



# CAPACITARTE

*Es ser líder de tu vida*



## Project Management

### Resumen Imprimible

#### Módulo V - Gestión de Riesgos de un Proyecto

### Gestión de Riesgos

Podríamos decir, que existen tres tipos de riesgos en un proyecto, para exponerlos en forma global:

- Riesgo individual es el riesgo que tendría un activo si fuera el único que posee una empresa, se mide a través de la variabilidad de los rendimientos esperados de dicho activo.
- Riesgo corporativo o interno de la empresa, es aquél que considera los efectos de la diversificación de los accionistas, se mide a través de los efectos de un proyecto sobre la variabilidad en las utilidades de la empresa. Refleja el efecto del proyecto sobre el riesgo de la empresa.
- Riesgo de beta o de mercado, es la parte del proyecto que no puede ser eliminado por diversificación, se mide a través del coeficiente de beta de un proyecto. No afecta mucho por la diversificación de cartera.

### Origen de los Riesgos

- Los recursos del cliente no están disponibles cuando se requieren.
- El personal del cliente no toma las decisiones a tiempo y eficientemente.
- Los entregables no son revisados de acuerdo con la agenda.
- El personal experimentado del cliente es reemplazado por personal menos calificado.

- La falta de experiencia en proyectos con el cliente ocasiona retrasos o socava la relación proveedor-cliente, aun cuando se trata de áreas de la misma compañía.
- Conflictos existentes en la organización del cliente relacionados con lo que quiere o con la factibilidad del proyecto seguramente amenazarán el éxito del proyecto.
- La falta de definición de responsabilidades puede interferir en la resolución de problemas.
- No se han cuantificado los beneficios del proyecto
- Las expectativas del cliente exceden la capacidad del proyecto y del producto o servicio a generar.

Pero debemos ir más allá e identificar todas las fuentes posibles y rastreables de riesgos que pueden ser:

- Riesgos del alcance

A lo largo del desarrollo de un proyecto, el alcance puede experimentar cambios. El proyecto crece en complejidad a medida que los clientes añaden nuevos requerimientos y esto puede ampliar el alcance o modificarlo.

Este tipo de cambios son habituales dado que el producto debe adaptarse a las necesidades del mercado y éste se encuentra en constante cambio.

- Riesgos de la planificación

Las razones por las que es posible que el proyecto no se desarrolle de la manera en la que se había planificado inicialmente no necesariamente tienen por qué ser errores propios de nuestro equipo, sino que pueden obedecer a causas externas.

Retrasos en el suministro por parte de un proveedor externo, accidentes u otros imprevistos no controlados, pueden alterar la planificación inicial.

Por ello, una adecuada planificación debe prever todos los escenarios posibles y además cuantificarlos, tanto en la probabilidad de que se presenten, como en el grado de desviación que supondrían con respecto al escenario considerado inicialmente como idóneo.

En este caso puede ser muy útil elaborar un mapa de evaluación de riesgos.

- Riesgos relacionados con los recursos

Los recursos de los que se dispone para realizar un proyecto también experimentan modificaciones durante el transcurso de este. Aunque inicialmente los recursos presupuestarios sean de una determinada cantidad, es posible que durante el desarrollo del proyecto se presenten cambios en la situación económica del sector al que se dedica la empresa o cambios macroeconómicos.

En estas circunstancias, el director de proyectos tendrá que hacer lo que pueda con el presupuesto que finalmente tenga asignado, eliminando aquellas tareas que aportan menos al conjunto del proyecto y tratando de garantizar un resultado que cumpla con los requisitos mínimos necesarios para considerar que el proyecto ha sido exitoso.

Por otro lado, los recursos humanos también pueden experimentar modificaciones. El personal que comienza realizar un proyecto no necesariamente será el mismo que lo termine. Además, los nuevos miembros que se incorporen al equipo cuando el proyecto ya se encuentre comenzado, deberán emplear un tiempo en adaptarse. Esto supondrá, al menos temporalmente, una menor eficiencia y productividad.

