) o algo malo (amenaza).

Las amenazas sin gestionar seguramente ocasionarán problemas (retrasos, sobrecostos, mala reputación, etc.). Por otro lado, las oportunidades bien gestionadas podrían impactar en beneficios (ahorros, productividad de los miembros del equipo, satisfacción del cliente, etc.).

 *El riesgo representa el impacto potencial de todas las amenazas u oportunidades que podrían afectar los objetivos del proyecto.*

✓ Incertidumbre y riesgo

La incertidumbre se da cuando no conocemos la probabilidad de ocurrencia de un evento, mientras que en una situación de riesgo podemos estimar cuál será su probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, incertidumbre sería si no tenemos la más mínima idea de que vaya a ocurrir una catástrofe climática en un proyecto. Mientras que si en ese mismo proyecto podemos estimar la probabilidad de mal clima basado en informes meteorológicos históricos, estaríamos en una situación de riesgo.

✓ Riesgos del proyecto individuales y general

Los riesgos **individuales** responden a la pregunta: *¿Cuáles son los riesgos del proyecto?* Por ejemplo, aumento del tipo de cambio que impactará en un sobrecosto, enfermedad de trabajadores que impactará en un retraso e insatisfacción del cliente, proveedores que entreguen materiales defectuosos que impactará en el alcance y retrasos por re-procesos, etc.

Por su parte, el riesgo **general (o global)** responde a la pregunta: *¿Qué tan riesgoso es el proyecto?* Por ejemplo, probabilidad de perder dinero con el proyecto, cantidad de dinero que podríamos perder, probabilidad de no cumplir el cronograma, etc. El riesgo general podría ser causado por la sumatoria de los riesgos individuales, o por otros factores externos al proyecto como: volatilidad, complejidad, cambios del mercado (políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales, ambientales, competencia), etc.

✓ **Riesgos por eventos o no-eventuales**

Los riesgos pueden ser ocasionados por **eventos** inciertos. Por ejemplo, cometer un error de proceso, falta de energía por corte de luz, software que deja de funcionar, cliente que cambia un requisito cuando el producto está finalizado, etc. Este tipo de riesgos se pueden cuantificar con herramientas como la simulación de Monte Carlo.

Por otro lado, existen riesgos que no están relacionados con eventos, sino que se originan en la **variabilidad** (rango de posibles productividades, rango de diferentes temperaturas climáticas, cantidad de errores que pueden cometer los miembros del equipo, etc.) o en la **ambigüedad** (diferentes alternativas técnicas para resolver un mismo problema, cambios del marco regulatorio que podría impactar al proyecto en dos direcciones contrapuestas según lo que apruebe el gobierno, complejidad sistémica del proyecto, etc.). Este tipo de riesgos se pueden gestionar con estudios comparativos (benchmarking), análisis de escenarios, metodologías ágiles de desarrollo incremental a través de prototipos, etc.

✓ **Probabilidad de ocurrencia**

Cada evento riesgoso tiene alguna chance de suceder. Por ejemplo, la probabilidad de que tengamos temblores en una ciudad según estadísticas históricas es del 2%. Esto significa que en el largo plazo, si se mantienen las condiciones utilizadas en la estimación, temblará 2 de cada 100 días. Si la probabilidad de ocurrencia fuera del 4% se dice que el evento tiene el doble de posibilidades de ocurrir en relación a una probabilidad del 2%.

Un hecho improbable que ocurra tiene una probabilidad de ocurrencia cercana a cero. Por el contrario, un hecho que es casi seguro que ocurra posee una probabilidad de ocurrencia muy cercana a 100%. Por lo tanto, matemáticamente se suele representar a la probabilidad de ocurrencia en una escala que va del 0 al 1.

Hay veces que no conocemos con precisión la probabilidad de ocurrencia de un evento riesgoso y lo único que tenemos es una percepción basada en una opinión o una investigación que probablemente no es del todo correcta. En estos casos, se puede utilizar un rango de probabilidad estimado y realizar un análisis de sensibilidad con el posible impacto de cada escenario sobre los objetivos del proyecto.



✓ **Impacto**

El riesgo no se cuantifica sólo por su probabilidad de ocurrencia, sino también por su impacto sobre los objetivos del proyecto (alcance, tiempo, costo, calidad). Por ejemplo, si la probabilidad de mal clima es muy alta, pero los daños en el proyecto son muy bajos, ese riesgo no debería preocuparnos demasiado.

Un proyecto será más riesgoso si presenta un 10% de probabilidad de ocasionar daños por \$500.000, que en el caso de tener un 10% de probabilidad de generar daños por \$100.000.

✎ Si la ocurrencia de un evento produce impactos importantes en un proyecto y además no se conoce la probabilidad de ocurrencia, seguramente seremos incapaces de tomar buenas decisiones para este proyecto.

✓ **Valor monetario esperado**

Se puede obtener una buena estimación de los beneficios o costos esperados de un evento riesgoso si se multiplica su probabilidad de ocurrencia por el impacto.

✎ Valor monetario esperado = Probabilidad \times Impacto

Por ejemplo, un 10% de probabilidad de perder \$100.000 tendrá un costo esperado de \$10.000, mientras que un 20% de probabilidad de ganar \$200.000 tendrá una ganancia esperada de \$40.000.

Otra forma de analizar el valor esperado es compararlo con la prima que se paga a una compañía de seguros. Si queremos asegurar nuestra empresa para no perder \$100.000 en caso de que ocurra un incendio, cuya probabilidad de ocurrencia es del 10%, deberíamos pagar una prima de seguro de \$10.000 (sin incluir los demás costos administrativos y margen de rentabilidad de las aseguradoras). Esto es así porque si la aseguradora cubre un gran número de empresas con riesgos similares, la sumatoria de todas las primas que cobre será igual al monto que tendrá que pagar por los reclamos de los eventos que ocurran.

✓ **Riesgos desconocidos o imprevistos**

Los imprevistos son aquellos riesgos desconocidos que ocurren sin anticipar su ocurrencia. Estos sucesos dependen de una inusual combinación de factores que no se pudieron detectar con anticipación y sólo se identifican después de haber ocurrido.

Por ejemplo, un riesgo imprevisto durante la construcción de un edificio podría ser un cambio legislativo que obligue a cambiar el alcance del proyecto.

Los imprevistos son los tipos de riesgos más peligrosos para la viabilidad de un proyecto. Debido a que estos riesgos imprevistos son desconocidos, es muy fácil omitirlos. Para gestionar este tipo de riesgos será importante la **resiliencia** o capacidad de recuperación que tenga el proyecto después de que ocurra el imprevisto, por lo que se debe tener en consideración:

- ✓ Planificar reservas de gestión para imprevistos
- ✓ Flexibilidad para adaptarse a cambios después del imprevisto
- ✓ Revisión periódica de alarmas que podrían predecir el imprevisto

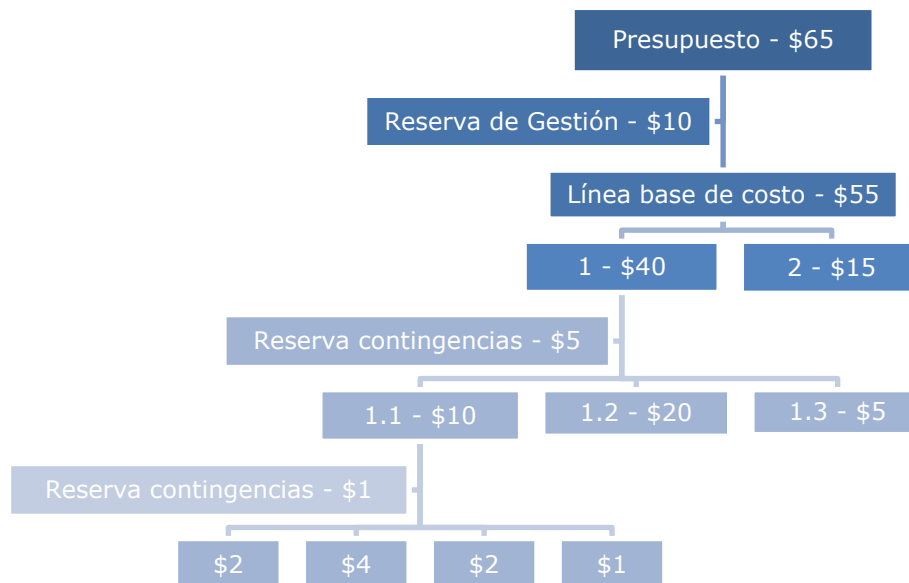
🦩 *Black swan: un evento impredecible, de bajísima probabilidad de ocurrencia, pero de altísimo impacto.*

✓ **Reservas para contingencias y de gestión**

Para los riesgos identificados y cuantificados, se puede estimar una reserva monetaria para **contingencias**, que forman parte de la línea base de costo del proyecto.

Por su parte, los riesgos desconocidos no se pueden gestionar de manera proactiva y podrían considerarse asignando una reserva de **gestión** general al proyecto, que no forma parte de la línea base de costo, pero si se incluye en el presupuesto total del proyecto.

Reservas para contingencias



✓ **Actitud frente al riesgo**

La respuesta de una organización o individuo frente a un riesgo potencial, depende de varios factores que conforman su actitud frente al riesgo. Entre los principales factores podemos mencionar:

- ✓ **Apetito**: el grado de incertidumbre que estamos dispuestos a aceptar para obtener una posible recompensa a futuro.
- ✓ **Tolerancia**: qué cantidad de riesgo estamos dispuestos a enfrentar.
- ✓ **Respaldo financiero**: organizaciones con gran respaldo financiero podrían tolerar más riesgo que aquellas más pobres.
- ✓ **Diversificación**: si tenemos los huevos en diferentes canastas, podríamos aceptar más riesgo.



Ejercicio 11.1 – Actitud frente al riesgo

a) Si compra un billete de lotería navideña por \$20 cuyo premio es de \$5.000.000. ¿Cuántos billetes deberían venderse para que sea un juego justo?

✍ Juego justo: luego de jugar cientos de veces, quedamos con un valor esperado igual a 0, o sea, ni gano ni pierdo.

b) Si la empresa que administra la lotería decide vender 300.000 billetes y Ud. compra uno de ellos, ¿Cuál sería el valor esperado? ¿Usted compraría ese billete? ¿Por qué?

c) Las estadísticas de incendios de fábricas, parecidas a su empresa, indican que anualmente 1 de cada 200 fábricas generalmente se incendian. Por otro lado, el analista de riesgo estima que en caso que se incendie su fábrica esto ocasionará daños estimados en \$400.000. Si una compañía le ofrece un seguro contra incendios por \$3.000 anuales, ¿Ud. contrataría el seguro? ¿Por qué?

✋ Dedicar 10 minutos a resolver este ejercicio

❖ Respuesta ejercicio 11.1

a) Comprar billete de lotería

Para que sea un juego justo, el valor esperado debe ser igual al precio que pagamos por ese juego. O sea,

Probabilidad x Impacto = Valor esperado

$$1 / \text{billetes} \times \$5.000.000 = \$20$$

Billetes = 250.000. Si se venden 250.000 billetes a \$20, sería un juego justo.

b) Se venden 300.000 billetes

Probabilidad x Impacto = Valor esperado

$$1 / 300.000 \times \$5.000.000 = \$16,67$$

Si el precio del billete es de \$20 no sería un juego justo. Si compramos un billete en esta situación, tendríamos una actitud de amantes al riesgo, porque estamos dispuestos a pagar por algo aunque no sea justo.

Ahora bien, no existe ningún juego de azar que sea justo, ya que las empresas que administran la lotería tienen que cobrar más de \$16,67 para poder cubrir el resto de sus costos operativos y obtener una rentabilidad por las inversiones realizadas en ese negocio.

La mayoría de las personas que juegan alguna vez juegos de azar, no lo hacen porque estén pensando si es justo o no, sino que se basan en el impacto del juego (premio) y si el precio del billete es accesible.

c) Seguro contra incendio

Probabilidad x Impacto = Valor esperado

$$1 / 200 \times \$400.000 = \$2.000$$

Si pagamos \$3.000 por un seguro contra incendio para transferir ese riesgo, no sería un juego justo y sería una actitud de adversidad frente al riesgo.

No existe ninguna compañía de seguros que ofrezca un juego justo, ya que al igual que las empresas de lotería, ellos también tienen que cubrir sus costos operativos y obtener un retorno por las inversiones realizadas en ese negocio. Cuando compramos seguros, no lo hacemos pensando si es justo o no, sino que miramos principalmente el impacto negativo que podría ocasionar ese siniestro.

Ahora bien, si tenemos un gran respaldo financiero, podríamos correr el riesgo de no asegurarnos y en caso que el siniestro ocurra, la vida continúa. Por otro lado, si estuviéramos muy bien diversificados, por ejemplo ser propietarios de las 200 fábricas, no sería conveniente sacar 200 seguros de \$3.000. En su lugar, podríamos armar un auto-seguro reteniendo \$2.000 anuales a cada fábrica.

Procesos de gestión de los riesgos ²⁶

La gestión de riesgos consiste en planificar, identificar, analizar, responder y monitorear los riesgos del proyecto, con los objetivos de:

- ✓ Minimizar la probabilidad de ocurrencia e impacto de los eventos adversos
- ✓ Maximizar la probabilidad de ocurrencia e impacto de los eventos positivos

En las siguientes secciones vamos a desarrollar los procesos de la gestión de los riesgos que se distribuyen entre los grupos de procesos de "planificación", "ejecución" y "control" como se presenta en la tabla a continuación.

