



FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS



U

M

S

N

H

PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO BASADO EN TÉCNICAS JAPONESAS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA:
JOSÉ JORGE OCHOA PANIAGUA

ASESOR:
DR. FEDERICO GONZALEZ SANTOYO

«TESIS»



MORELIA, MICHOACÁN, MAYO DE

20

06



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
2006

ÍNDICE

Resumen	5
Introducción	7
Justificación	10
Objetivo	10
Capítulo 1 MARCO TEÓRICO	11
1.1 Análisis de la Industria de la Construcción Japonesa y Mexicana	
1.2 Análisis de Técnicas Japonesas	
Capítulo 2 DESARROLLO DE METODOLOGÍA	56
2-1 Administración de Proyectos de Construcción	
2-2 Contexto de la Administración de Proyectos	
2-3 Procesos de la Dirección Integrada de Proyectos.	
2-4 Dirección de Integración.	
2-5 Dirección del Alcance.	
2-6 Dirección de Plazos.	
2-7 Dirección de Costos.	
2-8 Dirección de la Calidad.	
2-9 Dirección de Recursos Humanos.	
2-10 Dirección de Comunicaciones.	

2-11 Dirección de Riesgos.

2-12 Dirección de Aprovisionamientos.

Capítulo 3 CASOS DE APLICACIÓN 169

CASO 1: Identificación de interesados en el proyecto y respuesta a sus necesidades.

CASO 2: Mejoramiento de planeación

CASO 3: Identificación y respuesta al riesgo

Resultados 183

Conclusiones y Recomendaciones 185

Bibliografía 189

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida dándome lucidez, fuerza y determinación para seguir en este camino y cumplir una más de mis metas.

A MIS PADRES

Por el gran apoyo que me brindaron durante mis estudios de maestría y elaboración de esta tesis, por fomentar en mi el deseo de saber, por su cariño y amor, por enseñarme a que debemos tener la fortaleza de continuar hacia adelante no importa las circunstancias que la vida nos presenta y sobre todo por permitirme dedicar tiempo a mis estudios que a su vez dejo de compartir con ustedes.

A MIS HERMANOS

Por estar conmigo en todo momento, por su amor tan puro como lo es el de un hermano, por todo su apoyo y comprensión por no dedicarles el tiempo que quisiera.

A MI FAMILIA

Ya que ellos siempre me han apoyado en todos mis problemas, mis estudios y siempre han esperado algo bueno de mí.

A MI ASESOR

Dr. Federico González Santoyo, por su apoyo, consejos, motivación y dirección en la realización de esta tesis.

A CARLOS

Por ser mí amigo; por siempre darme su apoyo, por siempre estar ahí en las buenas y en las malas y por todos esos proyectos que hemos forjado juntos con el deseo de superación.

A MIS COMPAÑEROS

Por lo buenos momentos que compartimos durante nuestros estudios de maestría, por su apoyo, motivación y buenos deseos.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO BASADO EN TÉCNICAS JAPONESAS

Mayo 2006

José Jorge Ochoa Paniagua

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

RESUMEN

Es evidente la necesidad de contar con técnicas más sofisticadas en la administración de proyectos de construcción que permita a las industrias de la construcción ser más productivas y cada vez obedecer estándares de calidad más estrictos. Japón líder en la creación y ejecución de técnicas administrativas que han revolucionado diferentes industrias, han adaptado algunas de ellas a la administración de proyectos de construcción y estas han funcionado con gran éxito.

Las técnicas administrativas identificadas en la administración de proyectos de construcción en Japón fueron Total Quality Management (TQM), Just in Time (JIT), Maintenance Productive Total (MPT), Lean Construction (LC) y Computer Integrated Construction (CIC). Sin embargo fue necesario el análisis de la industria de la construcción japonesa y mexicana para determinar cuales son las similitudes y diferencias para saber en que medida es posible adaptarlas en un marco sociocultural y económico diferente al que les dio origen, además de que tanto cabe esperar como resultado.

Los resultados del análisis se integran en una metodología que ordena, integra e interrelaciona los procesos conociendo exactamente las entradas, herramientas y salidas en cada uno de ellos y cuyo objetivo fundamental es la mejora continua en todos los aspectos de la administración de proyectos de construcción como son la reducción de costos, tiempos de entrega, índices de accidentes, plazo de diseño y planificación de obras; además de aumentar los niveles de calidad y productividad, así como la satisfacción de empleados, obreros y clientes.

Los casos de aplicación de la metodología arrojan resultados muy satisfactorios y que permiten hacer recomendaciones sobre todo al momento de la implementación, permitiendo definir estrategias para hacerlo y de esa forma obtener mayores resultados al corto y mediano plazo.

METHODOLOGY PROPOSAL FOR CONSTRUCTION PROJECTS MANAGEMENT IN MEXICO BASED ON JAPANESE TECHNIQUES

May 2006

José Jorge Ochoa Paniagua

Accounting and Administrative Sciences Faculty
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo University

ABSTRACT

It is evident the necessity to have more sophisticated techniques for construction projects management that allow the construction industries to be more productive and to obey every time stricter quality standards. Japan leader in the creation and execution of administrative techniques that have revolutionized different industries has adapted some of them to the construction projects management and they have worked with great success.

The administrative techniques identified in the construction projects management in Japan were Total Quality Management (TQM), Just in Time (JIT), Maintenance Productive Total (MPT), Lean Construction (LC) and Computer Integrated Construction (CIC). However it was necessary the analysis of the Japanese and Mexican Construction Industry to determine which are the similarities and differences in order to know in what measure it is possible to adapt them in a different sociocultural and economic scheme and also to know how much should we expect as result.

The results of the analysis are integrated in a methodology that orders, integrates and interrelates the processes knowing exactly the entrances, tools and exits in each one of them and whose fundamental objective is the continuous improvement in all the aspects of the construction projects management like reduction of costs, times of delivery, accident index, design and planning; Also the increase of quality levels and productivity, as well as the satisfaction of employees, workers and clients.

The application cases of the methodology throw very satisfactory results and permit to make recommendations mainly to the moment of the implementation. This help to define strategies in order to do it and in that way to obtain greater results in the short and medium term.



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN



En la actualidad es ya muy evidente la necesidad de contar con técnicas más sofisticadas en la administración de proyectos de construcción que permitan a las industrias de la construcción ser más productivas y cada vez obedecer estándares de calidad más estrictos. Japón líder en la creación y ejecución de técnicas administrativas que han revolucionado diferentes industrias, han adaptado algunas de ellas a la administración de proyectos de construcción y estas han funcionado con gran éxito.

Se trate de la construcción de viviendas, edificios, caminos, represas, muelles o cualquier otro tipo de obra, la industria de la construcción convive en gran medida con elevados niveles de desperdicios, además de tratarse siempre de la producción o reparación de construcciones por valores significativos. Es por otra parte una actividad signada por la exigencia en materia de calidad y productividad, con elevados riesgos en materia de accidentes de trabajo, y sometida a los vaivenes de la economía y las finanzas.

Sin duda alguna, la Construcción está cambiando de una forma impresionante. Manifestándose con cambios significativos en el modo de gestión, que incorporan calidad, seguridad, especialización, productividad, tecnologías, más información y otras disciplinas de gestión. Antes, las obras públicas eran totalmente manejadas con presupuesto fiscal, con problemas de plazos que no se cumplían, obras que aumentaban su valor y mucha ineficiencia de gestión.

Algunos autores tienen la visión de que la planificación y el control, son sustituidos en muchas oportunidades por caos e improvisaciones, causando: mala comunicación, documentación inadecuada, ausencia o deficiencia en la información de entrada de los procesos que realizamos, desequilibrada asignación de los recursos, falta de coordinación entre disciplinas y errática toma de decisiones.

Muchos son los intentos hechos para mejorar los problemas antes mencionados entre ellos están: La administración de proyectos, la ingeniería concurrente, modelos de procesos, Ingeniería del valor, nuevas formas organizacionales, apoyo de información tecnológica, nuevos índices de desempeño, etc. (Ballard y Koskela 1998). Aunque los enfoques anteriores contienen interesantes y aparentemente efectivas técnicas, están sumamente fragmentadas y carecen de una sólida base conceptual. Esta base teórica, faltante en las técnicas anteriores, debe ser entendida como una relación entre tres diferentes modelos: conversión, flujo y valor, entendiéndose por valor el nivel de satisfacción del cliente.

La industria de la construcción es sin lugar a dudas un sector óptimo para la aplicación de técnicas innovadoras. La metodología que se propone en esta tesis tiene por objetivo fundamental la mejora continua en todos los aspectos, satisfacción de empleados, obreros y clientes, reducción de costos, niveles de calidad y productividad, tiempos de entrega, reducción en los índices de accidentes, y reducción del plazo de diseño y planificación de obras.

Se tomaron en consideración dos aspectos claves, la calidad, entendiendo por tal el cumplimiento satisfactorio de los requerimientos de los clientes y consumidores, y la calidad de vida de trabajo por parte del personal de la empresa, sean éstos directivos o empleados.

El logro de la calidad, no sólo permite satisfacer plenamente los requerimientos del cliente, sino que posibilita el incremento de la productividad y la correspondiente reducción de costos, permitiendo así la permanencia de la empresa en el mercado, y asegurando de tal modo los empleos y los beneficios para sus accionistas o propietarios.

Esta metodología buscara reducir costos, mejorar la calidad y el tiempo de respuesta, lográndolo con base a la identificación de deficiencias en las técnicas de uso actual en México en la administración de proyectos de construcción y eliminarlas con base a técnicas japonesas que puedan ser adaptadas ha este contexto.

JUSTIFICACIÓN

La industria de la construcción mexicana se encuentra en un estado desfavorable en cuanto a la administración de proyectos, ya que es poco productiva y siempre excede presupuestos.

Por otro lado en actualidad la industria de la construcción japonesa es la más poderosa del mundo, y su gran éxito se debe a las técnicas administrativas usadas para la administración de proyectos que le permiten ser los más productivos, manteniendo siempre una alta calidad de los mismos tanto en Japón como en los diferentes países donde ejecuta proyectos.

OBJETIVO

Crear una metodología de administración de proyectos de construcción para México con base a la identificación de deficiencias en las técnicas de uso actual y eliminarlas a través de la adaptación de técnicas japonesas de administración de proyectos.

HIPÓTESIS

Las técnicas administrativas que han hecho exitosa la industria de la construcción japonesa son aplicables en México mediante un análisis de adaptación de las mismas tomando en cuenta aspectos culturales, geográficos, políticos, religiosos, entre otros. Por lo que la aplicación de esta metodología mejorará la satisfacción de empleados, obreros y clientes; reducirá costos, tiempos de entrega, índices de accidentes y tiempos de diseño y planificación de obras. Así como, aumentará los niveles de calidad y productividad.

Capítulo

1

MARCO TEÓRICO



1

MARCO TEÓRICO



A lo largo del tiempo diversos factores van dando forma a la cultura, conciencia y espíritu de los pueblos. Una enorme cantidad de circunstancias tanto políticas, como históricas, climáticas, geográficas, religiosas, económicas, institucionales, culturales, psicológicas, antropológicas y sociológicas se van entrelazando para ser al mismo tiempo causa y efecto de la naturaleza propia de cada sociedad. Los métodos, instrumentos, herramientas y sistemas de gestión empresarial son el producto de diversos grupos sociales, en ellos se engendra y hacia ellos están destinados. Así pues tenemos a lo largo y ancho del mundo diversas formas de encarar la gestión económica, política y administrativa, tanto de los Estados, como de las empresas u otros tipos de organizaciones. A su vez esa diferente forma de gestionar cambia con el transcurso del tiempo ante los cambios que sufre el entorno, cambios a los cuales no están sujetas de igual forma todas las sociedades.

Esa diferente forma de evolución no sólo es propia de las diversas sociedades, sino que otro tanto acontece tanto con grupos menores como son las empresas, y la familia, como así también con los individuos. De ello se deduce que sistemas producidos en un determinado tipo de empresas o sociedad dan excelentes resultados, pueden no dar iguales frutos en empresas o sociedades que reúnen otras características socio-culturales.

Muchas metodologías o sistemas de administración que trataron de imponerse o trasplantarse en determinadas organizaciones no lograron avanzar y si lo hicieron fue con pésimos resultados o sin alcanzar a cubrir las expectativas en ellos depositados. El grave error de muchos especialistas es considerar que el mundo es uniforme, que en todos lados se piensa y siente de igual forma. De tal modo que tratando de implantar ideas políticas, económicas, culturales, educativas y administrativas en sociedades diferentes y en algunos casos totalmente distintos a aquellas en las cuales fueron engendrados, sólo obtuvieron desastrosos resultados.

Ahora bien, están aquellos individuos que partiendo de lo antes observado se niegan a hacer frente al cambio sistemáticamente, bien sea por obstinación, por temor al cambio, o a la pérdida de privilegios. En tal situación ellos dicen: “esto no funcionará aquí, pues aquí las cosas son diferentes”.

Así pues tenemos dos cuestiones importantes a resolver. La primera es saber en que medida es posible implantar un sistema en un marco sociocultural y económico diferente al que le dio origen. Y en segundo lugar, de poder implantarse tal sistema en que medida y de que forma puede lograrse ello, además de que tanto cabe esperar como resultado.

Por tales motivos es importante analizar la industria de la construcción japonesa y la mexicana, para determinar cuales son las similitudes y diferencias y así mismo seleccionar las metodologías que pueden aplicarse en México.

1.1 ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN JAPONESA Y MEXICANA.

1.1.1 Japón

La industria de la construcción japonesa tiene una reputación de entregas de producto a tiempo, cumpliendo con los más altos estándares de calidad. La aplicación de las diferentes metodologías que trataremos más adelante ayudaron en la obtención de estos altos niveles de calidad.

Una de las probables razones por la que es exitosa, es por su relación tan estrecha y de largo tiempo con los diferentes actores (clientes, constructoras, abastecedores de materia prima, contratistas, etc.) involucrados en el proceso. Esta relación esta basada en la confianza y sentido de hermandad. Un contratista, por ejemplo, siente la necesidad de alcanzar los requerimientos que le hace la constructora.

Etapas en los proyectos de construcción:

- Diseño conceptual: los diseños conceptuales son hechos por arquitectos. Usualmente estos diseñadores son contratados por la constructora. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, el cliente empleará a la constructora desde el principio del proyecto.
- Desarrollo del diseño: El desarrollo del diseño y la etapa de planeación es la más crítica en términos de productividad. Todo es planeado muy meticuloso y se trata de llegar a un grado de no incertidumbre para evitar sorpresas durante la ejecución. El diseño es completado a detalle en esta etapa antes de iniciar la construcción.
- Construcción: A pesar de la complejidad de los trabajos de construcción, en general, el japonés casi siempre logra lo planeado. Esto ha sido posible por la alta integración y el diseño tan detallado, así como la planeación de la construcción asociada con justo a tiempo (JIT).

Administración de proyectos

- La importante para los japoneses en la administración de proyectos no es el producto final. Ellos se enfocan en la eliminación de cualquier actividad que no va a contribuir directamente con el resultado deseado.
- El administrador de proyectos trabaja directamente con el desarrollo del diseño y la planeación de la construcción con la finalidad de realizar los planes de acción para la construcción. Todos los aspectos referentes a la seguridad en los procedimientos de construcción, tiempos de cada etapa y la calidad son definidos y especificados en ese momento. El programa detallado y proyecto presupuestario también se definen en esta etapa.
- El administrador del proyecto se apoya de las recomendaciones técnicas de las compañías especializadas y de los subcontratistas durante todo el proyecto.
- Una vez que la construcción comienza, el administrador del proyecto es el completo responsable del proyecto. Todas las órdenes e instrucciones se originan desde su oficina. El equipo de administradores del proyecto consiste de un grupo de profesionistas con mucha experiencia.
- Definido con extremo detalle la planeación de la construcción, el equipo que administrara el proyecto conoce exactamente que se requiere hacer para completar el proyecto en tiempo y dentro de presupuesto, manteniendo la calidad.

Las seis constructoras más grandes de Japón son también las mas grandes en el mundo y son conocidas como las “Big Six”. En Japón las grandes constructoras son llamadas “zenecons” y estas generalmente se involucran en más negocios como es el diseño y desarrollo de proyectos incluyendo financiamiento, publicidad, planeación territorial, diseño arquitectónico e ingeniera.

En Japón, la lealtad entre la constructora y el cliente es una norma para hacer negocios. En el sector privado los proyectos no se licitan, sino se hace contacto directo con la constructora, al igual que en México, a diferencia de que para la constructora japonesa se preocupa por la satisfacción del cliente ya que eso significa que volverán a requerir de sus servicios. Por ejemplo, si un cliente le pide a una constructora que termine el proyecto tres meses antes, la constructora lo hace sin esperar una compensación adicional.

La administración de proyectos de construcción en Japón se preocupa por aumentar la productividad y la calidad. Todos los días en la obra los obreros y también residentes y supervisores empiezan con ejercicios matutinos por diez minutos. Después, ellos discuten el programa de obra del día con todos con la finalidad de que se den cuenta de lo que se tiene que hacer ese día, así como especificar los aspectos de seguridad para ese día en especial. Los constructores japoneses trabajan seis días a la semana. Los sábados, todos los obreros dedican la tarde en limpiar el área de trabajo, lo cual mejora la seguridad y les permite empezar la semana sin desorden en la obra.

Las constructoras japonesas prefieren compartir el mercado antes que competir, esto es llamado el sistema “dango”. Esto quiere decir que una constructora puede aceptar una pequeña parte de la obra, esperando una mayor parte en la próxima. En México generalmente esperamos todo o nada.

1.1.2 México

En México existen una serie de factores o condicionantes que determinan bajos niveles de productividad, elevados costos, deficiencias de calidad y elevados tiempos de entrega. Esto se debe principalmente por las siguientes razones:

- Bajo nivel de polivalencia en el personal obrero, sobre todo debido a los anticuados convenios laborales.
- Ausencia de métodos de mejora continua. Con el objetivo de la mejora tanto de los procesos, como de los productos o servicios.
- Alto nivel de dependencia de factores climatológicos.
- Personal temporal, poco identificado con la empresa y escaso nivel de capacitación.
- Administración mediante gestión de control, en lugar de una gestión participativa.
- Falta de aplicación de herramientas e instrumentos para el control y la reducción de desperdicios y despilfarros, como por ejemplo el control estadístico de procesos.
- Escaso interés por el principal factor de producción que es la mano de obra, la cual está sujeta a un elevado índice de rotación.

- Falta de aplicación de sistemas de incentivos grupales por calidad y productividad.
- Elevado nivel de actividades carentes de valor agregado.
- Falta de aplicación de análisis e ingeniería de valor, a los efectos de la eliminación de elementos y actividades redundantes.
- Falta de trabajo en equipo.

Todos estos son motivos o factores de sobra para entender y comprender los bajos niveles de calidad y productividad, y como consecuencia los elevados costos a los cuales se ven sometida la industria de la construcción mexicana.

Las empresas suelen incrementar notablemente sus beneficios por medio de la reducción en la calidad, confiabilidad, y duración media de las obras, o lo que es lo mismo entregando bienes de un bajo valor agregado.

Recientes estudios han demostrado que la planificación en la industria de la construcción en México representa aproximadamente sólo un 10% del costo total de un proyecto, sin embargo, regula la ejecución global de éste. Por lo tanto una mala planificación representa la causa principal de los problemas en la construcción, como la no disponibilidad o inadecuada disponibilidad de recursos.

Sin embargo, en general la planificación ha sido resumida a la creación de presupuestos, programas y otros documentos referentes a las etapas a ser ejecutadas durante un proyecto. Diversos autores apuntan a que la ineficiencia de la planificación, radica básicamente en los siguientes puntos (Bernardes 2001):

- La planificación de producción normalmente está basada solamente en la experiencia de los administradores.
- El control está basado en general, en el intercambio de informaciones verbales entre el ingeniero con el jefe de obras, cubriendo solamente un corto plazo de ejecución sin ninguna relación con los plazos más largos cubiertos en los planes de ejecución de obras, dando como resultado, la ineficiencia en la utilización de los recursos.
- La planificación de producción normalmente está basada solamente en la experiencia de los administradores.
- La planificación en otras áreas de la industria, se concentra en las unidades de producción, sin embargo en la industria de la construcción, se orienta más bien al control de las actividades. Un control orientado solo en las actividades, mide únicamente el desempeño global y cumplimiento de los contratos, no preocupándose de las unidades productivas o cuadrillas.
- Olvidamos la incertidumbre inherente de los procesos productivos en los proyectos de construcción; esto se observa en planes de largo plazo muy detallados que llevan a realizar constantes cambios y actualizaciones no contempladas en los planes iniciales.
- En general, se aprecian fallas en la aplicación e implementación de software para planificación, adquiridos y utilizados sin antes haber identificado las necesidades reales de sus usuarios y directivos de la

empresa. Sin esa identificación, estos programas computacionales generan una gran cantidad de datos apenas relevantes y/o innecesarios.

- No hay diferencia entre las actividades de conversión, tales como colado, albañilería, etc (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo, tales como esperas, controles, movimientos, etc (actividades que no agregan valor). En México se considera que todas las actividades agregan valor.
- Se estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subproceso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocesos. No se considera la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos, pues se asume que el trabajo pasa linealmente y secuencialmente a través del sistema de producción.
- No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre.

1.2 ANÁLISIS DE TÉCNICAS JAPONESAS

1.2.1 Gestión de Calidad Total (Total Quality Management)

La Gestión de la Calidad Total fue desarrollada a mediados de los cuarentas por el Dr. W. Edward Deming quien en ese tiempo era un consultor en muestreo en la agencia de empadronamiento de Estados Unidos y luego se convirtió en profesor de estadística en el posgrado de la escuela de administración de empresas de la Universidad de Nueva York. El tuvo poco éxito convenciendo a las empresas americanas para que adoptaran la Gestión de Calidad Total pero sus métodos tuvieron mucho éxito en Japón.

Después de la Segunda Guerra Mundial, el General MacArthur se llevó 200 científicos y especialistas, incluyendo al Dr. Deming, a Japón para ayudar a reconstruir el país. Mientras trabajaba en Japón el Dr. Deming fue invitado por la Asociación de Científicos e Ingenieros para que diera conferencias sobre sus técnicas de calidad. Uno de los asistentes era un profesor japonés muy reconocido. Después de asistir a sus conferencias, el profesor le dijo a sus estudiantes que si ellos querían darle un giro importante a la economía japonesa en cinco años, ellos deberían asistir a las conferencias del Dr. Deming sobre como lograr la calidad y reducir costos. Muchos obedecieron y asistieron a las conferencias. Eventualmente, muchas empresas manufactureras japonesas adoptaron las teorías del Dr. Deming y empezaron a producir productos de calidad y a reducir costos.

Conforme a pasado el tiempo Japón se ha convertido en un referente de calidad y siguen evolucionando en el tema, es por eso que es importante analizar los principios de la gerencia japonesa y como controla la calidad.

Para los japoneses, calidad significa ser "adecuado para uso de los consumidores". La innovación técnica se propone corregir el producto desde el punto de vista del consumidor y no es una finalidad en sí misma.

Uno de los principios de la gerencia japonesa ha sido el control de calidad total (TQC) que, en su desarrollo inicial, hacía énfasis en el control del proceso de calidad. Esto ha evolucionado hasta convertirse en un sistema que abarca todos los aspectos de la gerencia, y ahora se conoce como gestión de calidad total (TQM). La gestión de calidad total es una manera de mejorar constantemente el desempeño en todos los niveles operativos, en cada área funcional de una organización, utilizando todos los recursos humanos y de capital disponibles. El mejoramiento está orientado a alcanzar metas amplias, como los costos, la calidad, la participación en el mercado, los proyectos y el crecimiento.

La gestión de calidad total es una filosofía así como un conjunto de principios rectores que representa el fundamento de una organización en constante mejoramiento. La gestión de calidad total consiste en la aplicación de métodos cuantitativos y recursos humanos para mejorar el material y los servicios suministrados a una organización, los procesos dentro de la organización, y la respuesta a las necesidades del consumidor en el presente y en el futuro. La gestión de calidad total integra los métodos de administración fundamentales con los esfuerzos de perfeccionamiento existentes y los recursos técnicos en un enfoque corregido, orientado al mejoramiento continuo.

Para el caso de la administración de proyectos yo considero el movimiento TQM como parte de la estrategia kaizen, ya que esto nos da una comprensión más clara del enfoque japonés. La gestión de calidad japonesa no debe considerarse estrictamente como una actividad de control de calidad, sino como una estrategia destinada a servir a la gerencia para lograr mayor competitividad y rentabilidad, logrando de tal forma mejorar todos los aspectos del proyecto.

Un programa de gestión de calidad requiere:

- La dedicación, el compromiso y la participación de los altos ejecutivos.
- El desarrollo y mantenimiento de una cultura comprometida con el mejoramiento continuo.
- Concentrarse en satisfacer las necesidades y expectativas del cliente.
- Comprometer a cada individuo en el mejoramiento de su propio proceso laboral.
- Generar trabajo en equipo y relaciones laborales constructivas.
- Reconocer al personal como el recurso más importante.
- Emplear las prácticas, herramientas y métodos de administración más provechosos.

Hacer posible la visión estratégica de la calidad requiere de numerosas herramientas y metodologías, entre las cuales tenemos:

1. Orientación hacia el proceso, antes que simplemente orientación al resultado. Al estar orientados hacia el proceso, podemos influir sobre el resultado en una etapa preliminar. La orientación hacia el proceso exige que nos replanteemos por qué las cosas se hacen de determinada manera. Al mejorar la calidad del proceso se mejora la calidad del resultado.
2. Iniciar la puesta en práctica desde arriba e involucrar a todos. La gestión de calidad debe ser instrumentada previamente en los altos niveles gerenciales y fluir a través de la estructura de la organización del proyecto como una cascada. Este despliegue garantiza que los ejecutivos puedan comprender, demostrar y enseñar los principios y métodos de la gestión de calidad, antes de esperar encontrarlos y evaluarlos en su personal. El efecto de cascada también debe alcanzar a los proveedores.
3. Compromiso de los altos niveles gerenciales. Este liderazgo asegura un firme y envolvente compromiso hacia el mejoramiento continuo. La disminución de los costos, la conformidad con los programas, la satisfacción del cliente y el orgullo por la tarea realizada, todo surge de una abierta dedicación al mejoramiento permanente. Una demostración de este compromiso es el hecho de operar sobre la base de sugerencias para hacer posible los cambios.
4. Una comunicación vertical y horizontal eficaz y sin trabas. Utilizar este tipo de comunicación es fundamental para los esfuerzos de mejoramiento continuo. Los métodos de la gestión de calidad apuntan a eliminar las trabas en la comunicación, facilitando el flujo de información bidireccional entre los líderes y sus subordinados. Ello garantiza que las metas y objetivos del proyecto se puedan definir claramente y difundir a través de toda la organización. Para fomentar la comunicación vertical y horizontal se dispone de una amplia serie de herramientas y técnicas.
5. Mejoramiento continuo de todos los productos y procesos, internos y externos. El objetivo fundamental de la gestión de calidad es el mejoramiento continuo de cada aspecto de la propia tarea. Dicho objetivo se implementa a través de un método corregido y ordenado a fin de perfeccionar cada proceso. En la gestión de calidad el énfasis está puesto en la prevención de las fallas, a través de herramientas de identificación de problemas y de resolución de los mismos.
6. Constancia en los objetivos y una visión compartida. Un conjunto de principios o un objetivo común debe guiar a toda organización. Cualquiera que sea su objetivo, todo el personal debe conocerlo y trabajar en beneficio de él. La coherencia es primordial, las metas discordantes llevarán al fracaso.
7. El cliente manda. El cliente es lo que más importa, ya se trate de un cliente interno o un cliente externo. Cada trabajador es, de algún modo, un cliente. Los usuarios deben ser identificados, y sus necesidades, aspiraciones, expectativas y deseos claramente delineados y satisfechos. Los usuarios y sus necesidades son la única razón por la cual se hace una construcción.

