

Abstract

The directed professional practice consisted of generating a Plan of Management with a project for the deflection of Pirrís river in the Hydroelectric Project Pirrís, (ICE), by means of a tunnel. This plan consists of being a tool that guides the execution and control, effective ensure communications and establishes the criteria to measure the performance of the project. The plan includes the nine areas of the knowledge, which are: administration of the reach in the project, administration of the time, management of cost, management of the quality, administration of the human resources, management of the risks, administration of the communications, administration of the acquisitions of the project and finally integration. Additionally it was managed to integrate to these nine areas, two new headings that were considered important to obtain a more complete plan of management, these are, administration of the labor security and management of the atmosphere. Also procedures for the control of changes in the plan and the process of acceptance are included when the work is finished. In order to obtain the accomplishment of the plan the tool of the administration of projects was used, which serves to us as guide fundamental to formulate as it must be the suitable development of a project. (Keywords: Plan of Management of Project)

Resumen

La práctica profesional dirigida consistió en generar un Plan de Gestión con un proyecto para el desvío de río Pirrís en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, (ICE), mediante un túnel. Dicho plan consiste en ser una herramienta que guía la ejecución y control, facilita la comunicación efectiva y establece los criterios para medir el desempeño del proyecto. El plan incluye las nueve áreas del conocimiento, las cuales son: administración del alcance en el proyecto, administración del tiempo, gestión de costo, gestión de la calidad, administración de los recursos humanos, gestión de los riesgos, administración de las comunicaciones, administración de las adquisiciones del proyecto y por último la integración.

Adicionalmente se logró integrar a estas nueve áreas, dos nuevos rubros que se consideraron importantes para lograr un plan de gestión más completo, estas son, administración de la seguridad laboral y gestión del ambiente.

También se incluyen procedimientos para el control de cambios en el plan y el proceso de aceptación cuando la obra esté terminada.

Para lograr la realización del plan se utilizó la herramienta de la administración de proyectos, la cual nos sirve como guía fundamental para formular como debe ser el desarrollo adecuado de un proyecto. (Keywords: Plan de Gestión de Proyecto)

Plan de Gestión de Proyecto para el Túnel de Desvío del Río Pirrís

ANA VERÓNICA MIRANDA ALVARADO

Proyecto de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Junio del 2007

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
REVISIÓN LITERARIA.....	4
INTRODUCCIÓN.....	30
METODOLOGÍA.....	31
RESULTADOS	33
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	34
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
APÉNDICE	43
REFERENCIAS	99

Prefacio

En todo proyecto por desarrollar es de vital importancia crear un plan que funcione como un vuelo o navegación contra el cual comparamos el avance.

Así que el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís se vio en la necesidad de generar dicho plan, para aplicarlo en el desarrollo de la construcción del túnel de desvío.

El plan consta de integrar las nueve áreas del conocimiento (administración del alcance, recursos humanos, comunicación, tiempo, costo, calidad, riesgo, adquisiciones, e integración) con el fin de poder evaluar periódicamente el desempeño del proyecto, y depende del comportamiento, se tomarán medidas correctivas.

Se le agradece a los departamentos de Gestión de Calidad y Construcción del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, por suministrar la información necesaria, para así lograr el desarrollo del plan de gestión de un proyecto para el túnel de desvío, del P.H Pirrís.

Resumen ejecutivo

La obra del túnel de desvío en la margen derecha del río Pirrís es vital para continuar con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, ya que con la construcción de dicho túnel el contratista podrá empezar con la edificación de la presa, sin ningún atraso y la institución no correrá riesgos económicos.

La idea de construir un túnel de desvío surgió como un reemplazo a la alcantarilla de desvío que se había contemplado, ya que la construcción de esta al inicio estaba establecida que fuera llevada a cabo por los contratistas que iban a levantar la presa, dicha alcantarilla sería construída en la margen izquierda, pero no resultaría útil su construcción porque en esta margen se encuentra un tipo de suelo muy inestable, y para el nivel de terreno en que la institución debía dejar el suelo (1+097) los contratistas a la hora de hacer las fundaciones de la alcantarilla, tendrían que hacerlas muy profundas para poder buscar estabilidad en el terreno, pero era muy posible que el nivel de las fundaciones quedara por debajo del nivel freático y por ser un terreno tan inestable se corría con el riesgo que el agua se infiltrara.

Así que para evitar todo tipo de atrasos y problemas tanto legales como económicos se planteó llevar a cabo la construcción del túnel de desvío pero en la margen derecha, la cual cuenta con un suelo estable y no corre riesgo de infiltraciones.

Se podría afirmar que el objetivo principal del túnel de desvío es lograr tomar el caudal del río Pirrís y desviar su cauce para que así el contratista lleve a cabo la construcción de la presa. El mayor beneficio que se obtiene por ser una obra por administración es que los riesgos económicos que se corran los asume la institución como tal y no el contratista, evitando

que este llegue a tener represalias económicas contra la institución.

Algunos de los riesgos más relevantes es que al ser una obra no contemplada en la planificación inicial, no se cuente con el presupuesto necesario, maquinaria suficiente, equipo adecuado y personal, sin olvidar que dicha obra tiene como principal contratiempo, al tiempo ya que no puede sufrir ningún atraso porque se verían afectadas las fechas de inicio de construcción de presa. Con respecto a la falta de personal se recontrató trabajadores que contaban con experiencia en la construcción de túneles, por haber estado trabajando en el Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco, también fue necesario contratar personal de la zona y redistribuir el equipo de trabajo del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís.

El proyecto del túnel de desvío abarcará todo lo que conlleva la construcción del mismo desde excavación hasta el revestimiento pero no así las estructuras de toma del agua y salida de la misma, la construcción de estas estructuras fue negociada con los contratistas y ellos a su vez aceptaron el trato haciéndose cargo de la edificación de las estructuras antes mencionadas.

Para el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís fue de suma importancia generar un plan de dicho proyecto, debido que con una planeación alto alcance, se lograría llevar adecuadamente el control de las construcciones correspondientes.

El plan de gestión del proyecto del túnel de desvío para el Río Pirrís, no solamente proporciona una visión clara del proceso constructivo, del proyecto, si no también proporciona información de las nueve áreas del conocimiento que se integran en la herramienta de administración de proyectos.

Este plan permite a su vez no solamente dar seguimiento, sino también la actualización del

mismo, por parte de los involucrados del proyecto.

El plan de gestión del proyecto contiene primeramente en la administración del alcance del proyecto, la administración del costo y tiempo, los cuales se estimaron con la realización de un presupuesto detallado y un cronograma, respectivamente, la administración de la calidad se trabajó en conjunto con los departamentos de Gestión de calidad y Control de Calidad, y se logró generar matrices de control de calidad con las cuales se podrá dar seguimiento en este ámbito, también se estableció la administración de los recursos humanos, lo cual consistió en

identificar los involucrados y asignarles roles y responsabilidades, para la administración de las comunicaciones se generó una matriz, la cual muestra a los involucrados su responsabilidad en este sector, en la administración de riesgos se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de los posibles riesgos latentes para el proyecto y en la administración de las adquisiciones se enlistó todo el equipo necesario para llevar a cabo el proyecto, además se especificó cual tipo de trámite se realizó para lograr dicha adquisición, por último en la integración del plan se elaborarán informes y minutas de todas las reuniones realizadas.

Revisión literaria

Teoría de la administración

Un proyecto se define como “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado únicos, y para que los proyectos se definan como tales, deben de tener las siguientes características:

1. Temporal: esto quiere decir que tiene un inicio y un fin.
2. Resultado único: El resultado será cuantificable y que puede ser un elemento terminado o un componente.
3. Elaboración gradual: El proyecto se desarrolla en forma gradual, con un tope de recursos en determinado momento.¹

También se puede definir un proyecto como un esfuerzo por lograr un objetivo específico mediante una serie especial de actividades interrelacionadas y la utilización eficiente de los recursos se define como una serie de atributos que deben tener un proyecto tales como: el proyecto tiene un objetivo, se lleva a cabo con actividades interdependientes, se echa mano a varios recursos, tiene un marco temporal específico, puede ser un esfuerzo único, siempre tiene un cliente y tiene algún grado de incertidumbre.²

Los proyectos tienen un ciclo de vida que se puede dividir en tres fases, las cuales son la fase inicial, la intermedia y la final, además un nivel de costo, personal a través de las fases que inicia en cero y que alcanza un máximo, entre la fase intermedia y la final, para luego llegar a ser cero

¹ Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMI2004)

² Gido y Clements; 2003

cuando el proyecto se acaba, como se puede apreciar en la figura 1.³

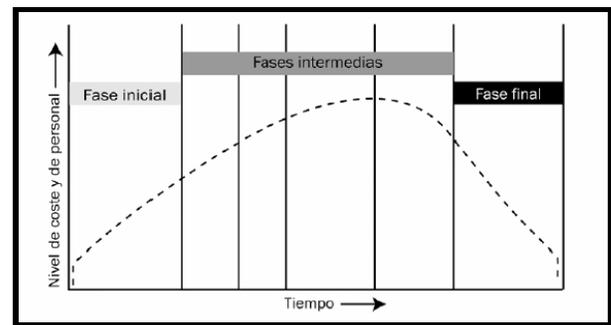


Figura1. Ciclo de vida del proyecto.

Fuente : PMI(2004)

Para cualquier proyecto en el que se esté trabajando se busca básicamente la obtención de resultados medibles, estos resultados por lo general se encuentran relacionados al menos con uno de tres aspectos fundamentales que son: calidad, costo y tiempo.

Estos aspectos antes mencionados son los principales objetivos de todo proyecto.

Las teorías de la administración de proyectos tienen como objetivo general, el de establecer procedimientos para lograr un buen resultado en cualquiera de estos tres aspectos relevantes.

Para lograr una calidad determinada de un trabajo definido se ocupa de recursos y de tiempo, sin embargo, si los recursos se reducen se afecta la calidad, si el tiempo se prolonga se afecta el costo y también por lo general, si el tiempo se reduce la calidad disminuye.

Debido a la complejidad que representa la administración de proyectos de forma eficiente

³ PMBOK 2004

y profesional, el PMI (2004) ha definido nueve áreas del conocimiento, las cuales se aplican en cinco diferentes fases del proyecto que son: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre; y cada área del conocimiento define procesos en uno o más fases del proyecto, para lo cual se resumen todos estos procesos en el siguiente cuadro:

Cuadro.1. Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos

Proceso de un Área de conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupos de procesos de iniciación	Procesos de planificación	Procesos de ejecución	Procesos de seguimiento y control	Procesos de cierre
Gestión de la integración del proyecto	Desarrollar el acta de constitución y enunciado del alcance del proyecto	Desarrollar el plan de gestión del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Supervisar y controlar el trabajo del proyecto controlando los cambios	Cierre del proyecto
Gestión del alcance del proyecto		Planeación del alcance, definición del alcance. Crear EDT		Verificación del alcance. Control del alcance	
Gestión del tiempo del proyecto		Definición, duración y secuencia de las actividades. Estimación de los recursos de la actividad. Desarrollo del cronograma		Control del cronograma	
Gestión del costo del proyecto	Estimación de costos, preparación del presupuesto			Control de costos	
Gestión de la calidad del proyecto		Planificación de la calidad	Realizar aseguramiento de la calidad	Realizar control de la calidad	
Gestión de los recursos humanos del proyecto		Planificación de los recursos humanos	Adquirir y desarrollar al equipo del proyecto	Gestionar el equipo del proyecto	
Gestión de las comunicaciones del proyecto		Planificación de las comunicaciones	Distribución de la información	Informar el rendimiento. Gestionar a los interesados	
Gestión de los riesgos del proyecto		Planificación e identificación de riesgos. Análisis cualitativo de riesgo. Planificación de la respuesta.		Seguimiento y control de riesgos	
Gestión de las adquisiciones del proyecto		Planificar las compras y adquisiciones. Planificar la contratación	Solicitar respuesta de los vendedores	Administración del contrato	Cierre del contrato

Fuente: PMI (2004)

Administración del alcance

El objetivo principal del alcance es asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para terminarlo exitosamente.⁴

La gestión del alcance del proyecto se refiere a los procesos que definen a lo largo de todo el proyecto lo que se incluye y lo que no, dentro del proyecto, la importancia de este proceso consiste en que se puede definir lo más detalladamente posible lo que se incluye y lo que no en el proyecto y se puede definir con mejor exactitud la

cantidad de recursos que requiere, así como el tiempo que demorarán las diferentes actividades del proyecto, y por ende su duración total.

El primer paso en el proceso de planeación es definir el objetivo del proyecto, el resultado esperado o el producto final. También tiene que ser alcanzable, específico, medible y claro. Idealmente el objetivo del proyecto debe ser claro y conciso al inicio. Sin embargo, en ocasiones es necesario modificarlo según se avanza.⁵

Un proyecto en el que no se define el alcance de la mejor forma tiene mayores riesgos y por lo tanto más probabilidades de fracasar.

Según el PMI (2004) la gestión del alcance se divide en cinco rubros

1. Planificación del alcance
2. Definición del Alcance
3. Crear EDT
4. Verificación del Alcance
5. Control del Alcance

Estos procesos se interrelacionan entre sí y con los procesos de las otras áreas del conocimiento. La descripción general de la gestión del Alcance del Proyecto se muestra en la figura 2

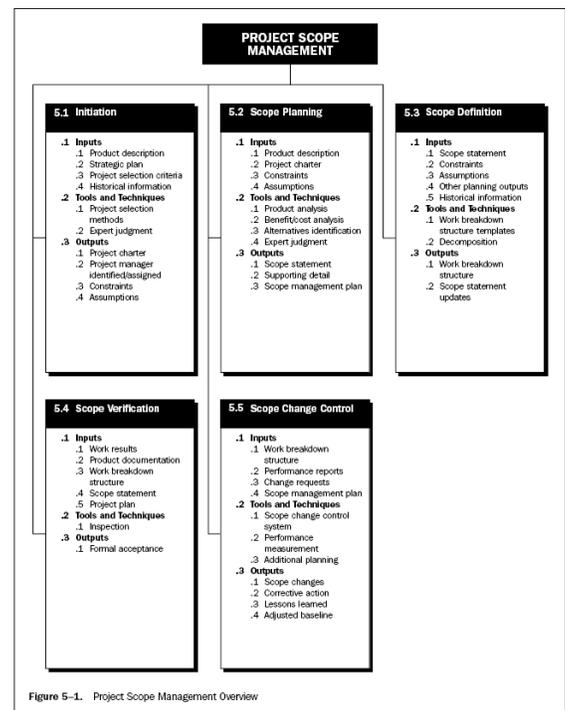


Figure 5-1. Project Scope Management Overview

⁴ Administración Profesional de Proyectos La Guía. Yamal Chamoun

⁵ Gido, Clementes; 2003

Figura 2. Descripción general de la Gestión del alcance del Proyecto

Fuente: La guía del PMBOK

El objetivo principal de la planificación del alcance del proyecto es el de crear un plan de gestión, en la organización para gestionar el alcance del proyecto, y depende de varios factores, tales como las políticas de la empresa, los factores ambientales, el acta de constitución, el enunciado del alcance preliminar y el plan de gestión del proyecto.

Definición del alcance

La preparación de un enunciado del alcance del proyecto detallado es crítica para el éxito de este y se constituye sobre la base de los principales productos entregables, asunciones y restricciones que se documentan durante la iniciación del proyecto en el enunciado del alcance del proyecto preliminar. Durante la planificación el alcance del proyecto se define y describe con mayor especificidad, porque se conoce más información acerca del tema.