Procesos de riesgos

Inicio	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
	<ul style="list-style-type: none"> . Planificar los riesgos . Identificar riesgos . Análisis cualitativo . Análisis cuantitativo . Plan de respuesta 	Implementar respuestas	Monitorear los riesgos	

Los siete procesos de la gestión de los riesgos son:

1. **Planificar la gestión de riesgos:** cómo se llevarán a cabo las actividades de identificación, análisis, respuesta y monitoreo de riesgos.
2. **Identificar los riesgos:** qué riesgos individuales y causas de riesgo general podrían afectar al proyecto.
3. **Realizar análisis cualitativo de riesgos:** estimar de manera cualitativa (ej. alto, medio, bajo) la probabilidad y el impacto de cada riesgo para priorizarlos.
4. **Realizar análisis cuantitativo de riesgos:** estimar numéricamente la probabilidad (ej. 5%) y el impacto (ej. \$10.000) para priorizar los riesgos con mayor precisión. Además, evaluar el riesgo general del proyecto (ej. probabilidad de perder dinero).
5. **Planificar la respuesta a los riesgos:** planificar las acciones que se llevarán a cabo para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas.
6. **Implementar las respuestas a los riesgos:** ejecutar las acciones del plan de respuesta si ocurren los riesgos identificados.
7. **Monitorear los riesgos:** seguimiento de los riesgos identificados, respuestas implementadas y efectividad de los procesos de gestión de riesgos. Además, identificar nuevos riesgos del proyecto.

En proyectos que utilizan **metodologías ágiles**, la gestión de riesgos se realiza en cada iteración del proyecto. En cada nueva iteración se priorizan las historias de uso del backlog considerando los nuevos niveles de riesgo.

²⁶ Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (*PMBOK® Guide*) – Sixth Edition, Project Management Institute, Inc., 2017.

Planificar la gestión de riesgos

Durante el proceso de planificar los riesgos deberíamos dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Quiénes van a identificar los riesgos?
- ¿Cuándo se llevará a cabo la identificación de los riesgos?
- ¿Qué escala se utilizará para el análisis cualitativo de riesgos?
- ¿Cómo se priorizarán los riesgos?
- ¿Qué herramientas se utilizarán para el análisis cuantitativo?
- ¿Cuáles serán las estrategias a implementar para cada riesgo?
- ¿Con qué frecuencia se realizará el monitoreo de riesgos?

¿Qué necesitamos para empezar a planificar la gestión de riesgos?

- ↓ Acta de constitución: riesgos de alto nivel.
- ↓ Planes: todos los planes de la dirección del proyecto.
- ↓ Documentos: [registro de interesados](#).

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Análisis de interesados:** determinar el apetito de riesgo de los interesados del proyecto.
- **Reuniones de planificación**

¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Plan de gestión de riesgos**

Los componentes de este plan, entre otros, son:

- ✓ Metodología a utilizar
- ✓ Roles y responsabilidades del equipo de gestión de riesgos
- ✓ Presupuesto para la gestión de riesgos
- ✓ Categorías de riesgo a utilizar
- ✓ Apetito y tolerancia al riesgo de los interesados
- ✓ Periodicidad para realizar los procesos de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto
- ✓ Escalas de probabilidad e impacto y la matriz de riesgos
- ✓ Proceso para utilizar las reservas para contingencias
- ✓ Formatos de los informes



Plan de Gestión de Riesgos - Ejemplo

Metodología: se utilizarán los estándares globales de gestión de los riesgos recomendada por el PMI® cuyos procesos se explicitan en la Guía del PMBOK®. Para la identificación de riesgos se acordó realizar talleres de trabajo integrando equipos multidisciplinarios de distintas áreas internas y externas del proyecto. Se utilizarán puntajes de riesgo cualitativo multiplicando la probabilidad y el impacto de cada riesgo identificado. Para el análisis cuantitativo de riesgos se utilizarán software que posee la empresa tales como: Excel, Project y @Risk.

Equipo de gestión de riesgos: estará compuesto por Fernanda, Romina y Rogelio. Los dueños de cada riesgo identificado que requiere acciones de mitigación, se especificarán en el registro de riesgos.

Definición de probabilidad: la probabilidad de ocurrencia se definió como: 1 (Muy baja), 2 (Baja), 3 (Media), 4 (Alta), 5 (Muy alta).

Definición de impacto:

IMPACTO	Muy bajo 1	Bajo 2	Medio 3	Alto 5	Muy Alto 10
COSTO Millones de \$	< 3	3 - 9	9 - 30	30 - 60	> 60
CRONOGRAMA Retraso en meses	< 1	1 - 4	4 - 6	6 - 8	> 8
SEGURIDAD Lesiones	Leves	Menores	Mayores	Incapacidad	Fallecimiento
AMBIENTE Difusión en medios	Local	Provincial	Nacional	Sudamérica	Internacional

Matriz de riesgo:

		Impacto				
		1	2	3	5	10
Probabilidad	1	1	2	3	5	10
	2	2	4	6	10	20
	3	3	6	9	15	30
	4	4	8	12	20	40
	5	5	10	15	25	50

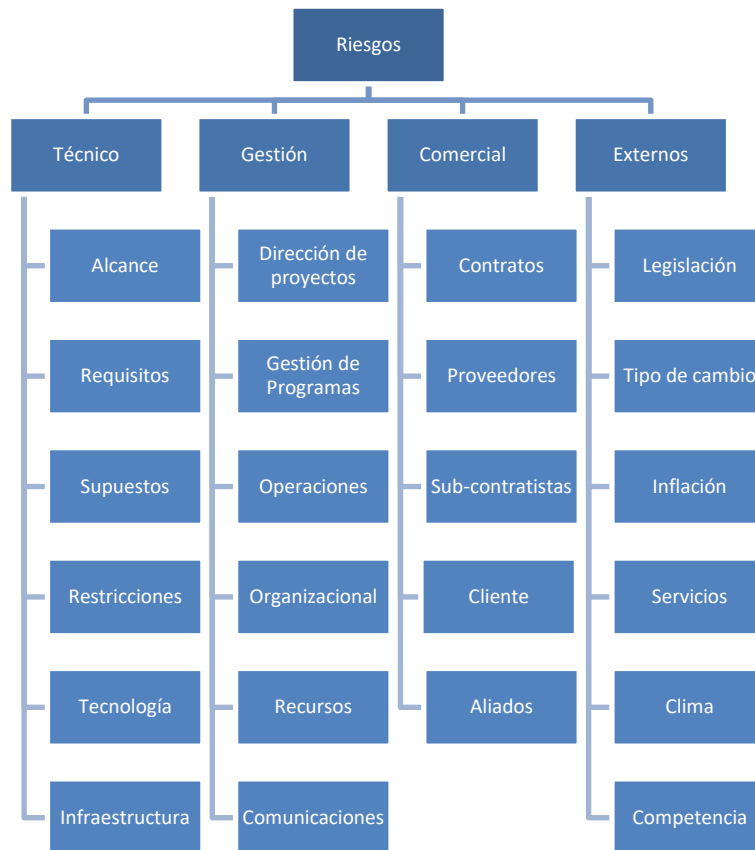
Definición de las estrategias:

Puntaje	Prioridad	Estrategia	Significado de cada estrategia
1 - 2	Muy baja	Aceptación pasiva	No hacer nada
3 - 4	Baja	Aceptación activa	Dejar por escrito que se hará cuando ocurra ese riesgo
5 a 10	Medio	Mitigar	Acciones para disminuir la probabilidad y/o el impacto
11 a 24	Alta	Transferir	Trasladar el riesgo a un tercero. Ejemplo: seguros.
25 a 50	Muy alta	Evitar	No avanzar con el proyecto hasta no disminuir el puntaje.

Nota: si un riesgo no se puede transferir se utilizará la estrategia de mitigar.

Categorías de riesgos: se utilizará una estructura de desglose de riesgos con las categorías que se presentan en el gráfico a continuación.

Estructura de desglose de riesgos (Risk breakdown structure)



Formato y contenido del registro de riesgos: se actualizará una plantilla con los contenidos que se presentan a continuación:

Contenidos	Explicación
Actualización	Fecha de la última actualización
Numeración	1, 2, 3, n (numeración de los riesgos identificados)
Riesgo	Nombre de cada riesgo identificado
Consecuencias	Cronograma, Costo, Calidad, Seguridad
Probabilidad	Escala 1 al 5
Categorización	Técnico, Externo, De la organización, Dirección de proyectos
Impacto	Escala 1 al 10
Puntaje	Probabilidad x Impacto = 1 al 50
Cambios	Nuevo, ↑ (subió el puntaje), ↔ (se mantuvo igual el puntaje), ↓ (bajó el puntaje)
Estrategia	Aceptación pasiva, Aceptación activa, Mitigar, Transferir, Evitar
Acción	Qué se realizará para implementar la estrategia
Dueño	Persona responsable de informar sobre el estado del riesgo
Costo	Costo estimado de las acciones de mitigación

Monitoreo: Durante el proceso de monitoreo de riesgos se utilizará el mismo sistema de información definido para la gestión del proyecto, a los fines de concentrar toda la información actualizada de los riesgos en un sólo lugar. Se revisará el plan de gestión de riesgos con una frecuencia mensual incorporando el tema en la orden del día de las reuniones de proyecto.


Resumiendo

➤ Registro interesados	➤ Análisis de interesados ➤ Reuniones	➤ Plan de riesgos
------------------------	--	-------------------




Identificar los riesgos

Una vez realizado el plan de gestión de riesgos, es necesario comenzar con la identificación de los eventos riesgosos que, si ocurriesen, afectarían el resultado del proyecto ya sea para bien o para mal.

 *La identificación de riesgos es un proceso iterativo que se lleva a cabo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.*

Se debe prestar especial atención a la identificación de los sucesos que puedan afectar seriamente al proyecto, aun cuando su probabilidad de ocurrencia fuese muy baja.

La identificación de riesgos incluye documentar las características de los riesgos individuales y del riesgo general del proyecto.


 *El equipo de identificación de riesgos suele estar formado por el DP, equipo, especialista en riesgos, cliente, usuarios y gerentes funcionales.*

¿Qué necesitamos para empezar a identificar los riesgos?

- ↓ Planes: **todos los planes** de la dirección de proyectos.
- ↓ Documentos: requisitos, bases de la estimación de duraciones y costos, **interesados**, **supuestos** y lecciones aprendidas.
- ↓ **Acuerdos** contractuales y documentos de las adquisiciones

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Tormenta de ideas:** técnica grupal para identificar riesgos con equipos multidisciplinarios externos al proyecto.

 ***Técnica Delphi:** se separa físicamente a los miembros del grupo y un coordinador general contacta a todos los miembros para que opinen sobre potenciales riesgos, manteniendo el anonimato de los involucrados. El coordinador le informa a los participantes las razones que justifican distintas opiniones sobre los riesgos identificados y les solicita que re-evalúen su respuesta para profundizar el análisis. Este proceso de retroalimentación iterativo continúa hasta que no hay más cambios que realizar.*



- **Listas de verificación (checklist):** listados que incluyen riesgos potenciales basados en información histórica de proyectos similares.

Lista de verificación - Ejemplo

Riesgo potencial	✓
Incendio	
Tormenta	
Paro del personal	
No se cumple con la calidad	
No se cumple con el plazo	
Se gasta más del presupuesto	
Falla el abastecimiento de materias primas	
Falta el financiamiento previsto en el plan	
Falta liderazgo para coordinar equipos	
Cambian las normativas legales	
El contratista no finaliza las obras a tiempo	
La agenda inicial es irreal	
Falta capacitación del personal	
Falla la comunicación entre el equipo de trabajo	
Controles de calidad inadecuados	
Falta soporte técnico	

✎ Es prácticamente imposible tener una lista de verificación que abarque todos los riesgos del proyecto.

- **Entrevistas:** contactar a diferentes expertos para que identifiquen riesgos del proyecto.
- **Análisis de la causa-raíz:** identificar cuáles son las principales causas que ocasionan los riesgos.
- **Análisis de supuestos y restricciones:** revisar los supuestos utilizados en los planes del proyecto para analizar si están completos y son consistentes. Aquellos casos de inexactitud o inconsistencia en las hipótesis o supuestos suelen ser focos de riesgos potenciales. Por su parte, revisar la validez de las restricciones, ya que si fuera posible levantar alguna restricción, podrían aparecer oportunidades.
- **Análisis DAFO o FODA (SWOT):** identificación de debilidades (riesgos negativos internos), amenazas (riesgos negativos externos), fortalezas (riesgos positivos internos) y oportunidades (riesgos positivos externos).
- **Análisis de documentos:** revisión estructurada de los planes y documentación del proyecto para identificar inconsistencias que puedan dar origen a riesgos potenciales.

- **Facilitación:** experto que facilita las reuniones de identificación de riesgos para coordinar la metodología a utilizar, asegurar una clara descripción de los riesgos, resolver desacuerdos entre los miembros del equipo, etc.
- **Listas de ideas rápidas:** listas predeterminadas con categorías de riesgos que sirven para identificar rápidamente riesgos individuales. Por ejemplo:
 - ✓ **PESTLE:** política, económica, social, tecnológico, legal, ambiental (environment).
 - ✓ **TECOP:** técnica, ambiental (environment), comercial, operacional, política.
 - ✓ **VUCA:** volatilidad, incertidumbre (uncertainty), complejidad, ambigüedad.

¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Registro de riesgos:** documento que incluye los riesgos identificados (claros y un-ambiguos), las posibles respuestas y las causas de los riesgos. También puede incluir los dueños o propietarios potenciales de cada riesgo, que luego se confirmarán en el análisis cualitativo; y las respuestas preliminares, que luego se confirmarán en la planificación de respuesta al riesgo.

El registro de riesgos comienza como una salida del proceso de identificación de riesgos y luego se sigue completando y actualizando en los otros procesos.