8. La inversión en personal. La más importante y valiosa inversión de todo proyecto es su personal. Los trabajadores constituyen el componente esencial para el proceso de mejoramiento continuo. La capacitación, la formación de equipos, y el mejoramiento de las condiciones de trabajo son elementos importantes para crear una situación en la cual los empleados puedan prosperar, obtener experiencia y capacidad, y contribuir al desarrollo del proyecto en escala progresiva.
9. La gestión de calidad se inicia y concluye con la capacitación. Es necesario capacitar permanentemente a todo el personal. Puede resultar conveniente promover las habilidades de índole afectiva, como la comunicación verbal o escrita y los conceptos de formación de equipos; o incrementar las habilidades cognitivas, como el control estadístico de la calidad.
10. Dos cabezas piensan mejor que una. Sin trabajo en equipo, la gestión de calidad está destinada al fracaso antes de que pueda ser puesta en práctica. Los equipos modernos funcionan en conjunto, como una sola entidad, y no como un comité donde uno o determinados miembros hacen o dirigen la tarea.
11. Todos participan en la determinación y comunicación de las metas. Los empleados tienen que compartir las metas que se han fijado. Los demás deben estar al tanto de las metas que pueden afectarles.

La gestión de la calidad para el kaizen implica tanto el despliegue de políticas, como la construcción de sistemas de aseguramiento de calidad, estandarización, entrenamiento y educación, administración de costos y círculos de calidad. Sin embargo esto es solo lo que a Gestión de Calidad Total se refiere, para hablar de una mejora continua dentro de los proyectos tenemos que involucrar más técnicas que son contempladas por el Kaizen.

1.2.2 Kaizen

El término Kaizen es relativamente nuevo. De acuerdo a su creador, Masaaki Imai, proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa *cambio* y “Zen” que quiere decir *para mejorar*. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”, como comúnmente se le conoce.

El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a si misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día. La contaminación ambiental, el continuo incremento de la población a nivel mundial y el agotamiento de los recursos tradicionales más fácilmente explotables, hacen necesaria la búsqueda de soluciones, las cuales sólo podrán ser alcanzadas mediante la mejora continua en el uso de los recursos en un mundo acostumbrado al derroche y el despilfarro.

La esencia de las prácticas administrativas más "exclusivamente japonesas" ya sean de mejoramiento de la productividad, actividades para el control total de la calidad, círculo de control de calidad, entre otros, puede reducirse a una palabra: KAIZEN. Kaizen es el concepto de una sombrilla que involucra numerosas prácticas y herramientas que dentro de dicho marco filosófico y estratégico, permiten una mejora continua en la organización.

Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario.

Kaizen se realiza en un área de Gemba, piso o lugar donde ocurre la acción, no en las oficinas. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos mediante la reducción de tiempo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "Muda", en cualquiera de sus siete formas.

El Gemba Kaizen

Ello significa la mejora continua en el lugar de trabajo que involucra a todos. El gemba es el lugar real, el lugar donde los hechos se concretan, en este caso es el lugar donde tiene lugar la obra. Por tal motivo los directivos de la empresa deben presenciar ellos mismos la obra y su construcción, tomando contacto con la realidad, con los que desarrollan las labores y con los problemas que puedan identificarse en las actividades constructivas.

En la gestión del gemba es fundamental la aplicación de las 5 S, la estandarización y la eliminación de mudas.

Aplicar las **Cinco "S"** significa desarrollar los siguientes pasos:

- **Seiri:** Separar lo necesario de lo innecesario. De tal forma muchos componentes que estorban las actividades y movimientos serán separados.
- **Seiton:** Los elementos o materiales necesarios deberán ordenarse metódicamente, de tal forma de evitar accidentes, controlar la cantidad de material existente y poder tanto ubicar dicho material como así también desplazarlo.
- **Seiso:** Proceder a la limpieza del espacio físico y de las herramientas y maquinarias. Con ello se mejorará la seguridad, y la duración y mantenimiento de las herramientas y máquinas.
- **Seiketsu:** Limpieza y disciplina de los obreros, que contribuye a su seguridad, y evitar enfermedades. Utilización de cascos, protectores visuales, zapatos con protección, entre otras.

- **Shitsuke:** construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5 S mediante el establecimiento de estándares.

La estandarización implica registrar y aplicar sistemáticamente los mejores pasos para un óptimo en el desarrollo de los procesos y actividades. Generado un cambio o mejora, debe ponerse bajo control las variaciones especiales a las cuales se encuentran sometidos los procesos en una primera instancia, procediendo una vez lograda controlar la situación a estandarizar los procesos a los efectos de su repetición. Este proceso mejorado y estandarizado se someterá posteriormente a nuevos procesos de mejora y estandarización.

Justo a Tiempo (JIT)

Para la administración de proyectos lo que a nosotros no interesa en cuanto a JIT es la eliminación de las mudas (término japonés que significa desperdicio) ya que son plenamente aplicables. La metodología fijada en el Just in Time por Ohno a los efectos de la identificación, prevención y eliminación de las siete mudas clásicas son las siguientes:

1. Mudadas de movimientos
2. Mudadas de transportes
3. Mudadas de inventarios
4. Mudadas de sobreproducción
5. Mudadas de procesamiento
6. Mudadas de espera
7. Mudadas por fallas y correcciones

Mudas de movimientos. Son origen de baja productividad por exceso de movimientos físicos por parte de los operarios, como así también por la aplicación de malos movimientos generadores de baja productividad, cansancios físicos y enfermedades, e inclusive los peligros de accidentes. Para ello es fundamental la aplicación de los estudios ergonómicos, como así también un estudio de la disposición físicas de los elementos e instrumentos a utilizar. Un buen ejemplo de aplicación de estos conceptos son los alargadores periscópicos utilizados para las tareas de pintado en lugar de la utilización de las escaleras. La utilización de dichos alargadores implica un pintado más rápido, sin necesidad de movimiento de escaleras y baldes de pinturas, y con menores riesgos para el personal.

Mudas de transporte. Constituidos por los desperdicios debidos tanto a la falta de planeamiento en el traslado de materiales, como a los métodos a usar. Actualmente el uso de motoelevadores, plumas elevadoras, elevadores y grúas corredizas permiten un traslado más rápido y seguro de material incrementando radicalmente los índices de productividad.

Mudas de inventarios. La utilización del **kanban**, sumado a la contratación de proveedores especiales por línea de materiales en función al costo total (lo cual implica los tiempos de entrega más la calidad de la misma) posibilita trabajar con la cantidad justa de materiales a utilizar periódicamente en la obra, evitando de tal forma los costos o pérdidas originados en costos financieros, custodia de los materiales, pérdidas por humedad o factores climáticos, y los costos por mantenimiento y manipulación de los mismos.

Mudas de sobreproducción. Producir más allá de la cantidad demandada por el mercado para una característica especial de inmuebles origina fuertes costos financieros y de control y mantenimiento de obra. La mejor forma de evitar ello es con un estudio pormenorizado de mercado o bien construyendo a pedido.

Mudas de procesamiento. Los errores en materia de diseño tanto de obra como de los procesos para su construcción originan fuertes costos producto del desarrollo de actividades sin valor agregado, lo cual provoca múltiples despilfarros y desperdicios tanto de material, como de horas hombre.

Mudas de espera. La falta de coordinación, la falta de materiales, la ausencia de materiales en condiciones de ser usada, los tiempos excesivos de preparación, la ausencia de obreros o de supervisores, debido a factores climáticos, y la rotura o falta de máquinas y/o herramientas genera desperdicios por espera. Esto puede superarse mediante la aplicación de TPM (para evitar la pérdida de tiempo en reparaciones), mediante la selección óptima de proveedores JIT (para evitar la ausencia de material), y mediante una óptima selección, contratación y dirección de personal. En cuanto a los factores climáticos pueden atenuarse en algunos casos sus efectos mediante elementos que protejan el lugar de trabajo “gemba” de la incidencia de tales factores.

Mudas por fallas o correcciones. No sólo cuenta evitar los errores en la obra terminada, sino también durante el proceso. Es esencial lograr la calidad a la primera evitando procesos correctivos que lleva a la pérdida de materiales y horas hombre, además de costos financieros por los plazos para terminación de la obra y su respectiva comercialización. Hacerlo bien a la primera implica la implantación del TQM, llevando a la participación del personal mediante sugerencias y círculos de calidad, la aplicación de las herramientas de gestión y el monitoreo mediante la utilización del Control Estadístico de Procesos. El proceso puede ser auxiliado y mejorado notablemente mediante la aplicación de las 5 “S”.

Mantenimiento Productivo Total (MPT)

El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El MPT involucra a todos los empleados de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la maquinaria a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación

en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones.

El TPM surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema para el control de equipos con un nivel de automatización importante. En Japón, de donde originario el TPM, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes; sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros del proyecto. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción "justo a tiempo" y la automatización controlada de las operaciones.

El resultado final de la incorporación del TPM deberá ser un conjunto de equipos más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

La alta administración debe crear un sistema que reconozca y recompense la habilidad y responsabilidad de todos para el MPT. Una vez que los trabajadores adquieren el hábito del mantenimiento y limpieza de su lugar de trabajo, han adquirido disciplina.

Despliegue de políticas

El despliegue de la política se refiere al proceso de introducir las políticas para Kaizen en todos los involucrados productivamente dentro del proyecto, desde el nivel más alto hasta el más bajo. El administrador del proyecto debe establecer objetivos claros y precisos que sirvan de guía a cada persona y asegurar de tal forma el liderazgo para todas las actividades kaizen dirigidas hacia el logro de los objetivos.

La constructora debe idear una estrategia a largo plazo, detallada en estrategias de mediano plazo y estrategias anuales. La constructora debe contar con un plan para desplegar la estrategia, pasarla hacia abajo por los niveles subsecuentes de gerencia hasta que llega a la zona de producción. Como la

estrategia cae en cascada hacia las categorías inferiores, el plan debe incluir planes de acción y actividades cada vez más específicas.

Las metas del proyecto y de Kaizen son establecidas sobre la base de metas de constructora a largo y mediano plazo. Varios meses antes de que los altos gerentes se reúnan para formular estas metas anuales, existe una consulta vertical preliminar entre el administrador del proyecto y los gerentes divisionales y entre los gerentes divisionales y de departamento dentro de una constructora.

Un importante aspecto del despliegue de la política es su prioridad. El establecimiento de la prioridad es una parte inherente del diagrama de Pareto, con frecuencia utilizado en las actividades del círculo del control de calidad y este mismo concepto se aplica también en el despliegue de las metas. Debido a que son limitados los recursos que pueden movilizarse, es esencial que se asignen prioridades. Una vez que se ha hecho esto, puede desplegarse una lista cada vez más clara y específica de las medidas y planes de acción en los niveles inferiores de la administración.

A medida que las metas se abren paso hacia abajo, las declaraciones de la política de la alta administración son reenunciadas como metas cada vez más específicas y orientadas a la acción, convirtiéndose al final en valores cuantitativos precisos. Así, el despliegue de la política es un medio para que el cometido del administrador del proyecto sea realizado por los niveles inferiores.

Sistema de sugerencias

El sistema de sugerencias funciona como una parte integral del kaizen orientado a individuos, y hace énfasis en los beneficios de elevar el estado de ánimo mediante la participación positiva de los empleados. Los gerentes y supervisores deben inspirar y motivar a su personal a suministrar sugerencias, sin importar lo pequeña que sean. La meta primaria de este sistema es desarrollar empleados con mentalidad kaizen y autodisciplinados.

Para que tengan éxito, los programas de sugerencias necesitan venderse internamente. Eventos especiales, publicidad, boletines internos y periódicos, juntamente con folletos promocionales precisos y vigorosos, son los ingredientes para mantener el sistema vivo y en buen funcionamiento. No hay que esperar que los sistemas sigan trabajando sin mantenimiento, revisión y nueva inspiración. Cumplidos estos ingredientes, los programas de sugerencias son un sistema muy valioso para cosechar ideas innovadoras.

El sistema de sugerencias es una parte integral del Kaizen orientado al individuo. La alta administración debe implantar un plan bien diseñado para asegurar que el sistema de sugerencias sea dinámico.

Los principales temas de sugerencias de las compañías japonesas son en orden de importancia:

- Mejoramientos en el trabajo propio.
- Ahorros en energía, material y otros recursos.
- Mejoramientos en el entorno de trabajo.
- Mejoramientos en las máquinas y procesos.
- Mejoramientos en artefactos y herramientas.
- Mejoramientos en el trabajo de oficina.
- Mejoramientos en la calidad del producto.
- Ideas para los nuevos productos.
- Servicios para y relaciones con el cliente.
- Otros.

Además de hacer a los empleados conscientes del Kaizen, los sistemas de sugerencias proporcionan a los trabajadores la oportunidad de hablar con sus supervisores y entre ellos mismos. Al mismo tiempo, proporcionan la oportunidad de que el administrador de proyecto ayude a los trabajadores a tratar con los problemas. De este modo, las sugerencias son una oportunidad valiosa para la comunicación.

Actividades de grupos pequeños

Entre las estrategias del kaizen se encuentran las actividades de grupos pequeños, siendo el más común el Círculo de Calidad. Los mismos no sólo persiguen temas atinentes a la calidad, sino también cuestiones relativas a costos, seguridad y productividad.

¿Qué es un círculo de calidad?

1. Un círculo de calidad es un pequeño grupo de trabajadores que realizan tareas semejantes y se reúnen para identificar, analizar y solucionar problemas del propio trabajo, ya sea en cuanto a calidad o a productividad.
2. Los círculos de calidad son grupos de trabajadores con un líder o jefe de equipo que cuenta con el apoyo de la organización de la empresa, cuya misión es transmitir a la dirección propuestas de mejora de los métodos y sistemas de trabajo.
3. Los círculos de calidad se reúnen para estudiar un problema de trabajo o una posible mejora del producto, pero no basta con identificar los fallos o los aspectos a mejorar. La misión del círculo es analizar, buscar y encontrar soluciones, y proponer la más adecuada a la Dirección.
4. Los círculos de calidad suponen que los trabajadores no sólo aportan su esfuerzo muscular, sino también su cerebro, su talento y su inteligencia.

Entre los propósitos de los círculos de calidad y productividad se tienen:

- a) Contribuir a desarrollar y perfeccionar los procesos dentro de los proyectos.
- b) Lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido.
- c) Aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo.

En cuanto a los pilares sobre los que se sustentan los círculos de calidad tenemos:

- a) El reconocimiento a todos los niveles de que nadie conoce mejor una tarea, un trabajo o un proceso que aquel que lo realiza cotidianamente.
- b) El respeto al individuo, a su inteligencia y a su libertad.
- c) La potenciación de las capacidades individuales a través del trabajo en grupo.
- d) La referencia a temas relacionados con el trabajo.

Mientras el concepto en México del control de calidad hace hincapié en que el éxito del control de la calidad depende en gran medida de los gerentes e ingenieros, los japoneses agregaron la noción de que los trabajadores también podrían desempeñar un papel importante para mejorar la calidad del producto y la productividad. Los japoneses ampliaron el concepto para crear lo que se denomina control total de calidad o círculos de control de calidad en los que participan los trabajadores de la obra. La idea subyacente en todo esto es que no es posible lograr el control de calidad en toda la empresa sin la participación de los obreros.

1.2.3 Construcción sin pérdidas (Lean Construction)

A comienzos de los noventa en Finlandia, teniendo como modelo el Lean Production Japonés, donde Lauri Koskela sistematiza los conceptos más avanzados de la administración moderna (Benchmarking, Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo), junto con la ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras. Koskela propone esta nueva filosofía de Control de producción en su tesis de Doctorado “Application of the New Production Philosophy to Construction”, 1992.

1.2.3.1 Mediciones

La medición de datos se requiere por dos motivos: para conducir el mejoramiento interno de la organización, y para comparar los datos obtenidos de los indicadores escogidos. Para las organizaciones directamente implicadas en la construcción el primer motivo es el principal, mientras que para el cliente final el segundo pasa a ser mucho más importante.

En la filosofía de Lean Construction, como marco conceptual, clasificaremos los indicadores de desempeño en tres categorías: Por resultados, por procesos y por variables. Estos indicadores deben cumplir los siguientes requisitos:

- Especificidad: Deben estar relacionados con aspectos, etapas y resultados claves del proyecto o del proceso.
- Simplicidad: Deben ser de fácil aplicación, comprensión y medición.
- Bajo costo: El costo de la medición debe ser significativamente menor que el potencial ahorro.
- Representatividad: Debe dar información veraz y confiable del proceso evaluado.

Los índices de desempeños de resultados globales del proyecto, por categoría son:

POR RESULTADOS

Resultados	Parámetros	Unidades
Costo	Desviación del Costo	Costo Real / Costo Presupuestado
Plazo	Desviación del Plazo	Plazo Real / Plazo Presupuestado
Mano de Obra	Eficiencia de la M.O	HH Real / HH Presupuestada
		Costo Real / Costo Presupuestado
Alcance de Obra	Cambio en alcance del Proyecto	Costo de ordenes de Cambio/ Costo Presupuestado
Calidad	No Conformidad	N° de no cumplimientos
		Costo del No cumplimiento / Costo total de la Obra
	Cuadrillas de Remate	Costo de M.O de cuadrilla / Costo M.O Total

POR PROCESOS

Procesos	Parámetros	Unidades	
Construcción	Productividad Rendimiento	Real vs. Presupuestada	
		HH / ton	\$ / ton
		HH / m ³	\$ / m ³
		HH / ml	\$ / ml
	Etc.	Etc.	
Trabajo Rehecho	HH trabajo Rehecho / HH totales		
Pérdida de Material	% de pérdidas de materiales con respecto al Total Completado		
Equipos	HM Reales / HM Presupuestadas		
Abastecimiento	Atrasos	N° de pedidos atrasados / N° total de pedidos	
		N° de actividades en espera / N° de actividades en el periodo	
	Conformidad con especificaciones	N° de pedidos con errores / N° total de pedidos	
Planificación	Efectividad de la Planificación	% de actividades Completadas = N° de actividades totalmente Completadas / N° de actividades planificadas	
Diseño/Ingeniería	Cambios de Diseño	N° de cambios / Total de Planos	
	Errores/Omisiones	N° de errores / Total de Planos	

POR VARIABLES

Variables	Parámetros	Unidades
Seguridad	Índice de Accidentabilidad	(N° de accidentes) x 100 / N° total de trabajadores
	Tasa de Riesgo	(N° Días perdidos) x 100 / Promedio anual de trabajadores

Problemas de flujo causados por conceptos directivos convencionales

El primer objetivo del Lean Construction es entender "la física" de producción en la Construcción, los efectos de dependencia y la variabilidad a lo largo de las cadenas de actividades y el suministro de éstas.

La física de la construcción no se refiere al concepto típico usado en la educación de la construcción, asociado al comportamiento de los materiales. Se

refiere a la ciencia que describe los movimientos de las unidades de producción a través del proceso de construcción de la obra.

Las críticas de los conceptos directivos convencionales pueden ser estructurados en tres grupos: método secuencial de realización del proyecto, carencia de consideraciones de Calidad y Controles segmentados.

A continuación se explican cada uno de estos puntos brevemente:

- a) Método secuencial de realización de proyectos: durante la planificación, la totalidad de las tareas son ordenadas en forma secuencial, las cuales son asignadas a diferentes especialistas para su completa ejecución, no existiendo una visión global de la interacción entre ellas.
- b) Carencia de consideraciones de calidad: en el enfoque administrativo tradicional, no se efectúa un esfuerzo especial por eliminar fallas, errores, omisiones, etc., ni para reducir su impacto; y se piensa que existe un nivel óptimo de calidad pues son eliminados en controles posteriores (Koskela 1992). Además nuevos sistemas de Gestión de Calidad son usados como herramientas de Marketing para la adjudicación de propuestas y no como un medio que apunta a aumentar la productividad mediante la eliminación del trabajo rehecho.
- c) Controles segmentados: en el enfoque tradicional, se controlan sólo las partes componentes de los procesos, en vez de inspeccionarlos en su totalidad. En la mayoría de la ocasiones la razón de esta situación recae sobre la estructura jerárquica de la organización (Koskela 1992).

1.2.3.2 Pérdidas, cadena de valor y logística desde el punto de vista de su dirección en la construcción.

Como fuente principal de mejoramiento de la producción en la construcción, Lean Construction se centra en el mejoramiento de la logística de la producción, tanto de la cadena de los suministros como de la secuencia de actividades constructivas del proceso. En este sentido los conceptos de pérdidas, valor, logística y compromisos cobran una gran importancia para cualquier intento de mejoramiento del proceso, sin importar el sector productivo al cual la empresa pertenezca.

Pérdidas

La nueva filosofía de “Construcción sin pérdidas” acepta el concepto adoptado por Ohno como: “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

Para eliminar pérdidas en la construcción, primero debemos saber las fuentes de ellas. Tomando como referencia lo explicado anteriormente sobre la eliminación de las Mudos, se define que las pérdidas más importantes dentro la construcción son las siguientes:

1. Pérdidas por esperas (inactividad)
2. Pérdidas por traslados
3. Pérdidas por trabajo lento
4. Pérdidas por trabajo inefectivo
5. Pérdidas por trabajo rehecho

A su vez pueden ser clasificadas de acuerdo a su fuente según al área a la que pertenecen:

- a) Administración: Requerimientos innecesarios, exceso o falta de control, mala planificación o excesiva burocracia.
- b) Uso de Recursos: Exceso o falta de cantidad, mal uso, mala distribución o disponibilidad.
- c) Sistemas de Información: No necesaria, defectuosa, atrasada o poco clara.

El enfoque en la productividad de la “Construcción sin Pérdidas” propone nuevas herramientas de diagnóstico, medición y mejoramiento para este propósito. Encuestas de detección a los capataces, métodos de muestreo del trabajo, registros de materiales y otras herramientas han sido desarrolladas para permitir la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad en la construcción. El principal objetivo de estas herramientas es reducir las demoras, interrupciones y mejorar el almacenamiento de recursos, la coordinación y la planificación en la construcción.

El objetivo fundamental es eliminar “las restricciones de la organización” propias de la naturaleza de la producción en la construcción, por ejemplo: reducir el tiempo de transporte para la provisión de materiales o almacenaje de herramientas próximas al lugar de construcción, modificar la distribución de las instalaciones, proveer de grúas o elementos de transporte de materiales para las eliminaciones de los tiempos de transporte y traslado.

Cadena de Valor

Definiremos en un principio las actividades que agregan y no agregan valor:

- Actividad que agregan valor: La actividad que convierte un material y/o la información hacia los requerimientos del cliente. En suma, son las actividades que el cliente reconoce en un estado de pagos del proyecto como ejecutadas. Por ejemplo, colado de un elemento, albañilería de un muro, etc.

- La actividad que no agregan valor (pérdidas): aquellas que produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a un proyecto.

Logística

La Construcción sin pérdidas apunta al mejoramiento de la logística como herramienta principal de eliminación de pérdidas y en si es el concepto que se pretende aplicar a los sistemas productivos tradicionales.

El concepto de dirección basada en la logística está definido como "el proceso de planificación, implementación, control de la ejecución eficiente de los flujos, el almacenamiento y aprovisionamiento de materiales, y de la administración eficiente de la información relacionada desde el punto de origen del flujo hasta el punto de ejecución con el fin de satisfacer los requisitos del cliente".

En términos de la construcción, la logística se puede entender como un proceso multidisciplinario que intenta garantizar en el tiempo exacto, el costo y la calidad del proceso:

- Suministro de materiales, su almacenaje, procesamiento y dirección;
- Suministro de mano de obra;
- Control de los programas de construcción;
- Movimiento de la maquinaria de construcción en terreno;
- Dirección de los flujos de construcción;
- Dirección de los flujos de información relacionada con los flujos en el proceso de ejecución.

Esto se logra con el mejoramiento en las actividades de planificación, organización y el control antes, durante y después de los trabajos de construcción. Las funciones de la logística en una empresa constructora se pueden dividir en logística de recursos y la logística en terreno del proceso (Figura 1.1).

La logística de proveedores se relaciona con las actividades que son cíclicas en el proceso de producción. Estas actividades son básicamente: proveer los recursos necesarios (materiales, equipo y mano de obra), planificación de los suministros, adquisición de recursos, transporte al terreno y su entrega y control de almacenaje.

La logística en terreno se relaciona con la planificación física del flujo mediante la organización, dirección y control en terreno. Esto significa, dirección de los sistemas de información, equipos de seguridad, disposición de las cuadrillas en terreno, definición de la secuencia de la actividad y resolución de interferencia entre actividades de los equipos y las cuadrillas de construcción en terreno.

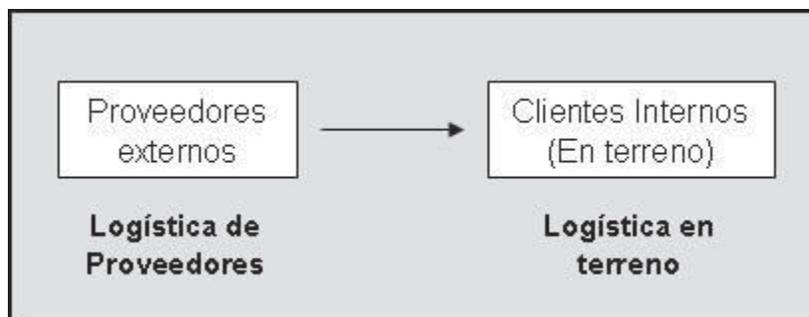


Figura 1.1 Funciones de la Logística

Los objetivos principales de un sistema logístico son maximizar el nivel de información hacia el cliente y reducir al mínimo costo total de las actividades del proceso. Es decir los objetivos son generar valor al cliente y reducir el costo en el proceso de producción.

El nivel de información hacia el cliente se puede medir en relaciones exteriores entre la empresa constructora y sus clientes finales, en relaciones exteriores entre la empresa y sus proveedores, y en relaciones internas entre la empresa y sus cuadrillas de construcción en terreno.

1.2.3.3 Los principios de Lean Construction

La tarea fue desarrollar un modelo que cubra todos los rasgos importantes de producción, sobre todo de los que carece el modelo de conversión. El nuevo modelo de producción puede ser definido de la siguiente forma:

La producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima al producto final. En este flujo, el material es procesado dentro de este flujo, se producen inspecciones, esperas y posteriormente movimientos de recursos hacia la actividad siguiente. Este proceso de actividades intrínsecamente diferentes representa la visión de conversión de producción; la inspección, el movimiento y la espera representa el aspecto de flujo de producción (Figura 1.2).

En esencia, la nueva conceptualización implica una doble visión de producción: esto consiste en conversiones y flujos. La eficacia total de producción es atribuible a la eficacia de ambas; el nivel de tecnología, las habilidades, la motivación, etc. de las actividades de conversión realizadas, así como la cantidad y la eficacia de las actividades de flujo por las cuales las actividades de conversión se entrelazan entre si.

Mientras todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, sólo las actividades de conversión agregan valor al material o a la información, siendo transformada en un producto final. Así, el mejoramiento de actividades de flujo principalmente debería ser enfocado en su reducción o eliminación, mientras que actividades de conversión deben ser más eficientes (Figura 1.3).