Las necesidades, deseos y expectativas de los interesados se analizan y se convierten en requisitos.⁶

La definición del alcance tiene como producto más importante el enunciado del alcance del proyecto, el cual describe en detalle los productos del proyecto y el trabajo necesario para crear tales productos, proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto entre los interesados y describe los principales objetivos. El enunciado del alcance del proyecto incluye ya sea en forma directa o mediante referencia a otros documentos lo siguiente:

- a) Objetivos del proyecto
- b) Descripción del alcance del producto
- c) Requisitos del proyecto
- d) Límites del proyecto
- e) Productos entregables del proyecto
- f) Criterios de aceptación del producto
- g) Restricciones del proyecto
- h) Asunciones del proyecto
- i) Organización inicial del proyecto
- j) Riesgos iniciales definidos
- k) Hitos del cronograma

- l) Limitación de fondos
- m) Estimación de costo
- n) Requisitos de gestión de la configuración del proyecto
- o) Especificaciones del proyecto
- p) Requisitos de aprobación

Crear el EDT

La EDT es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos y crear los productos entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total. La EDT subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. El trabajo planificado comprendido dentro de los componentes de la EDT del nivel más bajo, denominados paquetes de trabajo, puede programarse, supervisarse, controlarse y estimarse sus costos.

La EDT representa el trabajo especificado en el actual enunciado del alcance del proyecto aprobado. Los componentes que comprenden la EDT ayudan a los interesados a ver los productos entregables del proyecto, en los rangos de mayor a menor.

1. Fases o entregables
 - a. Producto o subproyecto
 - i. Paquete de trabajo

Lo anterior descrito se ilustra mejor en la figura siguiente:

⁶ PMI 2004

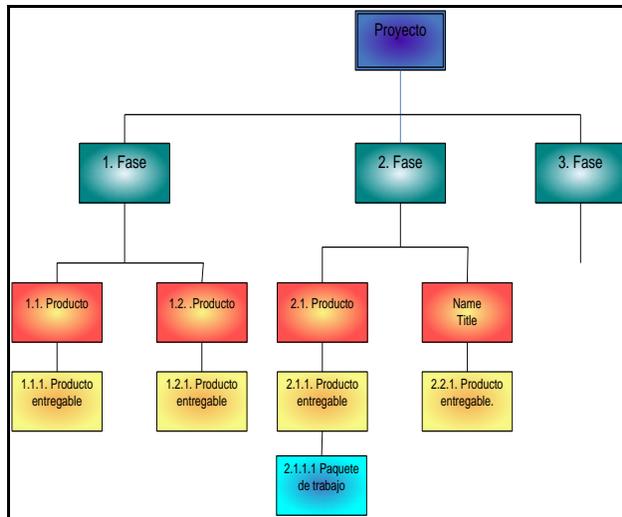


Figura 3. Estructura Desglosada de Trabajo⁷

También es necesaria la creación de un diccionario del EDT, en el cual se describen los componentes del EDT, en este diccionario se detalla el significado de estos componentes, además se pueden incluir datos técnicos generados por la organización tales como rendimientos, unidades de medida, entre otros.

Verificación del alcance

La verificación del alcance es el proceso de obtener la aceptación formal por parte de los interesados y los productos entregables correlacionados.

Verificar el alcance del proyecto incluye: revisar los productos entregables para asegurarse de que cada uno se complete satisfactoriamente. Si el proyecto se termina antes de lo previsto, el proceso de verificación del alcance del proyecto debería establecer y documentar el nivel y alcance de lo completado.

La verificación del alcance se diferencia del control de calidad en que la verificación del alcance se relaciona principalmente con la aceptación de los productos entregables, mientras que el control de calidad se relaciona con cumplir los requisitos de calidad especificados para los productos entregables. Por lo general, este control se realiza antes de la

verificación del alcance, pero estos dos procesos pueden realizarse en forma paralela.⁸

Control del alcance

El control del alcance del proyecto se encarga de influir sobre los factores que crean cambios en el alcance del proyecto y de controlar el impacto de dichos cambios. El control del alcance asegura que todos los cambios solicitados y las acciones correctivas recomendadas se procesen a través del proceso Control Integrado de Cambios del proyecto. El control del alcance del proyecto también se usa para gestionar los cambios reales cuando se producen, y está integrado con los demás procesos de control.

Los cambios no controlados a menudo se denominan corrupción del alcance del proyecto. Los cambios son inevitables, con lo cual se impone algún tipo de proceso de control de cambios.⁹

Administración del Tiempo

La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo.

⁷ Autor

⁸ PMBOK 2004

⁹ PMBOK 2004

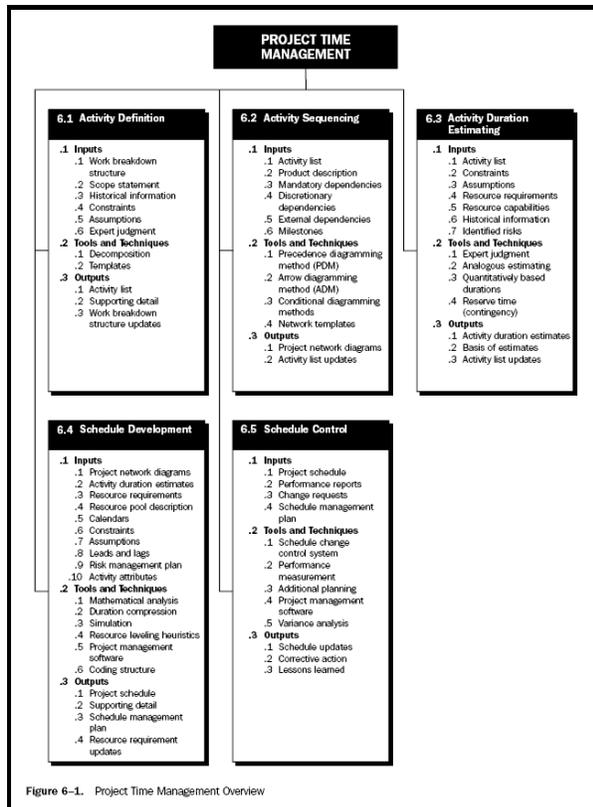


Figura 4. Descripción general de la gestión del tiempo del proyecto

Fuente: La Guía del PMBOK

Los procesos de gestión del tiempo del proyecto incluyen las siguientes secciones:

1. Definición de las actividades: identifica las actividades específicas del cronograma que deben ser realizadas para producir los diferentes productos entregables del proyecto.
2. Establecimiento de la secuencia de las actividades: identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma.
3. Estimación de recursos de las actividades: estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.
4. Estimación de la duración de las actividades: estima la cantidad de períodos laborables que serán necesarios para completar cada actividad del cronograma.

5. Desarrollo del cronograma: analiza las secuencias de las actividades, la duración de las mismas, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.

6. Control del cronograma: controla los cambios del cronograma del proyecto.

Estos procesos interactúan entre sí y también con los procesos de las demás áreas de Conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se produce en una o más fases, si el proyecto se encuentra dividido en fases.

Definición de las actividades

El objetivo principal de la definición de las actividades es el de crear una lista. Esta definición de actividades debe de concluir y concordar con el EDT que se generó en la definición del alcance.

Una actividad es una pieza de trabajo establecida que exige tiempo, deben de ser definidas como verbos en forma infinitivo, así como que deben de ser medibles, los hitos son momentos claves que no tienen definido una duración, o sea el tiempo es igual a cero.¹⁰

- Inicio del proyecto
- Fin del proyecto
- Llegada a obra del ascensor
- Escogimiento del color de la pintura por parte del propietario

Después de que se genera la lista de actividades se definen las características, o atributos de cada actividad de la lista.

Secuencia de las actividades

De acuerdo con la teoría de la ruta crítica para obtener la secuencia de las actividades se debe definir lo siguiente (para cada una de ellas)¹¹

¹⁰ PMI, 2004

¹¹ Antill y Woodhead, 1975

- Las actividades precedentes.
- Las actividades sucesorias.
- Las actividades que pueden realizarse simultáneamente.

Tipos de relaciones entre las actividades¹²

▪ Actividades desfasadas:

Existen actividades que deben ejecutarse a continuación de otras (por su naturaleza son actividades secuenciales), pero no requieren que las que se ejecutan primero, deban haber concluido para iniciar su ejecución. Este tipo de actividades se denominan actividades desfasadas

▪ Actividades secuenciales:

Existen actividades que solamente pueden ser realizadas luego de la ejecución de otra u otras se llaman actividades secuenciales.

Actividades paralelas:

Existen actividades que pueden ser realizadas simultáneamente, utilizando recursos diferentes o compartiendo recursos.

Inicio y finalización de las actividades:

Las fechas más tardías de una actividad son las fechas de iniciación y finalización de la misma que se obtienen cuando las actividades anteriores inician tan tarde como sea posible, sin afectar a la fecha de finalización del proyecto.

Las fechas más tempranas de una actividad son las fechas de iniciación y finalización que se obtienen cuando todas las actividades anteriores inician tan pronto sea posible.

Estimación de la duración de las actividades

Por medio del criterio de expertos, datos históricos, estimación de eficiencia de mano de obra y métodos estadísticos se pueden definir los tiempos más probables de duración de las actividades y del proyecto como un todo, tomando en cuenta el método de la wta crítica. (PMI, 2004)

“El primer paso para establecer el programa de un proyecto es estimar cuánto durará cada actividad; desde el momento en se inicie hasta en que se termine. Esta duración estimada tiene que ser el tiempo total transcurrido: el tiempo para que se haga el trabajo más cualquier tiempo de espera relacionado” (Gido y Clementes, 2003).

Tiempo optimista:

Es el menor tiempo posible en el cual puede ejecutarse la actividad, utilizando los recursos normales. En otras palabras: es el tiempo necesario para terminar el trabajo en caso que todo ocurra mejor de lo que se esperaba.

Tiempo más probable:

Es la estimación de tiempo más exacta posible. En otras palabras: es aquella duración de actividad que se adoptará si se imagina que todo sucede satisfactoriamente.

Tiempo pesimista:

Es el máximo tiempo necesario para la ejecución de la actividad.

Si el proceso se repitiese un gran número de veces, y su duración obedece a una distribución probabilística (campana de Gauss), el tiempo medio estimado de ejecución que llevaría la actividad se podría calcular mediante la siguiente expresión:

$$M = \frac{O + 4MP + P}{6} \quad \text{Ec.1}$$

Donde O (es el tiempo optimista), M (es el tiempo medio) ó más probable y P (es el tiempo pesimista).

¹² PMI,2004

Mediante la incorporación de la desviación estándar de los tiempos de ejecución de las actividades a la técnica PERT, es posible estimar razonablemente la fecha de terminación de un proyecto con una probabilidad del 50% al 95%.

Desarrollo del cronograma

“Una vez que se tiene la duración estimada para cada actividad en la red y una ventana de tiempo global, en la que se debe determinar el proyecto, es necesario determinar (sobre la base de duraciones y el orden de precedencias), si es posible realizar actividades en el tiempo de terminación requerido. Para decidir esto, se puede calcular un programa del proyecto que proporcione una tabla de tiempos para cada una y que muestre los tiempos más tempranos y los tiempos más tardíos”¹³

Existen básicamente dos métodos para hacer la programación de una obra, estos son: método de redes (Pert/CPM) y el método de barras (Gantt).

Ambos métodos comparten características tales como:

- Las actividades son definidas
- Las actividades tienen una secuencia basada en el tiempo
- Se define una ruta crítica
- Se pueden representar gráficamente

Métodos de redes y barras

El diagrama GANTT tradicional representa a las actividades como barras horizontales cuya longitud y posición se determina basándose en una escala horizontal proporcional al tiempo.

Es evidente que, desde el punto de vista del especialista, la calidad de la información proporcionada por un diagrama PERT/CPM es mucho mejor que la que proporciona un diagrama GANTT, aunque no necesariamente es más fácil de manejar.

Para analizar, o revisar un problema de construcción en el que se haya empleado el PERT o el CPM, es necesario primero, preparar un diagrama, o modelo en la forma de una red

esquemática que represente, todas las operaciones componentes y las relaciones de unas con otras.

Método de la ruta crítica

Las actividades retrasadas provocan un retraso de todo el proyecto; y si se adelantan, provocan un avance en la conclusión del proyecto, son las llamadas críticas, y éstas definen la duración del proyecto, debido a esto es que se les debe de poner especial cuidado durante el proceso de ejecución.

Las actividades que no forman parte de la ruta crítica tienen una holgura, de cada una de estas actividades es el tiempo que puede retrasarse antes de volverse crítica.

De acuerdo a la teoría de la ruta crítica (Anfill y Woodhead, 1975) en la programación de proyectos existen dos tipos de holgura: la holgura total y la holgura libre.

- a) Holgura total: Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar a la finalización del proyecto.
- b) Holgura libre: Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar el inicio de la inmediatamente posterior.

“El método de la ruta crítica es una técnica relativamente nueva y eficaz en la planeación y administración de todo tipo de proyectos. En esencia es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todos los componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de esta red, para la completa determinación del mejor programa de operación.

Es un método que se adapta admirablemente a la industria de la construcción. Permite la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo. Una vez que el mejor plan ha sido elaborado en esta forma, el diagrama de la ruta crítica indica claramente las operaciones que controlan la ejecución fluida de los trabajos. Finalmente, durante la construcción, el diagrama provee al director del proyecto de una información precisa de los efectos de cada variación o retraso en el plan adoptado, permitiéndole así identificar las operaciones que requieran cambios (Antill y Woodhead, 1975).

¹³ Gido y Clementes, 2003

Programas de computación

Con la aparición de las computadoras personales se tiene acceso a programas de computación que facilitan el trabajo de crear redes, o diagramas de barras y variarlos según las necesidades. Con estos programas podemos lograr proyectos mejor planificados y con mejores resultados, no solamente en plazos de entrega, sino que también en resultados financieros, se puede realizar un control del proyecto, durante su ejecución, para tomar decisiones o evaluar cambios en marcha y anticipar los resultados de la obra.

Control del cronograma

El control del cronograma se realiza midiendo el avance periódicamente respecto de la línea base. Se deben tomar en cuenta los cambios solicitados que afectan el tiempo, para así tomarlo en cuenta cuando se evalúa el rendimiento.

Según Gido y Clements (2003) el control del cronograma incluye cuatro pasos:

- Analizar el programa para determinar qué áreas necesitan acción correctiva.
- Decidir qué acciones correctivas específicas se deben llevar a cabo.
- Revisar el plan para incorporar las acciones correctivas seleccionadas.
- Volver a calcular el programa, para evaluar los efectos de las acciones planeadas. Si las acciones correctivas no dan como resultado un programa aceptable, es necesario repetir estos pasos.

Administración de los costos

Con la administración de los costos se logra asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado.

La administración de costos de un proyecto incluye tres procesos principales los cuales son:

- Estimación de costos
- Preparación del presupuesto
- Control de costos

Según se muestra en la figura 5.

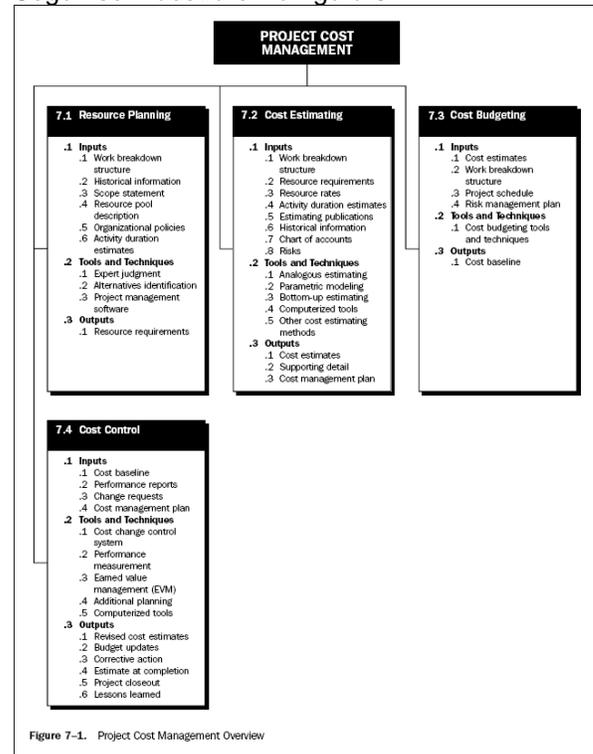


Figura 5. Descripción general de la gestión de los costos del proyecto

Fuente: Guía del PMBOK

Estimación de costos

La estimación de costos de las actividades del cronograma implica desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada tarea del cronograma. Al hacer una aproximación de los costos, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de las estimaciones de gastos, incluyendo los riesgos.