- **Informe de riesgos:** reporte con información sobre el estado de los riesgos individuales y riesgo general. Puede incluir temas tales como:
 - ✓ Fuentes de riesgo general
 - ✓ Causas principales de los riesgos individuales
 - ✓ Resumen de los riesgos identificados (# oportunidades, # amenazas, % de riesgos en cada categoría, etc.)

Los informes de riesgo son de elaboración progresiva y se irán completando a medida que avancen los procesos de gestión de riesgos.

Resumiendo

➤ Plan riesgos	➤ Checklists ➤ Análisis documentación	➤ Registro riesgos
----------------	--	--------------------

Realizar análisis cualitativo de los riesgos

El análisis cualitativo consiste en evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados. En este proceso, los riesgos se ordenan de acuerdo a su importancia relativa sobre los objetivos del proyecto y se asigna un dueño a cada riesgo.

¿Qué necesitamos para empezar con el análisis cualitativo de riesgos?

- ↓ **Plan de gestión de riesgos**
- ↓ Documentos: **registro de riesgos**, registro de interesados, supuestos.

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Entrevistas:** consultar a expertos sobre cuál es la probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos identificados. La información que se obtiene suele ser cualitativa con respuestas como "alto", "medio", "bajo".
- **Evaluación de la calidad de los datos:** examinar la exactitud, calidad, fiabilidad, objetividad, relevancia, completitud y consistencia de la información utilizada para las estimaciones del proyecto.

✎ *Si los datos son poco confiables, el análisis cualitativo de riesgos será de poca utilidad.*

- **Evaluación de probabilidad e impacto:** estimar cuál es la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada riesgo identificado.

La probabilidad de ocurrencia de un evento podría clasificarse como "baja", "media" o "alta". También podría clasificarse con un puntaje numérico como ser "1" (baja), "2" (media) o "3" (alta).

Para la evaluación de la probabilidad de ocurrencia el analista de riesgo puede definir la escala de riesgo. Por ejemplo, un riesgo con probabilidad de ocurrencia "alta" es aquel evento que ha ocurrido en el pasado más de 5 veces y una probabilidad de ocurrencia "muy baja" es para aquellos eventos que han ocurrido como máximo 1 sola vez.

Por su parte, el impacto de un riesgo sobre los objetivos del proyecto también podría ser clasificado en una escala cualitativa, por ejemplo, comprendida entre "muy bajo" y "muy alto" o sobre una escala numérica, por ejemplo, de 0 a 1.

Si se coloca un puntaje numérico al impacto, la escala graduada con números cardinales no tiene por qué ser lineal. Por ejemplo, en la tabla a continuación se coloca un puntaje de 0,10 a los impactos muy bajos y de 0,90 a los muy

altos. Este sesgo sobre los impactos elevados indica una mayor preocupación relativa sobre aquellos riesgos con un impacto alto o muy alto.

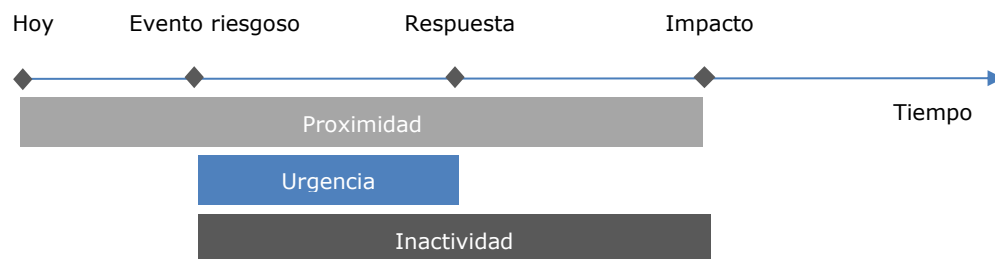
Evaluación del impacto

Impacto \ Riesgo	Muy bajo 0,10	Bajo 0,20	Moderado 0,30	Alto 0,50	Muy alto 0,90
Exceso de costos (\$)	< 1%	1%-9%	10%-20%	21%-50%	> 50%
Exceso de plazos (meses de exceso)	< 1	2 - 4	5 - 8	9 - 12	> 12
Mala calidad (fallas cada 1.000)	< 2	3 - 5	6 - 10	11 - 20	> 20

➤ **Evaluación de otros parámetros de riesgo:** además de la probabilidad y el impacto, considerar otros factores en el análisis cualitativo de riesgos. Por ejemplo:

- ✓ **Impacto estratégico:** ¿el riesgo impactará sobre los objetivos estratégicos de la organización?
- ✓ **Detectabilidad:** ¿el riesgo es fácil o difícil de detectar?
- ✓ **Conectividad:** ¿si ocurre el riesgo, desencadenará otros riesgos?
- ✓ **Manejabilidad:** ¿el riesgo es fácil o difícil de gestionar?
- ✓ **Controlabilidad:** ¿el riesgo es fácil o difícil de monitorear?
- ✓ **Propincuidad:** ¿otros interesados perciben ser afectados por ese riesgo?
- ✓ **Proximidad:** plazo antes de que el riesgo impacte al proyecto
- ✓ **Urgencia:** plazo para implementar una respuesta efectiva después que ocurre el riesgo
- ✓ **Inactividad:** plazo desde que ocurre el evento hasta que impacta

Proximidad, urgencia e inactividad del riesgo



- **Categorización de los riesgos:** agrupar los riesgos por causas comunes. Por ejemplo, utilizar una estructura de desglose de riesgos (RBS: risk breakdown structure), identificar los riesgos dentro de la EDT, agruparlos por ciclo de vida del proyecto, etc. A continuación se presentan algunos ejemplos.

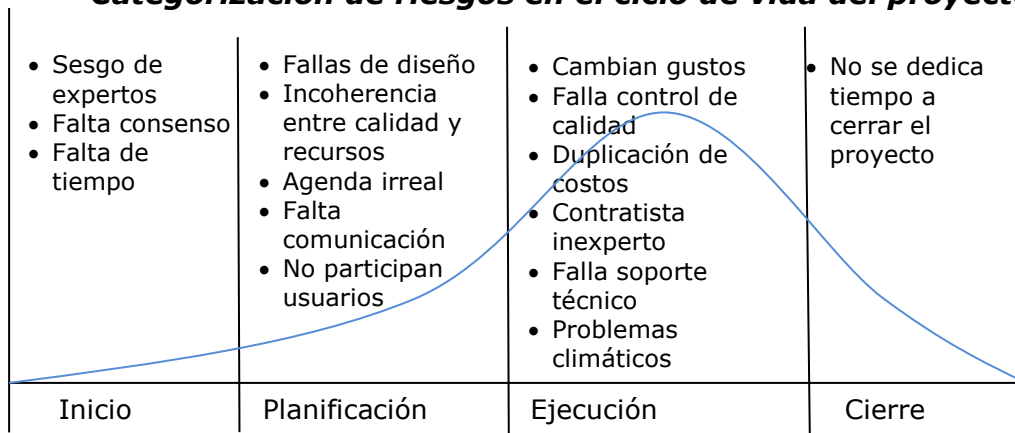
Categorización de riesgos por tipo



Categorización de riesgos por causas

Causa Política				Causa Económica				Causa Interna (o del Proyecto)				Causa Natural			Causa Financiera		
Gobierno débil	Opinión pública	Cambia legislación	Guerras	Caída de demanda	Competencia	Inflación	Tipo de cambio	Mala Planificación	Falta liderazgo	Falta capacitación	Falta control	Mal clima	Incendio	Terremoto	Falta financiación	Bajo margen	Baja rotación

Categorización de riesgos en el ciclo de vida del proyecto



✎ Otras categorías pueden ser: Internos (tiempo, costo, alcance, personas), Externos (regulaciones, gobierno, clima), Técnico (cambio tecnológico), Imprevistos; PESTLE; TECOP; VUCA.

- **Matriz de probabilidad e impacto:** suele representarse con una tabla de doble entrada combinando la probabilidad y el impacto para luego priorizar los riesgos. Podría construirse una matriz diferente para cada objetivo del proyecto (alcance, tiempo, costo).

Luego de obtener el puntaje del impacto y la probabilidad de ocurrencia de un riesgo, se asigna la calificación a ese riesgo multiplicando el impacto por la probabilidad de ocurrencia.

En la matriz de riesgo que se presenta a continuación se expone un ejemplo con los puntajes que podría tener un riesgo determinado. Por ejemplo, si estimamos que un riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia “moderada” y un impacto “muy alto” su puntaje podría ser de 30 (3 x 10).

Matriz probabilidad impacto

Impacto \ Probabilidad	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
Muy baja 1	1	2	3	5	10
Baja 2	2	4	6	10	20
Moderada 3	3	6	9	15	30
Alta 4	4	8	12	20	40
Muy alta 5	5	10	16	25	50

El analista de riesgo puede fijar una escala para categorizar y priorizar los riesgos. Por ejemplo, siguiendo con los puntajes del ejemplo, el analista podría definir que aquellos riesgos cuyo puntaje está entre 0-9 son de “baja prioridad”, los que se encuentren entre 10-19 tienen “prioridad media”, y aquellos cuyo puntaje supere los 19 puntos son de “alta prioridad”.

No existe un formato único para establecer el puntaje de la probabilidad, el impacto y las escalas para priorización de riesgos. El puntaje cualitativo de esta matriz lo debería establecer la organización antes de comenzar el proyecto en función de la tipología del proyecto, las políticas de riesgo de la empresa, el contexto, el respaldo financiero, la política de diversificación de riesgos, la capacidad para enfrentar riesgos, etc.

✎ Si bien los puntajes cualitativos de la probabilidad e impacto suelen ser subjetivos, la matriz probabilidad-impacto logra su objetivo de ordenar y priorizar los riesgos identificados.



Ejercicio 11.2 – Matriz de riesgo

Una empresa que está evaluando un proyecto agroindustrial asigna un puntaje de 0,05 a los impactos muy bajos aumentando hasta 0,80 para los impactos muy altos. Además, la empresa ha definido la categorización de los riesgos según la siguiente tabla:

Riesgo \ Impacto	Muy Bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy Alto 0,80
Exceso de costos (\$)	< 1%	1%-5%	5% - 10%	10% - 20%	> 20%
Exceso de plazos (días de exceso)	< 2	3 - 5	6 - 15	16 - 30	> 30
Mala calidad (fallas cada 10.000)	< 5	6-10	11-20	21-40	> 40

Los costos estimados para el proyecto pueden verse afectados ante variaciones en el tipo de cambio. En caso de un aumento del tipo de cambio, incrementará el precio de los insumos importados y el presupuesto estimado podría aumentar aproximadamente en un 3%. Se estima una probabilidad de ocurrencia muy alta para que ocurra este evento riesgoso.

Por otro lado, con base en un análisis sobre la duración del proyecto se detectó que factores climáticos adversos podrían ocasionar demoras. En caso de un clima desfavorable, el proyecto tendría un retraso aproximado de 20 días. Existe una alta probabilidad de mal clima en la época que se quiere llevar a cabo el proyecto.

Por último, se detectó que algunos empleados podrían no comprometerse con el proyecto y producir insumos con algunas fallas. Si esto ocurriese, lo cual tiene una probabilidad moderada, la empresa tendrá que tirar aproximadamente 2 de cada 10.000 productos.

La empresa ha establecido una escala para categorizar y priorizar los riesgos. Aquellos riesgos cuyo puntaje está entre 0-0,49 son de "baja prioridad", los que se encuentren entre 0,5-1 tienen "prioridad media" y aquellos cuyo puntaje supere 1 son de "alta prioridad".

Matriz de Riesgo					
Impacto \ Probabilidad	0,05 (Muy Bajo)	0,10 (Bajo)	0,20 (Moderado)	0,40 (Alto)	0,80 (Muy Alto)
1 (Muy baja)					
2 (Baja)					
3 (Moderada)					
4 (Alta)					
5 (Muy alta)					

¿Qué prioridad tendrían los riesgos identificados?



Dedica 10 minutos a resolver este ejercicio

❖ Respuesta ejercicio 11.2

A continuación se presenta primero la localización de cada uno de los riesgos identificados y luego se calcula el puntaje de cada riesgo.

		Impacto				
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Probabilidad		0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Muy baja	1					
Baja	2					
Moderada	3	empleados				
Alta	4				clima	
Muy alta	5		tipo cambio			

		Impacto				
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Probabilidad		0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Muy baja	1					
Baja	2					
Moderada	3	0,15				
Alta	4				1,60	
Muy alta	5		0,50			

El riesgo con puntaje 0,15 (empleados), es de baja prioridad.