- Riesgos tecnológicos

Utilizar software u otras utilidades informáticas inadecuadas supondrá una merma en tu productividad. Si existen problemas tecnológicos, esto retrasará o dificultará la entrega de tus proyectos.

Para evitar este tipo de problemas, nosotros ponemos a tu disposición un software líder en gestión de proyectos. Así, al menos por esta parte, podrás respirar tranquilo.

Una vez conozcas las fuentes de las que pueden proceder los riesgos que se pueden presentar durante la ejecución de tu proyecto, te será más fácil identificarlos e incluirlos en tu planificación. Así podrás desarrollar planes para eliminarlos, transferirlos, mitigarlos o, si no queda otro remedio, aceptarlos. En ese caso, podrás elaborar planes de contingencia

Con todas estas técnicas, conseguirás convertir la incertidumbre en seguridad y alcanzar el éxito en tus proyectos.

- Riesgos de personal,

Estos riesgos implican, por ejemplo, que el personal clave no está disponible cuando se necesita o no está entrenado a tiempo; también ocurre con frecuencia que el personal experimentado abandona el proyecto o que los sub-contratistas tienen un mal desempeño y fallan en el cumplimiento de sus metas.

- Riesgos de equipo y maquinaria

Las herramientas, equipos y maquinarias son elementos de trabajo utilizados generalmente de forma individual; su utilización en una infinidad de actividades laborales les dan una gran importancia. Además de los accidentes producidos por las herramientas manuales constituyen una parte importante del número total de accidentes de trabajo y en particular los de carácter leve, por ello la

prevención permite evitar riesgos. Por otro lado, el tema fallas o roturas, puede ocasionar retrasos importantes en la marcha del proyecto.

### Riesgos de Distribución y Entrega

Estos riesgos implican, todos los eventos que impidan la entrega en tiempo y forma de los productos o servicios, que pueden ir de un problema con los transportes, con los sistemas, almacenes, etc.

- Riesgos Administrativos

Estos riesgos se basan en principio con eventos que producen errores o retrasos, por fallas en la administración, sea por no estar correctamente planificada o sin controles.

### **Análisis Pre Mortem**

La Proactividad en la gestión de riesgos, es más que importante y para ello es fundamental una estrategia de anticipación, evaluando todo aquello que puede ocasionar algún evento negativo o positivo. Entonces debemos tener en cuenta la primera ley de la pro-actividad en la gerencia de proyectos: “todo lo que puede salir mal, se puede prever con anticipación

La Administración de riesgos de Proyectos, bien entendida, debe generar estrategias, para que, los proyectos y los gerentes de proyecto cuenten con:

- Un mapa de riesgos siempre actualizado.
- El soporte de la mejor herramienta para manejar proyectos: el plan de manejo de riesgos. Este es un proceso sistemático, recurrente y consistente para cada proyecto que los faculta para identificar, analizar, evaluar, estimar y reportar las

amenazas y oportunidades afectan el logro de hitos a través del ciclo de vida de los proyectos.

- Mecanismos adecuados para entender y administrar mejor los riesgos, con mayor eficacia y oportunidad.
- Indicadores de gestión y de operación vinculados a cada una de las etapas del proyecto y al desempeño de los equipos de trabajo relativos a los posibles riesgos.
- El apoyo de las directivas de la organización durante la ejecución de los proyectos.

### **La Administración de los riesgos**

La guía del PMBOK de PMI, plantea seis procesos que tienen lugar por lo menos una vez en cada proyecto:

- Planificación de la gestión de riesgos: En el cual se decide, como enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
- Identificación de riesgos: Permite determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
- Análisis cualitativo de riesgos: Cada riesgo se clasifica según su probabilidad de ocurrencia e impacto, para realizar otros análisis o acciones posteriores.
- Análisis cuantitativo de riesgos: Cada riesgo identificado en los objetivos generales del proyecto es analizado según su efecto.
- Planificación de la respuesta a los riesgos: Se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

- Seguimiento y control de riesgos: Una vez identificados los riesgos del proyecto, es necesario realizar un seguimiento a éstos, además de supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

### Planificación de los Riesgos

Para elaborar el plan de administración de riesgos, el gerente del proyecto tiene en cuenta variables como alcance del proyecto, experiencia y tamaño del equipo de trabajo, presupuesto, gestión del tiempo, criticidad, cantidad y disponibilidad de los involucrados en el proyecto, entre otras.