La estimación de costos incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de costos. Por ejemplo, en la mayoría de las áreas de aplicación, se considera que el trabajo adicional durante la fase de diseño tiene el potencial de reducir el costo de la fase de ejecución y de las operaciones de productos.

El proceso de estimación de gastos evalúa si las reducciones de costos esperadas pueden compensar el costo del trabajo adicional de diseño.

Las estimaciones de costos generalmente se expresan en unidades monetarias (dólares, euros, yen..) para facilitar las comparaciones tanto dentro de los proyectos como entre ellos. En algunos casos, el estimador puede utilizar unidades de medida para estimar los costos, tales como horas de trabajo o días de trabajo, junto con sus estimaciones de costos, para facilitar un adecuado control de gestión.

Las estimaciones de costos pueden mejorarse a través de refinamientos durante el transcurso del proyecto para reflejar los detalles adicionales disponibles. La exactitud de la estimación de un proyecto aumenta a medida que avanza el proyecto, a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Si la organización ejecutante no tiene estimadores de costos de proyectos formalmente formados, el equipo del proyecto deberá proporcionar los recursos y la experiencia para llevar a cabo las actividades de estimación de costos del proyecto.¹⁴

Preparación del presupuesto de costos

La preparación de este aspecto presupuestario implica sumar los costos estimados de las actividades del cronograma o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de costo total, a fin de medir el rendimiento del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto proporciona el presupuesto resumen.

Sin embargo, las estimaciones relacionadas con este aspecto de las actividades del cronograma o de los paquetes de trabajo se prepara con anterioridad a las solicitudes de presupuesto detallado y autorización de trabajo¹⁵

“Además de establecer un programa de línea base”, también es necesario desarrollar un presupuesto en esta misma dirección. Cuando se prepara una propuesta para el proyecto, se estiman los costos del mismo. Una vez que se toma la decisión de seguir adelante con el trabajo propuesto, es necesario preparar un plan de cómo y cuando se gastarán los fondos.

El proceso de elaborar un presupuesto incluye dos pasos. Primero, el costo estimado del proyecto se asigna a los diversos paquetes de

trabajo en la EDT. Segundo, el importe para cada paquete de trabajo se distribuye a lo largo de su duración, (realizar un flujo de caja esperado) con el fin de determinar cuanto de su presupuesto se gastó en cualquier momento’ (Gido y Clements 2003)

La preparación del presupuesto de costos implica sumar los costos estimados de las actividades o paquetes de trabajo individuales a fin de establecer un plan de referencia de costos o presupuesto línea base de costo total para medir el rendimiento del proyecto. (PMI 2004)

El presupuesto de costo consta básicamente de dos variables, las cuales son cantidad y precio, una vez determinada la estimación de costos, se multiplica éste precio por la cantidad y se puede realizar una sumatoria final de costo del proyecto. Estos gastos del proyecto conforman su presupuesto.

El presupuesto inicial del proyecto es la “línea base de costo del proyecto” y con base en esta, se realizan las mediciones de control y seguimiento.

En caso de que a lo largo del proyecto cambien las calidades o cantidades de los entregables se debe actualizar el presupuesto y tomar en cuenta, en el control de costo.

Control de costos

El control de costos del proyecto incluye:

- a) Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo
- b) Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados
- c) Gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan
- d) Asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto
- e) Realizar el seguimiento del rendimiento del costo, para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de costo
- f) Registrar todos los cambios pertinentes con precisión en la línea base de costo
- g) Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados, o no aprobados en el costo, o en el uso de recursos informados.
- h) Informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes
- i) Actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

¹⁴ Guía del PMBOK

¹⁵ Guía del PMBOK

- j) El control de costos del proyecto busca las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del Control Integrado de cambios

Administración de la calidad.

Los objetivos de la administración de la calidad son los siguientes: asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales inició, identificar los estándares de calidad relevantes al proyecto y determinar como satisfacer dichos aspectos.¹⁶

Los procesos de la administración de la calidad se muestran en la siguiente figura, estos procesos están definidos por el PMI (2004).

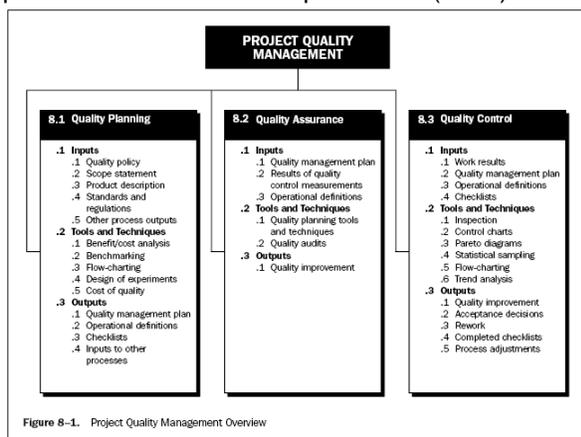


Figura6. Descripción general de la gestión de calidad de un proyecto.
Fuente: Guía del PMBOK

Planificación de la calidad¹⁷

La planificación de calidad implica identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determinar cómo satisfacerlas.

Una vez identificadas las normas de calidad, la organización debe de gestionar un plan de gestión de calidad, éste plan de calidad debe de tomar en cuenta los factores internos de la organización, tales como políticas, procedimientos y guías de calidad, así como bases históricas y lecciones aprendidas de proyectos anteriores. También para realizar el plan de gestión de calidad se deben de tomar en cuenta los factores externos a la organización, dentro de éstos factores externos se encuentran las regulaciones de las agencias gubernamentales, reglas, normas y guías específicas del área de aplicación que podría afectar al proyecto.

Tal y como se realiza para cualquier planificación, se debe también de tomar en cuenta el enunciado del alcance del proyecto, porque documenta los principales entregables que se toman en cuenta para realizar la medición de la calidad.

Plan de gestión de calidad

El plan de gestión de calidad describe cómo implementará el equipo de dirección de proyecto, la política de calidad de la organización ejecutante. El plan de gestión de calidad es un componente ó un subsidiario del plan de gestión del proyecto.

Métricas de calidad

Una métrica es una definición operativa que describe, en términos muy específicos, lo que algo es y cómo lo mide el proceso de control de calidad

Realizar aseguramiento de la calidad¹⁸

El aseguramiento de la calidad es la aplicación de actividades planificadas y sistemáticas relativas, para asegurar que el proyecto emplee todos los

¹⁶ Administración Profesional de Proyectos la guía Yamal Chamoun

¹⁷ PMI(2004)

¹⁸ PMI(2004)

procesos necesarios para cumplir con los requisitos

Cambios solicitados

La mejora de la calidad incluye llevar a cabo acciones para aumentar la efectividad y eficiencia de políticas, procesos y los procedimientos de la organización ejecutante.

Acciones correctivas

La mejora de la calidad incluye recomendar acciones a fin de aumentar la efectividad y eficiencia de la organización ejecutante. Una acción correctiva aquellas que se recomienda inmediatamente como consecuencia de las actividades aseguradoras de la calidad, tales como auditorias y análisis del proceso.

Realización de control de calidad¹⁹

Realizar control de calidad (QC) implica supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios. Esto debería ser realizado durante todo el proyecto. Las normas de calidad incluyen los objetivos de los procesos y productos del proyecto. Los resultados incluyen los productos entregables y los resultados de la dirección de proyectos, tales como el rendimiento del costo y del cronograma.

El QC a menudo se lleva a cabo por un departamento de control de calidad o una unidad de la organización con una denominación similar. El QC puede incluir acciones para eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio del proyecto.

El equipo de dirección del proyecto debería tener un conocimiento práctico del control de calidad estadístico, en especial de muestreo y probabilidad, para ayudar a evaluar las salidas de QC.

Administración de los recursos humanos

La administración de los recursos humanos del proyecto incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo. El mismo está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluirlo.

Si bien es común hablar de asignación de roles y responsabilidades, los miembros del equipo deberían participar en gran parte de la planificación y toma de decisiones.

La participación temprana de los miembros del equipo aporta experiencia durante el proceso de planificación y fortalece el compromiso con el proyecto. El tipo y la cantidad de miembros del equipo a menudo pueden cambiar, a medida que avanza el plan. Los miembros del equipo pueden denominarse personal del proyecto.

El equipo de dirección es un subgrupo del equipo del proyecto y es responsable de las actividades de dirección de proyectos, tales como la planificación, el control y el cierre. Este grupo puede denominarse equipo central, equipo ejecutivo o equipo de liderazgo. Para proyectos más pequeños, las responsabilidades de la dirección de proyectos pueden ser compartidas por todo el equipo o administradas únicamente por el director. El patrocinador trabaja con el equipo de dirección del proyecto, ayudando generalmente con cuestiones tales como la financiación del proyecto, aclarando preguntas sobre el alcance y ejerciendo influencia sobre otros a fin de beneficiar este.

La figura siete muestra una descripción general de los procesos de gestión de los recursos humanos del proyecto, incluyen lo siguiente:

¹⁹ Guía del PMBOK

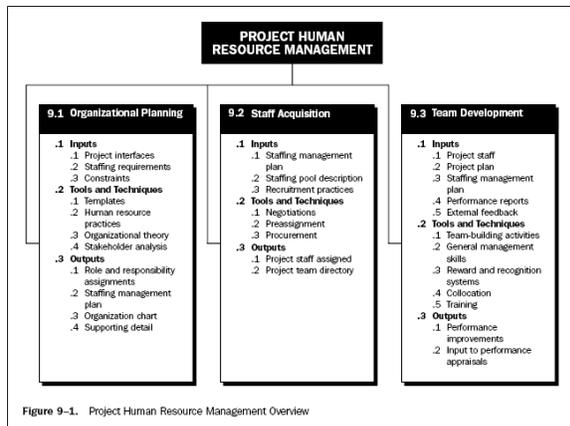


Figura7. Descripción general de la gestión de los recursos humanos de un proyecto
Fuente: Guía del PMBOK

Planificación de los recursos humanos

La planificación de los recursos humanos determina los roles del proyecto, las responsabilidades y las relaciones de informe, y crea el plan de gestión de personal. Los roles pueden designarse para personas o grupos. Ellas pueden estar dentro o de fuera de la organización que lleva a cabo el proyecto. El plan de gestión de personal puede incluir cómo y cuándo se adquirirán los miembros del equipo del proyecto, los criterios para eximirlos del proyecto, la identificación de las necesidades de formación, los planes relativos a recompensas y reconocimiento, consideraciones sobre cumplimiento, polémicas de seguridad y el impacto del plan de gestión de personal sobre la organización.

Adquirir el equipo del proyecto

Adquirir el equipo del proyecto es el proceso de obtener los recursos humanos necesarios para completar el proyecto. El equipo de dirección del proyecto puede o no tener control sobre los miembros del equipo seleccionados para el proyecto.

Desarrollar el equipo del proyecto

Desarrollar el equipo del proyecto mejora las competencias e interacciones de los miembros del equipo a fin de mejorar el rendimiento del proyecto. Los objetivos incluyen:

- Mejorar las habilidades de los miembros del equipo a fin de aumentar su capacidad de completar las actividades.
- Mejorar los sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del equipo a fin de incrementar la productividad a través de un mayor trabajo en equipo.

Para que el trabajo en equipo sea efectivo es necesario ayudarse mutuamente, cuando las cargas de trabajo no están equilibradas, comunicarse de forma que se ajuste a las preferencias individuales, y compartir información y recursos, Los esfuerzos para que el desarrollo del equipo sea más beneficioso deben realizarse en las fases tempranas, pero deberían tener lugar durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Gestionar el equipo del proyecto

Gestionar el equipo del proyecto implica hacer un seguimiento del rendimiento de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver polémicas y coordinar cambios a fin de mejorar el rendimiento. El equipo de dirección del proyecto observa el comportamiento del equipo, gestiona los conflictos, resuelve las polémicas y evalúa el rendimiento de los miembros del equipo. Como consecuencia de gestionar el equipo, se actualiza el plan de gestión de personal, se presentan solicitudes de cambio, se resuelven polémicas, se proporciona una entrada a las evaluaciones de rendimiento de la organización y las lecciones aprendidas se añaden a la base de datos de la organización.

La gestión del equipo del proyecto es complicada cuando los miembros del equipo están subordinados tanto a un gerente funcional como al director dentro de una organización matricial.

Administración de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones del proyecto es el área de conocimiento que incluye los procesos necesarios, para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma.

Los procesos de gestión de las comunicaciones proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas. Los directores pueden invertir una cantidad excesiva de tiempo comunicándose con el equipo del proyecto, interesados, el cliente y el patrocinador. Todas las personas involucradas deben comprender cómo afectan las comunicaciones al proyecto como un todo.

La figura ocho muestra una descripción general de los procesos de gestión de las comunicaciones del proyecto.

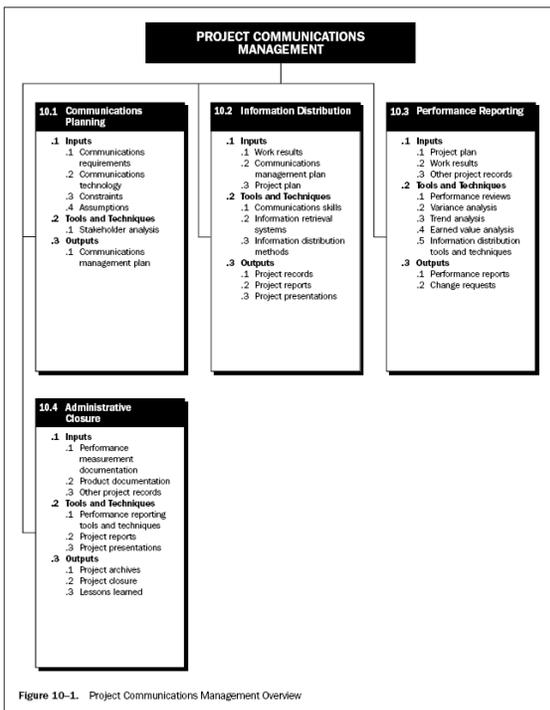


Figure 10-1. Project Communications Management Overview

Figura 8. Descripción general de las comunicaciones de un proyecto

Fuente: Guía del PMBOK

Planificación de las comunicaciones

El proceso planificación de las comunicaciones determina las necesidades de información y comunicación de los interesados; por ejemplo, ¿quién necesita?, ¿qué información?, ¿cuándo la necesitará?, ¿cómo le será suministrada? y ¿por quién?. Si bien todos los proyectos comparten la necesidad de comunicar información, las necesidades de información y los métodos de distribución varían ampliamente.

Identificar las necesidades de información de los interesados y determinar una forma adecuada de satisfacerlas un factor importante para el éxito del proyecto.

En la mayoría de los proyectos, la mayor parte de la planificación de las comunicaciones se hace como parte de las primeras fases. Sin embargo, los resultados de este proceso de planificación se revisan regularmente a lo largo del proyecto y siempre que sea necesario para asegurar la continuidad de su aplicabilidad.

La planificación de las comunicaciones a menudo está estrechamente vinculada a los factores ambientales de la empresa y las influencias de la organización, dado que la estructura de la organización del proyecto tendrá un efecto importante sobre los requisitos de comunicaciones del proyecto.

Distribución de la información

La distribución de la Información implica poner la información necesaria a disposición de los interesados en el proyecto de manera oportuna incluye implementar el plan de gestión de las comunicaciones, así como responder a las solicitudes inesperadas de información.

Informar el rendimiento

El proceso Informar el rendimiento implica la relación de todos los datos de la línea base y la distribución sobre el rendimiento a los interesados. En general, esta información sobre el rendimiento incluye la forma en que se están utilizando los recursos para lograr los objetivos del proyecto. Este aspecto generalmente debe proporcionar información sobre el alcance, el cronograma, los costos y la calidad. Muchos proyectos también requieren información sobre el

riesgo y las adquisiciones. Los informes pueden prepararse sobre todo el proyecto, o bien sobre aspectos específicos del mismo.