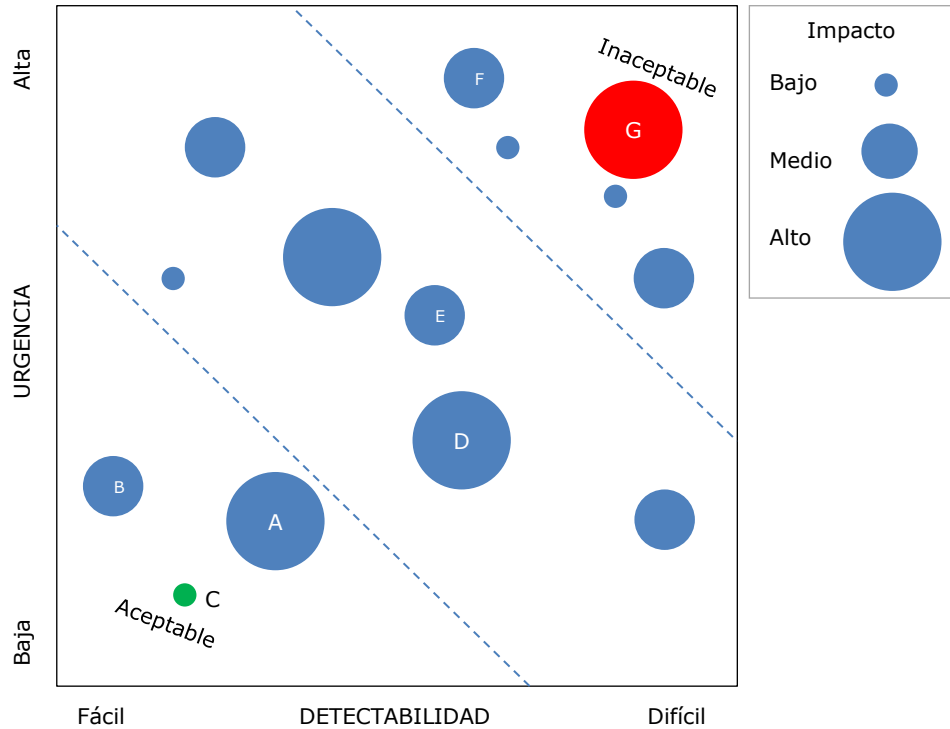
El riesgo con puntaje 0,50 (tipo de cambio), es de prioridad media.

El riesgo con puntaje 1,60 (clima) es de alta prioridad, por lo que debería planificarse alguna acción prioritaria sobre el resto. En este caso particular, se podría intentar cambiar el plan para no construir en épocas de mal clima o realizar alguna inversión (ej. muros de contención) para que los daños en el proyecto no sean tan graves.



➤ **Diagrama de burbujas:** se suele utilizar para representar gráficamente hasta tres factores de riesgo.

Diagrama de burbujas (riesgos) - ejemplo



Para priorizar los riesgos del diagrama de burbujas, se podría utilizar una tabla calificando a los factores de riesgo de manera cualitativa como el ejemplo de la tabla a continuación.

Riesgo	Urgencia	Detectabilidad	Impacto	Puntaje	Prioridad
A	1	1	3	5	5º
B	1	1	2	4	6º
C	1	1	1	1	7º
D	2	2	3	7	3º
E	2	2	2	6	4º
F	3	3	2	8	2º
G	3	3	3	9	1º
Calificación: 1 bueno, 2 regular, 3 malo					
Puntaje: suma de las 3 calificaciones					
Prioridad: 1º lo más importante a 7º lo menos importante					

De manera similar, se podrían analizar más de tres factores de riesgo.



Ejercicio 11.3 – Análisis de riesgo cualitativo

Usted está analizando los riesgos de retraso en su proyecto y está preocupado por cuatro variables: impacto, probabilidad de ocurrencia, detectabilidad y manejabilidad.

Luego de reunirse con un panel de expertos y analistas de riesgo, le informan lo siguiente:

- El cronograma original del proyecto puede verse afectado ante demoras aduaneras debido a posibles *paros* anunciados por los trabajadores portuarios. En caso de un paro, la agenda sufriría un retraso de pocos días lo que representa un bajo impacto en el proyecto. Se estima una probabilidad de ocurrencia alta para que ocurra este evento riesgoso. Por su parte, la probabilidad de detectar el paro con unos días de anticipación es media y si ocurre este evento negativo, se podrá gestionar de manera relativamente simple.
- Los técnicos han detectado la posibilidad de problemas con el abastecimiento energético. En caso de *cortes de energía*, el proyecto sufrirá retrasos significativos. Existe una alta probabilidad de cortes energéticos en la época que se quiere llevar a cabo el proyecto. La probabilidad de detectar la falta de energía con anticipación es baja. Si este evento negativo llegara a ocurrir, será muy complicada su manejabilidad.
- Por último, es dable esperar que algún trabajador pueda *enfermarse* durante la implementación del proyecto. Si esto ocurriese, lo cual tiene una probabilidad moderada, el proyecto tendría un retraso moderado en su agenda. La probabilidad de detectar con anticipación este evento riesgoso es baja y la manejabilidad media.

¿Qué prioridad le daría a cada riesgo identificado en el proyecto?



Dedica 5 minutos a resolver este ejercicio



❖ Respuesta ejercicio 11.3

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Detectabilidad	Manejabilidad	Puntaje
Paros	1	3	2	1	7
Corte energía	3	3	3	3	12
Enfermedad	2	2	3	2	9

El riesgo más importante sería el corte de energía. Posibles planes de respuesta podrían ser: invertir en equipos electrógenos (mitigar impacto), cambiar la fecha del proyecto (disminuir probabilidad), alarmas vinculadas con la demanda global energética que pronostiquen saturación (mejorar detectabilidad), etc.

¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Registro de riesgos actualizado:** prioridades de cada riesgo, categorías, causas, urgencias, dueños de cada riesgo, etc.
- **Informes de riesgo actualizado**
- Registro de supuestos e incidentes actualizados

Resumiendo

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plan riesgos ➤ Registro riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Matriz probabilidad-impacto 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Riesgos priorizados
--	---	---



Realizar análisis cuantitativo de los riesgos

En el análisis cuantitativo se cuantifica la probabilidad de ocurrencia (%) y el impacto (\$) de los riesgos individuales para priorizarlos según su importancia relativa. También se cuantifica el riesgo general del proyecto.



Ejercicio 11.4 – Análisis cuantitativo vs. cualitativo

En una fábrica que se dedica a la producción de telas se han analizado los principales problemas que han ocurrido en los últimos 10 años:

Año	Problema	Código	Daños a la empresa
1	Rotura de máquina A	1	\$ 2.000
1	Pérdida de aceite de máquina B	2	\$ 100
2	Falta suministro de gas	3	\$ 1.000
3	Corte general de energía	4	\$ 400
3	Falta suministro de gas	3	\$ 900
4	Falta suministro de gas	3	\$ 1.200
4	Rotura de máquina A	1	\$ 2.200
4	Corte general de energía	4	\$ 460
5	Falta suministro de gas	3	\$ 1.100
5	Corte general de energía	4	\$ 500
6	Pérdida de aceite de máquina B	2	\$ 80
6	Rotura de máquina A	1	\$ 1.960
7	Falta suministro de gas	3	\$ 960
8	Falta suministro de gas	3	\$ 1.180
9	Rotura de máquina A	1	\$ 1.840
10	Rotura de máquina A	1	\$ 1.800
10	Falta suministro de gas	3	\$ 980

a) Distinga entre los datos cualitativos y cuantitativos de la tabla.

b) Realiza un análisis cuantitativo del riesgo.

Problema	Probabilidad	Impacto	Valor esperado

c) Prioriza los riesgos según un análisis cualitativo.

Problema	Probabilidad	Impacto	Prioridad



Dedica 15 minutos a resolver este ejercicio

❖ Respuesta ejercicio 11.4

a) *Datos cualitativos*: año, problema y código.

Año y código, a pesar de ser números, no son datos cuantitativos. Un dato cuantitativo es aquel que se puede sumar, restar, dividir, multiplicar y se obtiene un resultado económico.

La variable año también podría clasificarse como "serie de tiempo", que no responde a una categoría cualitativa ni cuantitativa.

La variable código está indicando el tipo de problema. Por ejemplo, el 3 significa "falta de suministro de gas".

Datos cuantitativos: daños a la empresa

b) Análisis cuantitativo de riesgos

Problema	cantidad	Probabilidad	Impacto	Valor esperado
Rotura de máquina A	5	50%	\$1.960	\$980
Pérdida de aceite de máquina B	2	20%	\$90	\$18
Falta suministro de gas	7	70%	\$1.046	\$732
Corte general de energía	3	30%	\$453	\$136

En este caso, el valor esperado significa el costo promedio anual que ocasiona cada riesgo identificado. Por ejemplo, el corte general de energía ocurre 3 de cada 10 años, cada vez que esto ocurre ocasiona daños aproximados de \$453. Este suceso negativo está generando un costo promedio de \$136 por año. A mayor valor esperado, mayor prioridad deberíamos dar al riesgo identificado.

☹ Error 1:

Problema	Probabilidad de ocurrencia
Rotura de máquina A	$5 / 17 = 29,41\%$
Pérdida de aceite de máquina B	$2 / 17 = 11,76\%$
Falta suministro de gas	$7 / 17 = 41,18\%$
Corte general de energía	$3 / 17 = 17,65\%$
TOTAL	100%

Al ser eventos independientes la probabilidad de ocurrencia de cada evento no tiene porqué sumar 100%. Por ejemplo, si existieran sólo dos eventos riesgosos en la fábrica como incendio y accidentes, la suma de esas probabilidades de ocurrencia podría ser 1,5% o cualquier otro número. No tiene sentido económico sumar las probabilidades de eventos independientes entre sí.

Para estimar la probabilidad de que el año próximo vuelva a ocurrir el evento riesgoso, bajo el supuesto de que el futuro será similar al pasado, podemos dividir el número de veces que ocurrió el evento en el pasado por los 10 años de la muestra.

☹ Error 2:

Problema	Impacto
Rotura de máquina A	\$9.800
Pérdida de aceite de máquina B	\$180
Falta suministro de gas	\$7.320
Corte general de energía	\$1.360

Al sumar todos los daños de un mismo evento, se estaría sobre-estimando el impacto. Por ejemplo, sería muy poco probable pagar \$9.800 si el año próximo se rompe la máquina A. Lo más racional sería estimar un promedio simple, bajo el supuesto de que no están incrementando ni disminuyendo los daños a través del tiempo.

😊 *La doble Nelson: si calculaste mal la probabilidad de ocurrencia y el impacto.*

c) Análisis cualitativo del riesgo

Si no tuviéramos información histórica, sería costoso y tal vez ineficiente, realizar un análisis cuantitativo de riesgos. En esta situación, deberíamos avanzar primero con un análisis cualitativo de riesgos.

Por ejemplo, mediante el método de entrevistas, el analista de riesgos podría preguntar a los expertos qué probabilidad de ocurrencia estiman para cada evento (alto, medio, bajo) y cuál sería el impacto en caso que el riesgo ocurra (alto, medio, bajo). Si los expertos consultados eran los adecuados, podríamos obtener un resultado cualitativo similar al de la tabla a continuación:

Problema	Probabilidad	Impacto	Prioridad
Rotura de máquina A	A	A	Alta
Pérdida de aceite de máquina B	B	B	Baja
Falta suministro de gas	A	A	Alta
Corte general de energía	M	M	Media

Como se puede observar, las prioridades de estos riesgos son similares a los resultados obtenidos con el análisis cuantitativo. Sería ineficiente dedicar recursos a un análisis cuantitativo para riesgos de baja prioridad, mientras que los riesgos de alta prioridad podrían profundizarse con un análisis cuantitativo.

✂ *Primero se debe realizar un análisis cualitativo de riesgos y luego continuar con el análisis cuantitativo en aquellos riesgos de alta o media prioridad.*

✂ *El análisis cuantitativo no se realiza en todos los proyectos porque a veces no se tienen los recursos, tiempo, datos, conocimientos, etc.*

¿Qué necesitamos para empezar el análisis cuantitativo?

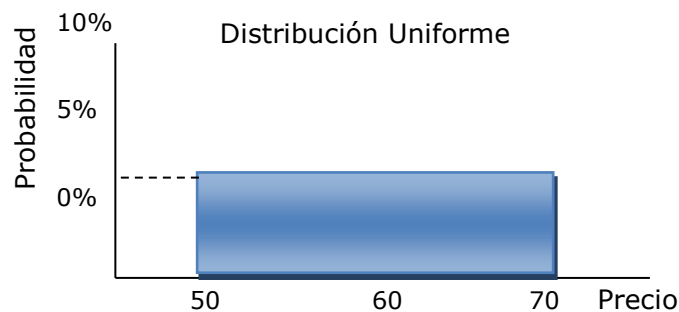
- ↓ Planes: **líneas base** (alcance, tiempo y costo), gestión de riesgos
- ↓ Documentos: requisitos, hitos, bases de la estimación de tiempo y costo, proyecciones de tiempo y costo, **registro y reporte de riesgos**, supuestos.

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Entrevistas**: se obtiene información de expertos para estimar la probabilidad de ocurrencia (%) y el impacto (\$) de cada riesgo identificado. Por ejemplo, una entrevista con expertos en procesos de automatización puede determinar la probabilidad de que se rompa una máquina y el impacto monetario que ese evento originará en los costos del proyecto.
- **Distribuciones de probabilidad**: existen varios tipos de distribución de probabilidad que se pueden utilizar en el análisis de riesgo, como ser: uniforme, triangular, beta, normal, lognormal, Poisson, hypergeométrica, F, Chi-cuadrada, etc.

No es intención de este libro un pormenorizado análisis estadístico, por ende, en esta sección sólo analizaremos superficialmente tres tipos de distribución de probabilidad: uniforme, triangular y normal.

- **Distribución de probabilidad uniforme**: se utiliza en aquellos casos donde sólo se tiene información sobre dos extremos por donde se estima que puede estar un valor en el futuro.



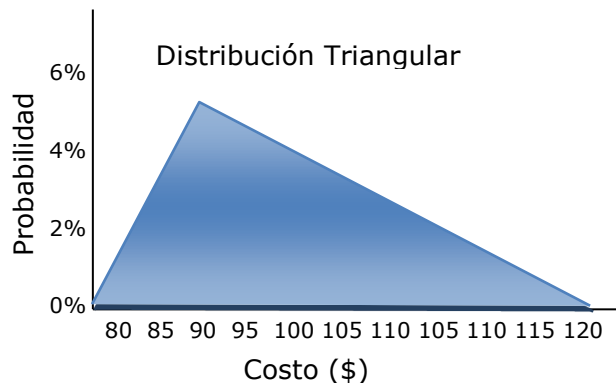
Según el gráfico previo, se puede decir que el precio estimado para un producto podría ser un valor entre \$50 y \$70. Cualquier precio dentro de ese rango tiene la misma probabilidad de ocurrencia.