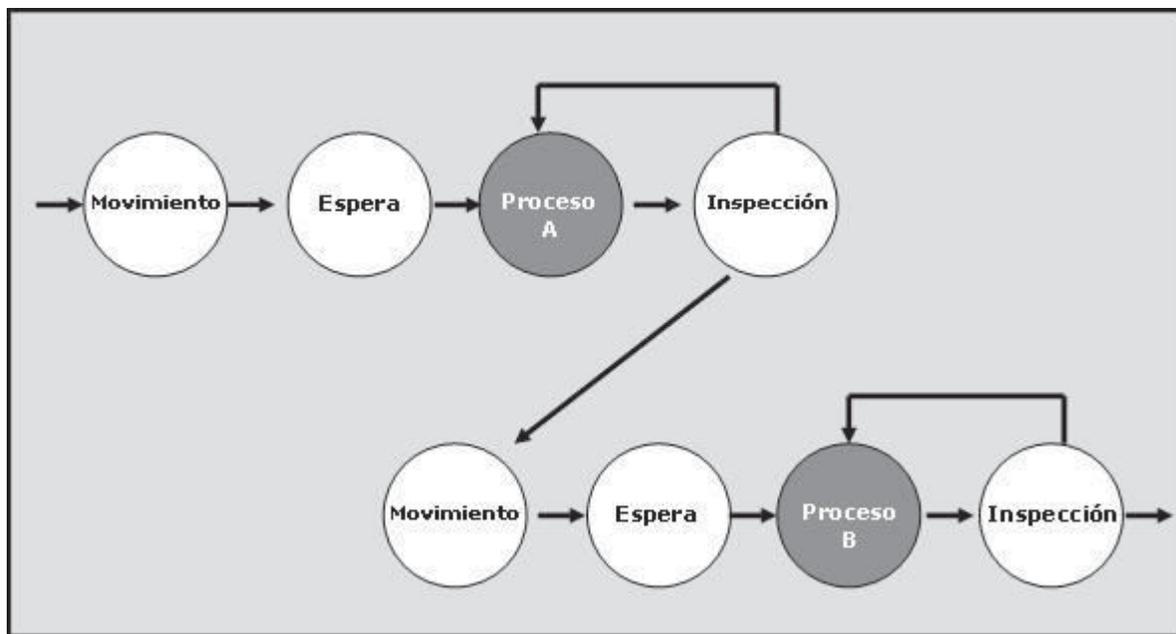


Figura 1.2 La producción como un flujo de procesos: ilustración simplificada. Los círculos en blanco representan actividades que no agregan valor, en contraste con las actividades que sí agregan valor al proceso.

La visión de *Lean Construction* se concentra en reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto final y a optimizar las actividades que sí agregan valor (actividades de conversión).

Presentare entonces a continuación los principios de la nueva filosofía para el diseño de procesos de flujo en la construcción y su mejoramiento.

Reducir las actividades que no agregan valor. (Pérdidas)

Reducir la parte de actividades que no agregan valor es una pauta fundamental. La experiencia muestra que las actividades que no agregan valor dominan la mayor parte de los procesos; por lo general sólo el 3 al 20 % de pasos añaden valor (Ciampa 1991), y su parte de tiempo del ciclo total es insignificante, de 0.5 al 5 % (Stalk & Hout 1990).

¿Por qué están allí las actividades que no agregan valor en primer lugar?

Parecen haber tres causas de origen: el diseño, la ignorancia y la naturaleza inherente de producción en la construcción tocada anteriormente.

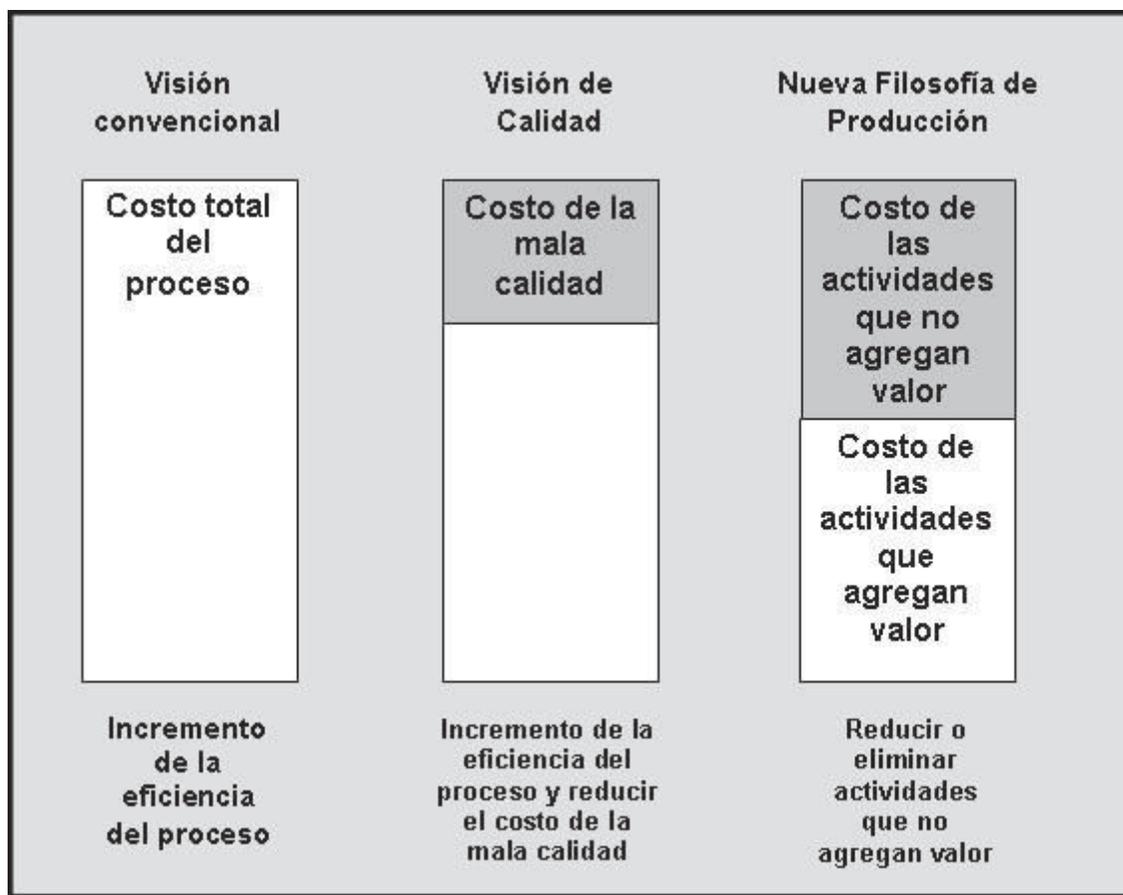


Figura 1.3 Comparación entre las diferentes visiones de producción.

La mayor parte de los principios presentados más adelante están dirigidos a eliminar actividades que no agregan valor. Sin embargo, es posible directamente atacar las pérdidas más visibles solamente por diagramas de flujo del proceso, luego señalar y medir actividades que no agregan valor, como para el diseño de la obra se usan P&ID (Diagramas de procesos e instrumentación), para la ejecución de ésta es fundamental crear diagramas de flujo de procesos constructivos claves. Para la aplicación de este principio debemos realizar un diagramas de flujo de lo que se está haciendo actualmente, luego analizar y evaluar para mejorar este diagrama pensando en los flujos, luego realizar entrenamiento del personal para aplicar el sistema mejorado y seguirlo mejorando en busca del óptimo.

Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente.

Este es otro principio fundamental. El valor se genera por la realización de exigencias del cliente, no como un mérito inherente de conversión. Para cada actividad hay dos tipos de clientes, el cliente interno y el cliente externo o final.

El fundamento práctico de este principio es realizar un diseño de flujo sistemático, donde los clientes sean definidos para cada etapa, por ejemplo cuando planificamos nuestras tareas semanales, y analizadas sus exigencias, los planes de corto plazo o intermedios, deben ser mejorados en su diseño. El sistema del Ultimo Planificador propone mejores planes intermedios o Lookahead, en donde los clientes internos o sea las actividades siguientes, son planificadas a través de una consideración sistemática de sus requerimientos.

Reducir la variabilidad

Todos los procesos de producción son variables. Hay dos motivos para reducir la variabilidad del proceso. Primero, del punto de vista del cliente un producto uniforme siempre es mejor. Taguchi propone que cualquier desviación de un valor objetivo en el producto causa una pérdida al cliente interno y al externo (Bendell, 1989).

En segundo lugar, la variabilidad, especialmente de la duración de alguna actividad, aumenta el volumen de actividades que no agregan valor. Esto puede ser demostrado por la teoría de colas que la variabilidad aumenta el tiempo del ciclo del proceso (Krupka 1992, Hopp 1990).

Reducir el tiempo del ciclo

El tiempo es una medida natural para los procesos de flujo. El tiempo entrega una medida más útil y universal que el costo o la calidad ya que puede ser usado de mejor forma para la mejora de los otros dos. (Krupka 1992).

Un flujo de producción puede ser caracterizado por el tiempo del ciclo, que se refiere al tiempo requerido para que un material atraviese parte del flujo (Figura 1.4).

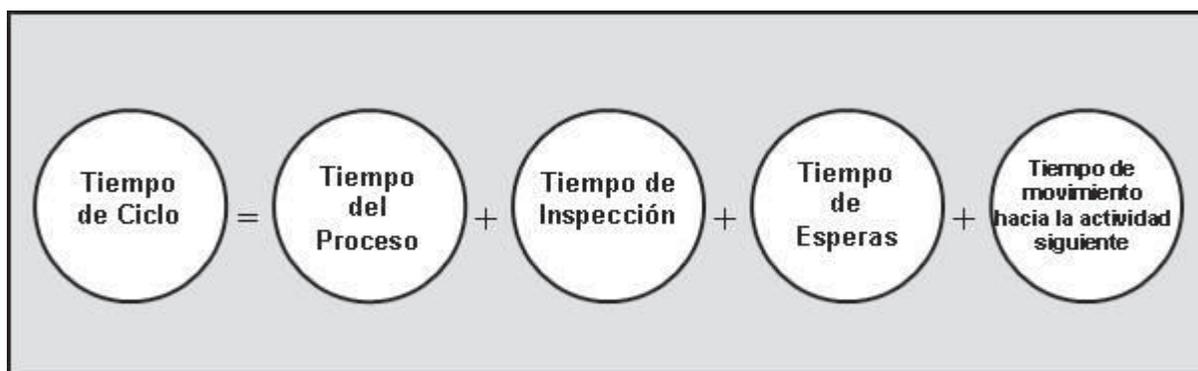


Figura 1.4: Tiempos que forman parte del ciclo del proceso completo.

Un principio básico de la nueva filosofía de producción es la compresión de los tiempos de ciclo, que obliga a la reducción de inspecciones, movimientos y

esperas. En suma, los esfuerzos por eliminar las pérdidas y la compresión del tiempo total del ciclo podrían producir las siguientes ventajas (Schmenner 1988, Hopp & al. 1990):

- Cumplimientos de las fechas planificadas.
- Reducir la necesidad de hacer pronósticos sobre la demanda futura.
- Se disminuye la interrupción del proceso de producción debido a un cambio de órdenes.
- La gestión resulta más fácil porque hay menos requerimientos del cliente.

Simplificar mediante minimización de los pasos, las partes y la necesidad de conciliar información y uniones

Si no intervienen otros factores, la complejidad misma de un producto o del proceso aumentan los costos más allá de la suma de los costos de sus partes individuales o pasos. Otro problema fundamental de complejidad es la fiabilidad: sistemas complejos son naturalmente menos confiables que sistemas más simples.

Simplemente puede entenderse como:

- Reducir la cantidad de componentes de un producto.
- Reducir la cantidad de pasos en el flujo de información o de materiales.

La división vertical y horizontal de trabajo siempre causa actividades que no agregan valor, que pueden ser eliminadas por unidades independientes (equipos multidisciplinarios y autónomos). Esfuerzos prácticos hacia la simplificación incluyen:

- Acortamiento de los flujos por la consolidación de actividades repetitivas. Se evalúa constantemente la calidad y el grado de aprendizaje de la mano de obra mediante sistemas de calificación del personal a corto plazo.
- Reducir la cantidad de partes del producto mediante cambios de diseño o partes prefabricadas.
- Estandarizar ciertas partes, materiales, herramientas, etc.
- Reducir al mínimo la cantidad necesaria de información para el control por una cantidad excesiva de índices de productividad medidos.

Incrementar la transparencia en los procesos.

La carencia de transparencia del proceso aumenta la propensión a errar, reduce la visibilidad de errores, y disminuye la motivación para mejorar. Así, el objetivo es tratar de hacer la producción más transparente para facilitar el control y

el mejoramiento para: hacer que el flujo principal de operaciones de principio a fin sea más visible y comprensibles para todos los involucrados.

Algunos esfuerzos prácticos para mejorar la transparencia son:

- Hacer los procesos directamente observables a través de planos en planta apropiados, figura anterior.
- Incorporar la información de los proceso en las áreas de trabajo, instrumentos, contenedores, materiales y sistemas de información.
- La utilización de órdenes visuales para permitir a cualquier persona inmediatamente reconocer normas y desviaciones de ellas.

Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking).

A diferencia de la tecnología para conversiones, el mejor proceso de flujo no está referenciado; tenemos que encontrarlo en algún proceso de clase mundial. A menudo el Benchmarking es un estímulo útil para alcanzar la brecha de mejoramiento. Esto ayuda a vencer viejas rutinas inculcadas y las malas prácticas. Mediante ello, defectos fundamentales lógicos en los procesos pueden ser desenterrados.

1.2.4 Último planificador (the last planner system)

El sistema del Último Planificador es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos y por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación dentro de la filosofía Lean Construction.

El Último Planificador es un sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontratistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación. Glenn Ballard, propone el sistema del último planificador, basado en los principios del Lean Construction, que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (planificación lookahead) y planificación semanal.

De acuerdo con Ballard (1994), y en respuesta a la costumbre de planificar y controlar los proyectos de forma global, se han desarrollado una serie de metodologías para resolver el problema de la falta de confiabilidad de las planificaciones en forma diferente. En principio, el enfoque para resolver el

problema, es la planificación de horizontes de tiempo más cortos, y por tanto más predecibles, más confiables.

¿Quién es el último planificador?

El último planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción. El último planificador típicamente es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de sus productos. El último planificador en la etapa de diseño puede ser el diseñador líder, en la etapa general de construcción puede ser el ingeniero del proyecto, en una construcción específica puede ser el jefe de obra o el capataz a cargo.

1.2.4.1 El sistema del Último Planificador como un todo

El último planificador agrega componentes de control al sistema convencional. El Último Planificador es un mecanismo que nos muestra la real transformación de lo que DEBERÍA ser HECHO en lo que PUEDE ser HECHO, así formando un inventario de trabajo realizable, para ser incluidos en los planes de trabajo semanal. La inclusión de asignaciones en los planes de trabajos semanales son un compromiso de los últimos planificadores (supervisores, grupo de jefes, etc.) de lo que ellos en realidad HARÁN (Figura 1.5).

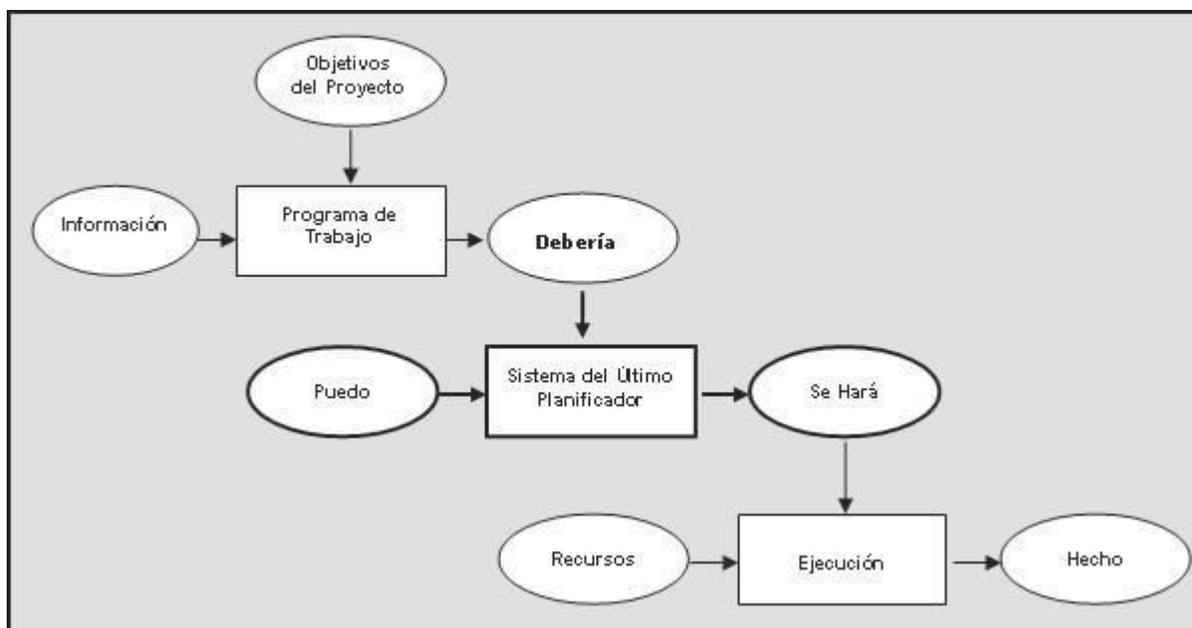


Figura 1.5 Sistema del Último Planificador

1.2.4.2 Programa Maestro

El programa maestro genera el presupuesto y el programa del proyecto. Proporciona un mapa de coordinación de actividades que lleva a la realización de éste. Esta etapa es de vital importancia para que el sistema último planificador proporcione los beneficios esperados. El programa maestro o planificación inicial debe ser desarrollado con información que represente el verdadero desempeño que posee la empresa en obra, sólo de esta manera se podrá dar validez al sistema último planificador, ya que se estarán supervisando tareas que, en la realidad, representan la forma en que trabaja la empresa.

1.2.4.3 Planificación Lookahead

El proceso de planificación lookahead es el segundo nivel en la jerarquía del sistema de planificación. Resalta las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo. Luego, para poder cumplir las funciones de la planificación lookahead, existen determinados procesos específicos. A continuación se explicarán cada uno de los procesos específicos que permiten desarrollar una adecuada planificación lookahead.

Definición del intervalo de tiempo de la Planificación Lookahead

El número de semanas sobre el cual se extiende la PL es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos. Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro.

Definición de las actividades de la Planificación Lookahead

Para preparar la planificación lookahead explotaremos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo definido, siempre y cuando el nivel de detalle de programación inicial sea bajo. Lo anterior es de vital importancia, ya que obtendremos en la PL un nivel de detalle que nos permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que nos impiden realizar una determinada tarea.

Lo que obtendremos en la planificación lookahead es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos.

Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la planificación lookahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

Análisis de Restricciones

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones. Veremos en la tabla, una simple construcción de un análisis de restricciones para el proceso Lookahead, las que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos y además una categoría ampliable para otras restricciones. Las cuales podrían incluir permisos, inspecciones, aprobaciones, etc. Las restricciones de diseño prácticamente pueden ser extraídas de la definición del modelo de actividad: la claridad de las directrices (el nivel de exactitud requerida), el trabajo previamente necesario (datos, evaluaciones, modelos), y recursos técnicos para la ejecución.

Selección de asignaciones: Estado de Restricciones Unidad de Producción

Actividad	Diseño	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Pre-Requisitos
A	Si	No	Si	Si	Si
B	No	Si	Si	Si	No
C	Si	No	Si	Si	Si
D	Si	No	No	Si	No
E	Si	Si	Si	Si	Si
F	Si	No	Si	Si	No

Hay que dejar en claro que el análisis de restricciones no sólo involucra poner un “sí” o un “no”, ya que detrás de eso existen dos procesos claves para poder liberar las restricciones, éstos son: revisión de las restricciones y preparación de las restricciones.

a) Revisión

Consiste en determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. El concepto de “revisión” es la primera oportunidad que se presenta en el sistema para comenzar

a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se esta tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse por tener restricciones que lo impiden. En la (Figura1.6) se muestra que la labor del proceso de revisión es filtrar por última vez la información que entra en la planificación lookahead.

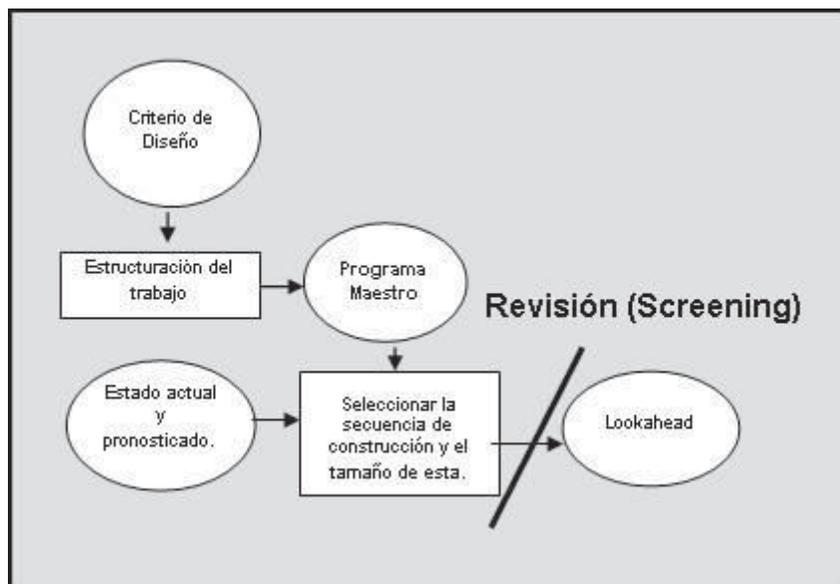


Figura 1.6 Revisión de actividades antes del programa Lookahead.

La revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la planificación lookahead, basados en los distintos tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones que son necesarios para visualizar una futura liberación.

Esto se repite en cada ciclo de planificación, cuando el planificador actualiza la planificación lookahead y se adelanta para la próxima semana. Posteriormente vienen revisiones de las restricciones de las tareas que se encuentran dentro del intervalo de planificación intermedia, la cual tiene como objetivo determinar el estado en que se encuentran éstas.

b) Preparación de restricciones

Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado. El planificador puede remover las restricciones de una tarea para dejarla lista para ser asignada. Esta acción se conoce como “preparación”. La preparación es un proceso que tiene 3 pasos:

Confirmar el “tiempo de respuesta”: el remover una restricción de una actividad comienza por determinar quién es el último involucrado en liberar la última restricción faltante de esa actividad y determinar cual es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad. Este tiempo de respuesta debe ser más corto que la ventana lookahead o la tarea no será admitida en este programa. Sin embargo, eventos imprevistos siempre pueden presentarse, por lo que el contacto con los proveedores es un elemento fundamental en el proceso de preparación. La confirmación de los tiempos de respuesta es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.

Arrastrar: el segundo paso del proceso de preparación es conocido como arrastre, que significa pedirle al proveedor certeza sobre las necesidades para completar con prontitud la actividad que comienza.

Apresurar: si el período de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlos.

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el inventario de trabajo ejecutable ITE.

Inventario de trabajo ejecutable (ITE)

El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las tareas de la planificación lookahead que tienen liberadas sus restricciones. De esta manera se crea un inventario de tareas que sabemos que pueden ser ejecutadas.

Dentro del inventario de trabajo ejecutable puede existir el siguiente tipo de actividad:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

Si una actividad del plan de trabajo semanal no es capaz de ser ejecutada o si se ejecutan algunas actividades antes de lo esperado, el inventario de trabajos ejecutables proveerá otras actividades, con lo que las cuadrillas de producción no quedarán ociosas, o lo que sería peor, no terminarán realizando tareas al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que más tarde generen trabajos más

costosos o de mayor dificultad. Las actividades listas para ejecutar deben cumplir los mismos criterios de calidad que las asignaciones de la semana.

Luego de haber creado el inventario de trabajo ejecutable, estamos en condiciones de crear un plan de trabajo semanal (PTS), que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se realizarán en la semana siguiente.

Planificación de trabajo semanal

La planificación semanal presenta el mayor nivel de detalle antes de ejecutar un trabajo. Debe ser realizada por administradores de obra, supervisores de terreno, capataces y otras personas que supervisan directamente la ejecución del trabajo.

La administración de proyectos tradicional aborda la planificación semanal definiendo actividades y un programa de trabajo, antes de comenzar, en términos de lo que debe ser ejecutado. Las actividades son identificadas, se estima su duración y se organizan secuencialmente para cumplir de la mejor forma los objetivos del proyecto. Se realiza el trabajo, diseñando cuadrillas, que son encomendadas por la administración para hacer lo que el programa señala DEBE ser ejecutado, sin considerar si PUEDE realmente hacerse en un intervalo de tiempo específico. Los recursos se asumen disponibles cuando se necesiten, lo que debe presumiblemente garantizar la ejecución de lo programado.

Después que el programa ha sido determinado y el trabajo está en progreso, se reúnen los recursos: materiales y mano de obra, y se termina adaptándolos al programa de la mejor manera posible. Este sistema de trabajo se puede observar gráficamente en la (Figura 1.7).

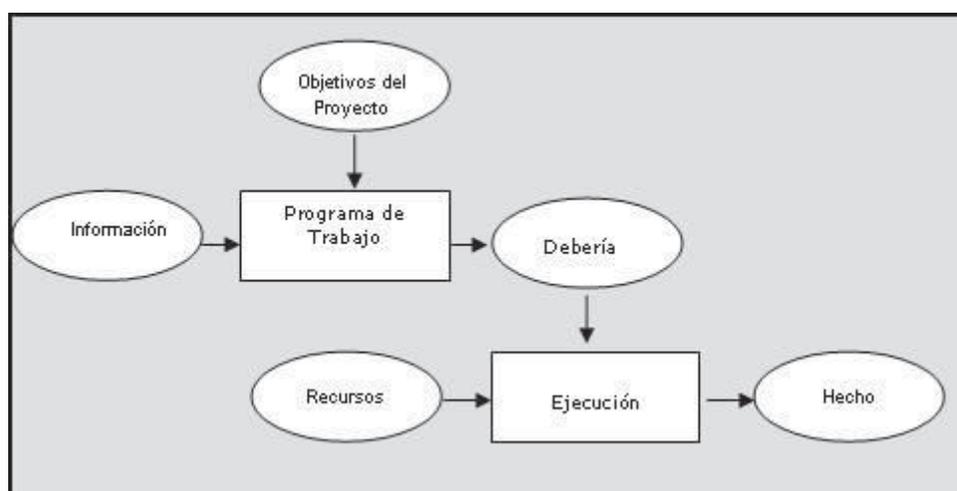


Figura 1.7 Sistema de planificación tradicional por empuje de actividades

Formación del Plan de Trabajo Semanal

Como mencionamos anteriormente, el Plan de Trabajo Semanal es una selección de tareas que se encuentran dentro del ITE. Escoger que trabajo será ejecutado en la próxima semana desde lo que sabemos puede ser ejecutado (ITE), recibe el nombre de “asignaciones de calidad”. Sólo asignaciones de calidad pueden ser ejecutadas en el plan de trabajo semanal, lo que protege el flujo de producción de incertidumbres, lo que apunta a crear un flujo confiable de trabajo para la unidad de producción que ejecutará el plan de trabajo semanal.

Los planes de trabajo semanal son efectivos cuando las asignaciones cumplen los cinco criterios de calidad:

Definición: ¿las asignaciones son suficientemente específicas para que pueda recolectarse el tipo y cantidad correcta de información o materiales? ¿el trabajo puede coordinarse con otras disciplinas? ¿Es posible afirmar al final de la semana si la asignación ha sido terminada?

Consistencia: ¿son todas las asignaciones ejecutables? ¿Entendemos lo que se requiere? ¿Tenemos lo que necesitamos de otros? ¿Tenemos todos los materiales disponibles? ¿Está completo el plan anterior? ¿Están los trabajos pre-requeridos completados? Debemos tener en cuenta además, que algún trabajo que debió estar listo la semana anterior será terminado durante la actual semana, por lo que es necesario coordinarse con otras especialidades que trabajarán en la misma área. No obstante, debemos hacer el esfuerzo de terminar el trabajo en la semana en que se planificó.

Secuencia: ¿la selección de asignaciones fue hecha en base a la secuencia provista por la red CPM inicial, en orden de prioridad y constructibilidad? ¿Son el resultado de estas asignaciones esperadas por alguien más? ¿Existen asignaciones adicionales consideradas de baja prioridad identificadas en el inventario de trabajos ejecutables, es decir, existen tareas de calidad para suplir a otras en caso de fallar la productividad o de exceder las expectativas?

Tamaño: ¿los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal de las unidades de producción antes de comenzar el período de ejecución?

Retroalimentación o aprendizaje: para las asignaciones que no son completadas en la semana ¿existe una identificación de las causas de no cumplimiento y de las acciones correctivas?

En la siguiente figura vemos un plan de trabajo semanal de actividades, en donde sólo se deben incluir asignaciones de calidad, que realmente vamos a ejecutar.