Gestionar a los interesados

La gestión de los interesados se refiere a gestionar las comunicaciones con el fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos.

Gestionar activamente a los interesados aumenta la probabilidad de que el proyecto no se desvíe de su curso, debido a polémicas sin resolver con ellos, mejora la capacidad de las personas de trabajar en forma sinérgica y limita las interrupciones durante el proyecto. Normalmente, el director del proyecto es el responsable de la gestión a los interesados.

Administración de los riesgos

La administración de los riesgos del proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión, la identificación y el análisis, las respuestas, y el seguimiento y control. La mayoría de estos procesos se actualizan durante el proyecto.

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

Un riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo, como: tiempo, costo, alcance o calidad (es decir, cuando el objetivo de tiempo de un proyecto es cumplir con el cronograma y costo acordados). Un riesgo puede tener una o más causas y, si se producen, uno o más impactos. Por ejemplo, una causa puede ser el requerir un permiso ambiental para hacer el trabajo, o que se asigne personal limitado para diseñar el proyecto. El evento de riesgo es que la agencia que otorga el permiso puede tardar más de lo previsto en emitirlo, o el personal de diseño disponible y asignado puede no ser suficiente para la actividad. Si ocurre alguno de estos eventos

inciertos, puede haber un impacto sobre el costo, el cronograma o el rendimiento del proyecto. Las condiciones de riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización que pueden contribuir al riesgo, tales como prácticas deficientes en la dirección, la falta de sistemas de gestión integrados, múltiples proyectos concurrentes, o la dependencia de participantes externos que no pueden ser controlados.

La Figura nueve muestra una descripción general de los procesos de gestión de los riesgos del proyecto.

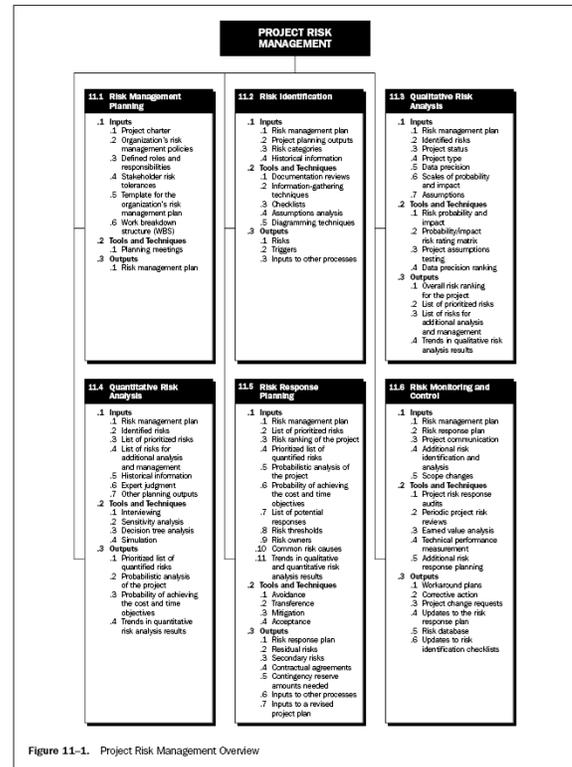


Figura 9. Descripción general de la gestión de los riesgos del proyecto

Fuente: Guía del PMBOK

Planificación de la gestión de riesgos

Una planificación cuidadosa y explícita mejora la posibilidad de éxito de los otros cinco procesos de gestión de riesgos. La planificación de la gestión de riesgos es el proceso de decidir cómo abordar y llevar a cabo las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

La planificación de los procesos de gestión de riesgos es importante para garantizar que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión sean acordes con el riesgo y la importancia del proyecto, para la organización, a fin de proporcionar recursos y tiempo suficientes para las actividades de gestión de riesgos, y para establecer una base acordada para evaluar los riesgos.

El proceso planificación de la gestión de riesgos, debe completarse en las fases tempranas de la planificación del proyecto, dado que es crucial para realizar con éxito los demás procesos.²⁰

Identificación de riesgos

La identificación de riesgos determina qué riesgos pueden afectar al proyecto y documenta sus características. Entre las personas que participan en actividades de identificación de riesgos se pueden incluir, según corresponda, las siguientes: el director del proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de gestión de riesgos (si se asigna uno), expertos en la materia ajenos al equipo del proyecto, clientes, usuarios finales, otros directores de proyectos, interesados y expertos en gestión de riesgos. Si bien estos miembros del personal son a menudo participantes claves de la identificación de riesgos, se debería fomentar la identificación de riesgos por parte de todo el personal del proyecto.

La Identificación de riesgos es un proceso iterativo, porque se pueden descubrir nuevos riesgos a medida que el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.

La frecuencia de la iteración y quién participará en cada ciclo variará de un caso a otro. El equipo del proyecto debe participar en el

proceso para poder desarrollar y mantener un sentido de pertenencia y responsabilidad por los riesgos y las acciones asociadas con la respuesta a los riesgos. Los interesados ajenos al equipo del proyecto pueden proporcionar información adicional sobre los objetivos.

Como alternativa, puede llevar directamente al proceso análisis cuantitativo de riesgos cuando lo dirige un director de riesgos experimentado. En algunas ocasiones, simplemente la identificación de un riesgo puede sugerir su respuesta, y esto debe registrarse para realizar otros análisis y para su implementación en el proceso planificación de la respuesta a los riesgos

Análisis cualitativo de riesgos

El análisis cualitativo de riesgos incluye los métodos para priorizar los riesgos identificados para realizar otras acciones, como análisis cuantitativo de riesgos o planificación de la respuesta a los riesgos. Las organizaciones pueden mejorar el rendimiento del proyecto de manera efectiva centrándose en los riesgos de alta prioridad.

El Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad de los riesgos identificados usando la probabilidad de ocurrencia, el impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos efectivamente ocurren, así como otros factores como el plazo y la tolerancia al riesgo de las restricciones del proyecto como costo, cronograma, alcance y calidad.

Las definiciones de los niveles de probabilidad e impacto, así como las entrevistas a expertos, pueden ayudar a corregir los sesgos que a menudo están presentes en los datos usados en este proceso. La criticidad temporal de acciones relacionadas con riesgos puede magnificar la importancia de un riesgo. Una evaluación de la calidad de la información disponible sobre los riesgos del proyecto también ayuda a comprender la evaluación de la importancia del riesgo.

El análisis cualitativo de riesgos es normalmente una forma rápida y rentable de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los riesgos, y sienta las bases para el análisis cuantitativo de riesgos, si fuera necesario. El análisis cualitativo deberá ser revisado continuamente durante el ciclo de vida del proyecto para que esté actualizado con los

²⁰ La Guía del PMBOK

cambios en los riesgos del proyecto. El análisis cualitativo requiere salidas de los procesos planificación de la gestión de riesgos e identificación de riesgos

Este proceso puede conducir a un análisis cuantitativo o directamente a la planificación de la respuesta a los riesgos.

Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos

La evaluación de probabilidad de los riesgos investiga la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el posible efecto sobre un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad, incluidos tanto los efectos negativos por las amenazas que implican, como los efectos positivos por las oportunidades que generan.

Para cada riesgo identificado se evalúan la probabilidad y el impacto. Pueden ser evaluados en entrevistas o reuniones con participantes seleccionados por su familiaridad con las categorías de riesgo del orden diario.

Entre ellos se incluyen los miembros del equipo del proyecto y, quizás, expertos ajenos a él. Es necesario el juicio de expertos, ya que es posible que haya poca información sobre los riesgos en la base de datos de la organización de proyectos anteriores. Un facilitador experimentado puede dirigir la discusión, ya que los participantes pueden tener poca experiencia en la evaluación respectiva.

El nivel de probabilidad de cada riesgo y su impacto sobre cada objetivo se evalúa durante la entrevista o reunión. Los detalles explicativos, incluidas las asunciones que justifican los niveles asignados, también se registran. Las probabilidades y los impactos de los riesgos se califican de acuerdo con las definiciones dadas en el plan de gestión de riesgos. A veces, los riesgos con calificaciones evidentemente bajas en cuanto a probabilidad e impacto, no se califican, pero se incluyen en una lista de supervisión para su seguimiento futuro.

Matriz de probabilidad e impacto

Los riesgos pueden ser priorizados para un análisis cuantitativo posterior y para las respuestas posteriores, basándose en su

calificación. Las calificaciones son asignadas a los riesgos basándose en la probabilidad y el impacto evaluados.

La evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, de su prioridad, generalmente se realiza usando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto. Dicha matriz específica combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a la calificación de los riesgos como de prioridad baja, moderada o alta. Pueden usarse términos descriptivos o valores numéricos, dependiendo de la preferencia de la organización.

La organización debe determinar qué combinaciones de probabilidad e impacto resultan en una clasificación de riesgo alto (“estado rojo”), moderado (“estado amarillo”) o bajo (“estado verde”). Normalmente, estas reglas para calificar los riesgos son especificadas por la organización de antemano, antes de comenzar el proyecto, y se incluyen en los activos de los procesos de la organización.

Las reglas para calificar los riesgos pueden adaptarse al proyecto específico en el proceso planificación de la gestión de riesgos

Análisis cuantitativo ²¹

El análisis cuantitativo de riesgos se realiza a los riesgos priorizados en el proceso análisis cualitativo de riesgos por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso análisis cuantitativo de riesgos analiza el efecto de esos riesgos y les asigna una calificación numérica.

También presenta un método cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre. Este proceso usa técnicas tales como la simulación Monte Carlo y el análisis mediante árbol de decisiones para:

- Cuantificar los posibles resultados del proyecto y sus probabilidades
- Evaluar la probabilidad de lograr los objetivos específicos del proyecto
- Identificar los riesgos que requieren una mayor atención mediante la cuantificación de su contribución relativa al riesgo general del proyecto

²¹ Guía del PMBOK

- Identificar objetivos de costo, cronograma o alcance realistas y viables, dados los riesgos del proyecto
- Determinar la mejor decisión de dirección de proyectos cuando algunas condiciones o resultados son inciertos.

El análisis cuantitativo de riesgos generalmente sigue al proceso análisis cualitativo de riesgos, si bien algunos directores de riesgos experimentados a veces lo realizan directamente después de la identificación de riesgos. En algunos casos, es posible que no sea necesario para desarrollar respuestas efectivas a los riesgos. La disponibilidad de tiempo y presupuesto, y la necesidad de enunciados cualitativos o cuantitativos acerca de los riesgos y sus impactos, determinarán qué métodos usar en cualquier proyecto en particular. El análisis cuantitativo de riesgos debe repetirse después de la planificación de la respuesta a los riesgos, también como parte del seguimiento y control de riesgos, para determinar si el riesgo general del proyecto ha sido reducido satisfactoriamente. Las tendencias pueden indicar la necesidad de más o menos acciones de gestión de riesgos. Es una entrada al proceso planificación de la respuesta a los riesgos.

Planificación de la respuesta a los riesgos

La planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso de desarrollar opciones y determinar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Se realiza después de los procesos análisis cualitativo de riesgos y análisis cuantitativo de riesgos. Incluye la identificación y asignación de una o más personas (el “propietario de la respuesta a los riesgos”) para que asuma la responsabilidad de cada respuesta acordada y financiada. La planificación de la Respuesta a los riesgos aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, cronograma y plan de gestión del proyecto, según sea necesario.

Las respuestas a los riesgos planificadas deben ser congruentes con la importancia del riesgo, tener un costo efectivo en relación al desafío, ser aplicadas a su debido tiempo, ser realistas dentro del contexto del proyecto, estar acordadas por todas las partes implicadas, y a

cargo de una persona responsable. A menudo, es necesario seleccionar la mejor respuesta a los riesgos entre varias opciones.

La sección planificación de la respuesta a los riesgos presenta los enfoques comúnmente usados para planificar las respuestas a los riesgos. Incluyen las amenazas y las oportunidades que pueden afectar al éxito del proyecto, y se discuten las respuestas para cada una de ellas.

Administración de adquisiciones²²

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo. La organización puede ser la compradora o la vendedora del producto, servicio o resultados bajo un contrato.

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios necesarios para administrar contratos u órdenes de compra emitidas por miembros autorizados del equipo del proyecto.

La gestión de las adquisiciones del proyecto también incluye la administración de cualquier contrato emitido por una organización externa (el comprador) que esté adquiriendo el proyecto a la organización ejecutante (el vendedor), y la administración de las obligaciones contractuales que corresponden al equipo del proyecto en virtud del contrato.

La figura 10 muestra una descripción general de los procesos de gestión de las adquisiciones del proyecto.

²² Guía del PMBOK

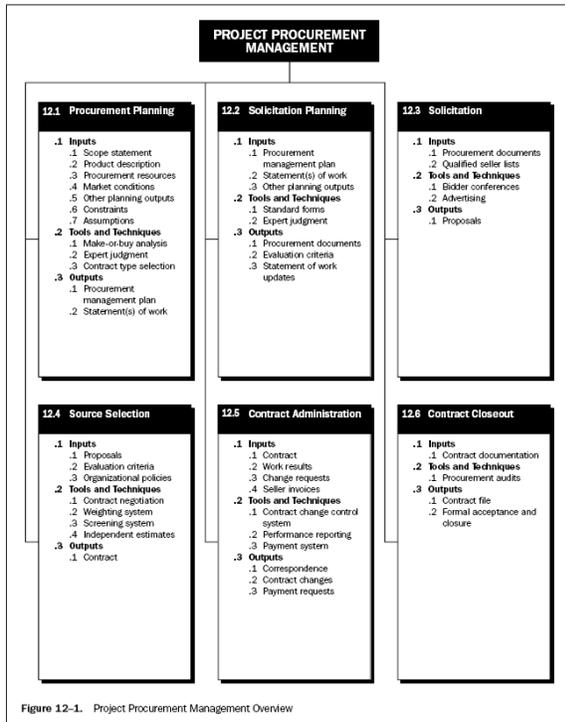


Figura 10. Descripción general de la gestión de la integración del proyecto
Fuente: Guía del PMBOK

Planificar las compras y adquisiciones

El proceso identifica qué necesidades del proyecto pueden satisfacerse de mejor manera comprando o adquiriendo los productos, servicios o resultados fuera de la organización del proyecto, y qué necesidades del proyecto puede satisfacer el equipo del proyecto durante la ejecución del mismo. Este proceso implica considerar si es conveniente adquirir, qué y cuánto adquirir, y cómo y cuándo hacerlo.

Cuando el proyecto obtiene los productos, servicios y resultados necesarios para el rendimiento fuera de la organización ejecutante, se realizan los procesos desde planificar las compras y adquisiciones hasta cierre del contrato para cada artículo que se va a comprar o adquirir.

El proceso planificar las compras y adquisiciones también incluye la consideración de posibles vendedores, especialmente si el

comprador desea ejercer algún tipo de influencia, o control sobre las decisiones de contratación.

También se deberá considerar quién es el responsable de obtener o mantener los permisos y licencias profesionales relevantes que la legislación propone, y alguna regulación, o la política que la organización pueda requerir al ejecutar el proyecto.

El cronograma del proyecto puede influir significativamente en el proceso planificar las compras y adquisiciones. Las decisiones que se toman al desarrollar el plan de gestión de las adquisiciones también pueden influir en el cronograma del proyecto, y están integradas con el desarrollo del cronograma, la estimación de recursos de las actividades y las decisiones de fabricación propia o compra.

El proceso planificar las compras y adquisiciones, comprende la revisión de los riesgos involucrados en cada decisión de fabricación propia o compra; también incluye la revisión del tipo de contrato que se planea usar respecto de mitigar los riesgos y transferir riesgos al vendedor.

Planificar la contratación

El proceso planificar la contratación prepara los documentos necesarios para respaldar el proceso solicitar respuestas de vendedores y el proceso selección de vendedores.