### Mapeo de un Riesgo

Para cada riesgo se definen aspectos como:

- Descripción del riesgo,
- Probabilidad de ocurrencia,
- Severidad,
- Nivel de control,
- Relevancia del riesgo (=Probabilidad de ocurrencia + Severidad + Nivel de control),
- Estrategia de control
- Plan de mitigación del riesgo

La probabilidad de ocurrencia se refiere a la credibilidad del riesgo, responde a la pregunta “¿qué tan posible es que el riesgo se convierta en problema?” Los rangos usados pueden variar de un proyecto a otro, pero se pueden estandarizar tablas de acuerdo a los siguientes items:

1. Improbable
2. Algo probable
3. Medianamente probable (50/50)
4. Altamente probable
5. Muy cerca de ocurrir (>90%)

Por su parte, la severidad representa el impacto en costo, agenda, desempeño y calidad, entre otros aspectos que tendrá el riesgo si este se convierte en un problema. Por ejemplo:

1. Impacto menor en costo, tiempos, desempeño, etc.
2. Impacto moderado en costo, tiempos, desempeño, etc.
3. Impacto significativo en las líneas base del proyecto
4. Impacto muy significativo en las líneas base del proyecto
5. Impacto desastroso, probable fracaso del proyecto.

El nivel de control señala si el riesgo se puede evitar o se puede controlar, o si por el contrario es un riesgo que ni el equipo del proyecto ni la organización pueden controlar. Cualificaciones posibles son:

1. Esencialmente evitable a través de acciones seleccionadas de mitigación de riesgos.
2. Altamente controlable al interior de la organización o por acciones del proyecto.
3. Moderadamente controlable al interior de la organización o por acciones del proyecto.
4. Mayormente incontrolable por la organización o por acciones del proyecto.
5. Incontrolable al interior de la organización o por acciones del proyecto.

En cuanto a la estrategia de manejo del riesgo, estas pueden ser:

1. Asumir el riesgo, aceptando el riesgo y su impacto si ocurre. Esta técnica es adecuada para riesgos de bajo impacto.
2. Evitar el riesgo, cuando no estamos dispuestos a aceptar el riesgo. Esto generalmente involucra eliminar la fuente del riesgo por un cambio en el concepto, en los requisitos, en la especificación o en las prácticas para reducir el riesgo de un nivel aceptable.
3. Controlar el riesgo, opción que no intenta eliminar la fuente del riesgo pero busca reducir o mitigar el efecto si el riesgo ocurre. Esta técnica maneja los efectos del riesgo de una manera que reduce la probabilidad de ocurrencia o las consecuencias de su ocurrencia en el proyecto.
4. Transferir el riesgo, mediante la cual podemos relocalizar el riesgo de una parte del sistema u organización a otra y así reducir la probabilidad total de ocurrencia del riesgo y su impacto.

Es en estas estrategias que debemos orientar nuestro mayor esfuerzo y, en cualquiera de ellas, la anticipación es la clave del éxito.

### **Plan de Mitigación de Riesgos**

Se denomina Plan de Mitigación a las estrategias definidas por tu empresa que tratan de reducir la probabilidad de ocurrencia del riesgo o reducir el impacto que pueda causar.

### **Plan de Contingencia de Riesgos**

Los Planes de contingencia son las respuestas estratégicas que se utilizan solamente si el riesgo ocurre.