Ejemplo de un programa semanal de actividades

Ítem	Descripción de la Actividad	Responsable	% Completado		Logrado		Análisis del No-cumplimiento
			Planificado	Real	S	N	
1	A	A. Pérez	80	60		X	Razón A
2	B	D. González	100	100	X		
3	C	A. Pérez	40	20		X	Razón B
4	D	D. González	20	20		X	Razón C
5	E	A. Pérez	100	100	X		
6	F	D. González	100	100	X		
		# actividades Completadas			3		
		% de cumplimiento (PAC)			50%		

El sistema del último planificador necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Actividades Completadas. El PAC evalúa hasta que punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente. Es decir, compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación (Figura 1.8).

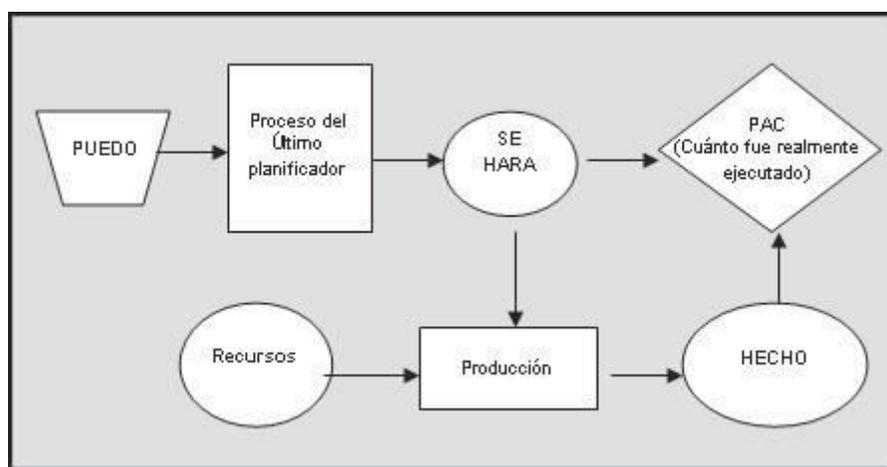


Figura 1.8 Medición del desempeño del Último Planificador

En la (Figura 1.9) veremos una visión global del sistema del Último Planificador con sus distintos elementos.



Figura 1.9 Sistema del Último Planificador como un todo.

1.2.4.4 Reunión de Planificación Semanal

La planificación del trabajo semanal se debe desarrollar preferentemente durante una reunión en la semana anterior. En esta reunión deben participar todos los involucrados relacionados con prerrequisitos, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. Los propósitos de la reunión son los siguientes:

- Revisar y aprender del PAC de la semana anterior.
- Analizar las causas de no cumplimiento.
- Tomar acciones para mitigar las causas de no cumplimiento.
- Realizar un paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto.
- Determinar las actividades que entran en la planificación lookahead, analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones (revisión y preparación).
- Determinar el ITE para la próxima semana.
- Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.

- Determinar la preparación necesaria a desarrollar en la semana en curso.

Para cumplir los propósitos de la reunión existe información que debe llevar el coordinador del sistema de control y el último planificador.

El último planificador:

- Lleva a la reunión su PAC y causas de no cumplimiento, adicionalmente entrega una primera opinión de las causas de no cumplimiento.
- La información del estado del trabajo.
- Lista tentativa de las tareas para la próxima semana
- Una revisión del estado de restricciones de las tareas que se le asignaron dentro de la ventana lookahead.
- Listado de las tareas que entrarán en el proceso lookahead, además de la planificación lookahead de la semana anterior.

Coordinador:

- Lleva el programa maestro y la planificación lookahead.
- Lleva una comparación entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto, con el objetivo de marcar claramente las directrices del funcionamiento de cada unidad productiva.
- Actualiza y lleva el ITE.

La reunión debe seguir una determinada estructura. Sólo de esta forma se asegurará que se cumplan los propósitos de la reunión. A continuación se señala una estructura que resume la secuencia básica a tratar en la reunión:

Estructura de la reunión

- Se parte analizando el PAC de la semana anterior, las causas de no cumplimiento, tomando acciones correctivas inmediatamente si es posible.
- Se analiza el cumplimiento de las tareas pendientes de la semana anterior.
- Se realiza el paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto, aclarando las responsabilidades de todos los involucrados.
- Se analiza el análisis de restricciones para las tareas que entran en la semana siguiente.
- Se crea el ITE con las actividades que poseen todas sus restricciones liberadas, más las tareas remanentes de la semana anterior.
- Con la planificación lookahead de la semana anterior y teniendo en cuenta el ITE preparado de la semana siguiente, cada último planificador entrega las tareas para la semana siguiente y se discute la que en definitiva se realizará, analizando secuencia, responsables, carga de trabajo (si son capaces de ejecutarlo) y si el trabajo seleccionado es adecuado.
- El coordinador se compromete a entregar al siguiente día el programa semanal a cada último planificador.

- Además se discute el estado de las otras actividades dentro de la planificación lookahead en relación a sus restricciones (se discute con cada responsable), lo anterior con el objetivo de poder liberarlas en lo posible con dos semanas de anticipación o para dar soluciones que faciliten esta liberación.
- Luego, y teniendo presente las tareas que cada último planificador entrega como tentativas para ingresar a la planificación lookahead, se verifican las que realmente entrarán a la planificación lookahead contrastándolas con el programa maestro.
- Posteriormente se asignan los responsables de liberar las restricciones de las nuevas tareas ingresadas a la planificación lookahead.
- Teniendo la nueva planificación lookahead, el coordinador la entregará a más tardar al día siguiente a cada último planificador.
- Por último se destaca el “compromiso” que asume cada “último planificador” haciendo referencia que es la instancia más importante de la reunión.

En cada reunión semanal se debe discutir abiertamente la planificación lookahead, el inventario de trabajo ejecutable y la planificación semanal, sin imponer órdenes por parte del coordinador, esto hará que los últimos planificadores se sientan partícipes dentro de la planificación de la obra.

Resumen ejecutivo de una buena reunión de planificación semanal.

Asistentes

- Administrador de obra
- Facilitador, encargado de planificación
- Supervisión
- Representante de la Of. Técnica
- Subcontratistas
- Adquisiciones

Revisión de la semana anterior

- Controlar el cumplimiento de las actividades
- Calcular el PAC
- Determinar las causas de no cumplimiento
- Tomar acciones correctivas para las causas de no cumplimiento
- Definir actividades pendientes
- Tomar acciones correctivas para recuperar atrasos, principalmente con las actividades críticas

Preparación de programa semanal

- Revisar el estado de restricciones del plan lookahead anterior
- Definir el nuevo inventario de trabajo ejecutable

- Contrastar el inventario con el programa propuesto por el último planificador
- Definir el programa semanal, adquiriendo compromisos y dejando actividades en espera por si existe algún inconveniente con las planificadas.

Actualización del plan lookahead

- Presentación del nuevo plan lookahead por parte del planificador de la obra
- Revisar el estado de restricciones del nuevo plan lookahead
- Definir un responsable para la liberación de restricciones, definiendo las acciones para esto.

Documentos e información que deben traer los asistentes

Facilitador de la reunión

- Programa maestro
- Plan lookahead antiguo
- Plan lookahead nuevo tentativo
- Posterior a la reunión entrega el plan lookahead definitivo a los asistentes
- Posterior a la reunión entrega el plan semanal definitivo a los asistentes

Último planificador

- PAC
- Causas de no cumplimiento
- Propuestas de soluciones a causas de no cumplimiento
- Información del estado de trabajo
- Estado de liberación de restricciones bajo su responsabilidad
- Plan de trabajo tentativo
- Plan intermedio anterior

1.2.5 Construcción Integrada por Computadora (Computer Integrated Construction)

La Construcción Integrada por Computadora (CIC) apunta a integrar totalmente la base de datos dentro de la ingeniería para la planeación, diseño y construcción usando Información Tecnológica (IT). La integración de los procesos de dirección, ingeniería y construcción pueden mejorar el desempeño, calidad y uso de los recursos (Choi, 1990).

La integración de la información elimina las actividades que no agregan valor y actividades que nos hacen desperdiciar tiempo para tales efectos la

implementación de reingeniería y mejora continua es necesaria antes de automatizar los procesos. Para hacer eso, se necesita un fuerte compromiso de los administradores ya que es una estrategia de largo plazo y costosa, dado a esta situación su aplicación actualmente dentro de la industria de la construcción es moderada. Se requiere tener paciencia para poder ver los beneficios de CIC ya que es un proceso largo hasta que se aplica bien y funciona correctamente.

Algunos ejemplos de la aplicación de CIC incluye:

- El desarrollo de sistemas que soporten la toma de decisiones y simulación de los programas de obra.
- Planeación de trabajo usando utilerías CAD con interacción 3D
- Automatización de la construcción con monitoreo en tiempo real (este es un concepto de aplicación en el futuro, pero que en Japón ya hay grandes avances)

1.2.5.1 Sistema de Dirección de Datos en la Construcción (Building Data Management System)

Este es un sistema desarrollado por Makoto Kataoka dentro del centro de investigaciones de la Corporación Shimizu que se enfoca a la solución de problemas relacionados con la accesibilidad a los planos dentro de la industria de la construcción y a la actualización en tiempo real de los mismos por modificaciones para evitar errores en la obra.

En la actualidad algunas compañías comparten los planos a través de un sistema de red, pero este sistema considera más elementos para hacer efectiva su utilización, tales como:

- Compartir los planos de forma rápida
- Alta eficiencia en los borradores de actualización
- Consistencia entre los planos y orden de los mismos
- Archivo histórico de cambios y toma de decisiones
- Eliminación de falsificación
- Disponibilidad de planos autorizados en todo momento

1.2.5.2 Axional ERP

Este software innovador y avanzado ha sido diseñado utilizando la tecnología Web porque asegura una clara comunicación y una transferencia sencilla de datos entre diferentes usuarios. Además es fácil de utilizar. Un navegador y un acceso autorizado a la web del proyecto es todo lo que se necesita. Con este módulo Axional ERP, los clientes y otros participantes autorizados podrán grabar, almacenar, organizar, informar o consultar cualquier

parte del proyecto desde cualquier localización. Todos podrán beneficiarse de una aumentada productividad tanto a en la obra como en la oficina.

Utilizando una estructura ilimitada de trabajo, se cuenta con la flexibilidad para definir cada fase del trabajo, tarea y subtarea de cualquier proyecto, contrato o trabajo. Todos los costos, incluyendo recursos humanos, materiales, procesos externos, trabajo en proceso, gastos totales, etc., son capturados en cada nivel WBS para su análisis inmediato o futuro. Un inventario puede segregarse por proyecto, tarea o proceso de fabricación.

El Módulo Projects permite controlar los procesos al gestionar los envíos, procesos de facturación, presupuestos y porcentajes de cumplimiento, así como cualquier otro proceso de acuerdo a los términos y condiciones de los contratos. Potentes pantallas de análisis interactivo detallan el estado exacto de todas las actividades de los proyectos.

Características

- **Administración en obra:** Permite acceder a todos los informes diarios de las actividades y a todas las telecomunicaciones importantes dentro del equipo de construcción incluyendo arquitectos, representantes de los propietarios, etc. Con el uso de cámaras digitales se puede mantener el acceso al progreso de las obras a través de imágenes. También permite al equipo fijar el calendario de actividades y monitorizarlas utilizando un programa de calendario favorito.
- **Gestión del proyecto:** Permite a los responsables del proyecto realizar el seguimiento de los cambios aprobados y pendientes de los contratos, subcontratos y pedidos de compra
- **Contabilidad de costos:** Este módulo permite a los responsables del proyecto y superintendentes monitorizar los costos del proyecto. Se integra con el sistema de contabilidad y permite al equipo visualizar todas las facturas pagadas, estimaciones de costos, cantidades actuales, cantidades de producción introducidas en la obra y proyecciones calculadas por cada costo de un artículo para completarlas.
- **Gestión del riesgo:** A través de este módulo la organización puede reducir sus riesgos. Existen listas que muestran los certificados expirados de seguros para los subcontratistas de la obra. Los incidentes en la obra pueden reportarse y resolverse de forma actualizada. Este módulo también realiza el seguimiento de fianzas y litigios para asegurar que la obra es un lugar seguro de trabajo

1.2.6 Análisis simplificado de las técnicas.

Contenido	Kaizen	Construcción sin pérdidas (Lean Construction)	Construcción Integrada por Computadora (Computer Integrated Construction)
Principios	<p>La calidad como el factor estratégico</p> <p>La integración de esfuerzos de todos los niveles de la organización para incrementar la satisfacción del cliente</p> <p>La mejora continua de los procesos</p> <p>Cambios en el desempeño organizacional</p>	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Mejoras en la Comunicación</p> <p>Uso eficiente de los recursos</p> <p>Eliminación de desperdicios</p> <p>Mejora continua</p> <p>Producción Justo a Tiempo</p>	<p>La computación basada en la integración de los procesos de diseño y construcción</p> <p>Completa integración de las bases de datos para planeación, diseño y construcción</p> <p>Establecer las bases de la automatización</p> <p>Mejorar productividad, desempeño, calidad y uso de los recursos en los procesos de la construcción</p> <p>Mejorar el flujo de datos</p>
Elementos Principales	<p>Mejora Continua</p> <p>Estructura de equipos</p> <p>Herramientas y Técnicas para la medición del desempeño</p> <p>Capacitación continua</p>	<p>Inventarios bajos y alta respuesta al cliente</p> <p>Producción de bajo costo y de alta calidad</p> <p>Bajos costos de operación y alto adiestramiento</p>	<p>Sistema integrado de procesos</p> <p>Sistema integrado de base de datos</p> <p>Monitoreo en tiempo real</p> <p>Redes</p> <p>Utilerías CAD 3D</p>

	<p>Planeación a largo plazo</p> <p>Fortalecimiento del empleado</p> <p>Dirección participativa</p> <p>Alianzas estrategicas</p> <p>Desarrollo de una compañía colectiva</p>	<p>Poca burocracia y alta efectividad y control</p> <p>Alta confiabilidad en el proveedor</p>	<p>interactivos</p> <p>Presentación grafica</p> <p>Sistemas de apoyo para la toma de decisiones</p> <p>Robótica</p> <p>Aplicación a la logística el concepto de JIT</p>
Pasos	<p>Creación de un comité de dirección</p> <p>Planeación estratégica de la calidad</p> <p>Desarrollo de un diagrama de flujo de los procesos</p> <p>Examinar las conductas de los involucrados en el proyecto</p> <p>Capacitación sobre calidad</p> <p>Establecimiento de equipos de mejora de calidad</p> <p>Implementación de los procesos de mejora</p>	<p>Desarrollo de actividades estratégicas y operacionales</p> <p>Reducir el numero de procesos y operaciones</p> <p>Atención en la mejora continua incluyendo a los bajos niveles de la organización</p> <p>Integración de la producción y el control de inventarios</p> <p>Producción sin errores o variación de procesos</p> <p>Inversión continua en capacitación del recurso humano</p>	<p>Identificación de las necesidades de CIC</p> <p>Desarrollo de una estrategia CIC a largo plazo</p> <p>Creación de un equipo para lograr las metas</p> <p>Evaluar el sistema actual y los procesos</p> <p>Integración de los procesos y base de datos en un nuevo diseño de sistema</p> <p>Implementar la automatización de los sistemas con computadoras.</p>
Lideres	Grupo Kaizen	Lider del proyecto	Departamento de sistemas
Motivados	Todos los	Los equipos	Cliente, líder del

	involucrados en el proyecto		proyecto y constructor
Impactos	Ahorro en costos Reducción de trabajo re-hecho Mejor uso del recurso humano Alta calidad de trabajo Creación de un ambiente de dirección participativo	Reduce el esfuerzo humano Reduce el área de trabajo Reduce la inversión en equipo Reduce las horas de ingeniería	Extenso cambio de datos entre la dirección y el constructor Intensa investigación de automatización Posibilidad de creación de nueva tecnología
Relación con otras estrategias	Aplica con todas las estrategias	Es una estrategia similar a la del tiempo basado en competencia	Necesita que en nivel de la organización se encuentre en un elevado nivel de mejora continua
Inversión	Moderada	Baja	Alta
Tiempo de Retorno	Corto	Corto	Largo
Probabilidad de Resultados	Alta	Alta	Alta
Nivel de aplicación actual	Moderado y en crecimiento	Moderado	Medio

Capítulo

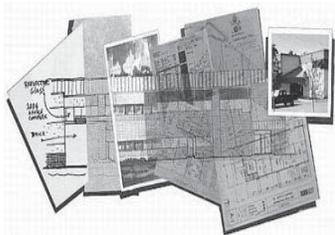
2

DESARROLLO DE METODOLOGÍA



2

DESARROLLO DE METODOLOGÍA



Una vez analizadas las técnicas japonesas y visualizando su posible aplicación en cada una de las fases del proyecto, es necesario crear la metodología para su implementación. Haciendo uso de las técnicas analizadas Gestión de la Calidad Total, Kaizen como incluyente de técnicas de mejora continua, Construcción sin pérdidas, y la Construcción Integrada por Computadora; como factores de mejora continua dentro de una dirección integral de proyectos de construcción tomando estas como herramientas en cada uno de los procesos integrados.

Se obtiene una metodología que resulta de fácil aplicación, ya que es clara en los procesos, en la interacción entre ellos y específica que herramientas utilizar.

1. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

La administración de proyectos de construcción es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas, y técnicas a actividades de proyectos de manera que cumplan o excedan las necesidades y expectativas de los interesados de un proyecto. Cumplir o exceder las necesidades o expectativas de los interesados invariablemente involucran balancear demandas que compiten entre sí, tales como:

- Alcance, tiempo, costo y calidad.

- Interesados con diferentes necesidades y expectativas.
- Requerimientos identificados (necesidades) y requerimientos no identificados (expectativas).

2. CONTEXTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.

Los proyectos y la administración de proyectos operan en un ambiente más amplio que el del proyecto mismo. El equipo de administración de proyectos debe entender este contexto más amplio, administrar día a día la actividades del proyecto es necesario para el éxito de este, pero no suficiente.

2.1 FASES DEL PROYECTO Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.

Porque los proyectos son tareas únicas, involucran cierto nivel de incertidumbre. Las organizaciones que ejecutan proyectos generalmente dividirán cada proyecto en fases del proyecto para poder administrar mejor los enlaces apropiados con las operaciones de la organización ejecutora. De manera colectiva, estas fases se conocen como el ciclo de vida del proyecto.

2.1.1 Características de las Fases del Proyecto.

Cada fase del proyecto es marcada por la terminación de una o más entregas. Una entrega es tangible, un producto de trabajo verificable tal como un estudio de factibilidad, un detalle de diseño. Las entregas, y por tanto las fases, son parte generalmente de una secuencia lógica diseñada para asegurar una definición apropiada del producto del proyecto.

La conclusión de una fase de proyecto es generalmente marcada por la revisión de tanto las entregas como del desempeño del proyecto para poder (a) determinar si el proyecto debe continuar a su próxima fase y (b) detectar y corregir errores de manera eficiente. Estas revisiones de final de fase generalmente se llaman salidas de fase, puertas de fase o puntos muertos.

Cada fase de proyecto normalmente incluye una serie definida de productos de trabajo diseñados para establecer el nivel deseado de control administrativo. La mayoría de estos elementos están relacionados con la entrega de la fase primaria, y las fases típicamente toman sus nombres de estos elementos: requerimientos, diseño, construcción, comienzo, entrega, y otros como sea apropiado.

2.1.2 Características del Ciclo de Vida del Proyecto.

El ciclo de vida del proyecto sirve para definir el comienzo y el final de un proyecto. Por ejemplo, cuando una organización identifica una oportunidad a la que le gustaría responder, autorizará un estudio de factibilidad para determinar si

debe adoptar el proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto determinará si el estudio de factibilidad es tratado como la primer fase de vida del proyecto o como un proyecto independiente.

La definición de ciclo de vida del proyecto determinará también que acciones de transición se incluirán al final del proyecto y cuales no. De esta manera, la determinación del ciclo de vida del proyecto puede ser usado para enlazar el proyecto a operaciones sucesivas de la organización ejecutora.

La secuencia de fase definida por la mayoría de los ciclos de vida del proyecto generalmente involucran algún tipo de intercambios tales como los requerimientos para diseñar. Entregas de la fase precedente son usualmente aprobadas antes que comience el trabajo en la fase siguiente. Sin embargo, una fase subsiguiente es a veces comenzada antes de la aprobación de las entregas de la fase anterior cuando los riesgos involucrados se tornan aceptables. Esta táctica de traslapo de fases muchas veces es llamada "Fast Tracking".

Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

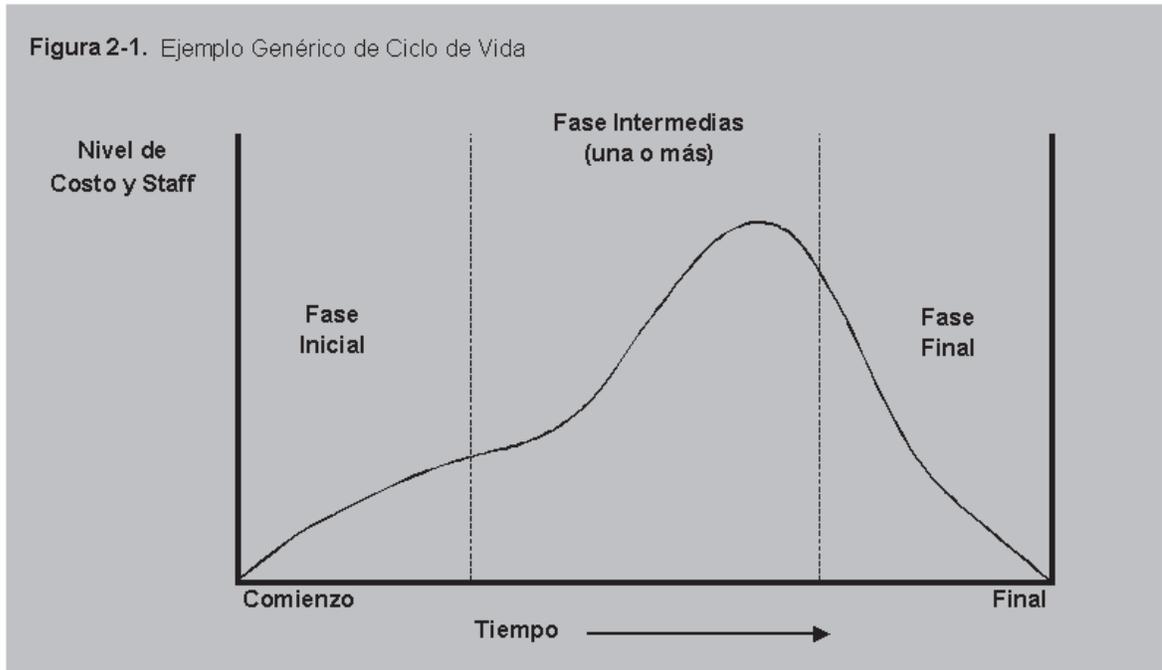
- Qué trabajo técnico debe ser hecho en cada fase (¿Es el trabajo del arquitecto parte de la fase de definición o de la fase de ejecución?).
- Quién debe estar involucrado en cada fase

Las descripciones de los ciclos de vida del proyecto pueden ser o muy generales o muy detallados. Las descripciones altamente detalladas tienen muchas formas, tablas y lista de chequeo para proveer estructura y consistencia. Tales aproximaciones de detalle son llamadas a veces metodologías de administración de proyectos.

La mayoría de las descripciones de ciclo de vida del proyecto comparten un número de características comunes:

- Los niveles de empleados y costos son bajos al comienzo, más altos hacia el final, y caen rápidamente a medida que se llega a la finalización. Este patrón se ilustra en la **Figura 2-1**.
- La probabilidad de completar exitosamente el proyecto es más bajo, y por lo tanto el riesgo e incertidumbre son altos, al comienzo del proyecto. La probabilidad de completar exitosamente generalmente se vuelve progresivamente más grande a medida que el proyecto continua.
- La habilidad de los interesados en el proyecto para influenciar las características finales del producto del proyecto y su costo final son más altas al comienzo y se vuelven progresivamente más bajas a medida que el proyecto continua. La contribución más grande de este fenómeno es que los costos de cambio y de corrección de

errores generalmente se incrementan a medida que el proyecto continua.

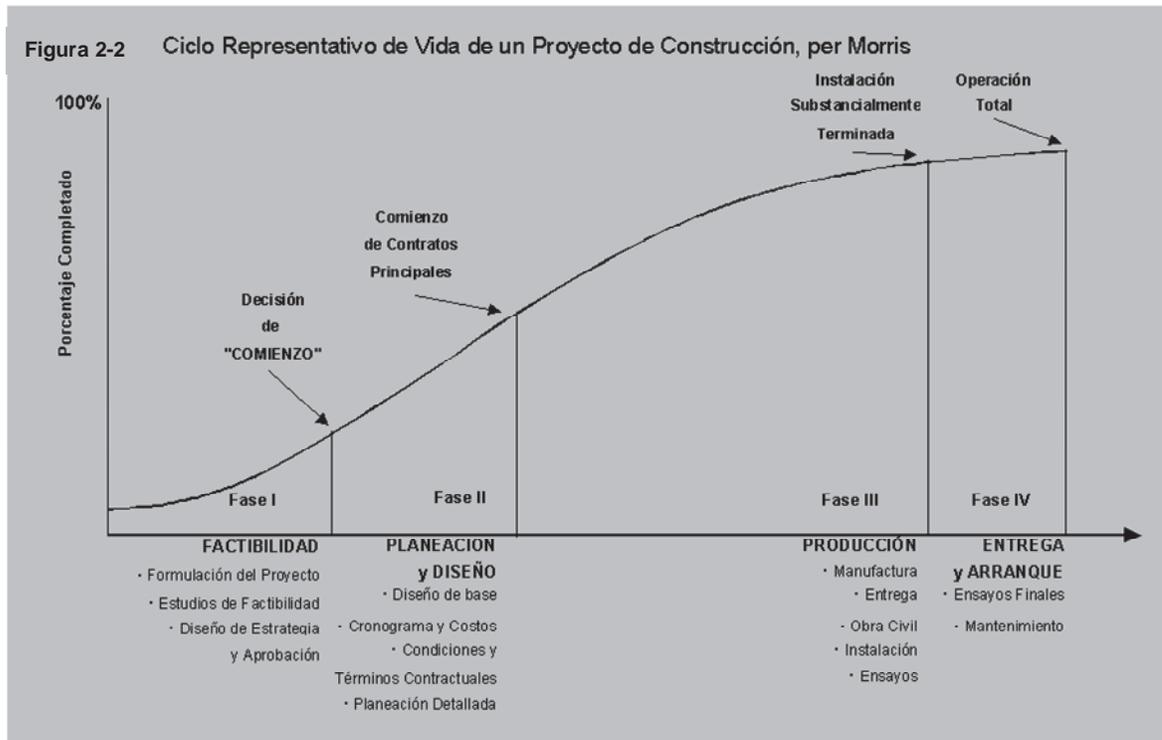


Los subproyectos dentro de proyectos pueden también tener ciclos de vida de proyectos distintos. Por ejemplo, una firma de arquitectura contratada para diseñar un nuevo edificio de oficinas está primero involucrada con la fase de definición del dueño cuando esta elaborando el diseño y en la fase de implementación del dueño mientras que da soporte al esfuerzo de construcción. El proyecto de diseño del arquitecto, sin embargo, tendrá su propias series de fases que van desde el desarrollo conceptual pasando por la definición, implementación y cierre. El arquitecto puede inclusive tratar el diseño y el soporte a la construcción como proyectos separados con sus propias fases distintas.

2.1.3 Ciclos de Vida de Proyecto Representativas.

El siguiente ciclo de vida del proyecto se ha escogido para ilustrar la diversidad de aproximaciones en uso.