Solicitar respuestas de los vendedores

El proceso solicitar respuestas de vendedores obtiene contestaciones, tales como ofertas y propuestas, de potenciales vendedores, acerca de la forma en que puede cumplirse con los requisitos del proyecto. La mayor parte del esfuerzo real en este proceso es realizado por los vendedores potenciales, normalmente sin costo directo para el proyecto, ni para el comprador.

Selección de vendedores

El proceso Selección de Vendedores recibe ofertas o propuestas y aplica criterios de evaluación, según corresponda, para seleccionar uno o más vendedores calificados y aceptables como tales. En el proceso de decisión de

selección de vendedores se pueden evaluar muchos factores, a saber:

- El precio o costo puede ser el determinante principal para un artículo listo para vender, pero el menor precio propuesto puede no ser el menor costo si el vendedor se demuestra incapaz de entregar los productos, servicios o resultados a tiempo.
- Las propuestas a menudo son divididas en secciones técnicas (enfoque) y comerciales (precio), y cada una se evalúa por separado. A veces, se requieren secciones de gestión como parte de la propuesta, que también tienen que ser evaluadas.
- Pueden requerirse múltiples fuentes para productos, servicios y resultados críticos, para poder mitigar los riesgos que pueden estar asociados a temas tales como cronogramas de entrega y requisitos de calidad. Se tienen en cuenta el costo potencialmente superior asociado a esos múltiples vendedores, incluida toda pérdida de posibles descuentos por cantidad, y los temas de reemplazo y mantenimiento.

Administración del contrato

Tanto el comprador como el vendedor administran el contrato con finalidades similares.

Cada parte se asegura de que ambas partes cumplan con sus obligaciones contractuales y de que sus propios derechos legales se encuentren protegidos. El proceso de administración del contrato asegura que el rendimiento del vendedor cumplirá con los requisitos contractuales y que el comprador actuará conforme con los términos del contrato. En proyectos más grandes con varios proveedores de productos, servicios y resultados, un aspecto clave de la administración del contrato es gestionar las interfaces entre los diversos proveedores.

La naturaleza legal de la relación contractual hace imperativo que el equipo de dirección del proyecto sea muy consciente de la importancia de las implicaciones legales de las acciones llevadas a cabo al administrar un contrato. Por motivos legales, muchas organizaciones tratan la administración del contrato como una función administrativa independiente de la organización del proyecto.

Aunque el administrador del contrato pertenezca al equipo del proyecto, en general,

esta persona dependerá de un supervisor de un departamento diferente. Esto en general es así cuando la organización ejecutante es también la vendedora del proyecto a un cliente externo.

La Administración del Contrato incluye la aplicación de los procesos de dirección de proyectos apropiados a las relaciones contractuales, y la integración de las salidas de estos procesos en la gestión general del proyecto. Esta integración se produce a menudo a diversos niveles cuando hay varios vendedores y múltiples productos, servicios o resultados involucrados. Los procesos de dirección de proyectos que se aplican incluyen, entre otros:

- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto para autorizar el trabajo del contratista en el momento oportuno
- Informar el rendimiento para supervisar el coste, el cronograma y el rendimiento técnico del contratista
- Realizar control de calidad para inspeccionar y verificar la conformidad del producto del contratista
- Control integrado de cambios para asegurar que estén correctamente aprobados y que todas las personas que necesiten conocerlos estén enteradas de ellos.
- Seguimiento y control de riesgos para asegurar que se mitiguen.

La administración del contrato también tiene un componente de gestión financiera que involucra el seguimiento de los pagos al vendedor. Esto asegura que los plazos de pago definidos dentro del contrato se cumplan y que la compensación del vendedor se corresponda con sus avances, según lo establecido en el contrato.

El proceso de administración del contrato revisa y documenta cuál es o ha sido el rendimiento de un vendedor basándose en el contrato y en las acciones correctivas establecidas. Asimismo, el rendimiento se documenta como base para relaciones futuras con el vendedor. La evaluación del rendimiento del vendedor por parte del comprador se lleva a cabo principalmente para confirmar la competencia o incompetencia del vendedor, en relación con el rendimiento en un trabajo similar dentro del proyecto o en otros.

También se llevan a cabo evaluaciones similares cuando se debe confirmar que un vendedor no está cumpliendo con sus obligaciones contractuales, y cuando el comprador contempla la posibilidad de aplicar

acciones correctivas. La administración del contrato incluye gestionar la finalización anticipado del trabajo contratado (por justa causa, conveniencia o incumplimiento) de acuerdo con la cláusula de finalización del contrato.

Los contratos pueden ser modificados en cualquier momento con anterioridad al cierre por mutuo consentimiento, de acuerdo con los términos relativos al control de cambios incluidos en el contrato. Es posible que dichas modificaciones no siempre beneficien por igual al vendedor y al comprador.

Administración de la integración ²³

El área de conocimiento de gestión de la Integración del proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos de dirección de proyectos. En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, articulación y acciones de integración que son cruciales para concluir el proyecto y, al mismo tiempo, cumplir satisfactoriamente con los requisitos de los clientes y otros interesados, y gestionar las expectativas. La integración, en el contexto de la dirección de un proyecto, consiste en tomar decisiones sobre dónde concentrar recursos y esfuerzos cada día, anticipando las posibles polémicas de modo que puedan ser tratadas antes de que se conviertan en críticas y coordinando el trabajo para el bien del proyecto en general. El esfuerzo de integración también implica hacer concesiones, entre objetivos y alternativas en competencia.

La necesidad de integración en la dirección de proyectos se hace evidente en situaciones en las que los procesos individuales interactúan. Por ejemplo, una estimación de costos necesaria para un plan de contingencias implica la integración de los procesos de planificación que se describen con más detalle en los procesos de gestión de los costos del proyecto, los procesos de gestión del tiempo y los procesos de gestión de los riesgos del proyecto.

Cuando se identifican riesgos adicionales asociados con las distintas alternativas de personal, se deben revisar uno o más de dichos procesos. También es necesario que los productos entregables del proyecto se integren con las operaciones de la organización ejecutante o de la organización del cliente, o con la planificación estratégica a largo plazo, que tiene en cuenta los problemas y las oportunidades futuras.

La mayoría de los practicantes de la dirección de proyectos con experiencia saben que no hay una única manera de gestionar un proyecto. Estos aplican los conocimientos, habilidades y procesos de dirección de proyectos con diferentes órdenes y grados de rigor para alcanzar el rendimiento deseado del proyecto.

A continuación en la figura once se muestra la descripción general de la gestión de integración de un proyecto.

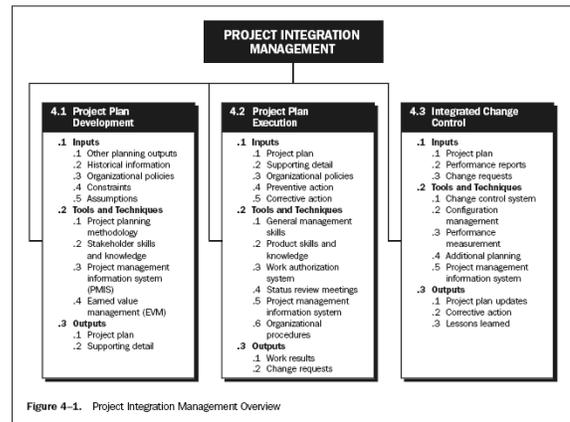


Figure 4-1. Project Integration Management Overview

Figura 11. Descripción general de la gestión de integración de proyecto.

Fuente: Guía de PMBOK

Desarrollar el acta de constitución del proyecto

El acta de constitución del proyecto es el documento que autoriza formalmente un proyecto. El acta de constitución del proyecto confiere al director la autoridad para aplicar recursos de la organización a las actividades. El director debe ser identificado y nombrado lo antes posible. El director siempre debe ser nombrado antes del inicio de la planificación y, preferentemente, mientras se desarrolla el acta de constitución del proyecto.

²³ Guía de PMBOK

Un iniciador o patrocinador, externo a la organización del proyecto, a un nivel apropiado para la financiación del proyecto, emite el acta de constitución del proyecto. Generalmente los proyectos son constituidos y autorizados fuera de la organización del proyecto por parte de una empresa, una agencia del gobierno, una compañía, la organización de un programa o la organización de un portafolio, como resultado de una o más de las siguientes consideraciones:

- Una demanda del mercado (por ejemplo, una compañía automovilística autoriza un proyecto para fabricar automóviles más eficientes en cuanto al consumo de combustible en respuesta a la escasez de gasolina)
- Una necesidad de negocio (por ejemplo, una compañía de formación autoriza un proyecto para crear un nuevo curso con el fin de aumentar sus ingresos)
- Una petición de un cliente (por ejemplo, una planta eléctrica autoriza un proyecto para construir una nueva subestación para abastecer a un nuevo polígono industrial)
- Un avance tecnológico (por ejemplo, una empresa de electrónica autoriza un nuevo proyecto para desarrollar un ordenador portátil más rápido, más barato y más pequeño, después de haberse producido distintos adelantos en memorias de ordenadores y en tecnología electrónica)
- Un requisito legal (por ejemplo, un fabricante de pinturas autoriza un proyecto para establecer procedimientos de manipulación de materiales tóxicos)
- Una necesidad social (por ejemplo, una organización no gubernamental en un país en desarrollo autoriza un proyecto para proveer sistemas de agua potable, letrinas y educación sanitaria a comunidades con altos índices de cólera).

Esos estímulos también pueden denominarse problemas, oportunidades o requisitos de negocio. El tema central de todos estos estímulos es que la dirección debe tomar una decisión sobre cómo responder, y qué proyectos autorizar y desarrollar. Los métodos de selección del proyecto implican medir el valor o el atractivo para el propietario o el patrocinador del proyecto, y pueden incluir otros criterios de decisión de la organización. La selección del proyecto también implica la elección de modos alternativos de ejecución del proyecto.

Desarrollar el enunciado al alcance del proyecto

El enunciado al alcance del proyecto es la definición del proyecto, los objetivos que deben cumplirse. El proceso desarrollar el enunciado al alcance del proyecto (Preliminar) aborda y documenta las características y los límites del proyecto, y sus productos y servicios relacionados, así como los métodos de aceptación y el control del alcance. El enunciado al alcance del proyecto incluye:

- Objetivos del proyecto y del producto
- Requisitos y características del producto o servicio
- Criterios de aceptación del producto
- Límites del proyecto
- Requisitos y productos entregables del proyecto
- Restricciones del proyecto
- Asunciones del proyecto
- Organización inicial del proyecto
- Riesgos iniciales definidos
- Hitos del cronograma
- EDT inicial
- Estimación de costos de orden de magnitud
- Requisitos de gestión de la configuración del proyecto
- Requisitos de aprobación

Desarrollar el plan de gestión del proyecto

El proceso desarrollar el plan de gestión del proyecto incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto.

El contenido del plan de gestión del proyecto variará de acuerdo con el área de aplicación y la complejidad. Este proceso da como resultado un plan de gestión del proyecto que se actualiza y revisa a través del proceso control integrado de cambios. Este plan define cómo se ejecuta, se supervisa y controla, y se cierra el proyecto. El plan de gestión del proyecto documenta el conjunto de salidas de los procesos de planificación e incluye:

Los procesos de dirección de proyectos seleccionados por el equipo de dirección del proyecto

- El nivel de implementación de cada proceso seleccionado
- Las descripciones de las herramientas y técnicas que se utilizarán para llevar a cabo esos procesos.
- Cómo se utilizarán los procesos seleccionados para dirigir el proyecto específico, incluidas las dependencias y las interacciones entre esos procesos, y las entradas y salidas esenciales.
- Cómo se ejecutará el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto
- Cómo se supervisarán y controlarán los cambios
- Cómo se realizará la gestión de la configuración
- Cómo se actualizará y usará la integridad de las líneas base para la medición del rendimiento
- La necesidad y las técnicas para la comunicación entre los interesados
- El ciclo de vida del proyecto seleccionado y, para los proyectos de múltiples fases, las fases del proyecto relacionadas
- Las revisiones clave de dirección acerca del contenido, la extensión y la oportunidad para facilitar la gestión de polémicas sin resolver y decisiones pendientes.

Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto

El proceso dirigir y gestionar la ejecución del proyecto requiere que el director del proyecto y el equipo realicen varias acciones para ejecutar el plan de gestión del proyecto para cumplir con el trabajo definido en el enunciado del alcance. Algunas de esas acciones son:

- Realizar actividades para cumplir con los objetivos.
- Realizar esfuerzos e invertir fondos para cumplir con los objetivos.
- Dotar de personal, formar y dirigir a los miembros del equipo, asignados al proyecto
- Obtener presupuestos, licitaciones, ofertas o propuestas, según corresponda
- Seleccionar vendedores eligiéndolos entre los posibles vendedores
- Obtener, gestionar y utilizar recursos, incluidos los materiales, herramientas, equipos e instalaciones

- Implementar los métodos y normas planificados
- Crear, controlar, verificar y validar los productos entregables del proyecto
- Gestionar los riesgos e implementar actividades de respuesta al riesgo
- Dirigir a los vendedores
- Adaptar los cambios aprobados al alcance, planes y entorno del proyecto
- Establecer y gestionar los canales de comunicación del proyecto, tanto externos como internos al equipo del proyecto
- Recoger datos sobre el proyecto e informar sobre el costo, el cronograma, el avance técnico de calidad, y la información de la situación para facilitar las proyecciones
- Recoger y documentar las lecciones aprendidas, e implementar las actividades de mejora de los procesos aprobados.

El director, junto con el equipo de dirección del proyecto, dirige el rendimiento de las actividades planificadas y gestiona las diversas interfaces técnicas y de la organización que existen. El proceso dirigir y gestionar la ejecución se encuentra afectado más directamente por el área de aplicación del proyecto. Los productos entregables se producen como salidas de los procesos realizados para cumplir con el trabajo del proyecto planificado y programado en el plan de gestión del proyecto. La información sobre el rendimiento del trabajo en cuanto al estado de conclusión de los productos entregables, y sobre aquello que se ha realizado, se recoge como parte de la ejecución y se vierte dentro del proceso de informar el rendimiento.

Aunque los productos, servicios o resultados del proyecto se presentan frecuentemente en forma de productos entregables tangibles, como edificios, carreteras, entre otros, también pueden proporcionarse como productos entregables intangibles, como por ejemplo, formación.

Supervisar y controlar el trabajo del proyecto

El proceso supervisar y controlar el trabajo del proyecto se realiza para supervisar los procesos relacionados con el inicio, la planificación, la ejecución y el cierre. Se adoptan acciones correctivas o preventivas para controlar el rendimiento. La supervisión es un aspecto de la dirección de proyectos que se realiza a lo largo de todo el trabajo. La supervisión incluye la recogida, medición y difusión de información sobre el rendimiento, y la evaluación de las mediciones y tendencias para llevar a efecto las mejoras del proceso. Esta supervisión continua le proporciona al equipo de dirección del proyecto una idea acerca del estado e identifica cualquier área que necesite más atención. El proceso supervisar y controlar el trabajo está relacionado con:

- Comparar el rendimiento real del proyecto con el plan de gestión.
- Evaluar el rendimiento para determinar si está indicado algún tipo de acción correctiva o preventiva, y luego recomendar dichas acciones cuando sea necesario.
- Analizar, efectuar el seguimiento y supervisar los riesgos para asegurarse de que los riesgos se identifiquen, se informa sobre su estado y se están ejecutando los planes de respuesta al riesgo adecuados.
- Mantener una base de información precisa y actualizada en lo que respecta al producto o productos y a su documentación relacionada, hasta la conclusión.
- Proporcionar información para respaldar el informe del estado de situación, la medición del avance y las proyecciones.
- Suministrar proyecciones para actualizar la información del costo actual y del cronograma.
- Supervisar la implementación de los cambios aprobados cuando y a medida que éstos se produzcan.