## Proceso de Gestión de Riesgos

Toda Gestión de los Riesgos de un Proyecto debería incluir los procesos relacionados para llevar a cabo una planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto, es decir transformar problemas en oportunidades.

### Planificación de los Riesgos

#### Entradas

Enunciado del Alcance del Proyecto  
Plan de Gestión de Costos  
Plan de Gestión del Cronograma  
Plan de Gestión de las Comunicaciones  
Factores Ambientales de la Empresa  
Activos de los Procesos de la Organización  
Planificar la Gestión de Riesgos:

#### Herramientas y Técnicas

Reuniones de Planificación y Análisis  
Planificar la Gestión de Riesgos:

#### Salidas

Plan de Gestión de Riesgos

## **Identificar los Riesgos**

### Entradas

Factores Ambientales de la Empresa  
Activos de los procesos de la Organización  
Enunciado del Alcance del Proyecto  
Plan de Gestión de Riesgos  
Plan de Gestión del Proyecto

### Herramientas y Técnicas

Revisión de Documentación  
Técnicas de Recopilación de Información  
Análisis de lista de control  
Técnicas de Diagramación

### Salidas

Registro de Riesgos

## **Análisis Cualitativo de Riesgos**

### Entradas

Registro de Riesgos  
Plan de Gestión de Riesgos  
Enunciado del Alcance del Proyecto  
Activos de los Procesos de la Organización  
Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:

### Herramientas y Técnicas

Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos  
Matriz de Probabilidad e Impacto  
Evaluación de la Calidad de los Datos sobre Riesgos

Categorización de Riesgos

Evaluación de la Urgencia de los Riesgos

Juicio de Expertos

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:

#### Salidas

Actualizaciones al Registro de Riesgos

#### **Análisis Cuantitativo de Riesgos**

Es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos se aplica a los riesgos priorizados mediante el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto.

Las tendencias pueden indicar la necesidad de más o menos acciones en materia de gestión de riesgos.

#### Entradas

Registro de Riesgos

Plan de Gestión de Riesgos

Plan de Gestión de Costos

Plan de Gestión del Cronograma

Activos de los Procesos de la Organización

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:

#### Herramientas y Técnicas

Técnicas de Recopilación Representación de Datos

Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado

Juicio de Expertos

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:

### Salidas

Actualizaciones al Registro de Riesgos

### **Planificación de la respuesta de los riesgos**

Una vez analizados, los riesgos probables, es necesario planificar las respuestas a esos riesgos que deben ser congruentes con la importancia del Riesgo.

### Entradas

Registro de Riesgos

Plan de Gestión de Riesgos

### Herramientas y Técnicas

Amenazas o riesgos negativos

Oportunidades o riesgos positivos

Estrategias de respuestas para contingencias

Juicios de expertos

### Salidas

Actualizaciones a los documentos del Proyecto

Actualizaciones al plan de Dirección del Proyecto

## **Monitoreo y Control de Riesgos**

Por último, Monitorear y Controlar los Riesgos es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se rastrean los riesgos identificados, se monitorean los riesgos residuales, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso contra los riesgos a través del proyecto.

- Los supuestos del proyecto siguen siendo válidos
- Los análisis muestran que un riesgo evaluado ha cambiado o puede descartarse
- Se respetan las políticas y los procedimientos de gestión de riesgos
- Las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con la evaluación actual de los riesgos.

El proceso Monitorear y Controlar los Riesgos puede implicar la selección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia o de reserva, la implementación de acciones correctivas y la modificación del plan para la dirección del proyecto. Monitorear y Controlar los Riesgos también incluye una actualización a los activos de los procesos de la organización, incluidas las bases de datos de las lecciones aprendidas del proyecto y las plantillas de gestión de riesgos para beneficio de proyectos futuros.