- **Distribución de probabilidad triangular**: se utiliza cuando tenemos información sobre tres escenarios: pesimista, más probable y optimista.

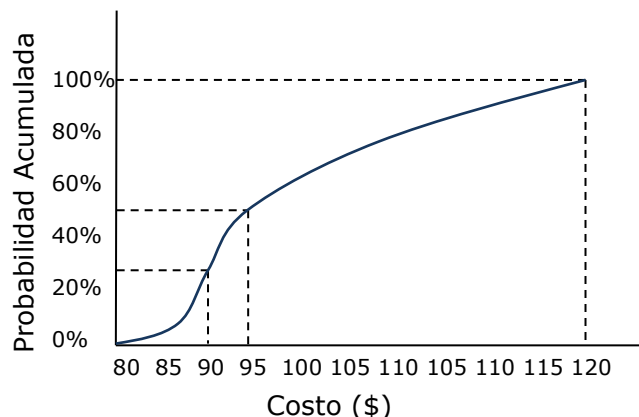
Por ejemplo, si se está evaluando el impacto que puede ocasionar un corte de energía sobre el costo de un proyecto, el experto entrevistado podría responder de la siguiente forma: \$80 en un escenario optimista, \$90 como más probable y \$120 en un escenario pesimista.

Si el analista de riesgo utilizara el valor medio, \$90, para estimar el impacto sobre el proyecto, se podría cometer algún error de estimación. Tampoco sería correcto utilizar un promedio simple entre los 3 escenarios (\$96,7) como el valor más probable.

Para estimar con mayor precisión el impacto de estos escenarios sobre el proyecto, se puede utilizar una distribución triangular. En el gráfico se observa un ejemplo midiendo en el eje de abscisas el impacto (costo) y en el eje de ordenadas la probabilidad de ocurrencia.



Como se puede observar, en este caso particular, existe un sesgo hacia el escenario pesimista ya que el intervalo (90, 120) tiene mayor probabilidad de ocurrencia que el intervalo (80, 90).



Con estos datos, podríamos evaluar cuál es la probabilidad de que el impacto sea menor a \$90. Para ello, se puede graficar la función de probabilidad acumulada, donde se observa que existe un 27,5% de probabilidad que el impacto sea menor a \$90. Con este ejemplo se

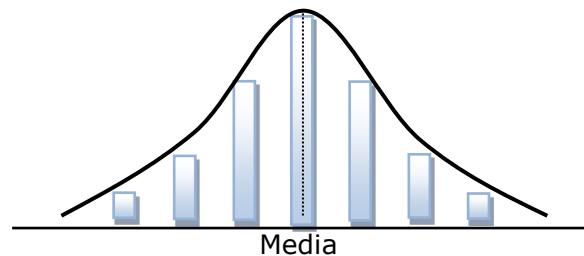
demuestra por qué no sería apropiado utilizar un valor de \$90 como el impacto medio.

En función de la importancia del riesgo sobre los objetivos del proyecto, se podrá tomar por ejemplo, un valor de \$95 para estimar el impacto del riesgo, ya que existe un 50% de probabilidad de que el impacto sea inferior a ese valor y un 50% de que sea superior.

- **Distribución de probabilidad normal estándar:** se basa en la recopilación de datos históricos para dar como resultado la media (o promedio aritmético) y la desviación estándar de la muestra.

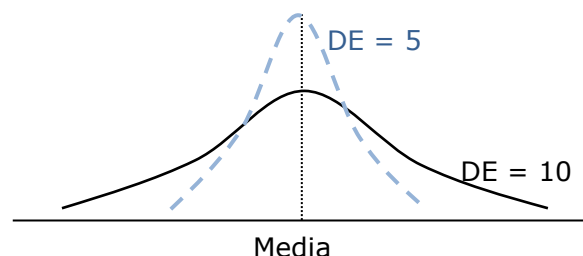
Suele ser ampliamente utilizada en la evaluación de proyectos como por ejemplo para estimar la edad de una persona, las lluvias en una región, las ventas por hora, etc.

La forma de la distribución normal tiene forma de campana simétrica y también es conocida como "campana de Gauss".



Algunas características de la distribución normal estándar:

- El punto más alto de la curva está en la media y es el valor que tiene mayor probabilidad de ocurrencia.
- La distribución normal es simétrica, con la forma de la curva exactamente igual para la izquierda y derecha de la media.
- Las colas de la curva se extienden hasta el infinito en ambas direcciones y son asintóticas al eje horizontal.
- El área total bajo la curva de la distribución normal es igual a uno.
- La desviación estándar (DE) es una medida de la dispersión de los datos respecto a la media. Determina el ancho de la curva. Mientras más grande sea la desviación estándar, más ancha será la curva, lo que indica mayor dispersión en los datos.



- La probabilidad de que una variable se encuentre comprendida en el rango de:

Media +/- 1DE, es del 68,26%

Media +/- 2DE, es de 95,45%

Media +/- 3DE, es de 99,73%

- **Valor monetario esperado:** se obtiene de multiplicar la probabilidad de ocurrencia por el impacto monetario. Por ejemplo, un riesgo cuya probabilidad de ocurrencia es del 30% y su impacto de \$50.000, tiene un costo esperado de \$15.000.

Analicemos un ejemplo para la construcción de una fábrica donde no conocemos cuál será la demanda futura y necesitamos tomar una decisión sobre el tamaño de planta a construir. Los beneficios netos de este proyecto dependerán del nivel de demanda que enfrente la empresa y del tamaño de planta que haya construido.

En la tabla a continuación aparecen los beneficios netos del proyecto en función del tamaño de planta y la demanda futura.

Alternativa	Demanda Alta	Demanda Media	Demanda Baja
Pequeña	\$ 50	\$ 30	\$ 20
Mediana	\$ 70	\$ 50	\$ 10
Grande	\$ 100	\$ 40	\$ -20

Supongamos ahora que se ha estimado con una precisión aceptable la probabilidad de ocurrencia de la demanda en 30% (alta), 50% (media) y 20% (baja). Con esta información el cálculo del valor monetario esperado para cada alternativa de construcción sería el siguiente:

$$Ve \text{ (pequeña)} = 0,3 \times \$50 + 0,5 \times \$30 + 0,2 \times \$20 = \$34$$

$$Ve \text{ (mediana)} = 0,3 \times \$70 + 0,5 \times \$50 + 0,2 \times \$10 = \$48$$

$$Ve \text{ (grande)} = 0,3 \times \$100 + 0,5 \times \$40 - 0,2 \times \$20 = \$46$$

Utilizando el enfoque del valor monetario esperado, si solamente se pone bajo análisis la maximización de ganancias, la decisión recomendada es construir una planta mediana porque representa el máximo beneficio neto esperado (\$48).





Ejercicio 11.5 – Valor monetario esperado

Una empresa debe seleccionar entre 4 proyectos agrícolas cuyos ingresos netos dependerán de factores climáticos. Se han estimado 3 posibles escenarios futuros: optimista, normal, pesimista. Cada uno de estos escenarios influirá sobre la rentabilidad de cada proyecto.

Con base en estadísticas históricas meteorológicas, se logró estimar la probabilidad de ocurrencia de cada escenario en el futuro. En la tabla a continuación se resume la probabilidad de ocurrencia de cada escenario y los beneficios netos de cada proyecto:

Escenario	Probabilidad	P1	P2	P3	P4
Optimista	35%	720	1280	640	800
Normal	45%	440	240	400	240
Pesimista	20%	0	-280	-40	-40

Calcule e interprete el valor monetario esperado de cada alternativa.



Dedica 5 minutos a resolver este ejercicio



❖ Respuesta ejercicio 11.5

ESCENARIO	Probabilidad	P1	P2	P3	P4
Optimista	35%	720	1280	640	800
Normal	45%	440	240	400	240
Pesimista	20%	0	-280	-40	-40
Valor esperado		450	500	396	380

El mejor proyecto sería P2 porque presenta el mayor valor monetario esperado: $35\% \times \$1280 + 45\% \times \$240 - 20\% \times \$280 = \500

El valor esperado de \$500 significa que se estima una ganancia promedio esperada de \$500 por año. Se debe tener en cuenta que algunos años se ganará mucho más (\$1280) y otros años habrá pérdidas (\$ -280), pero luego de varios años de operación el promedio será de \$500 por año.

➤ **Árbol de decisión:** diagrama que describe las implicaciones de elegir una u otra alternativa entre todas las disponibles. Un problema se puede dividir en menores segmentos, ramas del árbol, a los fines de facilitar la toma de decisiones.

Esta técnica incorpora probabilidades de ocurrencia y el impacto de cada paso lógico de eventos y decisiones futuras. La resolución del árbol de decisión indica qué alternativa produce el mejor valor esperado para el tomador de decisiones cuando todas las implicaciones, costos y beneficios son cuantificados.

Por medio del uso del enfoque de valor esperado y del árbol de decisión, se puede determinar la estrategia óptima de decisión. Teniendo todas las probabilidades de ocurrencia e impacto asignados a cada rama del árbol, es posible computar el valor esperado de cada alternativa.

Para cada alternativa de decisión, se calculan los posibles impactos con sus probabilidades de ocurrencia. Suponiendo que se trata de un problema de maximización de beneficio, el tomador de decisiones elegirá como mejor alternativa aquella rama del árbol que posee el mayor valor esperado de beneficio.





Ejercicio 11.6 – Árbol de decisión

En un proyecto de construcción de un barrio tenemos que decidir por el tamaño óptimo del proyecto. Nos enfrentamos con 3 alternativas de tamaño: pequeño (T1), mediano (T2) y grande (T3). Los principales riesgos que enfrenta el proyecto son que no sabemos con precisión cuál será la demanda del proyecto y cuáles serán los impuestos que aplique el gobierno a este tipo de emprendimientos.

Según los datos de economistas que realizaron el estudio de mercado se estima que la demanda puede ser baja (D1) con un 30% de probabilidad o puede ser alta (D2) con una probabilidad del 70%. Además, los expertos impositivos estimaron que los impuestos que cobre el gobierno serán bajos (C1) con una probabilidad del 80% o pueden ser altos (C2) con una probabilidad del 20%.

Los resultados económicos del proyecto se resumen en la tabla a continuación.

Probabilidad	Demanda		Impuestos	
	30%	70%	80%	20%
Tamaño	D1 (baja)	D2 (alta)	C1 (bajo)	C2 (alto)
Pequeño (T1)	\$ 10.000	\$ 25.000	-\$ 5.000	-\$ 15.000
Mediano (T2)	\$ 5.000	\$ 35.000	-\$ 10.000	-\$ 25.000
Grande (T3)	\$ 0	\$ 50.000	-\$ 15.000	-\$ 30.000

Por ejemplo, si se lleva a cabo un proyecto mediano (T2) y en el futuro se enfrenta una demanda alta (D2) se obtienen beneficios por \$35.000. Para ese mismo tamaño de proyecto, si el gobierno decide cobrar un impuesto bajo (C1) habrá que pagar \$10.000. Por lo tanto, en ese escenario (T2, D2, C1) el resultado neto del proyecto será de \$25.000 (\$35.000 - \$10.000).

El mismo análisis podría realizarse para las 11 alternativas faltantes, luego calcular la probabilidad de ocurrencia de cada escenario y finalmente estimar el valor esperado de cada alternativa para seleccionar el tamaño óptimo.

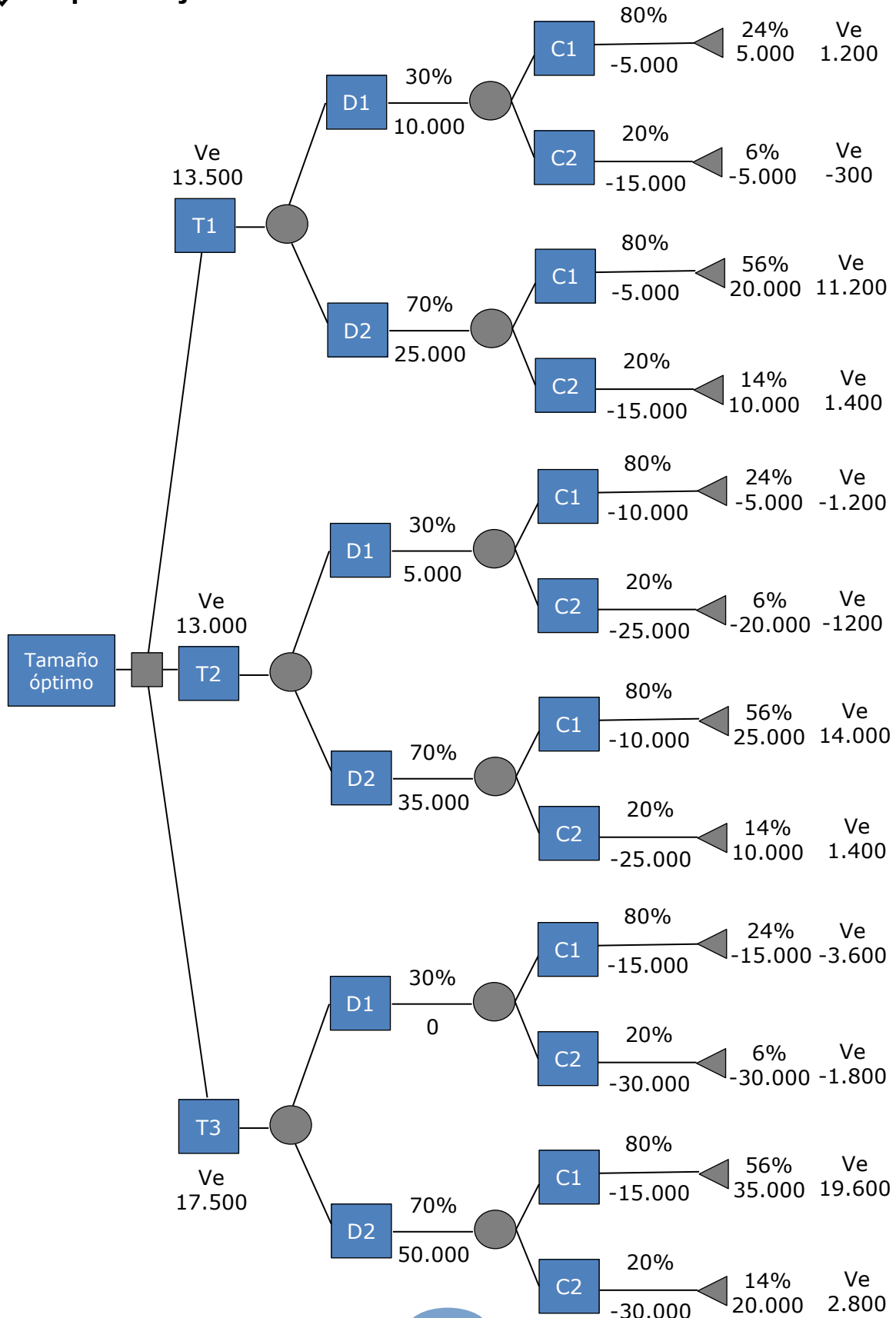
Construye un árbol de decisión para elegir el tamaño óptimo.