Control integrado de cambios

El proceso control Integrado de cambios se realiza desde el inicio del proyecto hasta su conclusión. El control de cambios es necesario porque los proyectos raramente se desarrollan

exactamente acorde con el plan de gestión del proyecto. Ya que el enunciado del alcance del proyecto y otros productos entregables deben mantenerse actualizados mediante la gestión cuidadosa y continua de los cambios, ya sea rechazándolos o aprobándolos, de tal manera que los cambios aprobados se incorporen a una línea base revisada. El proceso de control integrado de cambios incluye las siguientes actividades de gestión, con diferentes niveles de detalle, basándose en el grado de terminación de la ejecución del proyecto.

- Identificar que debe producirse un cambio o que ya se ha producido.
- Influir sobre los factores que podrían sortear el control integrado de cambios, de forma que solamente se implementen los cambios aprobados.
- Revisar y aprobar los cambios solicitados.
- Gestionar los cambios aprobados cuando y a medida que se produzcan, mediante la regulación del flujo de cambios solicitados.
- Mantener la integridad de las líneas base habilitando sólo los cambios aprobados para su incorporación dentro de los productos o servicios del proyecto, y manteniendo actualizada la documentación de configuración y planificación relacionada.
- Revisar y aprobar todas las acciones correctivas y preventivas recomendadas.
- Controlar y actualizar los requisitos del alcance, coste, presupuesto, cronograma y calidad basándose en los cambios aprobados, mediante la coordinación de cambios durante todo el proyecto. Por ejemplo, un cambio propuesto en el cronograma a menudo afectará a los costes, a los riesgos, a la calidad y al personal.
- Documentar el impacto total de los cambios solicitados.
- Validar la reparación de defectos.
- Controlar la calidad del proyecto según las normas, sobre la base de los informes de calidad.

En muchos casos, la organización ejecutora tendrá un sistema de control de cambios que podrá ser adoptado "tal como esta" para uso en el proyecto. Sin embargo, si un sistema apropiado no está disponible, el equipo de ejecución del proyecto tendrá necesidad de

desarrollar uno como parte del proyecto.

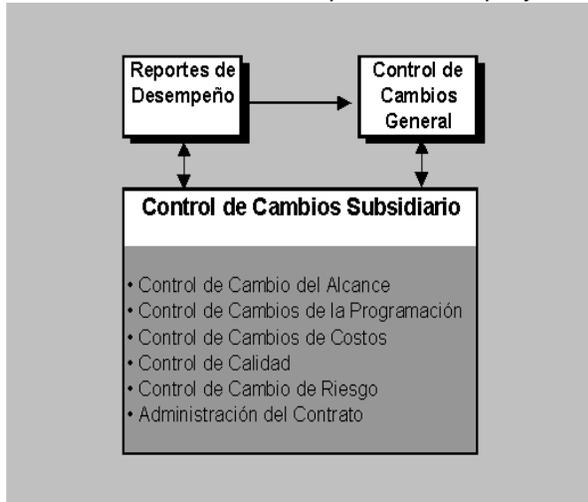


Figura 12. Coordinación de cambios a través del proyecto.
Fuente: Autor

Seguridad laboral

El riesgo laboral ha existido siempre y se ha contemplado como algo que es inherente al hecho mismo del trabajo. En la actividad laboral, durante mucho tiempo, han perdurado los resultados de la producción y los objetivos económicos de las empresas, sobre la protección del trabajador.

La lucha para evitar el daño físico y sus consecuencias, ha ido teniendo, históricamente, una lenta evolución que respondió a la actitud básica, mantenida socialmente frente a dicho riesgo en cada momento.

En los últimos tiempos esta preocupación por mejorar las condiciones de los trabajadores, ha tenido un fuerte ritmo dentro de la sociedad. Hoy no solo preocupan a las empresas las cuentas de resultado, sino que estas mismas empresas han comenzado a preocuparse por el estado de la salud y del bienestar de las personas que realizan la actividad productiva en las mismas. Las empresas ya han caído en la cuenta que su mejor patrimonio son sus propios trabajadores, que estos colaboradores son los que podrán alcanzar los objetivos que la organización se ha marcado, pero que también,

por falta de motivación, por desinterés, estos mismos trabajadores podrán ser capaces de hundir el mejor de los proyectos.

Los riesgos que entraña el trabajo, inicialmente o se desconocen o no se conocen bien los medios para combatirlos, por lo que a veces éstos se consideran como inevitables y consustanciales a la propia actividad laboral, aceptándose como un hecho en sí y hasta nos llega a parecer natural.

Con la puesta en marcha de la prevención de los riesgos laborales podemos conseguir invertir la pirámide de la accidentalidad con el fin de crear, en las empresas, un clima de confort y seguridad que mejoren las relaciones interpersonales.

Este avance en la prevención lo podremos lograr a través de una doble progresión:

- ✓ Los avances en el conocimiento de los riesgos realmente existentes, especialmente en el aspecto de identificación de la peligrosidad de determinados agentes, aplicables especialmente al ámbito de las enfermedades profesionales, más que al de los accidentes de trabajo en sí.
- ✓ Los avances en el conocimiento de los medios de protección frente al riesgo laboral que permitan reducir dicho riesgo dentro de la actividad productiva del trabajador.

Estas dos fórmulas van a permitir que, por una parte, se conozcan e identifiquen los riesgos existentes en la actividad laboral dentro de la empresa y por otra, se desarrolle una acción preventiva que permita, a partir de ese conocimiento, su eliminación y, si esto no es posible, su reducción a términos más tolerables.

El concepto de la consideración de riesgo tolerable es algo relativo, éste suele variar de acuerdo con la evolución de las aspiraciones y exigencias de la sociedad. Lo que hoy podemos admitir como una situación tolerable, mañana podemos contemplarla como dañina o peligrosa, bien por los conocimientos que vayamos adquiriendo sobre los procesos realizados o bien, por la mejor aplicación de las técnicas empleadas para combatirlos, así situaciones que antes la sociedad veía como tolerantes, ahora pueden ser vistas de forma más severa.

El enorme progreso de la prevención se manifiesta, en los tiempos actuales, como un salto hacia nuevas fronteras. La prevención no trata solamente de defender al trabajador frente a la amenaza del riesgo laboral, sino que trata de procurarle un resultado positivo de promoción de su salud e integridad, en definitiva de su desarrollo personal. Así nos encontramos con una tendencia generalizada para extender el deber de protección de la seguridad y la salud del trabajador, pasando del simple aspecto de la promoción al fomento y mejora de la salud.

La preocupación por la Seguridad y la Salud de los trabajadores tiende a manifestarse a través de la creación de normas jurídicas, dando lugar a nuevas normativas, en muchos casos más voluntaristas que eficaces, pero que en todo caso son el inicio de un avance en este terreno.

Gestión ambiental

La Tierra en su conjunto (aire, agua, suelo y seres vivos) integra un solo cuerpo llamado biósfera. Pese a que no todos los actos del hombre afectan a la biósfera, éste puede ser considerado como el principal transformador del medio ambiente en razón del carácter y alcance de sus actividades relativas al entorno. La actitud del hombre hacia el medio ambiente se ha transformado gradualmente desde la exploración, hasta la explotación de los recursos del planeta.

La práctica de explotación se generalizó a partir del Siglo XVII, dando origen a un proceso de deterioro cada vez más importante del medio natural y del ambiente hasta que, hace pocos años, en varias regiones se empezó a evidenciar el agotamiento de los suelos, los cursos de agua contaminados, algunas especies animales y vegetales a punto de extinguirse, la destrucción de bosques, las ciudades poco habitables.

Por otra parte, la tecnología moderna ha aumentado la cantidad de productos de desecho, que se convierten en contaminantes. Incluso, algunas de esas sustancias que ayudan al desarrollo agrícola, industrial y al cuidado de la salud tienen efectos secundarios adversos que se han reconocido mucho después de haberlas puesto en uso.

En síntesis, los componentes de este crecimiento poblacional y la globalización de la

actividad humana que tienen un mayor impacto en el medio ambiente son:

- ✓ Las excretas, propias de su naturaleza de ser vivo.
- ✓ La agricultura.
- ✓ La energía.
- ✓ La industria. En este caso la contaminación es un fenómeno global que afecta al ambiente industrial interno y a los medios receptores externos (agua, aire, suelo).

El reconocimiento de que la humanidad debe aprender a servirse del ambiente sin destruirlo provocó que en junio de 1972, las Naciones Unidas convocaran a una Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente en Estocolmo, Suecia.

En esta reunión aparecieron dos posiciones antagónicas:

- ✓ La detención de la contaminación, para mejorar la calidad de vida.
- ✓ El desarrollo a costa de la contaminación. A partir de ese momento se inició una evolución en la forma de enfocar asuntos ambientales. En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, "La Cumbre de la Tierra" (Brasil, 1992), se señaló al mundo y a sus dirigentes, la importancia y urgencia de adoptar medidas para proteger el medio ambiente y encontrar la manera de que la interacción personas-medio ambiente asegure el desarrollo sostenible de la sociedad humana.

Desde ahí se lleva como estandarte el famoso "Desarrollo Sostenible". Se define como la "satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades» (World Commission on Environment and Development - WCED).

Dentro de este concepto, la protección medio-ambiental, además de constituir una condición imprescindible para el crecimiento económico y el bienestar, actúa como motor de desarrollo, a causa del gran esfuerzo de gestión, avance tecnológico e inversión que tal protección exige.

El desarrollo sostenible refleja una elección de valores para desarrollar las actividades en el planeta, tales como la igualdad entre personas ahora y, entre esta generación y las futuras generaciones.

Por otro lado, se trata de un proceso a realizar también con urgencia, ya que el mundo está habitado al presente por unos cinco mil millones de habitantes que cada año consumen el 40% de la materia orgánica fijada por fotosíntesis sobre la tierra y, cuya distribución, bienestar e impacto sobre el medio ambiente, varía enormemente entre países.

Se están produciendo cambios sustanciales en las relaciones entre los conceptos Desarrollo Industrial y Protección del entorno natural, considerados antagónicos tiempo atrás. Estos cambios significan pasar de la preocupación por la lucha contra la contaminación, a darle cada vez más importancia a su integración con el factor económico.

En efecto, la economía clásica trata a la contaminación derivada de un determinado agente como un efecto negativo de la actividad de eso, que no se refleja en sus costos o beneficios internos; es decir, se hace uso gratuito de bienes públicos (atmósfera, agua, suelo) que no tienen precio.

Este concepto está cambiando. Actualmente se tiende a la modificación y desarrollo de nuevos procesos industriales que reducen drásticamente la contaminación y también la recuperación de subproductos, agua y energía. Hoy, la armonización entre la competitividad y la protección ambiental es una condición necesaria para la expansión industrial.

La estrategia de la gestión ambiental en la industria es un elemento esencial de la competitividad a mediano y largo plazo, aunque pueda originar costos adicionales en el corto plazo. En efecto, los costos ambientales generados por las actividades productivas pueden ser considerados como un sumando más de lo que se conoce como el costo de la "no calidad".

Esta estrategia trata de:

- ✓ Identificar los costos medio-ambientales indeseados, generados por el ciclo producción-consumo que perturba al ciclo ecológico natural.
- ✓ Cuantificar los costos en la medida de lo posible,
- ✓ Asignar responsabilidades,
- ✓ Interrumpir el proceso de transferencia de dichos costos,

El resultado de la gestión ambiental es una disminución en los costos medioambientales.

El esfuerzo de minimizar los costos medioambientales desencadena en la industria modificaciones profundas, que no sólo afectan a la forma de producir, sino que repercuten en la selección de los objetivos sociales, en los procesos de investigación y el desarrollo de nuevos productos, en la estrategia comercial, en los esquemas organizativos, en los sistemas de gestión y control.

El resultado final es el aumento de la competitividad, como consecuencia de la integración de la función ambiental a la gestión de calidad total de las empresas.

Introducción

La ejecución de la práctica profesional dirigida en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís el cual pertenece al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), consiste en crear un Plan de Proyecto para la obra de desvío necesaria en la construcción de la presa en el PH Pirrís.

Para dicha presa se recurrió a diseñar un túnel de desvío, el cual se espera que transporte exitosamente el caudal del río, y así no atrasar las obras de presa por parte del contratista.

Para generar un plan de proyecto se debe de aplicar la herramienta de administración de proyectos, dicha herramienta nos facilita la visualización final de un proyecto, integrando las nueve áreas del conocimiento las cuales son: alcance, costo, tiempo, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgos, e integración. Cabe resaltar que para este plan en específico, se incorporaron dos nuevas áreas (ambiente y seguridad laboral).

Con un plan de proyecto se agiliza todos los métodos de control de obra, por lo que esta herramienta, es de suma importancia si se quiere llevar a cabo con éxito el desarrollo de un proyecto.

- Elaborar un cronograma, detallando la planificación total del proyecto (túnel de desvío).
- Elaborar un presupuesto aproximado que logre estimar acertadamente el costo del Túnel de desvío.
- Definir el organigrama del proyecto.
- Establecer roles y responsabilidades para el equipo de trabajo, del túnel de desvío.
- Establecer la administración de la comunicación para el equipo de trabajo responsable del proyecto (túnel de desvío).
- Identificar los riesgos que corre el proyecto y formular una metodología para mitigarlos o eliminarlos.
- Hacer uso de las herramientas de control como: minutas, informes de avance, proceso integrado de cambios para así lograr una mejor administración del proyecto.

Objetivo general

- Elaboración del plan de gestión de proyecto para el túnel de desvío en el río Pirrís, utilizando la herramienta de administración de proyectos, con la cual se tendrá un panorama que abarcará las nueve áreas del conocimiento.

Objetivos específicos

- Elaborar una Estructura Detallada de Trabajo (**EDT**) para el Plan de Gestión de Proyecto del túnel de desvío.

Metodología

Para la realización de la práctica dirigida de especialidad se decidió trabajar a tiempo completo en las instalaciones del proyecto y en el sitio de presa, para así contar con una mayor visión del alcance de proyecto en general. A continuación se describen las etapas necesarias para lograr generar el Plan de Gestión de Proyecto para el túnel de desvío del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís.

1. Al inicio de la práctica se procedió a la investigación de literatura (proporcionada por el PH Pirrís) en lo que concierne los procesos constructivos para realizar obras de tunelería. Luego cuando ya se procesó la información, se tomó la decisión de formar el equipo de trabajo, que consiste, en integrar un miembro activo de cada uno de los entregables del proyecto.
2. En este caso se tomó la decisión de dividir el proyecto en cinco entregables; Diseño estructural y geotécnico, construcción, control de calidad, gestión ambiental y seguridad laboral. Por lo que se tomó un miembro de cada uno de estos entregable y ellos a su vez se encargarían de suministrar la información que se requiera de cada una de sus especialidades, para así conformar el plan de proyecto.
3. Ya una vez con el grupo de trabajo completo se procedió a formular el alcance del proyecto, (primera área del conocimiento, el cual se dividió como se mencionó anteriormente en cinco entregables y estos en tareas y grupos de trabajos.
4. Una manera de controlar que el alcance sea cumplido, es asignando a los responsables de cada uno de los entregables del proyecto, los cuales se verán en la obligación de efectuar a cabalidad las metas propuestas. Usualmente los responsables asignados para los entregables, son los miembros del equipo de trabajo.
5. Ya una vez establecido el alcance del proyecto se proponen las métricas, o sea la forma de medir los entregables.
6. Para este caso las entregas más importantes son las de realizar los ciclos de excavación y revestimiento del túnel de desvío.
7. Luego se designan los involucrados en todos los procesos que se llevarán a cabo y se establecerá una jerarquía organizacional; donde se definirán los roles y responsabilidades de cada involucrado, utilizando una matriz de responsabilidades se logra plasmar quién hace qué y qué grado de responsabilidad posee.
8. Posteriormente con la utilización del software para la programación de proyectos "Microsoft Project" se logra establecer un cronograma detallado de fechas importantes, para la realización de la excavación y revestimiento del túnel de desvío.
9. Seguidamente se creó un presupuesto detallado con el cual ya se contaba en el P.H Pirrís, dicho presupuesto muestra en detalle el costo aproximado para llevar a cabo la construcción del túnel de desvío.
10. En el de administración de riesgos se utilizó el análisis cualitativo y cuantitativo, de los riesgos, los cuales fueron plasmados en una matriz, que muestra los riesgos identificados y cómo se podrían mitigar.
11. Para realizar la administración de la comunicación, se generó una matriz que resume el plan de comunicaciones del proyecto, en la que se muestra el tipo de información que se genera y quien es el responsable de distribuir la información.
12. De acuerdo con el alcance del proyecto, los objetivos trazados, sus restricciones, supuestos y con el insumo que representa el análisis situacional efectuado, se han identificado los riesgos para el proyecto de la construcción del túnel de desvío, la herramienta que se utilizó fue crear una matriz de responsabilidades.
13. Para la administración de la calidad se generó diagrama del proceso constructivo y se identificaron las operaciones en las cuales debe participar el control de calidad, además se logró generar una matriz de control de calidad donde se especifica en cuáles aspectos se medirá su eficiencia.