### Entradas

Registro de Riesgos

Plan para la Dirección del Proyecto

Información sobre el Desempeño del Trabajo

Informes de Desempeño

Monitorear y Controlar los Riesgos:

### Herramientas y Técnicas

Reevaluación de los Riesgos  
Auditorías de los Riesgos  
Análisis de Variación y de Tendencias  
Medición del Desempeño Técnico  
Análisis de Reserva  
Reuniones sobre el Estado del Proyecto  
Monitorear y Controlar los Riesgos:

### Salidas

Actualizaciones al Registro de Riesgos  
Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización  
Solicitudes de Cambio  
Actualizaciones al Plan para la Dirección del Proyecto  
Actualizaciones a los Documentos del Proyecto

### **Resumen**

El proceso para gestionar riesgos, se pueden detallar en etapas, como, HACER-VERIFICAR-ACTUAR-PLANIFICAR.

Las respuestas a los riesgos planificadas que están incluidas en el Plan para la Dirección del Proyecto se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto. No obstante, el trabajo del proyecto debe ser supervisado continuamente para detectar riesgos nuevos o que cambien. El seguimiento y control de riesgos es el proceso de identificar, analizar y planificar nuevos riesgos; realizar el seguimiento de los riesgos identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión. También volver a analizar los riesgos existentes. Por otro lado, implica realizar el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencias, y el seguimiento de los riesgos residuales. Sin olvidar, revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras se evalúa su efectividad. Este

proceso, así como los demás procesos de Gestión de riesgos, es un proceso continuo que se realiza durante la vida del Proyecto.

### **¿Cómo se mide el riesgo en un proyecto?**

Uno de los métodos más tratados es a través de la distribución de probabilidades de los flujos de caja esperado por el proyecto, si la dispersión de estos flujos es muy alta, mayor será el riesgo inherente a un proyecto de inversión. Las formas precisas para medir estas dispersiones pueden realizarse con los siguientes métodos:

- Desviación estándar
- Método de Momentos
- PERT.

### **Sumas Estadísticas**

Las sumas estadísticas, pueden ser usadas para calcular un rango de duración y de costos totales de un proyecto a partir de rangos de estimación de tareas individuales. Este rango de costos puede ser usado para cuantificar el riesgo relativo de alternativas de presupuestos o cotizaciones o reservas

### **La desviación típica o desviación estándar (denotada con el símbolo $\sigma$ o $s$ , dependiendo de la procedencia del conjunto de datos)**

Es una medida de dispersión para variables de razón (variables cuantitativas o cantidades racionales) y de intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza de la variable.

## La distribución normal

Es una representación gráfica de un grupo de datos. Éstos se reparten en valores bajos, medios y altos, creando un gráfico de forma acampanada y simétrica con respecto a un determinado parámetro. Se conoce como curva o campana de Gauss o distribución Normal.

Ecuaciones. La campana de Gauss está definida por la función:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

### Propiedades

El campo de existencia es cualquier valor real, es decir,  $(-\infty, +\infty)$ .

Es simétrica respecto a la media  $\mu$ .

Tiene un máximo en la media  $\mu$ .

Crece hasta la media  $\mu$  y decrece a partir de ella.

En los puntos  $\mu - \sigma$  y  $\mu + \sigma$  presenta puntos de inflexión.

El eje de abscisas es una asíntota de la curva.

El área del recinto determinado por la función y el eje de abscisas es igual a la unidad.

Al ser simétrica respecto al eje que pasa por  $x = \mu$ , deja un área igual a 0.5 a la izquierda y otra igual a 0.5 a la derecha.

La probabilidad equivale al área encerrada bajo la curva.

$$p(\mu - \sigma < X \leq \mu + \sigma) = 0.6826 = 68.3 \%$$

$$p(\mu - 2\sigma < X \leq \mu + 2\sigma) = 0.954 = 95.5 \%$$

$$p(\mu - 3\sigma < X \leq \mu + 3\sigma) = 0.997 = 99.7 \%$$

La función de la distribución normal depende de la media y de la desviación estándar. Para obtener el nivel de riesgo del proyecto, todas las distribuciones de probabilidades de las tareas o paquetes de trabajo son sumadas usando un proceso estadístico estándar, denominado Método de Momentos.