Se describe el ciclo de vida de un proyecto de construcción como se ilustra en la **Figura 2-2.**



- Factibilidad, formulación del proyecto, estudios de factibilidad, y diseños de estrategia y aprobación. Una decisión de seguir - no seguir es hecha a la terminación de esta fase.
- Planeación y Diseño, diseño de base, costos y cronogramas, términos del contrato y condiciones, y planeación detallada. Los contratos principales son adjudicados al final de esta fase.
- Producción, manufactura, entrega, obra civil, instalación, y pruebas. La factibilidad es terminada sustancialmente al completar esta fase.
- Entrega y Comienzo de Operaciones, ensayos finales y mantenimiento. La operación debe estar en pleno funcionamiento al terminar esta fase.

2.2 INTERESADOS EN EL PROYECTO.

Son individuos y organizaciones que están activamente interesados en el proyecto, o cuyos intereses pueden ser afectados positiva o negativamente como resultado de la ejecución del proyecto o de la terminación exitosa del proyecto. El equipo de administración del proyecto debe identificar a los interesados en el proyecto, determinar cuales son sus necesidades y expectativas, y administrar e influenciar esas expectativas para asegurar un proyecto exitoso. La identificación de los interesados en el proyecto es a veces difícil.

Los interesados claves en cada proyecto incluyen:

- Administradores de proyectos, el individuo responsable por administrar el proyecto.
- Cliente, el individuo u organización que usará el producto del proyecto. Puede haber múltiples capas de clientes.
- La organización ejecutora, la organización cuyos empleados que están más directamente en el trabajo del proyecto.
- El patrocinador, el individuo o grupo dentro de la organización ejecutora que provee los recursos financieros en efectivo o en especie, para el proyecto.

Adicionalmente a estos hay muchos nombres y categorías distintas para los interesados en el proyecto; interno y externo, dueños y fundadores, proveedores y contratistas, miembros del equipo y sus familias, agencias gubernamentales y compañías de medios de comunicación, ciudadanos individuales, organizaciones de lobby permanentes o temporales, y la sociedad en general. El nombramiento o agrupamiento de los interesados en el proyecto es una ayuda principalmente para identificar que individuos u organizaciones se ven a ellos mismos como interesados. Los roles de los interesados y sus responsabilidades se pueden traslapar, así como cuando una firma de ingeniería provee financiación para una planta que esta diseñando.

Administrar las expectativas de los interesados puede ser difícil porque los interesados muchas veces tienen objetivos muy distintos, que pueden entrar en conflicto. Por ejemplo:

- El dueño de un proyecto de desarrollo de bienes raíces puede estar enfocado en una ejecución a tiempo, el cuerpo gobernante local puede desear maximizar sus impuestos prediales, y un grupo ambiental puede desear minimizar el impacto ambiental, y los residentes locales pueden desear la reubicación del proyecto.

En general, las diferencias entre los distintos interesados se deben resolver en favor del cliente. Esto no quiere decir, sin embargo, que las necesidades y expectativas de otros interesados sean o deban ser descartadas. Encontrar las respuestas apropiadas para estas diferencias debe ser uno de los mayores retos para el administrador de proyectos.

2.3 INFLUENCIAS ORGANIZACIONALES.

Los proyectos son parte típicamente de una organización más grande que el proyecto mismo; corporaciones, agencias gubernamentales, instituciones de salud, cuerpos internacionales, asociaciones profesionales, y otros. Aún cuando el proyecto es la organización (consorcios, sociedades), el proyecto aún estará influenciado por la organización u organizaciones que lo conforman. La siguiente sección describe aspectos claves de estas estructuras organizacionales más grandes que con seguridad influenciarán el proyecto.

2.3.1 Sistemas Organizacionales.

Las organizaciones basadas en proyectos son aquellas cuyas operaciones consistirán principalmente del proyecto. Estas organizaciones caen en dos categorías:

- Organizaciones que derivan sus entradas principalmente de ejecutar proyectos para otros; firmas de arquitectos, firmas de ingeniería, consultores, contratistas de construcción, contratistas para el gobierno, etc.
- Organizaciones que han adoptado la administración por proyectos.

Estas organizaciones tienden a tener sistemas administrativos para facilitar la administración de proyectos. Por ejemplo, sus sistemas financieros muchas veces están diseñados específicamente para contabilizar, controlar, y reportar sobre múltiples proyectos simultáneos.

Organizaciones no basadas en proyectos; compañías de manufactura, firmas de servicios financieros, etc. rara vez tienen sistemas administrativos diseñados para soportar las necesidades de los proyectos eficiente y efectivamente. La ausencia de sistemas orientados a proyectos, usualmente hace que la administración del proyecto sea más difícil. En algunos casos, organizaciones no basadas en proyectos tendrán departamentos u otras subunidades que operaran como organizaciones basadas en proyectos con sistemas para tales necesidades.

El equipo administrativo del proyecto debe estar agudamente consciente de como el sistema de la organización afectará al proyecto. Por ejemplo, si la organización premia a sus administradores funcionales por cargar tiempo de los empleados al proyecto, el equipo de administración del proyecto tendrá que implementar controles para asegurar que el personal asignado este siendo usado de manera efectiva en el proyecto.

2.3.2 Culturas Organizaciones y Estilo.

La mayoría de las organizaciones han desarrollado culturas que son describibles y únicas. Estas culturas se reflejan en sus valores compartidos, normas, creencias, y expectativas; en sus procedimientos y políticas; en su vista particular de las relaciones de autoridad; y en otros factores numerosos. Las culturas organizacionales tienen muchas veces influencia directa en el proyecto. Por ejemplo:

- Un equipo que proponga una aproximación inusual o de alto riesgo es más seguro de encontrar aprobación en una organización agresiva o creativa.

- Un administrador de proyectos con un estilo altamente participativo seguramente encontrará problemas en una organización jerárquica rígida, mientras que un administrador de proyectos con estilo administrativo autoritario se verá enfrentado si trabaja en una organización participativa.

2.4 HABILIDADES CLAVES DE LA ADMINISTRACIÓN GENERAL

La Administración en General es un tema amplio que trata con todos los aspectos de la administración de una organización en producción. Entre otros temas incluye:

- Contabilidad y finanzas, ventas y mercadeo, investigación y desarrollo, manufactura y distribución.
- Planeación estratégica, planeación táctica, y planeación operacional.
- Estructuras organizacionales, comportamiento organizacional, administración de personal, prestaciones, beneficios, y caminos de ascensos.
- Administración de relaciones de trabajo a través de la motivación, la delegación, supervisión, construcción de equipos de trabajo, manejo de conflictos, y otras técnicas.
- Manejo de uno mismo por medio de técnicas de administración del tiempo, manejo de estrés, y otras técnicas.

Las habilidades de administración general proveen gran parte de los fundamentos para construir habilidades administrativas de proyecto. Son muchas veces esenciales para el administrador de proyectos. En cualquier proyecto dado, habilidades de un gran número de áreas de administración general pueden ser requeridas. Esta sección describe habilidades claves de administración general que muy probablemente afectarán la mayoría de proyectos y que no son contempladas en ningún otro lugar. Estas habilidades están bien documentadas en la literatura de administración general y su aplicación es fundamentalmente la misma en un proyecto.

Hay también muchas habilidades de administración general que son relevantes solo en algunos proyectos o áreas de aplicación. Por ejemplo la seguridad de los miembros del equipo es crítica en virtud todos los proyectos de construcción.

2.4.1 Liderazgo

Kotter distingue entre liderazgo y administración mientras que enfatiza la necesidad de ambas: Una sin la otra probablemente producirá resultados pobres. El dice que administrar esta principalmente preocupada con "producir consistentemente los resultados claves esperados por los interesados," mientras que el liderazgo involucra:

- Establecer dirección, desarrollar tanto una visión del futuro como estrategias para producir los cambios necesarios para alcanzar esa visión.
- Alinear las personas, comunicar la visión por medio de palabras y actos a todos aquellos cuya cooperación podrá ser necesitada para alcanzar esa visión.
- Motivar e inspirar, es ayudar a las personas a energizarse para sobreponer barreras políticas, burocráticas y de recursos para lograr un cambio.

En un proyecto, y en particular un proyecto grande, se espera generalmente que el administrador del proyecto sea también el líder del proyecto. El liderazgo no esta, sin embargo, limitado al administrador del proyecto: Este podrá ser demostrado por muchos individuos diferentes, en diferentes puntos del proyecto. El liderazgo debe ser demostrado a todos los niveles del proyecto (liderazgo del proyecto, liderazgo técnico, liderazgo de equipo).

2.4.2 Comunicación

La comunicación involucra el intercambio de información. El que envía es responsable por hacer la información clara, no ambigua, y completa para el que reciba pueda hacerlo de manera correcta. El que recibe es responsable por asegurarse de que la información se recibe de forma completa y se entiende en su totalidad. La comunicación tiene muchas dimensiones:

- Escrita y oral, escuchar y conversar.
- Interna (dentro del proyecto) y externa (al cliente, a los medios, al público, etc.).
- Formal (reportes, actas, etc.) e informal (memos, conversaciones, etc.).
- Vertical (hacia arriba y abajo en la organización) y horizontal (con los compañeros de trabajo).

Las habilidades de administración general de las comunicaciones está relacionada a, pero no lo mismo que, la Administración de Comunicaciones en un Proyecto. La comunicación es una materia amplia e involucra un cuerpo sustancial de conocimiento que no es único al contexto del proyecto, por ejemplo:

- Modelos de envío y recibo; ciclos de retroalimentación, barreras de comunicación, etc.
- Escoger el medio; cuando comunicarse por escrito, cuando comunicarse oralmente, cuando escribir un memo de información, cuando escribir un reporte formal, etc.
- Estilo de escritura; voz activa vs. pasiva, estructura de frase, escoger las palabras, etc.

- Técnicas de presentación; cuerpo de lenguaje, diseño de ayudas visuales, etc.
- Técnicas de administración de reuniones; preparar una agenda, administración de conflictos, etc.

La Administración de Comunicaciones del Proyecto es la aplicación de estos conceptos amplios a las necesidades específicas de un proyecto; por ejemplo, decidir cuando, como, en que forma, y a quien se el reporta los avances de ejecución del proyecto.

2.4.3 Negociación.

La negociación involucra conferir con otros de manera que se llegue a términos o se llegue a un entendimiento. Los acuerdos pueden ser negociados directamente o asistidos; la mediación y el arbitramento son dos tipos de negociación asistida.

La negociación ocurre alrededor de muchos tópicos, muchas veces, y a muchos niveles del proyecto. Durante el curso típico de un proyecto, el personal del proyecto tendrá que probablemente negociar alguna o todas de las siguientes:

- Alcance, costo, y objetivos de la programación.
- Cambios al alcance, costo, y programación.
- Términos y condiciones del contrato.
- Asignaciones.
- Recursos.

2.4.4 Influenciando la Organización

Influenciando la Organización involucra la habilidad "para hacer las cosas". Requiere un entendimiento de tanto las estructuras formales como informales de todas las organizaciones involucradas; la organización ejecutora, contratistas, y tantas otras como sea apropiado. Influenciar la organización también requiere un entendimiento de la mecánica del poder y la política.

Tanto el poder como la política son usados aquí en su sentido positivo. Pfeffer define el poder como "la habilidad potencial para influenciar el comportamiento, cambiar el curso a los eventos, sobreponerse a la resistencia, y hacer que las personas hagan cosas que de otra manera no harían". De manera similar, Eccles dice que "la política trata de conseguir acción colectiva de un grupo de personas que pueden tener intereses muy diferentes. Trata de estar dispuesto a utilizar el conflicto y el desorden de manera creativa. El sentido negativo, es claro, se deriva del hecho que trata de reconciliar estos intereses resultando en una lucha por el poder y juegos organizacionales que a veces pueden tener una vida propia poco productiva".

2.5 INFLUENCIAS SOCIOECONÓMICAS.

De manera similar a la administración general, las influencias socioeconómicas incluyen un amplio rango de tópicos y temas. El equipo administrativo de proyectos debe entender que las condiciones actuales y tendencias en esta área pueden tener un efecto muy grande en su proyecto: Un pequeño cambio acá se puede traducir, usualmente con una holgura de tiempo, en efectos cataclísmicos en todo el proyecto. De todas las influencias socioeconómicas potenciales, las principales categorías que afectan los proyectos se describen brevemente a continuación.

2.5.1 Standards y Regulaciones.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) hace diferenciación entre standards y regulaciones como se muestra a continuación:

- Un standard es un "documento aprobado por un cuerpo reconocido, que provee, para el uso común y repetido, reglas, marcos de referencia, o características para productos, procesos o servicios con los cuales el cumplimiento no es mandatorio". Hay numerosos standards en uso que cubren virtualmente todo desde la estabilidad térmica de líquidos hidráulicos hasta el tamaño de diskettes para computadora.
- Una regulación es un "documento que describe procesos o características de servicios para productos, incluyendo las provisiones administrativas aplicables, con las cuales es obligación cumplir". Las normas de construcción son un ejemplo de regulaciones.

Se debe tener cuidado al discutir standards y regulaciones ya que hay una vasta área gris entre las dos, por ejemplo:

- Los standards muchas veces comienzan con marcos de referencia que describen una aproximación preferida, y luego, con su amplia adopción, se convierten en regulaciones de hecho (ejemplo, el uso del Método de la Ruta Crítica para la programación de grandes obras de construcción).
- El cumplimiento puede ser mandatorio a diferentes niveles (ejemplo, por una agencia de gobierno, por la administración de la organización ejecutora, o por el equipo de administración de proyectos).

Para muchos proyectos, los standards y regulaciones (por cualquier definición) son bien conocidas y los planes de proyectos pueden reflejar sus efectos. En otros casos, la influencia no es conocida o poco conocida y se debe considerar bajo la Administración de Riesgo del Proyecto.

2.5.2 Internacionalización.

A medida de que más y más organizaciones se involucran en trabajo que abarca varias fronteras nacionales, más y más proyectos cruzan fronteras también. Adicionalmente a las preocupaciones tradicionales por alcance, costo, tiempo, y calidad, el equipo de administración del proyecto debe también considerar los efectos de cambios de horario, fiestas religiosas y nacionales, requerimientos de viaje para reuniones cara a cara, la logística de teleconferencias, y las muchas veces diferencias políticas volátiles.

2.5.3 Influencias Culturales.

La cultura es “la totalidad de los patrones de comportamiento transmitidos de la sociedad, arte, creencias, instituciones y todos los otros productos del esfuerzo del trabajo y pensamiento humano”. Cada proyecto tiene que operar dentro de un contexto de una o más normas culturales. Esta área de influencia incluye aspectos políticos, económicos, demográficos, educativo, étnicos, religiosos, y otra áreas de práctica, creencias, y actitudes que pueden afectar la manera en que las personas y las organizaciones interactúan.

3. PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

La administración de proyectos es una tarea integrada ya que una acción, o falta de toma de acción, en un área usualmente afectará otras áreas. Las interacciones pueden ser directas y bien entendidas o pueden ser sutiles e inciertas. Por ejemplo, un cambio de alcance casi siempre afectará el costo del proyecto, pero puede afectar o no afectar la moral del equipo o la calidad del producto.

Para ayudar a entender la naturaleza de estas interacciones de la administración de proyectos, y para enfatizar la importancia de la interacción, tratare de describir la administración de proyectos en término de sus componentes procesales y sus interacciones.

3.1 PROCESOS DEL PROYECTO.

Los proyectos están compuestos de procesos. Un proceso es "una serie de acciones que tiene como consecuencia un resultado". Los procesos de proyecto son ejecutados por personas y generalmente caen en una de dos categorías:

- Los procesos de administración de proyectos se preocupan principalmente con describir y organizar el trabajo del proyecto.
- Los procesos orientados al producto se preocupan principalmente con especificar y crear el producto del proyecto.

3.2 PROCESOS DEL GRUPO.

Los procesos de administración de proyecto se pueden organizar en cinco grupos de uno o más procesos cada uno:

- Procesos inicializadores; reconoce que un proyecto o fase deben comenzar y se comprometen a eso.
- Procesos de planeación; desarrollar y mantener un esquema trabajable para completar la necesidad del negocio para el cual el proyecto fue desarrollado.
- Procesos de ejecución; coordinar a las personas y otros recursos para desarrollar el plan.
- Procesos controladores; aseguran que los objetivos del proyecto sean cumplidos a través del monitoreo y medición de avance y tomar acción correctiva cuando sea necesario.
- Procesos de cierre; formalizan la aceptación del proyecto o fase y los llevan a una terminación ordenada.

Los grupos de proceso están encadenados por los resultados que producen; el resultado o producto de uno se convierte en la entrada para otro. Entre los grupos de procesos centrales, los encadenamientos son iterativos; la planeación produce una ejecución con un plan de proyecto documentado en un principio y después provee actualizaciones documentadas al plan a medida que el proyecto progresa. Estas conexiones se ilustran en la **Figura 3-1**. Adicionalmente los grupos de procesos de administración de proyectos no son discretos, o eventos únicos; son actividades que traslapan que ocurren a varios niveles de intensidad a través de cada fase del proyecto. La **Figura 3-2** ilustra como los grupos de procesos se traslapan y varían dentro de una fase.

Finalmente, las interacciones de los grupos de procesos pueden también atravesar fases de tal manera que la finalización de una fase provea entradas para la iniciación de otra. Por ejemplo, la terminación de una fase de diseño requiere la aceptación del cliente del documento de diseño. Simultáneamente el documento de diseño describe el producto para la fase subsiguiente de implementación. Esta interacción se describe en la **Figura 3-3**.

Repetir el proceso de iniciación al comienzo de cada fase ayuda a mantener el proyecto enfocado al fin para el cual fue desarrollado. Debe ayudar también a asegurar que si el fin ya no existe o no se necesita el proyecto se suspenderá, también en el caso si el proyecto tiene pocas probabilidades de satisfacer las necesidades del fin establecido.

A pesar de que la **Figura 3-3** se dibuja con fases discretas y procesos discretos, en un proyecto real habrán muchos traslapos. El proceso de planeación, por ejemplo, no solo debe proveer detalles que se necesitan para terminar exitosamente la fase en ejecución del proyecto sino que también debe proveer

alguna descripción preliminar de trabajo que se hará en fases subsiguientes. Este detallado progresivo del plan de proyecto es muchas veces llamado planeación por olas.

Figura 3-1. Enlaces Entre los Procesos de Grupo en una Fase

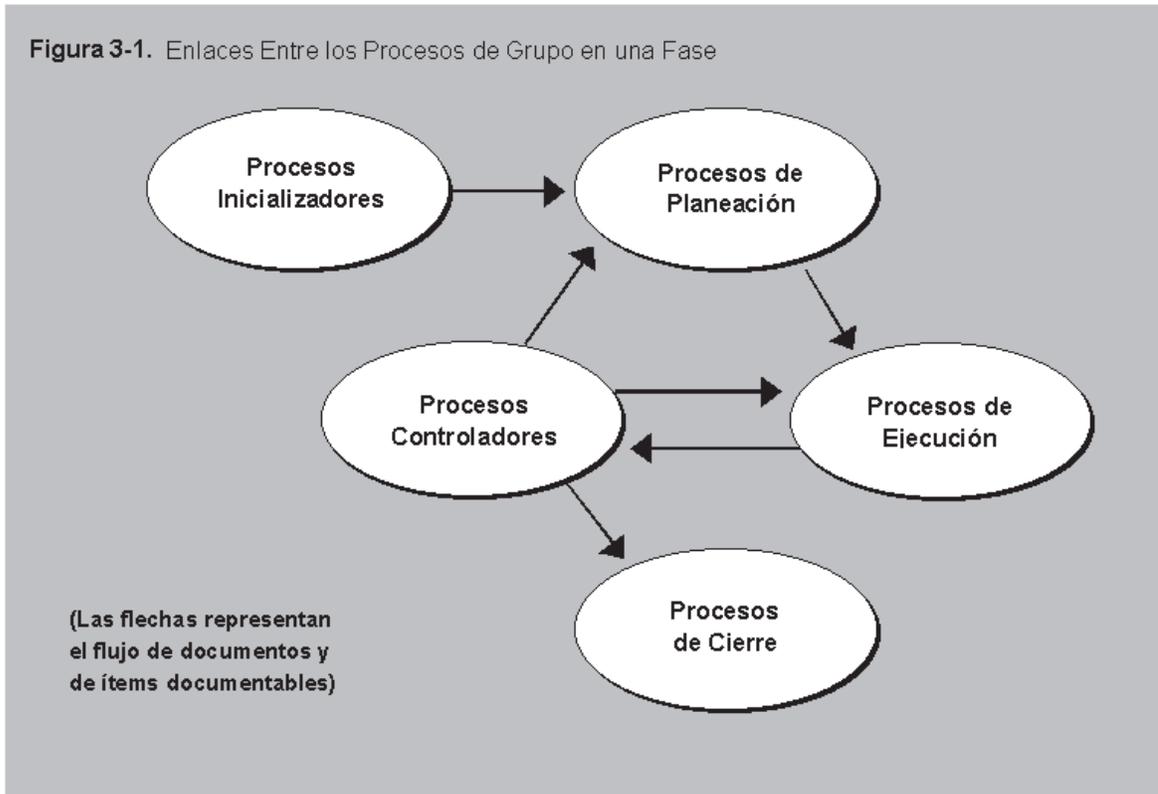
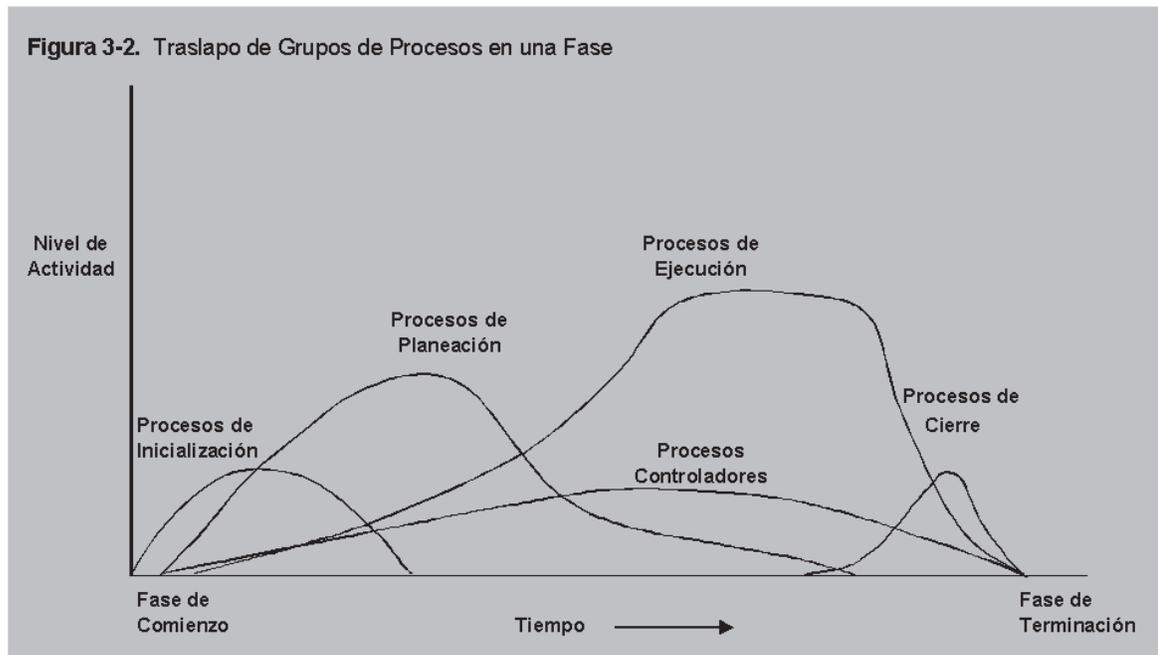
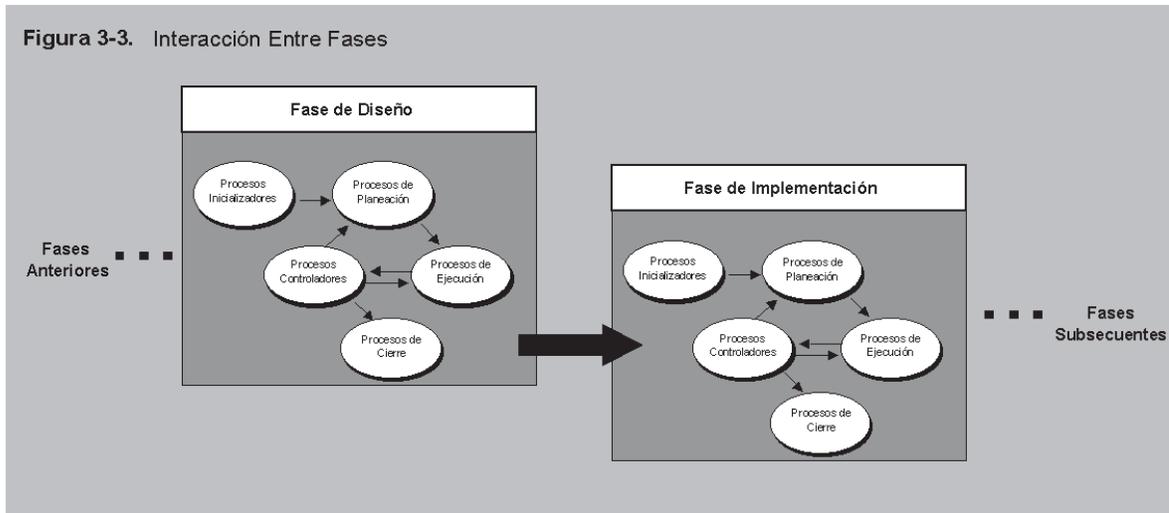


Figura 3-2. Traslapo de Grupos de Procesos en una Fase





3.3 INTERACCIÓN DE PROCESOS

Dentro de cada grupo de proceso, los procesos individuales están encadenados por sus salidas y entradas. Al enfocarse en estos encadenamientos, podemos describir cada proceso en término de:

- Entradas; documentos o elementos documentables sobre los que se actuará.
- Herramientas y técnicas; los mecanismos aplicados a las entradas para crear las salidas.
- Salidas; documentos o elementos documentables que son el resultado de un proceso.

La **Figura 3-4** ilustra el único proceso en este grupo de procesos.

- La inicialización (5.1); es comprometer a la organización a ejecutar la siguiente fase del proyecto.

3.3.2 Proceso de Planificación.

La planeación es de gran importancia para el proyecto porque el proyecto involucra hacer cosas que no se han hecho antes. Como resultado, hay relativamente más procesos en esta sección. Sin embargo, el número de procesos no quiere decir que la administración de proyectos consiste primordialmente de la planeación; la cantidad de planeación ejecutada debe conmensurarse con el alcance del proyecto y la utilidad de la información desarrollada.

Las relaciones entre los procesos de planeación del proyecto se muestra en la **Figura 3-5**.