14. En la administración de las adquisiciones también se generó una matriz estilo reporte en la cual se identifican todos los equipos y materiales que se necesitarán para la construcción del túnel de desvío además, da un panorama del tipo de transacciones que se realizaron para adquirirlos.
15. Adicionalmente a los objetivos propuestos, surgió la oportunidad de implementar la administración de la seguridad y el ambiente. La primera de las dos se basó en la guía GSO-04, la cual nos muestra la manera de identificar los riesgos laborales y el impacto que estos tendrían en las personas.
16. Para la administración del ambiente se contó con la ayuda del departamento de gestión ambiental para lograr desarrollar un plan de gestión ambiental para el túnel de desvío, en este plan se identifican todos los riesgos ambientales y se formula la manera de mitigarlos.
17. Para poder llevar a cabo la integración del proyecto se formularon herramientas de control de proyecto, tales como minutas, reportes, e informes. Además, se desarrolló un diagrama de flujo para el control de cambios en el proyecto y otro diagrama, para mostrar cómo se deberá llevar a cabo el proceso de aceptación del proyecto.

Resultados

De acuerdo con los objetivos planteados para la elaboración del plan de gestión de proyecto para la construcción de túnel de desvío del río Pirrís. (Ver apéndice 1) Se logró generar con éxito cada una de partes que lo integran, las cuales son:

1. Administración del alcance
 - 1.1. Se generó la estructura detallada de trabajo (EDT) y el diccionario de la misma. (ver apéndice 1, sección 4 y 4.1)
2. Administración de los recursos humanos
 - 2.1. Fue necesario identificar a los involucrados (ver apéndice 1, sección 2.4)
 - 2.2. Se propuso la asignación de roles y responsabilidades. (ver apéndice 1, sección 3.)
3. Administración del costo
 - 3.1. Elaboración de un presupuesto aproximado del costo total de la obra. (ver apéndice 1, anexo 15.3 y 15.4)
4. Administración del tiempo
 - 4.1. Con la utilización de la herramienta de Project, se generó un cronograma del proyecto. (ver apéndice 1, anexo 15.2)
5. Administración de la comunicación
 - 5.1. Elaboración de una matriz de comunicación. (ver apéndice 1, sección 7)
6. Administración de los riesgos
 - 6.1. Elaboración de una matriz de riesgos para el proyecto. (ver apéndice 1, anexo 15.5)
7. Administración de la calidad
 - 7.1. Se generó una matriz de seguimiento de la calidad a nivel macro del proyecto. (ver apéndice 1, anexo 15.6.1)
 - 7.2. Matriz de control de calidad para la excavación y revestimiento del túnel de desvío. (ver apéndice 1, anexo 15.6.4)
 - 7.3. Diagrama de flujo para identificar las actividades en la construcción del túnel donde requieren control de calidad. (ver apéndice 1, anexo 15.6.2 y 15.6.3)
8. Administración de las Adquisiciones
 - 8.1. Matriz de adquisiciones. (ver apéndice 1, anexo 15.7)
9. Administración de la integración
 - 9.1. Se generó el diagrama de flujo para el control de cambios en el proyecto desde el punto de vista de la integración del proyecto. (ver apéndice 1, sección 13)
 - 9.2. Se diagramó en un flujo el método a seguir cuando haya que dar la aceptación al proyecto. (ver apéndice 1, sección 14)
10. Otros aportes que se realizaron al generar el plan de proyecto fueron:
 - 10.1. generar un plan de gestión Ambiental, el cual consiste en identificar los riesgos ambientales que corre la naturaleza al elaborarse el proyecto, y este a su vez aporta la manera de mitigar dichos riesgos. (ver apéndice 1, anexo 15.6.9)
 - 10.2. También se generó una matriz de riesgos laborales que se presentan en la construcción del túnel de desvío y como controlar dichos riesgos y además se diseñó el diagrama de flujo con los pasos para generar dicha matriz. (ver apéndice 1, anexo 15.8)

Análisis de Resultados

Para la elaboración del trabajo, primeramente, se procedió a la revisión de los documentos con los que contaba la institución para el manejo y construcción del proyecto túnel de desvío del río Pirrís. A continuación, se detallan aquellos que fueron facilitados y revisados por el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís (ICE):

Método de Excavación de túneles: consiste en la descripción del procedimiento que se sigue en los proyectos hidroeléctricos, construidos por el Instituto Costarricense de Electricidad, a la hora de excavar túneles, para el traslado de agua y así lograr la generación de electricidad.

Procedimiento de revestimiento: describe como se debe llevar a cabo el revestimiento de un túnel construido por el ICE.

Administración del alcance

Con la formulación del alcance del proyecto se logró definir el objetivo del proyecto, el resultado esperado o el producto final. El alcance del proyecto incluye cinco entregables principales, el primero es el diseño, en el cual sus paquetes de trabajo se dividen en: elaboración, aprobación de los planos constructivos, y seguimiento durante la ejecución, el segundo es la etapa constructiva que incluye la ejecución de las diferentes etapas del proceso constructivo que se encuentra dividido en dos: Excavación y Revestimiento, para el tercer contamos con el control de calidad, que abarca cinco áreas las cuales son: inspección de pre- colocación del concreto, inspección durante y post-colocado del material, inspección en la planta de concreto y por último llevar el control de las resistencias del concreto; el cuarto incluirá un Plan de Gestión ambiental; y por último se realizará un plan de emergencias y un análisis de riesgos..

En el pasado antes de este plan de proyecto no se tomaban en cuenta los dos últimos entregables, porque no se creían de

importancia, para la institución, pero al integrar estos rubros, se cree que se logrará tener más conciencia sobre la seguridad laboral a la hora de realizar una actividad tan peligrosa como la es la excavación de túneles con explosivos, por esta misma razón se toma en cuenta el aspecto ambiental, ya que construir un túnel por sí solo tiene repercusiones ambientales, y aún más cuando el propósito de este es desviar el cauce natural de un río.

Parte de la administración del alcance es generar la estructura detallada de trabajo (EDT, la cual se debe establecer un código para cada una de los niveles y sus tareas).

En el plan de proyecto se estableció en la EDT como primer nivel los cinco entregables antes mencionados, seguidamente se subdividieron en: actividades, tareas, sub actividades y descripción, dando por resultado un EDT de cinco niveles, se estableció que se mostrarán los responsables hasta el nivel dos de la estructura detallada de trabajo debido que si se asignan responsables a cada uno de los rubros, se haría difícil el manejo de los recursos humanos y la comunicación entre ellos.

Se vio en la necesidad de generar un diccionario de la EDT, para que así se facilitara el entendimiento de la misma, ya que este diccionario se encargó de sintetizar adecuadamente con las ideas claves y fundamentales del alcance, logrando que cualquier persona pueda ponerse al tanto del proyecto.

Administración de los recursos humanos

Con la administración de los recursos humanos se logra mejorar el desempeño de las personas participantes en el proyecto. Una de las responsabilidades más grandes las tiene el gerente de proyecto puesto que fue adecuado nombrar uno, y este a su vez tendrá que lidiar con el equipo de trabajo también asignado para alcanzar los objetivos.

Con esta metodología, el gerente del proyecto tendrá la autoridad y responsabilidad requeridas para administrar el proyecto lo que facilita la solución de problemas.

Durante la etapa del planeamiento y con ayuda del gerente de proyecto se definió el equipo de proyecto, además se estableció en conjunto con los involucrados, cuáles serán sus roles y funciones de cada uno sobre el desarrollo del trabajo incluido en la EDT.

Para generar un plan de proyecto siempre es necesario crear perfiles profesionales, para los puestos que se van a desempeñar y posteriormente se realiza una contratación para llenar las vacantes expuestas, pero en el caso del Instituto Costarricense de Electricidad no fue necesario pasar por este proceso, debido a que ya contaban con un staff de profesionales, adecuados para los puestos requeridos.

Se procedió a identificar a cada uno de los involucrados y se asignaron sus responsabilidades, para el trabajo de excavación y revestimiento, se decidió contar con cinco cuadrillas de las cuales cuatro son especializadas en labores de tunelería y una se dedica a obras exteriores, para este proyecto en particular se creyó que sería estratégico acomodar los horarios de las cuadrillas de manera que se traslaparán para que así nunca dejase de haber personal y el avance de obra fluyera rápidamente, además se tenía que garantizar lo más rápido posible, ya que la construcción del túnel de desvío era la que estaba atrasando la construcción de la pared de presa.

Se creó una matriz de asignación de responsabilidades, en la cual podemos medir tiempo estimado de trabajo para cada uno de los miembros, para lograr este objetivo se tuvo que establecer una escala cuantitativa en la cual 0 significa que no participa, 3 que participa activamente, 4 se le asigna a quien supervisa y 5 a quien es completamente responsable, esta escala se estableció, ya que en la anterioridad, tomar esta métrica se imposibilitaba, porque no se había establecido una escala.

Administración del costo

El principal objetivo de la administración del costo es asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado. El diseño de la estructura de costos, debe considerar tanto el

EDT como la forma en la que se medirán los costos del proyecto.

Para este rubro se utilizó como herramienta la creación de un presupuesto detallado por el departamento de Planeamiento y Control del PH Pirris, dando como resultado un monto mayor a los 3112510,6 millones de dólares, como en este proyecto no existen herramientas para el control de costos, se hizo la aclaración que se debe trabajar en ese ámbito.

Este departamento calculó el costo mensual requerido para efectuar la construcción del túnel de desvío, al final se formuló una tabla resumiendo todos los gastos que fueron calculados durante los meses que se creyó que tomaría la construcción, para que el equipo de trabajo tenga un panorama, aunque sea general del costo total de la obra. Se recomienda mejorar dichas tablas donde se puedan mostrar los gastos semanales y diarios si fuera posible, además cómo se habrá mencionado antes, de elaborar un sistema que logre llevar un control de costos.

Administración del tiempo

Una de las funciones más importantes en la administración de proyectos concierne a la planeación y control de la duración del proyecto. El programa de este es de suma importancia pues provee la integración a lo largo del tiempo para coordinar los trabajos de todos los integrantes.

Para la administración del tiempo se utilizó el software Project, el cual facilita por medio de gráficos observar el avance de obra y los recursos con los que se cuenta para el desarrollo de la obra, para este caso la duración máxima de la construcción debe ser ciento y ochenta y nueve días a partir del mes de setiembre, en el cual se inició el proceso de diseño, tanto geotécnico como estructural.

Se recomendó para esta obra en particular tomar los avances diarios y actualiza la base de datos para no perder la percepción de la duración real de la obra, esto se debe que para dicha construcción se puede sobrepasar la fecha límite establecida; ya que la construcción de la pared de presa depende de la finalización del túnel, así que si medimos el avance diario, se sabrá de antemano si hay atrasos y se podrán tomar medidas para eliminarlos o mitigarlos.

Administración de la comunicación

Uno de los objetivos más sobresalientes de esta administración es lograr una comunicación efectiva entre los involucrados y asegurar la oportuna y apropiada generación, recolección, distribución, archivo y disposición final de la información del proyecto.

La cantidad de información que se transmite depende mucho de cada proyecto, por lo que es importante planear los contenidos y frecuencias, además de considerar las personas involucradas en las comunicaciones del proyecto.

La herramienta escogida para ser aplicada en este proyecto en particular para la planeación de la comunicación es la de generar una matriz de comunicación. Que se utiliza para información a los involucrados y asegura una comunicación efectiva y facilita la toma oportuna de decisiones, además de la tranquilidad de los involucrados claves.

En esta matriz se establecieron las personas involucradas, tipo de información que se discute, quién se encarga de distribuirla, el tiempo que se dura para generar la información, el canal de información, técnica de discusión y la forma de retroalimentación. También se recomendó actualizarla, a lo largo del desarrollo del proyecto.

Administración de los riesgos

La administración reduce la repercusión negativa de los riesgos en nuestro proyecto. Identifica las áreas de oportunidad por lograr y las amenazas por controlar.

Para este plan de gestión de proyecto se decidió utilizar como herramienta para el control de riesgos, una matriz de riesgos, la cual sirve para desarrollar respuestas y asignar responsables, para un mejor manejo en este campo.

Dicha matriz incluye el tipo de riesgo, una descripción, se identifica a cual actividad del EDT podría pertenecer, define si el riesgo proviene de una fuente externa, o interna al proyecto, después se cumple con una valoración

cuantitativa y cualitativa, además cuenta con un plan de acción.

El plan de acción nos indica de que manera, se podría enterar que está por suceder dicho riesgo, o sea nos da un disparador, incluye también el tipo de acción (**eliminar**: es no aceptar el sistema o la opción propuesta, **transferir**: compartir los riesgos parcialmente con otros o transferirlos en su totalidad por medio de cláusulas y contratos, **mitigar**: tomar las medidas necesarias para controlar y continuamente reevaluar los riesgos y desarrollar planes de contingencia aplicables en su caso, o **aceptar**: asumir las consecuencias del riesgo en caso de que suceda.), la acción, o sea, como lograr llevar a cabo la acción elegida y por último se presentan los responsables del proceso de manejo de riesgos.

Cabe resaltar que la matriz de riesgos debe actualizarse mediante, mientras avanza el proyecto y cuando las situaciones de riesgo cambien.

Administración de la calidad

Los objetivos de la administración de la calidad son: asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales inició, identificar los estándares de calidad relevantes del proyecto y determinar cómo satisfacerlos.

En el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís se establecieron dos estándares para el control de calidad, el primero es el estándar que se le aplica al proyecto del túnel de desvío a nivel macro, este se refiere como medir la calidad de los principales entregables del proyecto en general. El segundo control de calidad es el que se hace en el nivel micro, ya en el sitio de la construcción, el cual será llevado por el departamento de control de calidad, que verificará las resistencias del concreto, limpieza del terreno, acabados del concreto, entre otros.

Para el control de calidad del proyecto a nivel micro, se generó una matriz de control de calidad, donde primeramente se establecieron cinco puntos básicos de control, los cuales se cree que para el tipo de obra construida son los indicados, estos puntos básicos son: Inspección en la pre colocación de concreto, Inspección durante la colocación del concreto, Planta de concreto, inspección post-colocación del concreto y control de las resistencias del concreto.

Luego de establecer los entregables de calidad, se presentan las normas que se deben seguir para lograrlas, en este caso se siguen normas del ASTM y ACI. Luego en la matriz se muestra cómo se va a controlar el proceso constructivo, el cual se logrará al estipular las características de calidad, especificaciones puntuales, la frecuencia en la que se realizará, la trazabilidad y los responsables en aplicar y documentar el control de calidad.

Cabe resaltar que para el punto de inspección en la planta de concreto, se diseñó un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de producción de concreto y las actividades en las cuales el departamento de control de calidad toma muestras para llevar el control.

Asimismo se diseñó también un diagrama sinóptico del proceso constructivo, del túnel de desvío en el cual se muestra las inspecciones de calidad dentro del proceso.

Se decidió hacer los diagramas y las dos matrices, debido que esta administración en el pasado del P.H Pirrís solamente contaba con una matriz de control de calidad pero no se tenía claro en cuales aspectos durante el proceso se debía intervenir ni cómo controlar la calidad en el nivel macro del proyecto.