Las sumas estadísticas pueden ser usadas tanto en costos y duración del proyecto para poder responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Dadas las estimaciones, cuál es el rango de duración o costo del proyecto?
- ¿Cuáles son las probabilidades asociadas con estos rangos de duración o costo del proyecto?

Una de las sumas estadísticas para el análisis de riesgo es la distribución de Beta usando PERT.

### **PERT – Program Evaluation Review Technique**

El PERT es una de las más importantes sumas estadísticas usadas en Análisis de Riesgo, se trata de una técnica de análisis de redes orientada a eventos, usada cuando hay un alto grado de incertidumbre con la duración de las tareas. Esta técnica aplica el método del camino crítico o CPM (critical path method) a un promedio ponderado de las estimaciones de duración de cada tarea.

Para realizar esta estimación deberemos seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Calcular la Media, el desvío estándar y la variancia para cada tarea.

Paso 2: Calcular la Media del Proyecto como la suma de las medias de las tareas individuales.

Paso 3: Calcular la variancia del proyecto como la suma de las variancias de las tareas individuales.

Paso 4: Calcular el desvío estándar del proyecto como la raíz cuadrada de la variancia del proyecto.

### Distribución Beta PERT

- Optimista (o): Es el tiempo en que una tarea puede finalizarse, si todo va bien, su probabilidad debe ser muy baja
- Más Probable (m): Es la duración más probable de una tarea, de acuerdo a las experiencias anteriores y suponiendo que las circunstancias son las mismas (no se aplica ningún efecto, como la curva de aprendizaje)
- Pesimista (p): Es el tiempo que una tarea puede finalizarse si se dan todas las condiciones adversas, su probabilidad debe ser muy baja.

Si esbozamos un ejemplo, realizando una simplificación de la campana de Gauss utilizada en la teoría de las posibilidades, PERT calcula, el tiempo esperado y la desviación estándar correspondiente, utilizando la distribución Beta PERT del Punto anterior

$$Te = (o+4m+p)/6$$

$$\sigma = (p-o)/6$$

Siendo Te las duraciones esperadas de las tareas del camino crítico

### Ejemplo Utilizando PERT

**Un Proyecto tiene una Probabilidad del 50 % de que su duración sea Igual o menor**

**a:**

$$\Sigma_{Te=Media}$$

La desviación estándar del proyecto es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las tareas del camino crítico

**PASO 1 - Realizar estimaciones, utilizando los métodos vistos en los procesos de estimación de riesgos, de acuerdo a lo siguiente**