Dedica 5 minutos a plantear el ejercicio. No dediques más tiempo a la resolución porque no te tomarán algo tan complicado el día del examen.



❓ Respuesta ejercicio 11.6



Existen 12 escenarios posibles que combinan tamaño, demanda e impuestos.

La interpretación del árbol de decisión es, por ejemplo:

- La probabilidad de ocurrencia del escenario T3-D2-C1 es 56% ($70\% \times 80\%$)
- El impacto del escenario T2-D1-C2 asciende a $-\$20.000$ ($\$5.000 - \25.000)
- El valor esperado del escenario T1-D2-C2 es $\$1.400$ ($\$10.000 \times 14\%$)

Cada tamaño posible tiene 4 escenarios (D1-C1; D1-C2; D2-C1; D2-C2). La sumatoria de las probabilidades de esos escenarios debe ser igual a 100%.

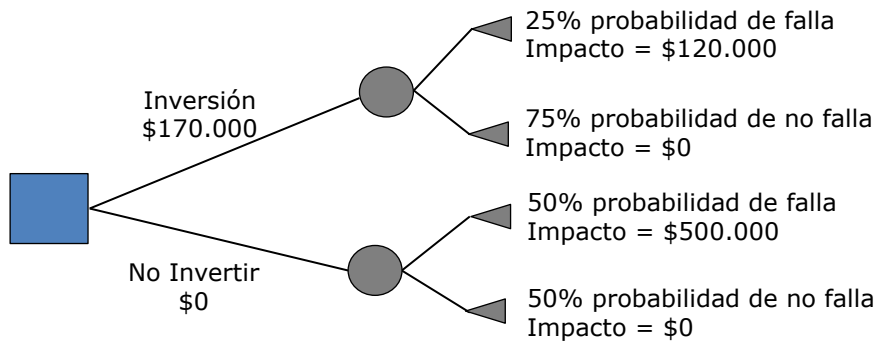
La sumatoria de los valores esperados de cada escenario de una alternativa de tamaño, indica el valor esperado de esa decisión. Por ejemplo, el valor esperado de construir un tamaño grande asciende a $\$17.000$ ($-\$3.600 - \$1.800 + \$19.600 + \2.800). Al ser este valor superior a las demás alternativas (T1= $\$13.500$ y T2= $\$13.000$), la decisión del tamaño óptimo con base en el valor esperado sería construir un country grande (T3).



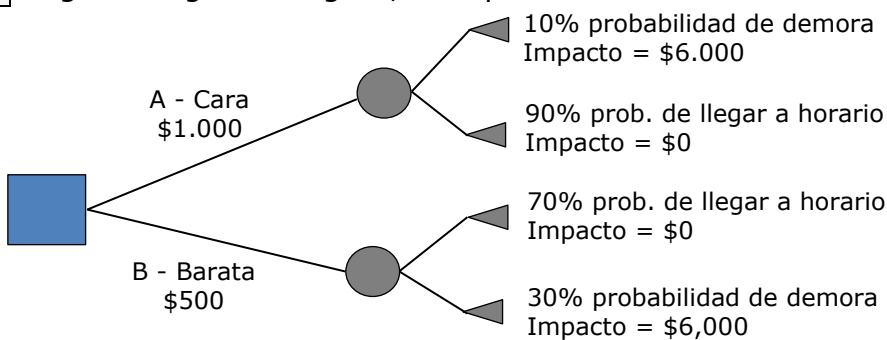
Ejercicio 11.7 – Árbol de decisión II



Según la siguiente figura, ¿Conviene invertir en herramientas de prevención para disminuir los costos de no conformidad de la calidad?



Según la siguiente figura, ¿En qué aerolínea convendría viajar?



Dedica 10 minutos a resolver ambos ejercicios.

❖ Respuesta ejercicio 11.7

Costos de conformidad: hacer la inversión

$$\text{Invertir} = \$170.000 + 25\% \times \$120.000 + 75\% \times \$0 = \$200.000$$

$$\text{No invertir} = \$0 + 50\% \times \$500.000 + 50\% \times \$0 = \$250.000$$

Aerolíneas: Elegir la A

$$A = \$1.000 + 90\% \times \$0 + 10\% \times \$6.000 = \$1.600$$

$$B = \$500 + 70\% \times \$0 + 30\% \times \$6.000 = \$2.300$$

☺ *Lo barato sale caro!*

- **Análisis de sensibilidad:** consiste en preguntar cuál será el impacto en los objetivos del proyecto si cambia alguna variable. Podría realizarse una sensibilidad de una sola variable (punto de equilibrio) o de varias variables en forma simultánea (análisis de escenarios).

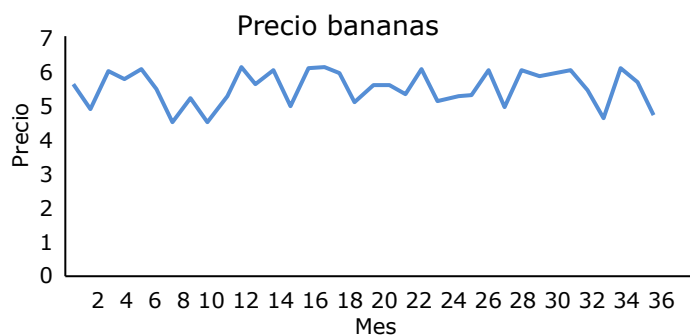


Ejercicio 11.8 – Análisis de sensibilidad

Se está evaluando un proyecto de corto plazo que consiste en invertir \$30.000 en la compra de bananas para venderlas en un plazo de 3 meses durante la próxima temporada. Con esta inversión se puede acceder a la compra mínima de 60.000 Kg. bananas y tienes los fondos para realizar esta inversión.

Se estima vender en promedio 10.000 kilogramos de bananas por mes durante 3 meses. Las bananas que no se vendan al finalizar el proyecto hay que tirarlas.

Según los datos históricos se observa que el precio de las bananas fluctúa a través del tiempo.



La historia indica que el precio de venta de las bananas tiene una distribución que se asemeja a una normal estándar cuya media es \$5,5 y su desviación estándar \$0,5.

Precios por kg.

Mes / año	1	2	3
Ene	5,59	6,04	5,28
Feb	4,88	4,94	5,99
mar	5,91	6,03	4,92
Abr	5,80	6,07	5,96
may	6,00	5,97	5,88
Jun	5,46	5,12	5,92
Jul	4,52	5,53	6,02
Ago	5,23	5,56	5,49
Sep	4,51	5,33	4,60
Oct	5,10	6,05	6,03
Nov	6,09	5,11	5,62
Dic	5,56	5,23	4,69
Media	5,50		
Desv est	0,50		

El costo de oportunidad de los \$30.000 que se van a invertir es muy bajo ya que la mejor alternativa es colocar el dinero en el Banco a una tasa insignificante y el plazo del proyecto es muy corto. Por otro lado, en esta economía informal no se pagan impuestos.

Lo único que se conoce con certeza en este proyecto es la inversión a realizar porque se ha firmado un contrato con el proveedor.

No se conoce el valor exacto de los costos fijos. Se estima que los mismos podrían variar entre \$19.000 y \$21.000 mensuales una vez que comience el proyecto.

Las ventas (Kg.) y los costos variables también podrían variar una vez que comience el proyecto. Con base en el método de entrevistas con expertos se crearon 3 escenarios posibles (pesimista, más probable y optimista). Los resultados que se obtuvieron fueron que las ventas podrían ser 9.000, 10.000 ó 10.500 Kg. mensuales y los costos variables 44%, 40% o 38% sobre el monto de ventas.

a) *¿Cuál será la rentabilidad en el escenario más probable? Puede suponer una tasa de descuento igual a cero.*

b) *¿Cuál será la rentabilidad en el escenario pesimista y optimista?*

c) *¿Cómo podría calcular el nivel de riesgo de perder dinero?*



Dedica 15 minutos a resolver el ejercicio

❓ Respuesta ejercicio 11.8

a) Escenario más probable

	M0	M1	M2	M3	Total
Ventas		10.000	10.000	10.000	
Precio		5,5	5,5	5,5	
Ingresos		55.000	55.000	55.000	165.000
CF		-20.000	-20.000	-20.000	-60.000
CV		-22.000	-22.000	-22.000	-66.000
Inversión	-30.000				-30.000
			Rentabilidad		9.000

b) Escenarios

Supuesto: se trabajará con un rango de precio de +/- 2 desviaciones estándar.

Pesimista

	M0	M1	M2	M3	Total
Ventas		9.000	9.000	9.000	
Precio		4,5	4,5	4,5	
Ingresos		40.500	40.500	40.500	121.500
CF		-21.000	-21.000	-21.000	-63.000
CV		-17.820	-17.820	-17.820	-53.460
Inversión	-30.000				-30.000
			Rentabilidad		-24.960

Optimista

	M0	M1	M2	M3	Total
Ventas		10.500	10.500	10.500	
Precio		6,5	6,5	6,5	
Ingresos		68.250	68.250	68.250	204.750
CF		-19.000	-19.000	-19.000	-57.000
CV		-25.935	-25.935	-25.935	-77.805
Inversión	-30.000				-30.000
			Rentabilidad		39.945

c) Para calcular la probabilidad de perder dinero se puede utilizar la simulación de Monte Carlo como se explicará a continuación.

➤ **Simulaciones:** simula los resultados que puede asumir el valor esperado de una variable del proyecto a través de la asignación aleatoria de un valor a cada variable crítica que influye sobre ella.

Por ejemplo, aplicaremos la simulación de **Monte Carlo** al ejercicio 11.6. La rentabilidad de este proyecto se medirá por su resultado neto. Las variables que influyen sobre el resultado son: inversión, ventas, precio, costo fijo y costo variable.

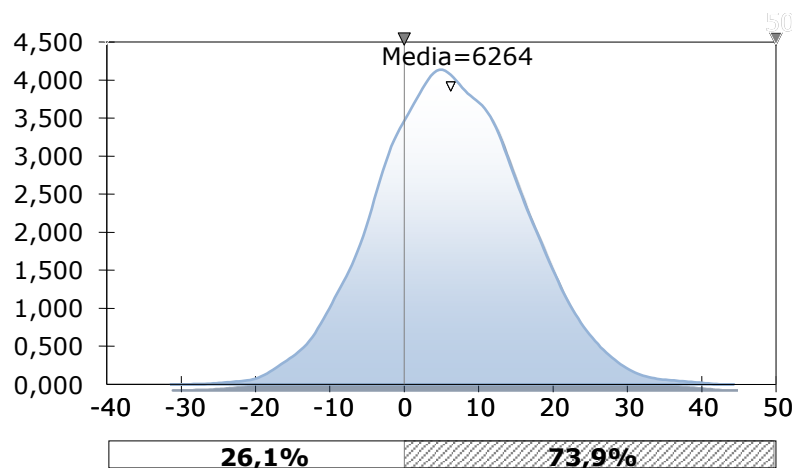
En primer lugar definimos la distribución de probabilidad de cada variable como se presenta en la tabla a continuación.

Variable	Distribución de probabilidad
Inversión	No aplica (dato conocido en \$30.000)
Ventas (kg.)	Triangular (9.000; 10.000; 10.500)
Precio	Normal (media 5,5 y Desviación Estándar 0,5)
Costo Fijo	Uniforme (entre 19.000 y 21.000)
Costo variable	Triangular (38%; 40%; 44%)

Una vez definidas las variables que afectan al resultado del proyecto, sus interrelaciones y sus distribuciones de probabilidad, se debe asignar un valor aleatorio a cada variable.

Este proceso de asignar valores aleatorios a cada variable se realiza con la ayuda de algún software de simulación como @Risk, Crystal Ball, etc. El computador asignará valores aleatorios a todas las variables que afectan el VAN del proyecto en forma simultánea. De esta forma se podrán correr miles de escenarios donde en cada uno de ellos se obtiene un indicador de rentabilidad.