Administración de las Adquisiciones

El objetivo principal por lograr con la gestión de los abastecimientos, es optimizar la adquisición de bienes y servicios externos de la organización a cargo del proyecto.

La herramienta escogida para llevar a cabo la administración de las adquisiciones es la de una matriz de adquisiciones, la cual nos permitirá definir cómo será el contratado, cada paquete de trabajo , incluye: nombre del componente del bien o servicio, alcance del componente, cantidad, costo estimado, presupuesto aprobado para la adquisición del bien o servicio, la fecha de iniciación de trámites, fecha en la que se recibirá el bien o servicio, dependencia encargada de obtener el bien o servicio, tipo de contratación, y por último quien dará seguimiento.

Con esta matriz se tendrá un panorama mucho más acertado del equipo con el que se cuenta y con cual no, previendo que en el futuro, no vaya a quedar desabastecido el proyecto.

Esta matriz utilizará en el desarrollo del plan y se deberá actualizar, a lo largo de todo el proyecto.

Administración de la Integración

La administración de la integración tiene por objetivo asegurar que los diferentes elementos del proyecto sean propiamente coordinados.

La integración comprende:

- El desarrollo del plan del proyecto.
- El sistema de control de cambios.
- Las lecciones aprendidas

En el caso del sistema de control de cambios el departamento de Gestión de Calidad propuso una plantilla, para la gestión del control de cambios, con esta plantilla se podrán administrar los cambios acontecidos de tal forma que añadan valor al proyecto, además que se logre la autorización tanto de los cambios como sus efectos en el tiempo, costo, calidad y alcance, por consiguiente servirá para actualizar los documentos correspondientes.

Dicha plantilla contiene, solicitud de cambio, justificación, evaluación del impacto, autorización, relación de cambios y la actualización de los documentos.

Para las lecciones aprendidas se propuso una plantilla con ayuda del departamento de gestión de calidad del P.H Pirrís, esta plantilla identificará qué estuvo mal y qué bien, para mejorar los procesos, procedimientos, herramientas y habilidades, además las lecciones aprendidas permiten al equipo aprender, tanto de sus logros como de sus errores, para buscar un mejor desempeño en la próxima experiencia.

Incluye: información general del proyecto y registro de lecciones aprendidas.

Adicionalmente de estas plantillas se propuso un diagrama de flujo en el cual se muestra el proceso de control de cambios y el de aceptación de la obra, estos diagramas se propusieron debido que en el P.H, no se contaba con los procesos establecidos para documentar las actividades antes mencionadas. Al existir dichos diagramas facilitará el trabajo a los involucrados y a las futuras generaciones interesadas en el proyecto.

Plan de gestión ambiental

Para la administración del ambiente se generó un plan de gestión ambiental, en conjunto con el departamento gestión ambiental del P.H Pirrís, este plan se desarrolló con el fin de preservar el medio ambiente en la zona en la que se está llevando a cabo el proyecto. Cabe resaltar que el P.H Pirrís se cuenta con un PGA para todo el proyecto en general, pero no se contaba con un PGA, para una obra de desvío como la que es el túnel.

El PGA consiste en identificar todos los riesgos ambientales que se pueden presentar o que ya se están presentando y cómo mitigarlos y eliminarlos, este plan entra en vigencia inmediatamente se aprueba el plan de proyecto y se le debe de dar seguimiento por todos los miembros del equipo de trabajo y en especial por el representante del departamento de Gestión Ambiental.

Con un plan de esta índole nos aseguramos un desarrollo sostenible, entre el proyecto general y el medio ambiente que lo rodea.

Administración de la seguridad

Para este rubro se generó una matriz de seguridad laboral, en la cual se identificaron los riesgos laborales, que corren los trabajadores a la hora de efectuar las actividades, tanto de excavación como de revestimiento de túnel de desvío.

Además de identificar los riesgos, se propuso la manera de mitigarlos o eliminarlos, teniendo un staff que se encargue de supervisar que todas las actividades por realizarse estén libres de riesgos.

Aparte de identificar los riesgos y mitigarlos, también se les asigna un grado de riesgo, el cual se obtiene multiplicando los factores de consecuencia, exposición y probabilidad; se asigna una prioridad de intervención y quien es el responsable de dar la alarma.

Se encontró que en el P.H Pirrís no se encontraba documentado para generar este tipo de matrices, por lo que se procedió a diseñar un diagrama de flujo para la metodología por seguir a la hora de la creación de un plan de seguridad laboral en el P.H Pirrís.

Conclusiones

1. La estructura detallada de trabajo es un dato de entrada para lograr cualquier ajuste y mejora en el desarrollo del plan.
2. La planificación de los recursos humanos determina claramente los roles del proyecto y las responsabilidades. Dichos planes de recursos humanos pueden asignarse a personas, o a grupos.
3. Con la administración de los costos del proyecto se podrá tener una aproximación del valor de los recursos necesarios para completar las actividades.
4. Si se lleva un debido control de costos en el proyecto no se tendría que presupuestar tan alto los gastos de este, para cubrir cualquier imprevisto.
5. La administración del tiempo (cronograma) identifica las actividades específicas que deben de ser realizadas, para producir los diferentes productos entregables del proyecto.
6. Con el cronograma se estableció una secuencia de las actividades identificando y documentando las dependencias entre las actividades.
7. Con la administración de las comunicaciones se determinó la necesidad de información y comunicación entre los interesados del proyecto.
8. Con la administración de las comunicaciones, se logra distribuir de la información, y ponerla a disposición de los interesados.
9. Con la administración de riesgos se decidió cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para el proyecto.
10. Debido a la gestión de riesgos se desarrollaron opciones y acciones, para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas.
11. Al desarrollarse la administración de la calidad se podrá llevar un control exacto, de la misma en todos los aspectos requeridos para el desarrollo del proyecto.
12. Con el control de calidad en el nivel macro, se logra medir el desempeño general del proyecto.
13. Al realizar un control de calidad en el nivel de obra, garantiza que las actividades planificadas utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.
14. Al planificar las adquisiciones de determinó que comprar o adquirir, cuándo y cómo hacerlo.
15. Desarrolló del enunciado al alcance del proyecto (preliminar) que ofreció una descripción de alto nivel.
16. Con el Plan de Gestión Ambiental, se identificaron los riesgos más relevantes para el medio ambiente.
17. La matriz de riesgos laborales resalta los riesgos de más peligrosidad, que se presentan en los ciclos de excavación y revestimiento.

Recomendaciones

Se recomienda dar seguimiento al plan de gestión de proyecto para el túnel de desvío del Río Pirrís, durante el desarrollo de dicho proyecto y a la vez se recomienda hacer actualizaciones que vayan surgiendo durante el proceso.

Debido a que no se cuenta con herramientas para el control de costo y al ser este aspecto, para mantener un adecuado

flujo de dinero, se recomienda implementar dicha herramienta.

Para el control de costo se puede utilizar la herramienta de Control Presupuestal, la cual se deberá utilizar a través de los procesos de ejecución y control del proyecto. A continuación se muestra tabla con los los pasos para aplicar la herramienta antes descrita.

CUADRO 2. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN CONTROL PRESUPUESTAL			
Concepto		Descripción	Formula-Referencia
A	Presupuesto Original	Importe del presupuesto base original autorizado	Presupuesto base
B	Revisiones autorizadas	Órdenes de cambio autorizadas	Órdenes de cambio
C	Presupuesto actual	Suma del presupuesto original y las revisiones autorizadas a la fecha	A+B
D	Órdenes de cambio por autorizar	Órdenes de cambio en proceso de autorización	Órdenes de cambio
E	Órdenes de cambio por cotizar	Órdenes de cambio en proceso de cotización	Órdenes de cambio
F	Presupuesto proyectado	Considera todas la órdenes de cambio , como las autorizadas, las por autorizar y cotizar	C+D+E
G	Contratado	Suma de todos los contratos, órdenes de compra, órdenes de cambio contratadas y facturas generales.	Administración de contratos
H	Por Contratar	Presupuesto actual menos lo contratado	C-G
I	Órdenes de cambio costo aprobadas	Órdenes aprobadas relacionadas con errores, omisiones, etc, que no justifican cambios al presupuesto	Órdenes de cambio
J	Órdenes de cambio a costo potenciales	Órdenes aún no aprobadas relacionadas con errores, omisiones, etc, que no justifican cambios en el presupuesto	Órdenes de cambio
K	Costo total actual	Incluye las ordenes de cambio aprobadas a la fecha del corte	G+H+I
L	Pagado	Importe total del pagado ala fecha por: contratos, órdenes de compra, ordenes de cambio contratadas y facturas generales.	Administración de contratos
M	Costo total proyectado	Costo total del proyecto considerando todos los cambios	K+J
N	Ahorro-sobrecosto proyectado	Cantidad total de ahorro o sobrecosto si todos los cambios son autorizados.	M-F

Además de los pasos descritos anteriormente se puede aplicar la utilización

de la siguiente plantilla.

CUADRO 3. PLANTILLA PARA LA REALIZACIÓN DEL CONTROL PRESUPUESTAL							
CONTROL PRESUPUESTAL		PRESUPUESTO ORIGINAL	REVISIONES AUTORIZADAS	PRESUPUESTO ACTUAL	ORDENES POR AUTORIZAR	ORDENES POR COTIZAR	PRESUPUESTO PROYECTADO
		ÓRDENES POTENCIALES					
CTA	EDT	A	B	C	D	E	F

A continuación breve esquema de las entradas, herramientas y salidas que se darán al aplicar el control de costos:

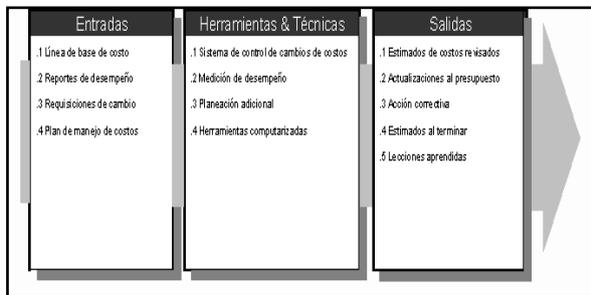


Figura 12: Entradas, herramienta y salidas para el control de costos.
Fuente: PMI 2004

- **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño proveen información sobre el desempeño de costos tales como que presupuestos se han cumplido y cuáles no. Los reportes de desempeño pueden alertar también al equipo de proyecto sobre tópicos que pueden causar problemas en el futuro.
- **Requisiciones de cambio.** Las requisiciones de cambio pueden ocurrir de muchas formas – oral o escritas, directas o indirectas, iniciadas de manera externa o interna, por mandato legal u opcional. Los cambios pueden requerir aumentar el presupuesto o pueden permitir disminuirlo.
- **Plan de manejo de costos.**

Entradas

- **La línea base costos del proyecto,** la cual es una presupuestación en escala de tiempo que será usada para medir y monitorear el desempeño de costos del proyecto. Se desarrolla al sumar estimativo de costos por unidad de tiempo y se muestra generalmente en forma de curva S, como se ilustra en la siguiente figura.

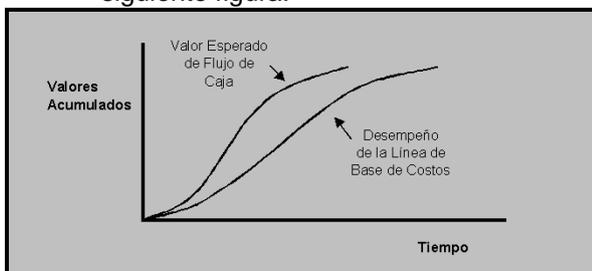


Figura 13. Muestra de línea de base de costos
Fuente: Autor

Herramientas

1. **Sistema de control de cambios de costos.** Un sistema de control de cambio de costos define los procedimientos por los cuales la línea de base de costos puede ser cambiada. Este sistema incluye las formas escritas, el sistema de seguimiento, y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambio de costos deberá estar integrado con el sistema general de control de cambio.
2. **Medición de desempeño.** Las técnicas de medición de desempeño, ayudan a medir la magnitud de cualquier variación que ocurra. El análisis de valor obtenido, es muy útil para el control de costos. Una parte importante del control de costos es determinar que está causando

la varianza y decidir si la varianza requiere acción correctiva.

3. **Planeación adicional.** Muy pocos proyectos se ejecutan de acuerdo al plan. Los cambios prospectivos puede requerir estimativos de costos nuevos o revisados o análisis de aproximaciones alternas.
4. **Herramientas computarizadas.** Las herramientas computarizadas tales como software de administración de proyectos y las hojas de cálculo se usan muchas veces para hacer seguimiento de los costos planeados vs. los costos reales, y para pronosticar los efectos de los cambios en los costos.

Salidas

1. **Estimados de costos revisados.** Los estimados de costos revisados son modificaciones a la información de costos que se usa para administrar el proyecto. Los partidos interesados apropiados deben ser notificados en la medida que sea necesario. Los estimativos de costos revisados pueden o no requerir ajustes a otros aspectos del plan general del proyecto.
2. **Actualizaciones al presupuesto.** Las actualizaciones al presupuesto son una categoría especial de estimados revisados de costos. Las actualizaciones de presupuesto son cambios a una línea de base de costos aprobada. Estos números son revisados generalmente solo en respuesta a cambios en el alcance. En algunos casos, las variaciones de costos serán tan severas que hay que modificar de manera total la línea de base de costos, para poder proveer una medida realista de desempeño.
3. **Acción correctiva.** La acción correctiva es cualquier cosa que se haga para hacer que el desempeño futuro del proyecto este acorde con el plan del proyecto.
4. **Estimados al terminar.** Un estimado al terminar es un pronóstico de los costos totales de proyecto basados en el desempeño actual del proyecto. Las técnicas más comunes de pronóstico son variaciones de las siguientes:
 - EAC= Reales a la fecha más el presupuesto restante modificado

por un factor de desempeño, que muchas veces es el índice de desempeño de costos que se. Esta aproximación se usa a menudo cuando las varianzas corrientes son vistas como típicas de varianzas futuras.

- EAC= Reales a la fecha más un nuevo estimado para todo el trabajo faltante. Esta aproximación es la más usada cuando el desempeño pasado muestra que las premisas originales de estimación están fundamentalmente falseadas, o que ya no son relevantes debido a un cambio de condiciones.
- EAC= Reales a la fecha más el presupuesto restante. Esta aproximación es más usada cuando las varianzas actuales son vistas como atípicas y las expectativas del equipo de proyecto son que varianzas similares no ocurrirán en el futuro.

Apéndices

Se cuenta con un único apéndice, el cual corresponde al Plan de Gestión de Proyecto, con todas sus secciones y propios anexos.

Referencias

ANTILL R, WOODHEAD W. 1975. **INGENERÍA DE COSTOS Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.** México: Editorial LIMUSA

Campos D. 2007. **CICLOS DE EXCAVACIÓN Y REVESTIMIENTO.** San Pablo de León Cortés. Comunicación Personal

Chamoun, Yamal. D. 2002. **ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS LA GUÍA.** México: Editorial MCGRAW-HILL / INC,

Coghi, J.C. 2007. **ADMINISTRACION DE LOS RIESGOS.** Cartago. Comunicación personal.

Cordero M. 2007. **ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS.** San Pablo de León Cortés. Comunicación Personal.

GUIDO J, CLEMENTS J.P.2003. **ADMINISTRACIÓN EXITOSA DE PROYECTOS 2da EDICION.** EE.UU, Editorial: THOMSON INTERNACIONAL

Navarro, Edgar . M. 2006. **MEDODOLOGÍA PARA ADMINISTRAR LOS PROCESOS DE ALCANCE, COSTO, TIEMPO Y CALIDAD EN LOS PROYECTOS DE LA CONSTRUCTORA NAVARRO & AVILES S.A.** Informe de proyecto final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de Master en Administración de Proyectos, Universidad para la Cooperación Internacional.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2004. **GUIA DE LOS FUNDAMENTOS DE LA DIRECION DE PROYECTOS.** EE.UU: Editorial NEWTOWN SQUARE, PA