- Actividad A

Estimación Optimista 3, Estimación Más Probable 9, Estimación Pesimista 15

- Actividad B

Estimación Optimista 9, Estimación Más Probable 10, Estimación Pesimista 11

- Actividad C

Estimación Optimista 3, Estimación Más Probable 9, Estimación Pesimista 15

- Actividad D

Estimación Optimista 5, Estimación Más Probable 5, Estimación Pesimista 5

- Actividad E

Estimación Optimista 9, Estimación Más Probable 10, Estimación Pesimista 11

- Actividad F

Estimación Optimista 3, Estimación Más Probable 9, Estimación Pesimista 15

- Actividad G

Estimación Optimista 9, Estimación Más Probable 10, Estimación Pesimista 11

Luego identificar tareas Predecesoras

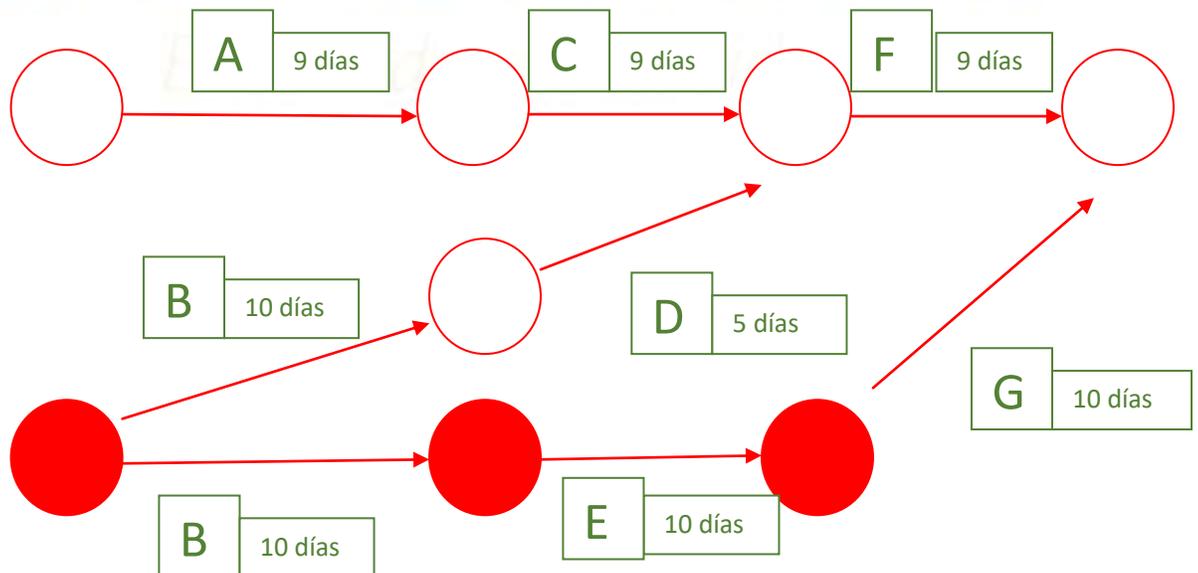
**PASO 2 - Realizar los cálculos utilizando la fórmula**

$$T_e = (o+4m+p)/6$$

$$\sigma = (p-o)/6$$

Paquete de Trabajo	Optimista Tiempo (O)	Más Probable Tiempo (mp)	Pesimista Tiempo (o)	Predecesor	Duración esperada del Camino Crítico	$\sigma$
A	3	9	15	-	9	2,00
B	9	10	11	-	10	0.33
C	3	9	15	A	9	2,00
D	5	5	5	B	5	0.00
E	9	10	11	B	10	0.33
F	3	9	15	A y B	9	2.00
G	9	10	11	ByE	10	0.33

**PASO 3 - Crear un diagrama de red**



**Paso 4 - Determinar el camino crítico, demás caminos y la duración del proyecto**

Camino	Te	$\sigma$
B-E-G	10+10+10=30	0,571
A-C-F	9+9+9=27	3,464
B-D-F	10+5+9=24	2,027

$$\sqrt{\sum (\sigma)^2} = \sigma$$

$$\sqrt{(0,33)^2 + (0,33)^2 + (0,33)^2} = 0,571$$

$$\sqrt{(2,00)^2 + (2,00)^2 + (2,00)^2} = 3,464$$

$$\sqrt{(0,33)^2 + (0,00)^2 + (2,00)^2} = 2,027$$

**Conclusiones**

La desviación estándar puede ser utilizada con la distribución normal para determinar el tiempo en que finalizará un proyecto con una probabilidad dada.

Entonces

El Camino B-E-G tiene

30 días con una desviación de 0,577

97,72 % de probabilidad + 2 desviaciones estándar

$$D = Te + 2 * 0,557 = 30 + 1,154$$

Es decir que el proyecto tiene probabilidad de tardar 32 días

El Camino A-C-F tiene

27 días con una desviación de 3,460

97,72 % de probabilidad + 2 desviaciones estándar

$$D = Te + 2 * 3,460 = 27 + 6,92$$

Es decir que el proyecto tiene probabilidad de tardar 34 días

El Camino B-D-F tiene

24 días con una desviación de 2,027

97,72 % de probabilidad + 2 desviaciones estándar

$$D = Te + 2 * 2,027 = 24 + 4,054$$

**Es decir que el proyecto tiene probabilidad de tardar 29 días.**