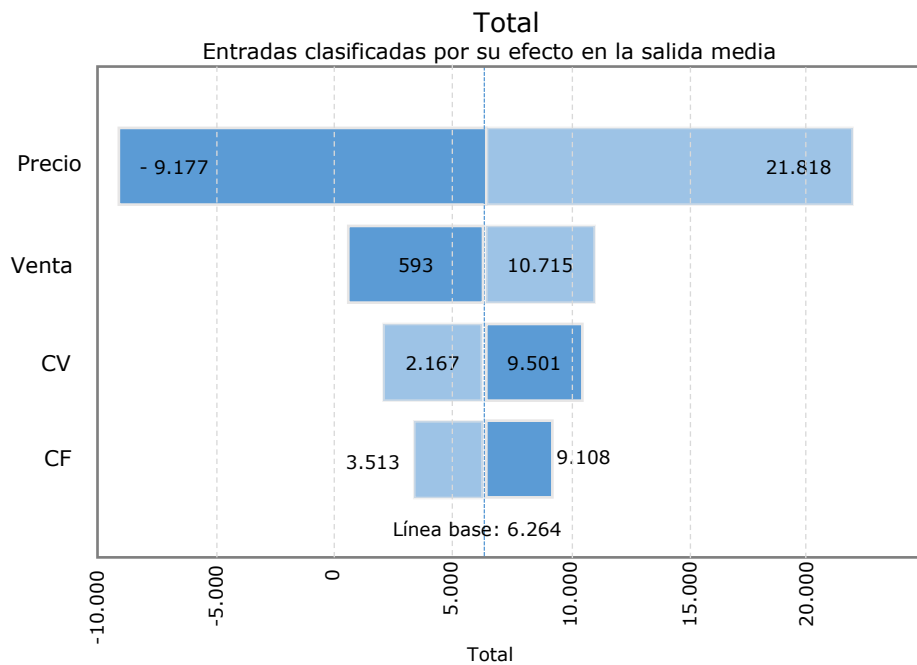
Una vez que se corren todos los escenarios se obtienen, por ejemplo, 10.000 resultados del proyecto. Si se grafican estos valores, debido a la ley estadística de los grandes números, seguramente la distribución se asemejará a una función normal estándar.



En este ejemplo, al cambiar todas las variables del proyecto en forma simultánea, se obtuvo una media de \$6.264. La probabilidad de tener un resultado positivo asciende al 73,9% y existe un 26,1% de probabilidad de perder dinero.

La conclusión de este análisis es que si bien en promedio el proyecto sería rentable, existe un 26,1% de probabilidad de que no lo sea, lo que está indicando el nivel de riesgo de quebranto del proyecto.

Por su parte, se puede utilizar un **Diagrama de Tornado** para analizar cuál de las variables tiene un mayor impacto en el proyecto. En este ejemplo, la variable precio fue la más sensible al dar el mayor rango de variabilidad en los resultados del proyecto.



La Simulación de Monte Carlo aporta información mucho más completa en relación a utilizar sólo la información del valor promedio esperado.

😊 Debido a la simulación de Monte Carlo, cada día hay más videntes que se quedan sin trabajo.





Ejercicio 11.9 – Simulación de Monte Carlo

Estamos evaluando el riesgo implícito en los tiempos de finalización de un proyecto de desarrollo de software que cuenta con 4 actividades y dos senderos paralelos como se resume en el gráfico Gantt a continuación.

#	Tarea	Ene	Feb	Mar
1	Estudio mercado			
2	Desarrollar software			
3	Contratar técnicos			
4	Desarrollar manuales			

La estimación de la duración de cada una de las actividades se ha realizado según 3 escenarios posibles como se resume a continuación:

#	Tarea	Optimista	Más probable	Pesimista	PERT
1	Estudio mercado	20	30	60	33,33
2	Desarrollar software	50	60	150	73,33
3	Contratar técnicos	20	30	60	33,33
4	Desarrollar manuales	50	60	150	73,33

- ¿Cuál es la ruta crítica de este proyecto?*
- ¿Cuál es la duración estimada del proyecto?*
- ¿Cuál sería la duración estimada si sólo estuvieran las actividades 2-3?*
- Estimar la duración del proyecto de las 4 actividades con Monte Carlo*



Dedica 5 minutos a resolver el ejercicio.

No es necesario resolver la parte d).



❖ Respuesta ejercicio 11.9

- a) Existen dos rutas críticas:
- Camino 1-2
 - Camino 3-4
- b) Para estimar la duración del proyecto hay que sumar las duraciones de las actividades de la ruta crítica. La duración utilizando los tiempos PERT sería de 106,66 días. Si no se utilizara la técnica PERT la duración más probable sería de 90 días, pero esto no sería una buena estimación del cronograma.
- c) Si sólo existieran dos actividades, la duración estimada se mantiene en 106,66 días.

Reflexión: no es lógico que se estime la misma duración para un proyecto de 2 actividades que para un proyecto con 4 actividades. ¿O sí? Si el proyecto hubiera tenido 20 rutas críticas y 40 actividades, todas con senderos paralelos, también habríamos estimado una duración de 106,66 días. Un cronograma de 106,66 días en todos estos casos, no considera el riesgo implícito de que alguna actividad salga mal. A mayor cantidad de actividades mayor debería ser la estimación de la duración del proyecto.

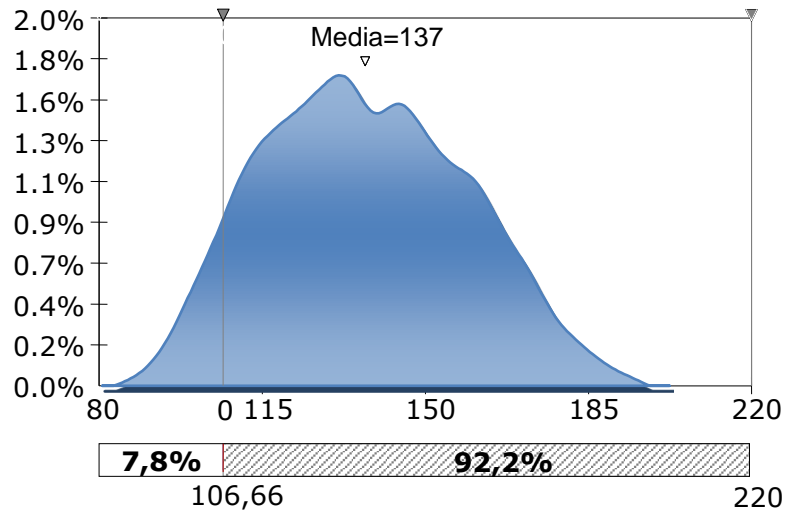
✎ Cuando existe una sola ruta crítica y los caminos casi críticos tienen bastante holgura, estimar la duración del proyecto con la técnica PERT lleva a una buena estimación. Ahora bien, cuando existen senderos paralelos o las holguras de los caminos casi críticos son pequeñas, para una buena estimación se debería utilizar la técnica de Monte Carlo.

- d) Simulación de Monte Carlo

Variable	Distribución de probabilidad
1. Estudio mercado	Triangular (20; 30; 60)
2. Desarrollar software	Triangular (50; 60; 150)
3. Contratar técnicos	Triangular (20; 30; 60)
4. Desarrollar manuales	Triangular (50; 60; 150)

Los resultados de la simulación utilizando el software @Risk son los siguientes:

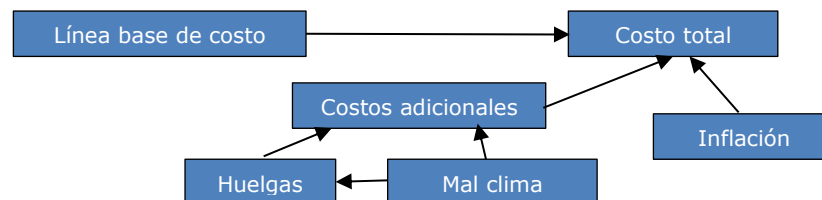
- La duración más probable del proyecto asciende a 137 días (promedio simple de 10.000 simulaciones)
- La probabilidad de que el proyecto demore 90 días (duración sin PERT) o menos es de 0,25%.
- La probabilidad de que el proyecto demore 106,66 días (duración PERT) o menos es de 7,8%.
- Si se trabaja con un cronograma de 174 días, la probabilidad de cumplir con esa fecha es del 95%.



🔗 **Índice de criticidad:** cantidad de veces que un sendero del proyecto estuvo en la ruta crítica durante la simulación de Monte Carlo.

- **Diagramas de influencia:** representación gráfica de eventos y sus interrelaciones que afectarán alguna variable del proyecto. Una vez representadas las relaciones, se asignan distribuciones de probabilidad e impacto a cada evento y se realizan simulaciones para calcular el riesgo.

Diagrama de influencia - Ejemplo



¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Registro de riesgos actualizado:** priorización de los riesgos cuantificados.
- **Informe de riesgos actualizado:** probabilidad de cumplir con los objetivos de tiempo y costos del proyecto, escenarios, tendencias, reservas para contingencias, variables críticas, recomendaciones sobre respuesta a riesgos, etc.

Resumiendo

➤ Riesgos priorizados	➤ Simulaciones	➤ Riesgos cuantificados
➤ Cronograma y Presupuesto	➤ Sensibilidad	➤ Riesgo general

Planificar la respuesta a los riesgos

Durante la planificación de la respuesta al riesgo se definen planes y acciones para mejorar las oportunidades y disminuir las amenazas. Este suele ser el proceso más importante de la gestión de riesgos porque se toma la decisión de cómo responder a cada riesgo identificado.

El DP será el responsable de coordinar las respuestas al riesgo general del proyecto; mientras que los dueños de cada riesgo estarán a cargo de las respuestas a los riesgos individuales.

¿Qué necesitamos para empezar a planificar la respuesta a los riesgos?

- ↓ Planes: línea base de costos (reservas para contingencias), gestión de recursos, gestión de riesgos
- ↓ Documentos: cronograma, asignaciones del equipo, calendario de recursos, registro de riesgos (**riesgos prioritarios**, señales de advertencia), informe de riesgos, lecciones aprendidas.

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Entrevistas:** planificar las respuestas entrevistando a los dueños de cada riesgo u otros interesados para recopilar datos.

Estrategias para Amenazas:

- **Escalar:** cuando el riesgo está fuera de los límites del proyecto o autoridad del DP, trasladar la decisión sobre la respuesta del riesgo a un nivel superior (ej. programa o portafolio). Se debe mencionar explícitamente quién será notificado sobre ese riesgo.
- **Evitar:** cambiar las condiciones originales de realización del proyecto para eliminar la probabilidad de ocurrencia del riesgo identificado. Por ejemplo, si una tecnología importada originará problemas al proyecto, evitar sería reemplazar esa tecnología por alguna otra. Esta estrategia a veces implica la cancelación del proyecto.
- **Transferir:** trasladar el impacto negativo del riesgo hacia un tercero. Por ejemplo, contratar un seguro o colocar una penalidad en el contrato con el proveedor.
- **Mitigar:** disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. Por ejemplo, instalar un sistema de alarmas en caso de incendio.
- **Aceptar:** no cambiar probabilidad o impacto. En la aceptación **activa** se define cómo actuar en caso que ocurra el riesgo. Por ejemplo, instrucciones de cómo seguir facturando si hay un corte de energía o establecer una reserva para contingencias. Por otro lado, en una aceptación **pasiva**, no se planifican acciones o reservas con anticipación, sino que se actúa sobre el riesgo una vez que aparece.

Según la probabilidad y el impacto de cada riesgo identificado, se podría trabajar con una matriz de estrategias de respuesta al riesgo como se presenta en la tabla a continuación.

Matriz de estrategias de respuesta al riesgo


Impacto \ Probabilidad	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
Muy baja 1	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar
Baja 2	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar
Moderada 3	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar
Alta 4	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar	Evitar
Muy alta 5	Aceptar	Transferir o Mitigar	Transferir o Mitigar	Evitar	Evitar

Estrategias para Oportunidades:

- **Escalar:** si la oportunidad excede los límites del proyecto o autoridad del DP, notificar sobre ese riesgo positivo a un superior (ej. Director de Programa o Portafolio).
- **Explotar:** realizar acciones para asegurar que la probabilidad de ocurrencia de esa oportunidad sea 100%. Por ejemplo, utilizar una nueva tecnología o contratar un miembro del equipo con excelentes competencias.
- **Compartir:** aprovechar las sinergias de otra persona u organización mejor capacitada para capturar las oportunidades del mercado. Por ejemplo, una unión transitoria de empresas aumentará la probabilidad de ganar una licitación, aunque seguramente habrá que repartir los beneficios entre esas empresas.
- **Mejorar:** realizar acciones para aumentar la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto. Por ejemplo, implementar metodologías ágiles con recursos 100% dedicados al proyecto para acortar la duración.
- **Aceptar:** si las oportunidades son de baja prioridad o no son rentables las otras alternativas (explotar, compartir, mejorar), una aceptación **pasiva** sería dejar esa oportunidad en la lista de observación por si cambia su estado a futuro. Por su parte, la aceptación **activa** podría ser dejar una reserva para contingencias (recursos, dinero) para aprovechar la oportunidad en caso que ocurra.



- **Estrategias de respuesta a contingencias:** definir señales de advertencia y diseñar acciones (planes de reserva o contingencias) que se implementarán en caso de contingencias. Por ejemplo, si el CPI es inferior a 0,7, realizar una reunión de equipo para analizar la causa raíz del problema y evaluar la necesidad de un cambio en el alcance.

 *Incluir siempre un dueño del riesgo (custodio o propietario) en cada acción que se decida implementar como respuesta al riesgo.*

- **Estrategias para el riesgo general del proyecto:** se pueden utilizar las mismas estrategias de los riesgos individuales para minimizar el riesgo negativo (evitar, transferir, mitigar, aceptar) o para maximizar el riesgo positivo (explotar, compartir, mejorar, aceptar).