Figura 3-4. Relaciones Entre Los Procesos Inicializadores

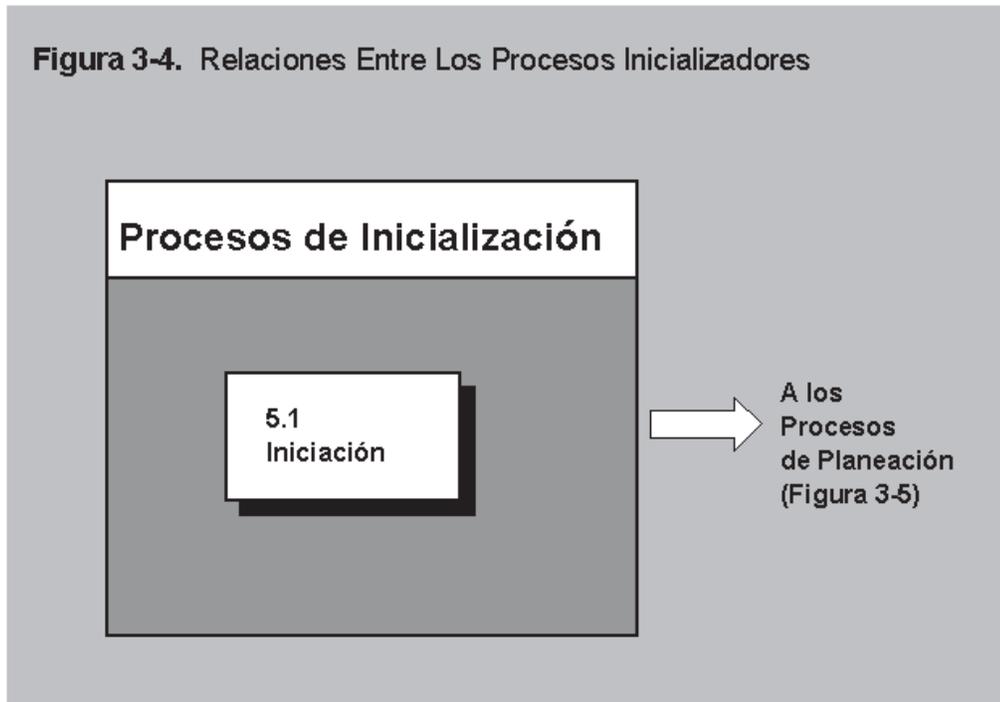
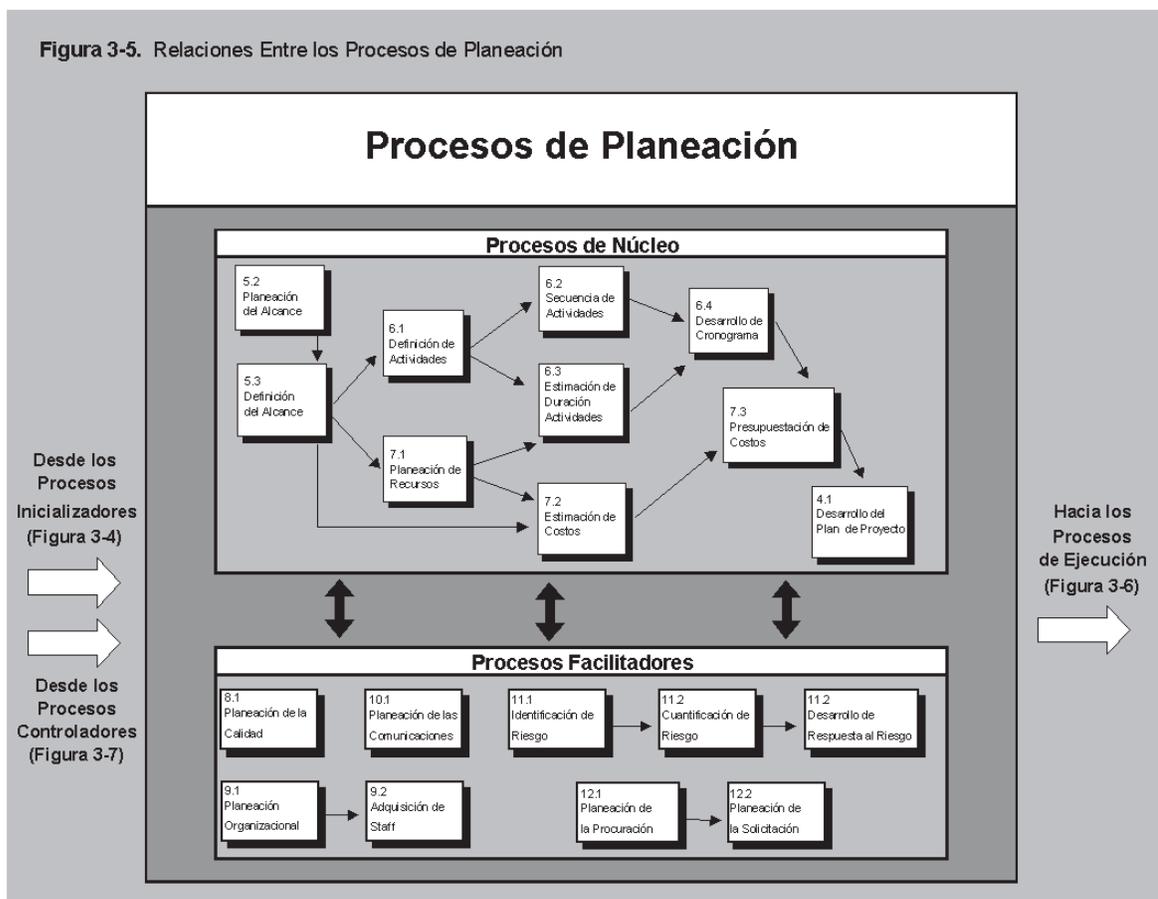


Figura 3-5. Relaciones Entre los Procesos de Planeación



Procesos de Núcleo. Algunos procesos de planeación tienen claras dependencias que requieren que sean ejecutados de la misma manera en la mayoría de los proyectos. Por ejemplo, las actividades deben ser definidas antes de que sean programadas o costeadas. Estos procesos de planeación de núcleo pueden ser iterados varias veces durante una o cualquier fase de un proyecto. Estos incluyen:

- Planeación de Alcance (5.2); desarrollar un alcance escrito como la base para decisiones futuras del proyecto.
- Definición del Alcance (5.3); subdividir los paquetes de entrega de un proyecto en componentes más pequeños y más manejables.
- Definición de Actividades (6.1); identificar las actividades específicas que deben de ser ejecutadas para producir los diferentes paquetes del proyecto.
- Secuencias de Actividades (6.2); identificar y documentar las dependencias entre actividades.
- Estimación de la Duración de la Actividad (6.3); estimar el número de períodos de trabajo que se requieren para completar las actividades individuales.
- Desarrollo de la programación (6.4); analizar las secuencias de actividades, duraciones de actividades, y requerimientos de recursos para crear la programación del proyecto.
- Planeación de Recursos (7.1); determinar que recursos (personas, equipos, materiales) y en que cantidades se deben usar para ejecutar las actividades del proyecto.
- Estimación de Costos (7.2); desarrollar una aproximación (estimación) de los costos de los recursos que se requieren para completar las actividades del proyecto.
- Presupuestación de Costos (7.3); distribuir el estimativo de costos global a los elementos individuales de trabajo.
- Desarrollo de Plan de Proyecto (4.1); tomar los resultados de otros procesos de planeación y colocarlos en un documento consistente y coherente.

Procesos Facilitadores. Las interacciones entre los otros procesos de planeación dependen más de la naturaleza del proyecto. Por ejemplo, en algunos proyectos puede haber poco o ningún riesgo identificable hasta después que el equipo ha hecho la mayor parte de la planeación, y este reconoce que los costos y las fechas programadas son extremadamente agresivas y por lo tanto involucran un riesgo considerable. Aunque estos procesos facilitadores son ejecutados intermitentemente en la medida que lo necesite la planeación del proyecto, no son opcionales. Ellos incluyen:

- Planeación de la Calidad (8.1); identificar cual es el estándar de la calidad que es relevante al proyecto y determinar como satisfacerlo.

- Planeación Organizacional (9.1); identificar, documentar, asignar roles de proyecto, responsabilidades, y relaciones para los reportes.
- Adquisición del Personal (9.2); conseguir los recursos humanos y asignarlos al trabajo del proyecto.
- Planeación de las Comunicaciones (10.1); determinar que información y comunicaciones se necesitan para los interesados: Quien necesita que información, cuando la van a necesitar, y de que manera se les va a dar.
- Identificación del Riesgo (11.1); determinar que riesgos tendrán posibilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno.
- Cuantificación del Riesgo (11.2); evalúa el riesgo y las interacciones del riesgo para cuantificar el rango de posibles resultados del proyecto.
- Desarrollo de Respuesta al Riesgo (11.3); definir pasos constructivos para dar respuesta a oportunidades o respuestas a amenazas.
- Planeación del aprovisionamiento (12.1); determinar que comprar y cuanto.
- Planeación de Solicitación (12.2); documentar requerimientos de producto e identificar posibles proveedores.

3.3.3 Procesos de Ejecución.

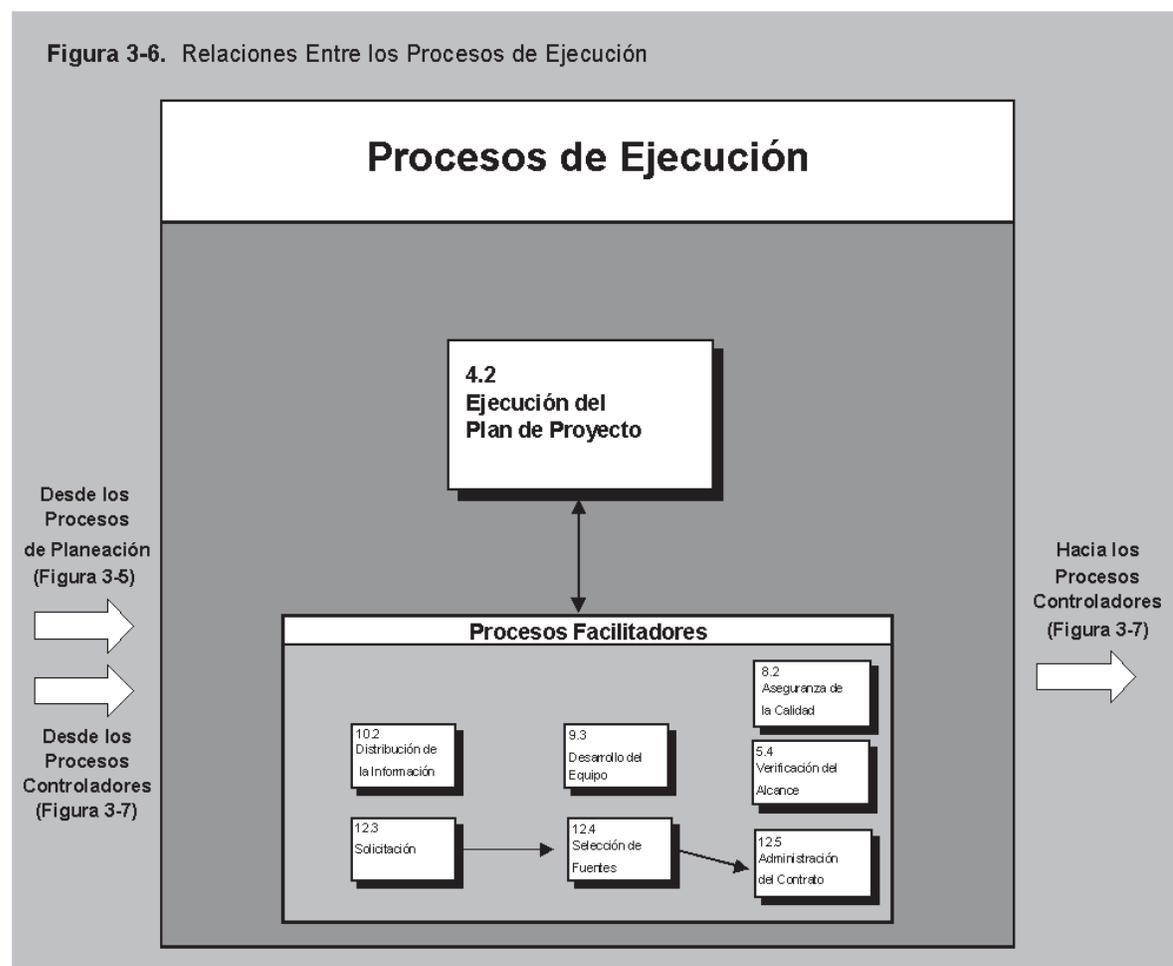
Los procesos de ejecución incluyen procesos de núcleo y procesos facilitadores tal como se describe en la Sección 3.3.2., Procesos de Planeación. La **Figura 3-6** ilustra como los siguientes procesos interactúan:

- Plan de Ejecución del Proyecto (4.2); llevar a cabo el plan del proyecto al ejecutar las actividades incluidas.
- Verificación del Alcance (5.4.); formalizar la aceptación del alcance del proyecto.
- Aseguranza de la Calidad (8.2); evaluar la totalidad de la ejecución del proyecto sobre una base regular para proveer la confianza de que el proyecto va a satisfacer los estándares de calidad relevantes.
- Desarrollo del Equipo (9.3); desarrollar habilidades individuales o de grupo para mejorar la ejecución del proyecto.
- Distribución de la información (10.2); hacer que la información solicitada sea disponible para los interesados de manera oportuna.
- Solicitación (12.3); obtener cotizaciones, pliegos, ofertas, u ofertas de manera apropiada.
- Selección de Fuentes (12.4); el proceso de escoger entre proveedores potenciales.
- Administración del Contrato (12.5); administrar la relación con el proveedor.

3.3.4 Procesos de Control.

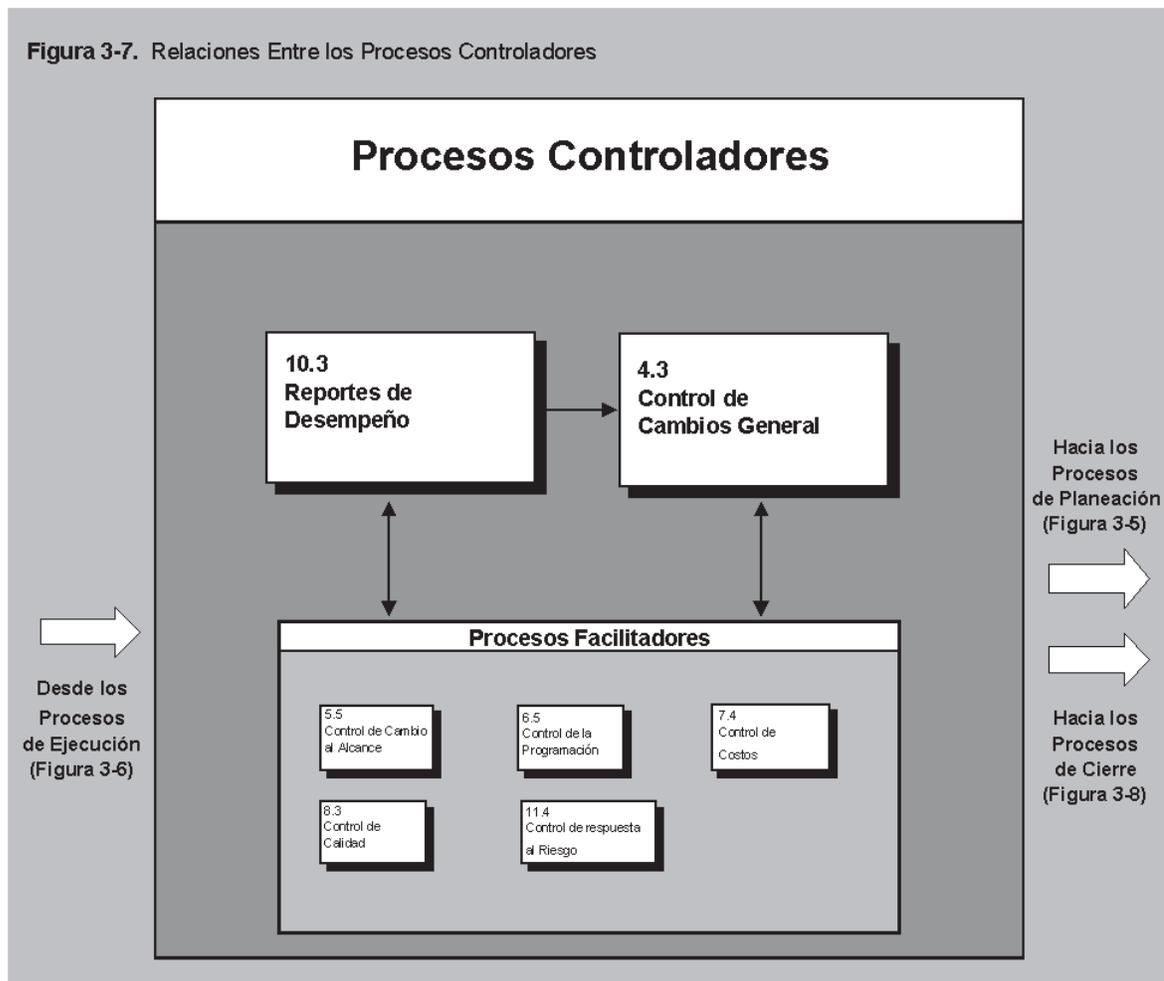
La ejecución del proyecto debe ser medida regularmente para identificar varianzas significativas con el plan. La aplicación del Último Planificador es de gran utilidad en esta etapa ya que ayuda controlar y evita cambios al identificar posibles causas de falla. Estas varianzas son alimentadas a los procesos de control en las diferentes áreas del conocimiento. En la medida que estas varianzas significativas sean observadas, entonces es necesario hacer ajustes al plan al repetir los procesos de planeación apropiados. Por ejemplo, una fecha de terminación de una actividad que no se cumpla puede requerir ajustes al plan de personal existente, depender de horas extras, o hacer un intercambio entre el presupuesto y los objetivos de la programación. Controlar también incluye tomar acción preventiva de forma anticipada a problemas posibles.

El grupo de procesos controladores contiene procesos de núcleo y procesos facilitadores tal como se describe en la Sección 3.3.2. Procesos Planificadores.



La **Figura 3-7** ilustra como los siguientes procesos interactúan:

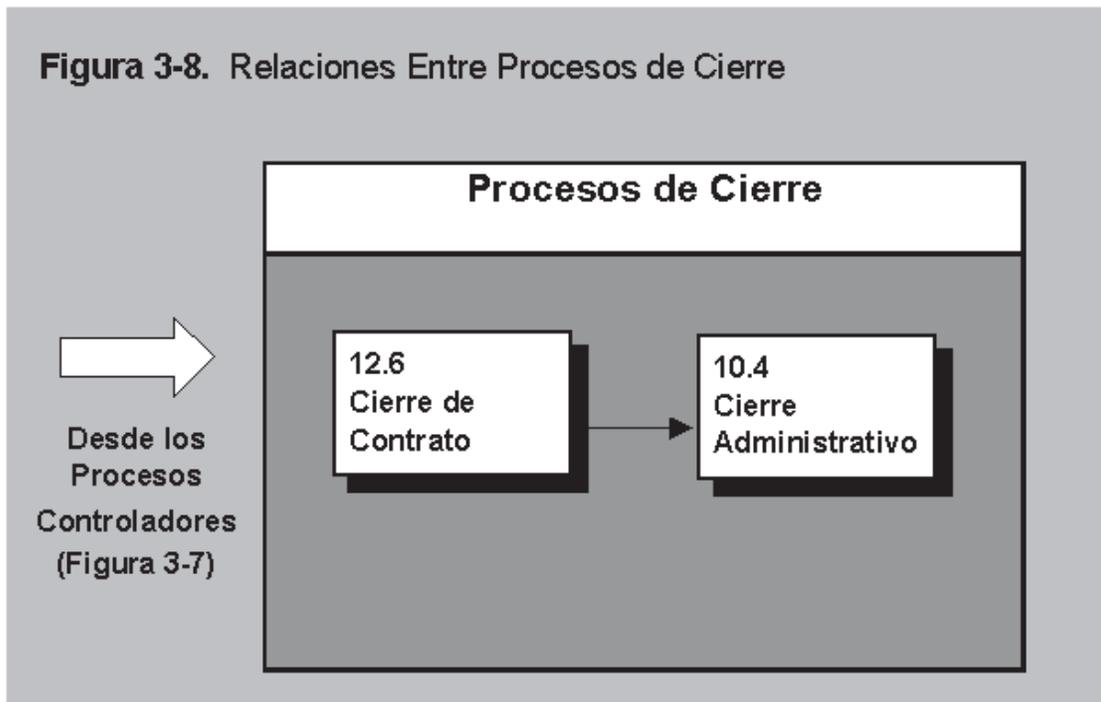
- Control de Cambios General (4.3); coordinar los cambios a través de todo el proyecto.
- Control de Cambio del Alcance (5.5.); controlar los cambios del alcance del proyecto.
- Control de Programación (6.5); controlar los cambios hechos a la programación del proyecto.
- Control de Costos (7.4); controlar los cambios en el presupuestos del proyecto.
- Control de Calidad (8.3.); monitorear resultados específicos del proyecto para determinar si estos cumplen con los estándares de calidad pertinentes e identificar maneras para eliminar causas de ejecución no satisfactorias.
- Reportes de Desempeño (10.3); coleccionar y diseminar información de la ejecución. Esto incluye reportar el estado, medición del avance, y pronósticos.
- Control de la Respuesta al Riesgo (11.4); responder a cambios en el riesgo a través del proyecto.



3.3.5 Procesos de Cierre.

La **Figura 3-8** ilustra como los siguientes procesos interactúan:

- Cierre Administrativo (10.4); generar, recoger, y diseminar información para formalizar el cierre de una fase o de terminación de un proyecto.
- Cierre del Contrato (12.6); completar y negociar un contrato, incluyendo la resolución de cualquier elemento abierto.



4. DIRECCIÓN DE INTEGRACIÓN

La Dirección de Integración del Proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que los elementos varios del proyecto están apropiadamente coordinados. Involucra hacer canjes entre los objetivos que compiten entre si y alternativas de manera que se puedan cumplir o exceder las necesidades y expectativas de los interesados. Mientras que todos los procesos administrativos del proyecto son integrables hasta cierto punto, los procesos descritos en esta sección son primariamente integrables.

4.1 DESARROLLO DEL PLAN DEL PROYECTO

El desarrollo del plan del proyecto usa las salidas de otros procesos de planeación para crear un documento único consistente y coherente que puede ser usado para guiar tanto la ejecución del proyecto como el control de este. Estos procesos casi siempre se iteran varias veces. Por ejemplo, el borrador inicial puede incluir recursos genéricos y duraciones sin fecha mientras que el plan final refleja recursos específicos y fechas explícitas. El plan de proyectos se usa para:

- Ejecución guiada del proyecto
- Cosas que se asumen del documento de planeación del proyecto.
- Decisiones del documento de planeación del proyecto referentes a las alternativas que se toman.
- Facilitar la comunicación entre los interesados.
- Definir puntos de vista claves administrativos respecto al contenido, extensión, y tiempo.
- Proveer una línea de base para medir el progreso y control del proyecto.

4.1.1 Entradas al Desarrollo del Plan del Proyecto

1. **Otras salidas de planeación.** Todas las salidas de los procesos de planeación de las otras área de conocimiento son entradas para desarrollar el plan del proyecto. Otras salidas de planeación incluyen tanto documentos base tales como la estructura de desglose del proyecto como el detalle de soporte.
2. **Información histórica.** La información histórica disponible (ejemplo, bases de datos de la estimación, record de ejecución de proyectos pasados) debe ser consultada durante los otros procesos de planeación. Esta información debe estar disponible durante el desarrollo del plan del proyecto para que pueda asistir con la verificación de lo que se asume y valorar otras alternativas que se identifican como parte de este proceso.
3. **Políticas organizacionales.** Todas o algunas de las organizaciones involucradas en el proyecto pueden tener políticas formales o informales cuyos efectos se deben considerar. Políticas organizacionales que típicamente deben ser consideradas incluyen, pero no se limitan a:
 - Administración de la calidad; procesos de auditoria y metas de mejoramiento continuo.
 - Administración de personal; guías para contratación y despidos, y métodos para la evaluación de personal.
 - Controles financieros; reportes de tiempo, revisiones al control de egresos y flujos de caja, métodos y procedimientos de contaduría, provisiones estándar para contratos.

- 5. Restricciones.** Las restricciones son factores que van a limitar las opciones del equipo administrativo del proyecto. Por ejemplo, un presupuesto predefinido es una restricción que muy probablemente limitará las opciones del equipo del proyecto en lo concerniente a alcance, asignación de personal, y programación.

Cuando un proyecto es ejecutado bajo un contrato, las provisiones contractuales generalmente serán restricciones a esta.

- 6. Suposiciones.** Las suposiciones son factores que para los procesos de planeación serán consideradas como verdaderas, reales, o ciertas. Por ejemplo, si la fecha en que una persona clave estará disponible es incierta, el equipo puede asumir una fecha de comienzo específica. Las suposiciones generalmente involucran algún grado de riesgo.

4.1.2 Herramientas y Técnicas para el Desarrollo del Plan del Proyecto

- 1. Metodología de planeación del proyecto.** Una metodología para la planeación del proyecto es cualquier aproximación estructurada que se usa para guiar al equipo de administración del proyecto durante el desarrollo del plan del proyecto. Nos auxiliaremos de la construcción sin pérdidas para planificar el proyecto con el menor número de ellas. La mayoría de las metodologías para planeación de proyectos hacen uso de una combinación de herramientas tales como software de administración de proyectos para lo cual usaremos Microsoft Project.
- 2. Habilidades y conocimientos de los interesados.** Cada interesado tiene habilidades y conocimientos que pueden ser de uso en el desarrollo del plan del proyecto. El equipo administrador del proyecto debe crear un ambiente en el cual los interesados puedan contribuir apropiadamente.
- 3. Sistemas de información de administración de proyectos (PMIS).** Un sistema de información para administración de proyectos consiste de las herramientas y técnicas usadas para recoger, integrar, y diseminar las salidas de los otros procesos de administración de proyectos. Se usa para darle soporte a todos los aspectos del proyecto desde su iniciación hasta su finalización y generalmente incluye tanto sistemas automáticos como manuales. Para lo cual podemos hacer uso del sistema Axional ERP

4.1.3 Salidas del Desarrollo del Plan del Proyecto

- 1. Plan del proyecto.** El plan del proyecto es un documento formal, aprobado, usado para administrar y controlar la ejecución del proyecto. Debe ser distribuido como se define en el plan de comunicaciones del proyecto.

Se debe hacer una distinción clara entre el plan del proyecto y la línea de base para la medición de la ejecución del proyecto. El plan del proyecto es un documento o colección de documentos que se espera que cambie varias

veces sobre el tiempo a medida que más información se hace disponible sobre el proyecto. La línea de base para la medición de la ejecución representa un control administrativo que generalmente solo cambia intermitentemente y generalmente solo en respuesta a un cambio aprobado del alcance del proyecto. Para los cambios de este plan lo haremos usando la planificación lookahead que nos dará una planeación mas real al momento de cada fase.

Hay muchas maneras para organizar y presentar el plan del proyecto, pero comúnmente incluye todos los siguientes elementos:

- Constitución del proyecto.
- Una descripción de la aproximación o estrategia administrativa del proyecto (un resumen de los planes individuales de las otras áreas de conocimiento).
- Un documento de alcance, que incluye tanto los productos del proyecto como los objetivos de este.
- Una estructura de desglose de trabajo (WBS, Work Breakdown Structure) hasta el nivel en el que el control será ejecutado.
- Estimativos de costos, fechas programadas de comienzo, y la asignación de responsabilidades hasta el nivel en el que se ejecutará el control al WBS.
- Líneas de base para la medición de la ejecución del cronograma y costos.
- Inmediatos principales y las fechas metas para estos.
- Personal clave o requerido.
- Riesgos claves, incluyendo restricciones y suposiciones, y las respuestas planeadas para cada una de ellas.
- Planes administrativos subsidiarios, incluyendo planes administrativos y de alcance, plan de administración del cronograma, etc.
- Decisiones pendientes y otros temas abiertos.

2. Detalle de soporte. El detalle de soporte para el plan de proyecto incluye:

- Salidas de otros procesos de planeación que no están incluidos en el plan del proyecto.
- Información adicional o documentación generada durante el desarrollo del plan del proyecto (ejemplo, restricciones y suposiciones que no eran previamente conocidas).
- Documentación técnica tal como requerimientos, especificaciones, y diseños.
- Documentación de estándares relevantes.

Este material debe ser organizado de tal manera que se facilite su uso durante la ejecución del plan del proyecto.

4.2 EJECUCIÓN DEL PLAN DEL PROYECTO.

La ejecución del plan del proyecto es el proceso primario para llevar a cabo el plan del proyecto; la gran mayoría del presupuesto del proyecto será utilizado al ejecutar este proceso. En este proceso, el administrador de proyectos y el equipo de administración de proyectos deben coordinar y dirigir las varias interfaces técnicas y organizacionales que existan en el proyecto. Es el proceso del proyecto que más directamente se ve afectado por el área de aplicación del proyecto debido a que el producto del proyecto es creado directamente aquí.

4.2.1 Entradas a la Ejecución del Plan del Proyecto.

1. **Plan del proyecto.** El plan del proyecto esta descrito en la Sección 4.1.3.1. Los planes subsidiarios de administración (plan de administración del alcance, plan de manejo de riesgo, plan de gestión de compras, etc.) y las líneas de base para la medición del avance son entradas claves para la ejecución del plan del proyecto.
2. **Detalle de soporte.** El detalle de soporte esta descrito en la Sección 4.1.3.2.
3. **Acción Correctiva.** La acción correctiva es cualquier cosa que se haga para traer la ejecución futura del proyecto en línea con el plan del proyecto y estas se harán en las reuniones de planificación semanal.

4.2.2 Herramientas y Técnicas para la Ejecución del Plan del Proyecto.

1. **Habilidades de administración general.** Habilidades de administración general tales como liderazgo, comunicación, y negociación son esenciales para la ejecución efectiva del plan del proyecto. Las Habilidades de administración general están descritas en la Sección 2.4.
2. **Habilidades del producto y conocimiento.** El equipo del proyecto debe tener acceso a unas habilidades y conocimiento del producto del proyecto que sean adecuadas.
3. **Sistema de autorización de trabajo.** Un sistema de autorización de trabajo es un procedimiento formal para sancionar el trabajo del proyecto para asegurar que un trabajo se hace en el momento adecuado y en una secuencia apropiada. El mecanismo primario es típicamente una autorización escrita para comenzar trabajo en una actividad específica o paquete de trabajo. Que se negocian en las reuniones de planificación semanal por el último planificador una vez que se analizan las posibles restricciones.

El diseño del sistema de autorización de trabajo deberá balancear el valor del control que provee con el costo de ese control. Por ejemplo, en proyectos pequeños las autorizaciones verbales serán adecuadas.

4. **Reuniones para evaluación del estado del proyecto.** Las reuniones para evaluación del status son reuniones programadas regularmente, las cuales se sostienen para intercambiar información sobre el proyecto. En la mayoría de los proyectos estas reuniones se sostendrán a diferentes frecuencias a diferentes niveles (ejemplo, el equipo administrativo del proyecto sostendrá reuniones internas semanalmente, y mensualmente con el dueño). En el capítulo uno en la sección de las reuniones de la planeación lookahead se detallan más estas reuniones.
5. **Sistema de información de administración del proyecto.** El sistema de información de administración del proyecto se describe en la Sección 4.1.2.3.
6. **Procedimientos organizacionales.** Todas y algunas de las organizaciones involucradas en el proyecto pueden tener procedimientos formales o informales de utilidad durante la ejecución del proyecto.

4.2.3 Salidas del Plan de Ejecución del Proyecto

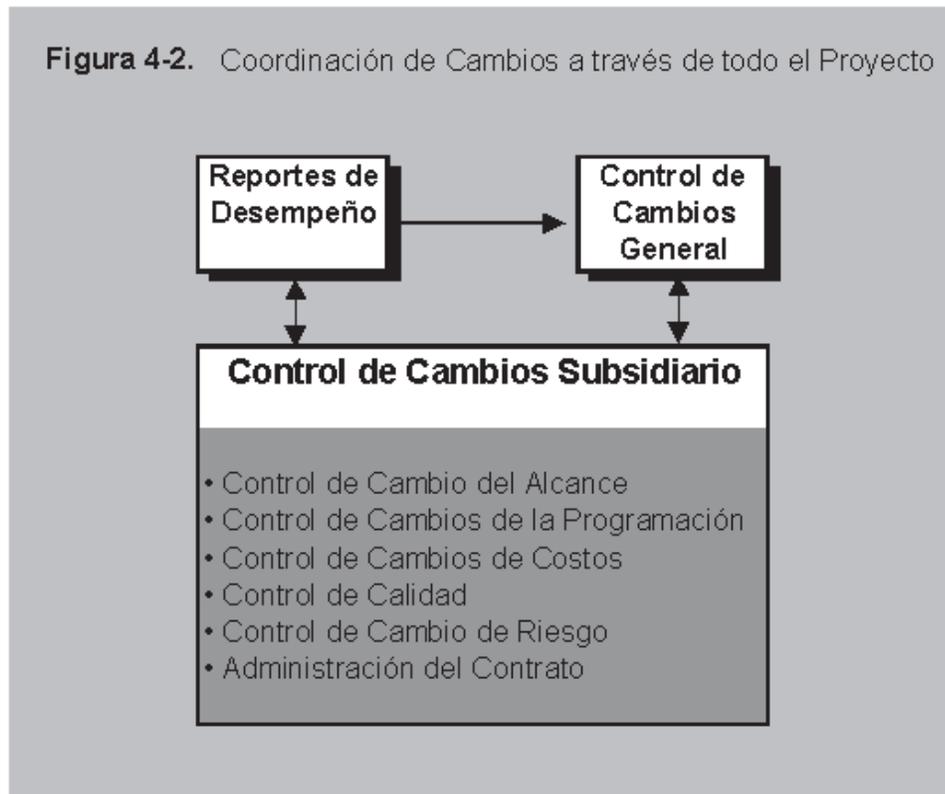
1. **Resultados del trabajo.** Los resultados del trabajo son los resultados de las actividades ejecutadas para llevar a cabo el proyecto. La información sobre los resultados del trabajo - que metas han sido completadas y cuales no, y hasta que punto se cumplen las normas de calidad, y en que costos se ha incurrido o comprometido, etc.; se recolectan como parte del plan de ejecución del proyecto y se alimentan al proceso de reporte de avance para calcular el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC).
2. **Ordenes de cambio.** Las ordenes de cambio (ejemplo, para expandir o contraer el alcance del proyecto, para modificar costos o estimativos del cronograma, etc.) muchas veces se identifican mientras que se ejecuta el trabajo del proyecto.

4.3 CONTROL DE CAMBIOS GENERAL.

El control de cambios general se preocupa con (a) influenciar los factores que crean cambios para asegurar que los cambios son beneficiosos, (b) determinar que un cambio a ocurrido, y (c) administrar los cambios reales cuando y como ocurren. El control de cambios general requiere:

- Mantener la integridad de las líneas de base para la medición de avance; todos los cambios aprobados se deberán reflejar en el plan del proyecto, pero solo los cambios al alcance del proyecto deberán afectar la línea de base para la medición de avance.
- Asegurarse que los cambios al alcance del producto se reflejen en la definición del alcance del proyecto.
- Coordinar los cambios a través de las áreas del conocimiento como se ilustra en la **Figura 4-2**. Por ejemplo, un cambio propuesto al cronograma muchas veces afectará al costo, riesgo, calidad y personal.

Figura 4-2. Coordinación de Cambios a través de todo el Proyecto



4.3.1 Entradas al Control de Cambios General.

1. **Plan del proyecto.** El plan del proyecto provee una línea de base contra la cual los cambios se controlan (véase Sección 4.1.3.1.).
2. **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño proveen información sobre la ejecución del proyecto. Los reportes de ejecución pueden también alertar al equipo del proyecto sobre temas que pueden causar problemas en el futuro.
3. **Propuestas de cambio.** Las propuestas de cambio pueden ocurrir de muchas maneras, orales o escritas, directas o indirectas, iniciadas interna o externamente, requeridas legalmente u opcionales.

4.3.2 Técnicas y Herramientas para el Control de Cambios General.

1. **Sistema de control de cambios.** Un sistema de control de cambios es una colección de procedimientos formales, documentados que definen los pasos por los cuales documentos oficiales de proyectos pueden ser modificados. Este incluye el papeleo, sistema de seguimiento, y niveles de aprobación necesarios para aprobar los cambios.

El sistema de control de cambios incluye un comité de control de cambios (CCC) responsable por aprobar o rechazar propuestas de cambio. Los poderes y responsabilidades de un CCC deberán ser bien definidos y

acordados por los interesados en el proyecto. En proyectos grandes y complejos, podrán haber múltiples CCC con diferentes responsabilidades.

El sistema de control de cambios deberá incluir procedimientos para manejar cambios que podrán ser aprobados sin revisión previa; por ejemplo, como resultado de una emergencia. Típicamente, un sistema de control de cambios permitirá aprobaciones "automáticas" de categorías de cambios predefinidas. Estos cambios sin embargo deberán ser documentados y capturados de tal manera que no causen problemas luego en el proyecto.

2. Administración de la configuración. La administración de la configuración es cualquier procedimiento documentado usado para aplicar vigilancia y dirección técnica administrativa a:

- Identificar y documentar las características físicas y funcionales de un elemento o sistema.
- Controlar cualquier cambio a tales características.
- Grabar y reportar el cambio y su estado de implementación.
- Auditar los elementos y sistemas para verificar su adhesión a los requerimientos.

En muchas áreas de aplicación la administración de la configuración es un subjuego del sistema de control de cambios y se usa para asegurar que la descripción del producto del proyecto está correcta y completa. Sin embargo, en algunas áreas de aplicación, el término administración de la configuración se usa para describir cualquier sistema de control de cambios riguroso.

- 3. Medición de la ejecución.** Las técnicas para la medición de la ejecución tales como el valor ganado ayudan a averiguar si las varianzas del plan original requieren acción correctiva.
- 4. Planeación lookahead.** Los proyectos raras veces se ejecutan exactamente de acuerdo con el plan. Cambios posibles tal vez requieran de costos estimados nuevos o revisados, secuencias de actividad modificadas, análisis de respuesta de riesgos alternativas, u otros ajustes al plan del proyecto.
- 5. Sistema de información de administración de proyectos.** Los sistemas de información de administración de proyectos se describen en la Sección 4.1.2.3.

4.3.3 Salidas del Control de Cambios General.

- 1. Actualizaciones al plan de proyectos.** Las actualizaciones al plan de proyectos son cualquier modificación al contenido del plan de proyectos al detalle de soporte (tal como se describe en las Secciones 4.1.3.1. y

4.1.3.2., respectivamente) los interesados apropiados se notificaran en la medida que sean necesario.

2. **Acción correctiva.** La acción correctiva se describe en la Sección 4.2.1.4.
3. **Lecciones aprendidas.** Las causas de las varianzas, acciones correctivas escogidas, y otros tipos de lecciones aprendidas deberán ser documentadas para que estas se vuelvan parte de la base de datos histórica tanto para este proyecto como para otros proyectos de la organización ejecutora

5. DIRECCIÓN DEL ALCANCE

La dirección del alcance del proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluye todo trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto exitosamente.

En el contexto del proyecto, el término "alcance" se refiere a:

- Alcance del producto - los rasgos distintivos y funciones que se deberán incluir en el producto servicio
- Alcance del proyecto - el trabajo que se deberá hacer para la entrega de un producto con ciertas especificaciones y funciones.

Los procesos, herramientas y técnicas usados para administrar el alcance del proyecto son del enfoque de esta sección. Los procesos, herramientas, y técnicas usadas para administrar el alcance del producto varían de acuerdo con el área de aplicación y usualmente están definidos como parte del ciclo de vida del proyecto.

5.1 INICIACIÓN

La iniciación es el proceso de reconocer formalmente que un nuevo proyecto existe o que un proyecto existente debe continuar a su siguiente fase. Esta iniciación formal enlaza el proyecto con el trabajo en marcha de la organización ejecutora. En algunas organizaciones, un proyecto no es formalmente iniciado hasta después de la terminación de un estudio de factibilidad, un plan preliminar, o algún otro tipo de análisis equivalente que en si fue iniciado por separado.

5.1.1 Entradas para la Iniciación.

1. **Descripción del producto.** Los documentos de descripción del producto describen las características del producto o servicio que fue elegido para

crearse. La descripción del producto generalmente tendrá menos detalles en sus fases tempranas y más detalle en las fases subsiguientes a medida que las características del producto son elaboradas progresivamente.

2. **Plan estratégico.** Todo proyecto deberá apoyar las metas estratégicas de la organización ejecutora; el plan estratégico de la organización ejecutora deberá considerarse como un factor en la toma de decisiones del proyecto así como un factor en la toma de decisiones de selección de proyectos.
3. **Criterio de selección de proyectos.** El criterio de selección de proyectos son típicamente definidas en términos del producto del proyecto y puede cubrir un rango completo de posibles preocupaciones administrativas (retornos financieros, participación del mercado, percepción del público, etc.).
4. **Información histórica.** La información histórica de decisiones previas de selección de proyectos y de sus reportes de ejecución se deben considerar en la medida que esta información este disponible. Cuando la iniciación involucra la aprobación para la siguiente fase de un proyecto, la información de resultados de fases previas es muchas veces crítico.

5.1.2 Herramientas y Técnicas para la Iniciación.

1. **Métodos de selección de proyectos.** Los métodos de selección de proyectos generalmente caen en una de dos categorías amplias:
 - Método de medición del beneficio; aproximaciones comparativas, modelos de puntaje, contribución del beneficio, o modelos económicos.
 - Métodos de optimización restringidos; modelos matemáticos usando algoritmos de programación lineales, no lineales, dinámicos, de números enteros, y multiobjetivos.

Se refiere a estos métodos muchas veces como modelos de decisión. Los modelos de decisión incluyen técnicas generalizadas (árboles de decisión, escogencia forzada, y otros) como también otros especializados (Procesos Jerárquicos Analíticos, Análisis de Estructura Lógica, y otros) aplicar un criterio de selección de proyecto compleja, en un modelo sofisticado es mucha veces tratado como una fase por separado del proyecto.

2. **Opinión experta.** La Opinión experta será requerida muchas veces para acelerar las entradas a este proceso. Tal experiencia puede ser proveída por cualquier grupo o individuo con conocimiento o entrenamiento especializado y esta disponible de muchas otras fuentes que incluyen:
 - Otras unidades dentro de la organización ejecutora.
 - Consultores
 - Profesionales y asociaciones técnicas.
 - Grupos de industria

5.1.3 Salidas de la Iniciación.

1. **Constitución del proyecto.** La constitución del proyecto es un documento que reconoce formalmente la existencia de un proyecto. Este deberá incluir, directamente o por medio de referencias con otros documentos lo siguiente:
 - La necesidad del negocio para la cual el proyecto fue creado.
 - La descripción del producto.

La constitución del proyecto deberá ser generada por un administrador externo al proyecto y a un nivel apropiado para las necesidades del proyecto. El provee al administrador del proyecto con la autoridad para aplicar recursos organizacionales a las actividades del proyecto.

Cuando un proyecto es ejecutado bajo contrato, el contrato firmado generalmente servirá como constitución del proyecto para el vendedor.

2. **La identificación/asignación del administrador del proyecto.** En general, el administrador del proyecto deberá ser identificado y asignado tan tempranamente como sea posible. El administrador del proyecto siempre deberá ser asignado con anterioridad al comienzo del plan de ejecución del proyecto y preferiblemente mucho antes que la planeación del proyecto se haya hecho.
3. **Restricciones.** Las restricciones son factores que limitaran las opciones del equipo administrativo del proyecto. Por ejemplo, un presupuesto predefinido es una restricción que muy seguramente limitará las opciones que tiene el equipo administrador con respecto al alcance, personal, y programación.

Cuando un proyecto se ejecuta bajo un contrato, las provisiones contractuales generalmente serán restricciones.

4. **Suposiciones.** Las suposiciones son factores que, para propósitos de planeación, se consideraran como ciertas, reales, o seguras. Las suposiciones generalmente involucran un grado de riesgo. Estas se podrán identificar aquí o pueden ser el resultado de una identificación de riesgo.

5.2 PLANEACIÓN DEL ALCANCE.

La planeación del alcance es el proceso de desarrollar un documento escrito del alcance que sirva como base para la toma futura de decisiones, en particular, el criterio usado para determinar si el proyecto o fase ha sido completado exitosamente. Un documento escrito del alcance es necesario tanto para proyectos y subproyectos. El documento de alcance forma una base de acuerdo entre el equipo del proyecto y el cliente del proyecto al identificar tanto los objetivos del proyecto como sus principales productos de entrega.

5.2.1 Entradas a la Planeación del Alcance

1. **Descripción del producto.** La descripción del producto se discute en la sección 5.1.1.1.
2. **Constitución del proyecto.** La descripción del proyecto se describe en la Sección 5.1.3.1.
3. **Restricciones.** Las restricciones se describen en la Sección 5.1.3.3.
4. **Suposiciones.** Las suposiciones se describen en la Sección 5.1.3.4.

5.2.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación del Alcance.

1. **Análisis del producto.** El análisis del producto involucra desarrollar un mejor entendimiento del producto del proyecto. Este involucra técnicas tales como sistemas de ingeniería, ingeniería de valor, análisis de valor, análisis de función, y desarrollo de funciones de calidad.
2. **Análisis costo/beneficio.** El análisis de costo beneficio involucra estimar costos y beneficios tangibles e intangibles de las varias alternativas del proyecto, y después usar medidas financieras tales como el retorno de la inversión o punto de equilibrio para determinar lo que es deseable de las diferentes alternativas identificadas.
3. **Identificación de alternativas.** Este es un término genérico para cualquier técnica usada para generar diferentes aproximaciones a un proyecto. Hay una gran variedad de técnicas generales de administración que se usan, las más comunes siendo la lluvia de ideas y pensamiento lateral.
4. **Opinión experta.** La opinión experta se describe en la Sección 5.1.2.2.

5.2.3 Salidas de la Planeación del Alcance.

1. **Declaración del alcance.** La declaración del alcance provee una base documentada para la toma futura de decisiones y para confirmar o desarrollar la comprensión en común del alcance del proyecto entre los distintos interesados. A medida que el proyecto progresa, esta declaración del alcance puede ser revisada o refinada para reflejar los cambios al alcance del proyecto. Esta declaración del alcance debe incluir, ya sea directamente o por referencia de otros documentos, lo siguiente:
 - Justificación del proyecto; es la necesidad para la cual el proyecto fue desarrollado. La justificación de proyectos provee la base para evaluar cambios futuros.
 - Producto del proyecto; es un pequeño resumen de la descripción del producto (la descripción del producto se discute en la Sección 5.1.1.1.).
 - Entregas del proyecto; es una lista que resume a nivel de los subproductos de cuya entrega total y satisfactoria marca la terminación del proyecto.

- Objetivos del proyecto; el criterio cuantificable que se debe cumplir para que el proyecto sea considerado exitoso. Los objetivos del proyecto deben incluir al menos costo, cronograma y medidas de calidad.
2. **Detalle de soporte.** El detalle de soporte para la declaración del alcance debe ser documentado y organizado en la medida que facilite su uso por otros procesos de administración del proyecto. El detalle de soporte siempre deberá incluir documentación de todas las suposiciones y limitaciones identificadas. El grado de detalle varía de acuerdo con el área de aplicación.
 3. **Plan de manejo del alcance.** Este documento describe como el alcance del proyecto será administrado y como los cambios al alcance serán integrados al proyecto. Deberá incluir también una evaluación de la estabilidad esperada del alcance del proyecto, es decir, que tan probable es que cambie, que tan frecuentemente, y en que medida. Este plan de manejo del alcance deberá incluir una descripción clara de como los cambios al alcance serán identificados y clasificados; esto es especialmente difícil, y por lo tanto absolutamente esencial, cuando las características del producto aún están siendo elaboradas.

5.3 DEFINICIÓN DEL ALCANCE.

La definición del alcance involucra subdividir las principales entregas del proyecto (tal como se identifica en la declaración del alcance) en componentes más pequeños y manejables para poder:

- Mejorar la precisión de los estimados de costo, tiempo, y recursos.
- Definir la línea de base para la medición de la ejecución y su control.
- Facilitar la asignación de responsabilidades de manera clara.

Una correcta definición del alcance es crítica para el éxito del proyecto. "Cuando hay una pobre definición del alcance, los costos finales del proyecto podrán ser mayores debido a los cambios inevitables que interrumpen el ritmo del proyecto, causan reelaboración de trabajos, aumentan el tiempo del proyecto, y bajan la productividad y moral de la fuerza de trabajo".

5.3.1 Entradas a la Definición del Alcance.

1. **Declaración del alcance.** La declaración del alcance se describe en la Sección 5.2.3.1.
2. **Limitantes o restricciones.** Las limitantes o restricciones se describen en la Sección 5.1.3.3. Cuando un proyecto se ejecuta bajo un contrato, las restricciones se definen por medio de provisiones contractuales y son muchas veces consideraciones importantes durante la definición del alcance.

3. **Suposiciones.** Las suposiciones se describen en la Sección 5.1.3.4.
4. **Otras salidas de la planeación.** Las salidas de procesos de otras áreas de conocimiento deberán ser repasadas para prever posibles impactos en la definición del alcance.
5. **Información histórica.** La información histórica de proyectos previos deberá ser considerada durante la definición del alcance. Información de errores u omisiones de proyectos previos deberá ser especialmente útil.

5.3.2 Técnicas y Herramientas Para la Definición del Alcance.

1. **Patrones para el desglose del trabajo (WBS).** Una estructura de desglose de trabajo de un proyecto previo puede ser usado como un patrón para un nuevo proyecto. Aunque cada proyecto es único un WBS puede ser muchas veces "reutilizado" ya que muchos proyectos se parecen a otro proyecto en algún grado.
2. **Descomposición.** La descomposición involucra subdividir las principales entregas del proyecto en componentes más pequeños y manejables hasta que las entregas están definidas con suficiente detalle como para soportar las actividades futuras del proyecto (planear, ejecutar, controlar y cierre). La descomposición involucra los siguientes pasos principales:

(1) Identificar los principales componentes del proyecto. En general, los principales elementos del proyecto serán las entregas del proyecto y la administración del proyecto. Sin embargo, los elementos principales estarán definidos siempre en términos de como el proyecto será realmente administrado. Por ejemplo:

- Las fases de ciclo de vida del proyecto pueden ser usadas como el primer nivel de descomposición con las entregas del proyecto repetidas como el segundo nivel.
- El principio administrativo dentro de cada ramal del WBS puede variar, tal como se ilustra en la **Figura 5-2**.

(2) Decidir si un estimativo adecuado de costo y duración puede ser desarrollado a este nivel de detalle para cada elemento. La definición de adecuado puede cambiar sobre el curso del proyecto, la descomposición de una entrega que se producirá muy remotamente en el futuro podrá no ser posible. Para cada elemento, procédase con el Paso 4 si hay detalle adecuado y si no con el Paso 3, esto quiere decir que diferentes elementos tienen distintos niveles de descomposición.

(3) Identificar los elementos constitutivos de cada entrega. Los elementos constitutivos deberán ser descritos en términos de resultados tangibles y verificables de manera que se facilite la evaluación del rendimiento. Tal como se hace con los elementos principales, los elementos constitutivos deberán ser definidos en términos de como el trabajo del proyecto será

realmente llevado a cabo. Los resultados tangibles y verificables pueden incluir tanto servicios como productos, repita el Paso 2 con cada elemento constitutivo.

(4) Verifique el grado de veracidad de la descomposición:

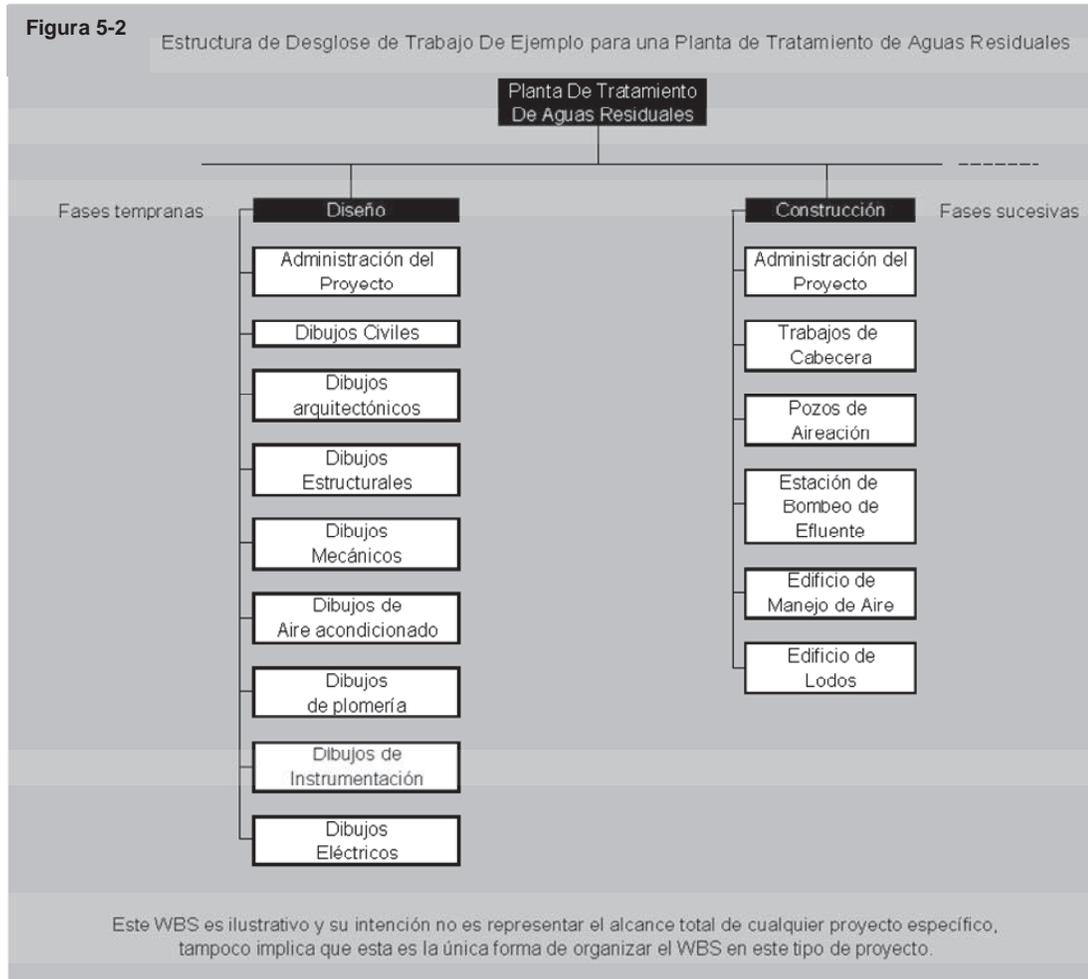
- ¿Son los elementos de bajo nivel tanto necesarios como suficientes para la terminación del elemento descompuesto? Sino, los elementos constitutivos deberán ser modificados.
- ¿Esta cada elemento completo y claramente definido? Sino, las descripciones deberán ser revisadas o expandidas.
- ¿Podrá ser cada elemento programado adecuadamente? ¿Presupuestado? ¿Asignado a una unidad organizacional específica (ejemplo, departamento, equipo, o persona) que aceptará la responsabilidad para la terminación satisfactoria del elemento? Sino, serán necesarias revisiones que provean un control administrativo adecuado.

5.3.3 Salidas de la Definición del Alcance

1. **Estructura de desglose de trabajo (WBS).** Una estructura desglosada de trabajo es un agrupamiento orientado a la entrega de los elementos del proyecto que organiza y define el alcance total del proyecto: Trabajo que no este incluido dentro del WBS está fuera de alcance del proyecto. Así como con la declaración del alcance, el WBS se usa muchas veces para desarrollar o confirmar un entendimiento común del alcance del proyecto. Cada nivel descendiente representa una descripción más detallada de los elementos del proyecto. La Sección 5.3.2.2. describe la aproximación más común para desarrollar un WBS. Un WBS es normalmente presentado en forma de tabla tal como se ilustra en la **Figura 5-2**; sin embargo, el WBS no se deberá confundir con el método de presentación, dibujar una lista de actividades desestructuradas en forma de tabla no la convierten en un WBS.

A cada elemento del WBS se le asigna generalmente un identificador único; estos identificadores se conocen colectivamente como el código de cuentas. A los elementos a nivel más bajo del WBS se denomina paquetes de trabajo. Estos paquetes de trabajo podrán ser descompuestos a su vez.

La descripción de los elementos de trabajo generalmente se recogen en un diccionario del WBS. Un diccionario del WBS incluirá típicamente las descripciones de los paquetes de trabajo como también otra información de planeación tales como fechas de cronograma, presupuestos de costos y asignación de personal.