Ejercicio 11.10 – Estrategias de respuesta al riesgo

En la Tabla a continuación marque la estrategia de respuesta al riesgo que se implementó en cada caso.

Descripción	Estrategia
Asignar una persona muy experimentada en el proyecto para reducir su duración	
Cambiar la fecha de inicio de siembra para aprovechar los precios elevados de contra estación	
Colocar una alarma de seguridad en la fábrica para que suene en caso de robos	
Comunicar al gerente de portafolios que en caso que cambie la legislación deberán suspender el proyecto	
Dejar por escrito cómo reaccionar si falta un trabajador	
Eliminar un paquete de trabajo del proyecto	
Implementar una política de calidad para que todos los obreros utilicen cascos	
Notificar al gerente de la PMO sobre una nueva tecnología que podría aumentar la productividad de otros proyectos	
Seleccionar un facilitador para incrementar las chances de aprobar una certificación internacional	
Tercerizar una actividad riesgosa a otra empresa	
Unión transitoria con otra empresas para aprovechar sinergias y especialización	



Dedica 5 minutos a resolver el ejercicio.

❖ Respuesta ejercicio 11.10

Descripción	Estrategia
Asignar una persona muy experimentada en el proyecto para reducir su duración	Explotar
Cambiar la fecha de inicio de siembra para aprovechar los precios elevados de contra estación	Mejorar impacto
Colocar una alarma de seguridad en la fábrica para que suene en caso de robos	Mitigar probabilidad
Comunicar al gerente de portafolios que en caso que cambie la legislación deberán suspender el proyecto	Escalar amenaza
Dejar por escrito cómo reaccionar si falta un trabajador	Aceptación activa
Eliminar un paquete de trabajo del proyecto	Evitar
Implementar una política de calidad para que todos los obreros utilicen cascos	Mitigar impacto
Notificar al gerente de la PMO sobre una nueva tecnología que podría aumentar la productividad de otros proyectos	Escalar oportunidad
Seleccionar un facilitador para incrementar las chances de aprobar una certificación internacional	Mejorar probabilidad
Tercerizar una actividad riesgosa a otra empresa	Transferir
Unión transitoria con otra empresas para aprovechar sinergias y especialización	Compartir

Efectos de cada estrategia

Riesgos (-) / Amenazas			Riesgos (+) / Oportunidades		
Estrategia	Probabilidad	Impacto	Estrategia	Probabilidad	Impacto
Escalar	=	=	Escalar	=	=
Evitar	0%	=	Explotar	100%	=
Transferir	=	↓	Compartir	↑	↓
Mitigar	↓	↓	Mejorar	↑	↑
Aceptar	=	=	Aceptar	=	=

- **Análisis de alternativas:** evaluar cuál es la estrategia más apropiada para cada riesgo. Se podrían tomar **decisiones multi-criterio** para seleccionar una estrategia considerando diferentes factores tales como: costo de la respuesta, efectividad de la respuesta, disponibilidad de recursos, urgencia, impacto del riesgo, riesgos secundarios derivados de la respuesta, etc.
- **Análisis costo-beneficio:** comparar el valor del impacto que se obtendrá con la estrategia de respuesta versus el costo de implementarla.

¿Qué obtenemos al final del proceso?

➤ **Solicitudes de cambio**

- **Registro de riesgos actualizado:** estrategias y acciones para cada riesgo, dueño del riesgo, síntomas, señales de alarma y disparadores del riesgo, riesgos residuales, riesgos secundarios, reservas para contingencias.

🔍 *Síntomas o señal de advertencia: evento que indica alguna dificultad en el proyecto. Ejemplo, retrasos.*

🔍 *Disparadores: cuando las variables superan el nivel aceptable (umbral), se implementan los planes de respuesta al riesgo para aliviar el impacto. Por ejemplo, si el índice de desempeño del cronograma es inferior a 0,8 se decide hacer una ejecución rápida.*

🔍 *Riesgo residual: subsiste después de haber implementado la respuesta. Debe ser aceptado y administrado para verificar que se mantenga dentro de límites aceptables para el proyecto.*

🔍 *Riesgo secundario: es el que se origina como consecuencia directa de la implementación de respuestas a otros riesgos.*



Ejercicio 11.11 – Plan de respuesta al riesgo

Nuestro equipo está actualmente trabajando en un proyecto de construcción y venta de viviendas. El costo estimado de este proyecto asciende a \$20 millones. Este proyecto involucra importantes riesgos, pues es necesario coordinar una gran cantidad de personas y recursos materiales. Al día de la fecha hemos identificado 9 riesgos, a los cuales deseamos dar la respuesta más adecuada.

Los criterios de puntuación de riesgos para la probabilidad e impacto son los siguientes: Muy bajo (1), Bajo (2), Medio (3), Alto (4), Muy alto (5).

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Puntaje
Insuficiente tiempo para obras	Baja		Medio		
Accidente de trabajo	Media		Muy alto		
Tormentas	Baja		Muy alto		
Baja calidad de materiales	Alta		Medio		
Ventas insuficientes	Media		Medio		
Materiales no entregados a tiempo	Alta		Medio		
Falta de consenso en el diseño	Alta		Baja		
Fallas de construcción	Muy baja		Alto		
Falta de financiamiento	Alta		Muy alto		

a) *Priorice los riesgos de acuerdo a su probabilidad e impacto.*

La empresa ha definido la siguiente política para la selección de estrategias:

Puntaje del riesgo	Estrategia
16-25	Evitar
11-15	Transferir (si fuera posible)
6-10	Mitigar
3-5	Aceptar activamente
1-2	Aceptar pasivamente

b) *Completa el siguiente cuadro para armar un plan de respuesta:*

Riesgo	Estrategia	Acción requerida	Dueño
Fallas de construcción			
Insuficiente tiempo para obras			
Falta de consenso en el diseño final			
Ventas insuficientes			
Aluviones			
Baja calidad de materiales			
Materiales no entregados a tiempo			
Accidente de trabajo			
Falta de financiamiento			

Llega el momento de crear un plan de respuesta para aquellos riesgos residuales. En este caso particular debes crear un plan de respuesta que atienda el riesgo asociado a la entrega tardía de materiales para la obra.

c) *Fase de prevención: ¿Qué actividades planificaría para prevenir la entrega tardía de materiales?:*

A pesar de este plan de prevención se podrían producir demoras con la entrega de materiales. Por lo tanto, será necesario poner en marcha el plan de respuesta para la mitigación del riesgo.

d) *¿Qué acciones podría llevar a cabo para implementar el plan de respuesta al riesgo?*



Dedica 20 minutos a resolver el ejercicio.

❓ Respuesta ejercicio 11.11

a) Priorización de riesgos

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Puntaje
1º Falta de financiamiento	Alta	4	Muy alto	5	20
2º Accidente de trabajo	Media	3	Muy alto	5	15
3º Baja calidad de materiales	Alta	4	Medio	3	12
3º Materiales no entregados a tiempo	Alta	4	Medio	3	12
4º Tormentas	Baja	2	Muy alto	5	10
5º Ventas insuficientes	Media	3	Medio	3	9
6º Falta de consenso en el diseño	Alta	4	Baja	2	8
7º Insuficiente tiempo para obras	Baja	2	Medio	3	6
8º Fallas de construcción	Muy baja	1	Alto	4	4

b) Plan de respuesta al riesgo

Riesgo	Estrategia	Acción requerida	Responsable
Fallas de construcción	aceptar		
Insuficiente tiempo para obras	reducir		
Falta de consenso en el diseño final	reducir		
Ventas insuficientes	reducir	cambiar plan	Gte. comercial
Aluviones	reducir	colocar muros	DP
Baja calidad de materiales	transferir	contrato con multa	Gte. contratos
Materiales no entregados a tiempo	transferir	contrato con multa	Gte. contratos
Accidente de trabajo	transferir	contratar seguro	Gte. contratos
Falta de financiamiento	evitar	buscar otras fuentes	DP

👉 *Primero debes completar las acciones para los riesgos prioritarios. En esa tabla había que comenzar con la falta de financiamiento, luego los accidentes de trabajo y así sucesivamente. A veces no se justifica dedicar tiempo en acciones de riesgos no prioritarios, por eso quedaron algunas acciones en blanco.*

c) Acciones adicionales de prevención

1. Selección de dos o más proveedores de materiales por cada rubro.
2. Comunicación fluida con proveedores y seguimiento periódico.
3. Contrato de suministro con penas por incumplimiento.
4. Crear una reserva para contingencias de costos (stock adicional)

d) Ejecución del plan de respuesta

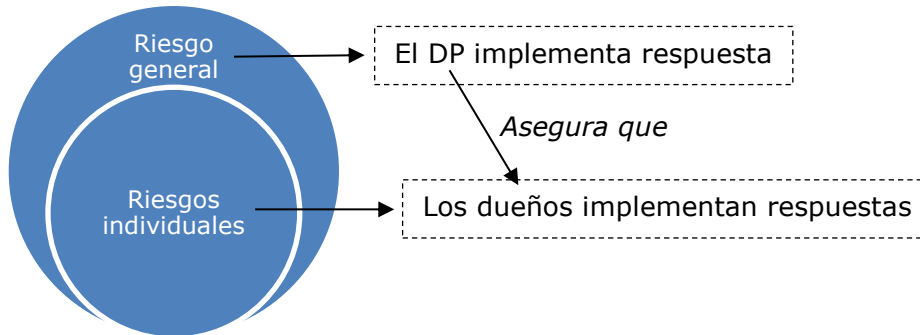
1. Pedido a otro proveedor de la lista autorizada
2. Resignación temporaria de tareas al incumplidor
3. Utilizar el stock de depósitos reservado para contingencias

Resumiendo

➤ Registro de riesgos	➤ Estrategias	➤ Plan de respuesta
-----------------------	---------------	---------------------

Implementar respuestas a los riesgos

El DP implementa respuestas al riesgo general y asegura que los dueños de cada riesgo implementen las acciones del plan de respuesta a los riesgos.



¿Qué necesitamos para empezar a implementar la respuesta a los riesgos?

- ↓ Planes: gestión de riesgos
- ↓ Documentos: registro de riesgos (**respuestas al riesgo y dueños**), informe de riesgos, lecciones aprendidas.

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Influenciar**: el DP debe influir sobre los dueños de cada riesgo para que ejecuten las respuestas.

⚠ Influenciar suele ser más complicado cuando trabajamos con dueños externos al proyecto.

- **Software (PMIS)**: se pueden utilizar software para integrar los planes y respuestas junto con el resto de las actividades y planes del proyecto (ej. alcance, tiempo y costo).

¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Solicitudes de cambio**

Resumiendo

➤ Plan respuesta al riesgo	➤ Influenciar	➤ Respuestas implementadas
➤ Dueños del riesgo		

Monitorear los riesgos

Durante el proceso de monitoreo de los riesgos, se recopila información y se documentan cambios del estado de los riesgos a través del tiempo. Este seguimiento brinda información actualizada acerca del estado de cada riesgo y permite identificar riesgos nuevos, vigilar el estado de los riesgos residuales y secundarios, y supervisar los cambios en el perfil de riesgos debido a factores exógenos o endógenos.

 *El DP debería comenzar monitoreando los riesgos prioritarios.*

Algunas preguntas que deberían responderse durante el monitoreo son:

- ✓ ¿Los procesos y respuestas a los riesgos han sido efectivas?
- ✓ ¿Los riesgos identificados han cambiado su probabilidad de ocurrencia, impacto, urgencia u otros factores?
- ✓ ¿Siguen siendo válidas las estrategias de respuesta planificadas?
- ✓ ¿Han aparecido nuevos riesgos?
- ✓ ¿Las reservas para contingencias necesitan alguna modificación?

¿Qué necesitamos para empezar a monitorear los riesgos?

- Plan de gestión de riesgos
- Documentos: registro de riesgos, [informe de riesgos](#), registro de incidentes, lecciones aprendidas, etc.
- Datos de desempeño del trabajo: riesgos acontecidos, estado de respuestas implementadas, estado de riesgos (activo / cerrado), etc.
- Informes de desempeño del trabajo: análisis de la variación, valor ganado, proyecciones, etc.

¿Qué herramientas podemos utilizar?

- **Análisis del desempeño técnico:** comparar los datos técnicos del proyecto con el plan original. Por ejemplo, cantidad de defectos, capacidad de almacenamiento, tiempo de procesamiento, etc. Las desviaciones entre los datos y el plan servirán de señal de advertencia para detectar riesgos potenciales.
- **Análisis de reserva:** comparar la reserva que está quedando en relación a los riesgos restantes. ¿La reserva restante es suficiente?
- **Auditorías:** evaluar la efectividad de los procesos de gestión de riesgos y las respuestas implementadas a cada riesgo.
- **Reuniones de revisión de riesgos:** actualizar el estado de los riesgos identificados e identificar nuevos riesgos.



¿Qué es lo más importante en una reunión de proyecto?

Lo más importante en una reunión de estado del proyecto es identificar y analizar los riesgos.

¿Qué obtenemos al final del proceso?

- **Información de desempeño del trabajo:** reporte que incluye riesgos ocurridos vs estimados, efectividad de los procesos de gestión de riesgos, identificación de nuevos riesgos, etc.

? ¿Qué hay que hacer con los riesgos no prioritarios o no críticos?

Colocarlos en la lista de observación y monitorearlos en forma periódica.

➤ Solicitudes de cambio

Resumiendo

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Registro de riesgos ➤ Informe de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Auditorias 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información de desempeño
---	--	--



Resumiendo la gestión de los riesgos

En el gráfico a continuación se resumen las principales entradas, salidas e interrelaciones de los procesos de gestión de los riesgos.

Integrando la gestión de los riesgos