5.4 VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

La verificación del alcance es el proceso de la aceptación formal del alcance del proyecto por los interesados (patrocinador, cliente, dueño, etc.) estos requieren revisar productos de trabajo y sus resultados para asegurar que todos fueron completados correcta y satisfactoriamente. Si el proyecto se termina de manera anticipada el proceso de verificación del alcance deberá establecer y documentar el nivel y grado de terminación. La verificación del alcance difiere del control de calidad en el que este se preocupa primariamente con la aceptación de los resultados de trabajo mientras que el control de calidad se preocupa principalmente de la medida en que el trabajo se halla hecho de manera correcta.

5.4.1 Entradas a la Verificación del Alcance.

- 1. Resultados del trabajo.** Los resultados de trabajo, que entregas han sido parcial o totalmente completadas, en que costos se a incurrido o comprometido, etc. son unas salidas del plan de ejecución del proyecto (tal como se discutió en la Sección 4.2.)

- 2. Documentación del producto.** Los documentos producidos para describir el producto de un proyecto deberán estar disponibles para las revisiones. Los términos utilizados para describir esta documentación (planos, especificaciones, documentación técnica, planes, etc.) varían de acuerdo con el área de aplicación.

5.4.2 Herramientas y Técnicas para la Verificación del Alcance.

- 1. Inspección.** La inspección incluye actividades tales como mediciones, examinar, y ensayos implementados para determinar si los resultados se ajustan a los requerimientos. Las inspecciones muchas veces se llaman revisiones, revisiones del producto, auditorias, y visitas in situ; en algunas áreas de aplicación, estos términos tienen definiciones muy específicas.

5.4.3 Salidas de la Verificación del Alcance

- 1. Aceptación formal.** La documentación que el cliente o patrocinador ha aceptado el producto del proyecto o fase, deberá ser preparada y distribuida. Tal aceptación podrá ser condicional, especialmente al final de una fase.

5.5 CONTROL DE CAMBIO DEL ALCANCE.

El control de cambio al alcance deberá estar integrado totalmente con otros procesos de control (control de tiempo, control de costos, control de calidad, y otros como se discute en la Sección 4.3).

5.5.1 Entradas al Control de Cambio del Alcance.

- 1. Estructura de desglose de trabajo.** El WBS es descrito en la Sección 5.3.3.1. El define la línea de base del alcance del proyecto.
- 2. Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño se discuten en la Sección 10.3.3.1. y proveen información sobre ejecución del alcance tales como que productos interinos han sido completados y cuales no. Los reportes de ejecución pueden alertar también al equipo de trabajo sobre que tópicos pueden causar problemas en el futuro.
- 3. Requisiciones de cambio.** Las requisiciones de cambio pueden ocurrir de muchas formas, orales o escritos, directas o indirectas, iniciadas interna o externamente, ser requisitos legales u opcionales. Los cambios pueden requerir expandir el alcance o pueden permitir reducirlo. La mayoría de las requisiciones de cambio son producto de:
 - Un evento externo (ejemplo, un cambio en una regulación gubernamental).

- Un error u omisión en la definición del alcance de un elemento (ejemplo, una falla al no incluir un diseño requerido para una parte de estructural de un edificio).
- Un error u omisión al definir el alcance de un proyecto (ejemplo, usar una lista de materiales en vez de una estructura de desglose de trabajo).
- Un cambio de valor agregado (ejemplo, un proyecto de remediación ambiental es capaz de reducir costos al tomar ventaja de tecnología que no esta disponible cuando el alcance fue originalmente definido).

4. **Plan de manejo del alcance.** El plan de manejo del alcance esta descrito en la Sección 5.2.3.3.

5.5.2 Herramientas y Técnicas para Control de Cambio del Alcance.

1. **Sistema de control de cambio del alcance.** Un sistema de control de cambio del alcance define los procedimientos mediante los cuales el alcance del proyecto puede ser cambiado. Incluye el papeleo, sistemas de seguimiento, y niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambio deberá estar integrado con el sistema de control de cambios general descrita en la Sección 4.3. y, en particular, con cualquier sistema o sistemas que estén trabajando para controlar el alcance del producto. Cuando el proyecto es ejecutado bajo contrato, el sistema de control de cambios deberá cumplir con todas las provisiones contractuales relevantes.
2. **Medición de ejecución.** Las técnicas de medición de ejecución, descritas en la Sección 10.3.2. ayudan a evaluar la magnitud de variaciones que ocurren. Una parte importante del control de cambios al alcance es determinar que esta causando la varianza y decidir si esta varianza requiere acción correctiva.
3. **Planeación adicional.** Pocos proyectos se ejecutan de acuerdo al plan. Posibles cambios al alcance pueden requerir modificaciones al WBS o análisis de aproximaciones alternas.

5.5.3 Salidas del Control de Cambio al Alcance.

1. **Cambios al alcance.** Un cambio al alcance es cualquier modificación al alcance acordado del proyecto tal como se define por el WBS aprobado. Los controles al alcance muchas veces requieren ajustes al costo, tiempo y calidad u otros objetivos del proyecto.

Los cambios al alcance se retroalimentan a través de los procesos de planeación, los documentos técnicos y de planeación se actualizan en la medida que sea necesario, y los interesados se notificaran de manera apropiada.

2. **Acción correctiva.** La acción correctiva es cualquier cosa que se haga para hacer que la ejecución futura esperada del proyecto este en línea con el plan del proyecto.
3. **Lecciones aprendidas.** Las causas de las variaciones, el razonamiento detrás de la acción correctiva tomada, y otros tipos de lecciones aprendidas del control de cambio al alcance, deberán ser documentadas para que esta información se vuelva parte de la base de datos histórica para este y otros proyectos de la organización ejecutora.

6. DIRECCIÓN DE PLAZOS

La Dirección de Plazos de Proyectos incluye los procesos requeridos para asegurar una terminación a tiempo del proyecto.

En algunos proyectos, especialmente los más pequeños, las secuencias de las actividades, la estimación de sus duraciones, y el desarrollo de la programación están tan estrechamente unidas que se ven como un sólo proceso (ejemplo, estas pueden ser desarrolladas por un solo individuo sobre un período relativamente corto de tiempo). Se presentan aquí como procesos distintos porque las herramientas y técnicas para cada una son diferentes.

Hasta el momento, no hay un consenso en la profesión de administración de proyectos sobre la relación entre actividades y tareas:

- En muchas áreas de aplicación, las actividades se ven como compuestas de tareas. Este es el uso más cómodo y preferido.
- En otros, las tareas se ven como compuestas de actividades.

Sin embargo, la consideración importante no es el término usado, sino si el trabajo a realizar es descrito y entendido de manera precisa por aquellos que tienen que ejecutar el trabajo.

6.1 DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES.

La definición de actividades involucra el identificar y documentar las actividades específicas que tienen que ser ejecutadas de manera que se puedan producir las entregas y subentregas identificadas en la estructura de desglose de trabajo. Esta implícito en este proceso la necesidad de definir las actividades de tal manera que los objetivos del proyecto se puedan cumplir.

6.1.1 Entradas a la Definición de Actividades.

1. **Estructura de desglose de trabajo.** La estructura de desglose de trabajo es la entrada primaria para la definición de actividades (ver la Sección 5.3.3.1 para una descripción más detallada del WBS).
2. **Declaración del alcance.** La justificación del proyecto y los objetivos del proyecto contenidos en la declaración del alcance deben ser considerados de manera explícita durante la definición de las actividades (ver la Sección 5.2.3.1. para un discusión más detallada de la declaración del alcance del proyecto).
3. **Información histórica.** La información histórica (que actividades fueron realmente requeridas en proyectos similares previos) deberá ser considerada durante la definición de las actividades.
4. **Restricciones.** Las restricciones son factores que van a limitar las opciones del equipo del proyecto.
5. **Suposiciones.** Las suposiciones son factores que, para los procesos de planeación, serán consideradas como verdaderas, reales, o ciertas. Las suposiciones generalmente involucran algún grado de riesgo y serán normalmente una salida del proceso de identificación de riesgos (tal como se describe en la Sección 11.1).
6. **Construcción sin pérdidas.** Determinar que actividades son las que generan valor en el proyecto.

6.1.2 Herramientas y Técnicas para la Definición de las Actividades.

1. **Descomposición.** La descomposición involucra subdividir los elementos del proyecto, en componentes más pequeños y manejables de manera que se pueda proveer un mejor control administrativo. La descomposición se describe más detalladamente en la Sección 5.3.2.2. La principal diferencia entre la descomposición aquí y en la Definición del Alcance es que la salida final aquí se describe como actividades (pasos de acción) en vez de entregas (elementos tangibles). En algunas áreas de aplicación, el WBS y la lista de actividades se desarrollan simultáneamente.
2. **Patrones.** Una lista de actividades (tal como se describe en la Sección 6.1.3.1.), o una porción de una lista de actividades de un proyecto previo, se usa muchas veces como un patrón para un nuevo proyecto. Adicionalmente, la lista de actividades para un elemento del WBS del proyecto en ejecución puede ser usada como un patrón para otros elementos del WBS similares.

6.1.3 Salidas de la Definición de Actividades.

1. **Lista de actividades.** La lista de actividades debe incluir todas las actividades que serán ejecutadas en el proyecto. Deberá ser organizada como una extensión del WBS para ayudar a asegurar que está completo y que no incluye actividades que no son requeridas como parte del alcance del proyecto. Así como con el WBS; la lista de actividades debe incluir

descripciones de cada actividad para asegurar que los miembros del equipo del proyecto entenderán como se deberá de ejecutar el trabajo.

2. **Detalle de soporte.** El detalle de soporte para la lista de actividades deberá ser documentado y organizado de manera que facilite su uso por otros procesos de la administración del proyecto. El detalle de soporte deberá siempre incluir documentación de todas las suposiciones y restricciones identificadas. La cantidad de detalle adicional varía de acuerdo con el área de aplicación.
3. **Actualizaciones a la estructura de desglose de trabajo.** Al usar el WBS para identificar que actividades son necesarias, el equipo del proyecto puede identificar entregas faltantes o puede determinar que la descripción de la entrega puede necesitar clarificación o corrección. Tales actualizaciones deben ser reflejadas en el WBS y documentos relacionados tales como estimativos de costos. Estas actualizaciones se llaman muchas veces refinamientos y son muy probables cuando el proyecto involucra tecnología nueva o tecnología que no ha sido ensayada.

6.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES.

La secuencia de las actividades involucra identificar y documentar las dependencias entre actividades. Las actividades deben de ser secuenciadas de manera precisa de tal manera que soporten luego el desarrollo de una programación realista y alcanzable. La secuencia puede ser ejecutada con la ayuda de una computadora (ejemplo, usando software de administración de proyectos) o con técnicas manuales. Las técnicas manuales son muchas veces más efectivas en proyectos pequeños o en las fases tempranas de proyectos grandes cuando hay poco detalle disponible. Las técnicas manuales o automatizadas también pueden ser usadas en combinación.

6.2.1 Entradas a la Secuencia de Actividades.

1. **Lista de actividades.** La lista de actividades se describe en la sección 6.1.3.1.
2. **Descripción del producto.** La descripción del producto se discute en la Sección 5.1.1.1. las características del producto muchas veces afectan la secuencia de actividades. Mientras que estos efectos son muchas veces aparentes en las listas de actividades, la descripción del producto deberá ser revisada para asegurar precisión.
3. **Dependencias mandatorias.** Las dependencias mandatorias son aquellas que son inherentes a la naturaleza del trabajo que se ejecuta. Muchas veces involucran limitaciones físicas.
4. **Dependencias discrecionales.** Las dependencias discrecionales son aquellas que son definidas por el equipo de administración del proyecto. Deberán ser usadas con cuidado (y totalmente documentadas) ya que estas pueden limitar opciones posteriores de programación. Las

dependencias discretionales se definen usualmente basadas en el conocimiento de:

- "Las mejores prácticas" dentro de un área de aplicación específica.
 - De algún aspecto inusual del proyecto donde una secuencia específica es deseada aunque hayan otras secuencias igualmente aceptables.
5. **Dependencias externas.** Las dependencias externas son aquellas que involucran una relación entre actividades del proyecto y actividades fuera de este. Por ejemplo, paneles de discusión ambiental pueden ser requeridos antes de que pueda empezar la construcción de un proyecto.
 6. **Restricciones.** Las restricciones se describen en la Sección 6.1.1.4.
 7. **Suposiciones.** Las suposiciones se describen en la Sección 6.1.1.5.

6.2.2 Técnicas y Herramientas para la Secuencia de Actividades.

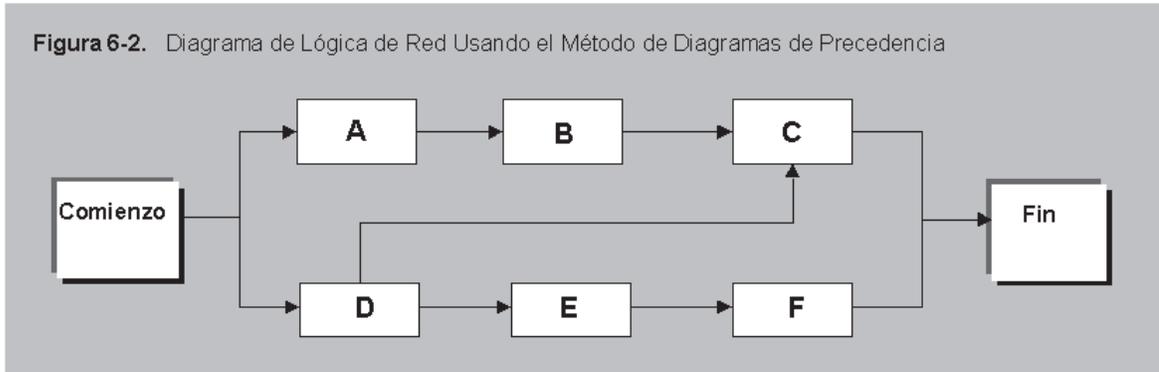
1. **Método de diagrama de precedencia (PDM).** Este es un método de construir una red de diagrama de proyecto usando nodos para representar las actividades y conectándolos con flechas que muestran las dependencias (véase la Sección 6.2.3.1.). La **Figura 6-2** muestra un diagrama de red de proyectos sencilla usando PDM. Esta técnica también se llama actividad sobre nodo y es el método usado por la mayoría de paquetes de software de administración de proyectos. PDM puede ser ejecutado de manera manual o en la computadora.

Este incluye cuatro tipos de dependencias o de relaciones de precedencia:

- Finalización a comienzo: la actividad "de" debe terminar antes de que la actividad "a" pueda comenzar.
- Finalización a finalización: la actividad "de" debe terminar antes de que la actividad "a" pueda finalizar.
- Comienzo a comienzo: la actividad "de" debe comenzar antes de que pueda comenzar la actividad "a".
- Comienzo a finalización: la actividad "de" debe comenzar antes de que la actividad "a" pueda finalizar.

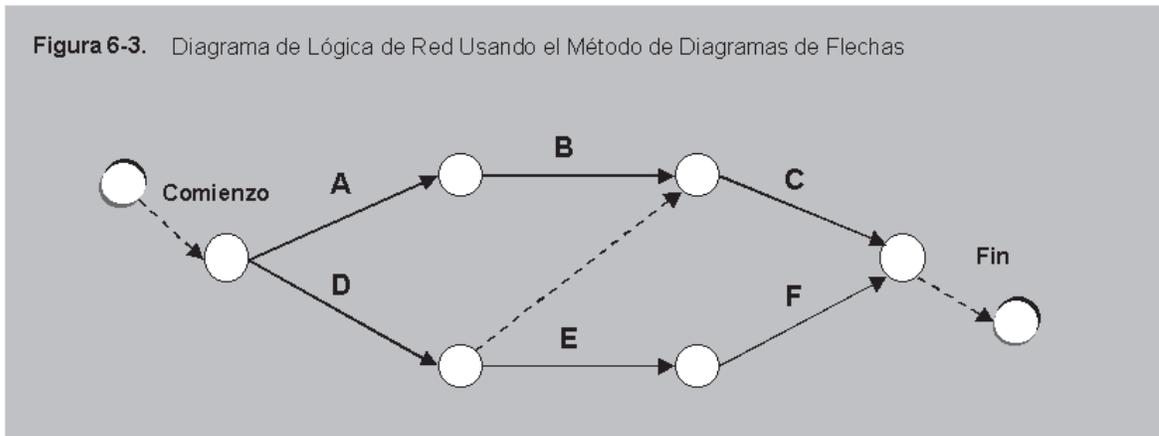
En PDM, la relación (finalización a comienzo) es el tipo de relación lógica más comúnmente usada. Las relaciones (comienzo a final) son raramente usadas, y típicamente solamente por ingenieros programadores profesionales. Usar relaciones (comienzo a comienzo), (finalización a finalización) o (comienzo a finalización) con software de administración de proyectos, puede producir resultados inesperados ya que este tipo de relaciones no han sido implementadas de manera consistente.

Figura 6-2. Diagrama de Lógica de Red Usando el Método de Diagramas de Precedencia



2. **Método de diagramación con flechas.** (Arrow diagramming method ADM). Este es un método para construir diagramas de red usando flechas para representar las actividades y conectándolas con nodos para mostrar las dependencias (véase también la Sección 6.2.3.1.). La **Figura 6-3.** muestra un diagrama de red de proyecto simple usando ADM. Esta técnica también se llama actividad sobre flecha y, aunque de menos uso que el PDM, es todavía la técnica preferida en algunas áreas de aplicación. ADM utiliza únicamente dependencias (finalización a comienzo) y puede requerir el uso de actividades ficticias para poder definir todas las relaciones lógicas de manera correcta. ADM puede ser ejecutado de manera manual o sistematizada.

Figura 6-3. Diagrama de Lógica de Red Usando el Método de Diagramas de Flechas



3. **Método de diagramación condicional.** Las técnicas de diagramación tales como: GERT (técnica de evaluación y repaso gráfica (Graphical Evaluation and Review Techique)) y modelos de Sistemas Dinámicos permiten el uso de actividades no secuenciales tales como loops (ejemplo, un ensayo que se debe repetir más de una vez) o ramales condicionales (ejemplo, una actualización de diseño que solo se necesita si la inspección detecta errores). Las técnicas de PDM y ADM no permiten el uso de loops o de ramales condicionales o probabilísticas.
4. **Patrones de red.** Redes estandarizadas pueden ser usadas para acelerar la preparación de diagramas de red de proyectos. Estas pueden incluir un

proyecto entero o solamente una porción de este. Estas porciones de redes se conocen como "subnets" o "fragnets". Las subnets son especialmente útiles cuando un proyecto incluye detalles idénticos o casi idénticos tales como los pisos en un rasca cielos.

6.2.3 Salidas de la Secuencia de Actividades

1. **Diagrama de red del proyecto.** Un diagrama de red del proyecto es una figura esquemática de las actividades del proyecto y sus relaciones lógicas (dependencias). La **Figura 6-2** y **6-3** ilustran dos métodos diferentes para dibujar un diagrama de red de proyecto. Un diagrama de red de proyecto puede ser producido manualmente o por computadora. Puede incluir los detalles completos de un proyecto o puede tener una o más actividades totalizadoras (hamacas). El diagrama deberá estar acompañado de una descripción que resuma y describa la lógica usada para las secuencias de las actividades. Cualquier secuencia fuera de lo usual deberá estar plenamente descrito.

El diagrama de red de proyecto muchas veces se llama incorrectamente diagrama PERT (técnica de evaluación y repaso de programa (Program Evaluation and Review Technique)). Un diagrama Pert es un tipo de diagrama de red proyectos que se usa muy poco hoy en día.

2. **Actualización a la lista de actividades.** De la misma manera en que el proceso de definición de actividades puede generar actualizaciones al WBS, la preparación de la red de diagrama de proyecto puede revelar instancias en las que una actividad deberá ser dividida o de otra manera redefinida de manera que se pueda diagramar la relación de lógica correctas.

6.3 ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

La estimación de la duración de las actividades involucra estimar el número de períodos de trabajo que más probablemente se necesitara para completar cada actividad identificada. La persona o grupo del equipo del proyecto que este más familiarizado con la naturaleza de una actividad específica deberá estimar o al menos aprobar la duración de la actividad.

Estimar el número de períodos de trabajos requeridos para completar una actividad muchas veces requerirá considerar el tiempo transcurrido también. Por ejemplo, si "el curado de concreto" requiere cuatro días de tiempo, este puede requerir de dos a cuatro períodos basado en (a) en que día de la semana comienza y en (b) si los días del fin de semana son tratados como períodos de trabajo o no. La mayoría de los programas computarizados de programación trataran el problema automáticamente.

La duración completa del proyecto también puede ser estimada usando herramientas y técnicas aquí presentadas, pero es calculada de manera apropiada como la salida del desarrollo de la programación (como se describe en la Sección 6.4).

6.3.1 Entradas a la Estimación de la Duración de las Actividades.

1. **Lista de actividades** . La lista de actividades se describe en la Sección 6.1.3.1.
2. **Restricciones**. Las restricciones se describen en la Sección 6.1.1.4.
3. **Suposiciones**. Las suposiciones se describen en la Sección 6.1.1.5.
4. **Requerimientos de recursos**. Los requerimientos de recursos se describen en la Sección 7.1.3.1. La duración de la mayoría de las actividades se verá influenciada significativamente por los recursos asignada a ella. Por ejemplo, dos personas trabajando juntas serán capaces de completar una actividad de diseño en la mitad del tiempo que le tomaría a cada uno individualmente realizar la tarea, mientras que una persona trabajando medio tiempo en la actividad tomará generalmente el doble del tiempo que la misma persona trabajando tiempo completo.
5. **Capacidades de recursos**. La evaluación de la mayoría de las actividades se verá influenciada significativamente por las capacidades de los recursos humanos y materiales asignados a ella. Por ejemplo, si dos miembros del personal son asignados tiempo completo, se podrá esperar que el miembro con más experiencia completa la tarea en menos tiempo y que le tomará al miembro con menos experiencia terminar la tarea.
6. **Información histórica**. La información histórica de la duración más probable de muchas categorías de actividades, está muchas veces disponible de una o de más de las siguientes fuentes:
 - Archivos de proyecto: una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto puede mantener archivos de resultados de proyectos previos que sean lo suficientemente detallados para ayudar en el desarrollo de los estimativos de duración. En algunas áreas de aplicación, individuos del equipo de trabajo pueden mantener tales archivos.
 - Bases de datos de estimación comerciales: mucha información histórica está disponible comercialmente. Estas bases de datos tienden a ser especialmente útiles cuando las duraciones no son función del contenido de trabajo real (ejemplo, cuanto tiempo se demora el concreto para curar; generalmente cuando se demora un agente gubernamental para responder a ciertas requisiciones).
 - Conocimiento del equipo de proyecto: los miembros individuales del equipo del proyecto pueden recordar estimativos actuales o previos. Mientras que tales recolecciones puedan ser útiles, son generalmente menos fiables que resultados documentados.

6.3.2 Herramientas y Técnicas para la Estimación de la Duración de las Actividades.

1. **Opinión experta.** La opinión experta esta descrita en la Sección 5.1.2.2. Las duraciones son muchas veces difíciles de estimar porque hay un número de factores que las pueden influenciar (ejemplo, niveles de recursos, productividad de los recursos). La opinión experta guiada por información histórica deberá ser usada cuando sea posible. Si tal experiencia no esta disponible, los estimativos son inherentemente inciertos y riesgosos (ver Sección 11, Administración de Riesgo del Proyecto).
2. **Estimación análoga.** La estimación análoga, también llamada estimación de arriba hacia abajo, precisa usar duraciones reales de una actividad previa y similar como base para la estimación de la duración futura de una actividad. Es usada frecuentemente para estimar la duración de proyectos cuando hay una cantidad limitada de proyecto (ejemplo, como en sus fases iniciales) la estimación análoga es una forma de opinión experta (tal como se describe en la Sección 6.3.2.1.)

La estimación análoga es más fiable cuando (a) la actividad previa es similar de hecho y no solo en apariencia, y (b) cuando los individuos preparando los estimativos tienen la experiencia necesaria.

3. **Simulación.** La simulación involucra calcular múltiples duraciones con diferentes juegos de suposiciones. La más común es Análisis de Monte Carlo en la que una distribución de posibles resultados es definida para cada actividad y es a su vez usada para calcular la distribución de posibles resultados para todo el proyecto (véase también la Sección 11.2.2.3., Simulación de la Programación).

6.3.2 Salidas de la Estimación de la Duración de las Actividades.

1. **Estimación de la duración de la actividad.** La estimación de la duración de la actividad son evaluaciones cuantitativas del número de períodos de trabajo más probable que se requerirá para completar una actividad.

La estimación de la duración de las actividades siempre deberá incluir alguna indicación del rango de posibles resultados. Por ejemplo:

- 2 semanas \pm 2 días para indicar que la actividad tomará por lo menos 8 días pero no más de 12.
- 15% de probabilidad de exceder 3 semanas para indicar una alta probabilidad 85% de que la actividad tomará 3 semanas o menos.

El capítulo 11 sobre Administración de Riesgo del Proyecto incluye una discusión más detallada acerca de la estimación de la incertidumbre.

2. **Bases de estimación.** Las suposiciones hechas en el desarrollo de los estimativos deberán estar documentados.
3. **Actualizaciones a la lista de actividades.** Las actualizaciones a la lista de actividades se describen en la Sección 6.2.3.2.

6.4 DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN.

El desarrollo de la programación requiere determinar fechas de comienzo y finalización para las actividades del proyecto. Si la fechas de comienzo y finalización no son realistas, el proyecto tendrá pocas probabilidades de terminar como se programe.

6.4.1 Entradas al Desarrollo de la Programación.

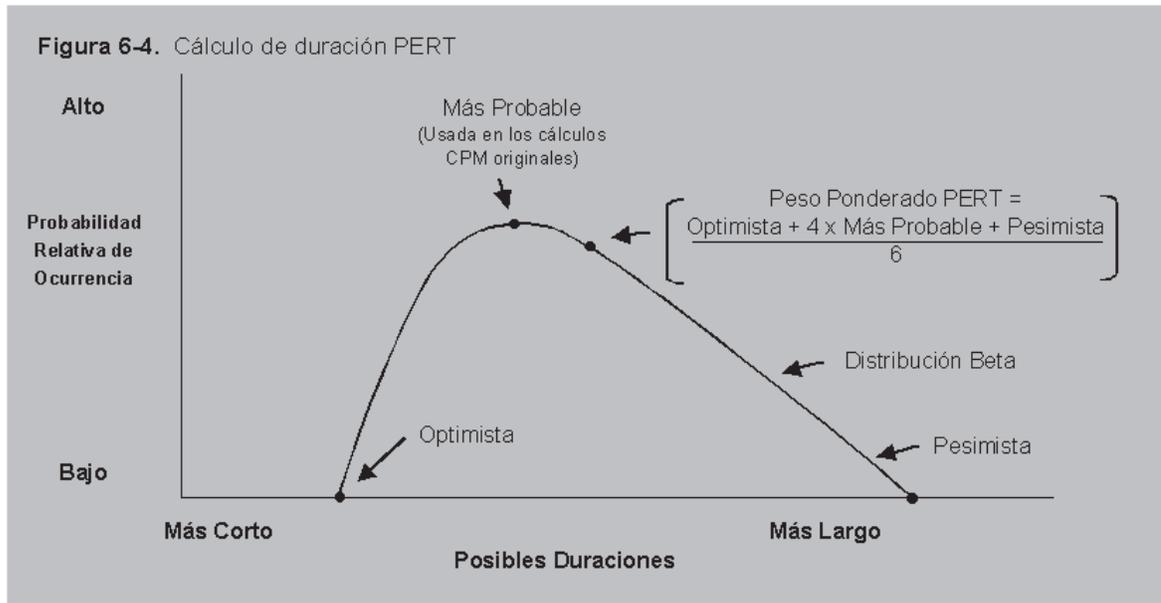
1. **Diagrama de red del proyecto.** El diagrama de red del proyecto se describe en la Sección 6.2.3.1.
2. **Estimación de la duración de las actividades.** La estimación de la duración de las actividades se describe en la Sección 6.3.3.1.
3. **Requerimientos de recursos.** Los requerimientos de recursos se describen en la Sección 6.3.1.4.
4. **Descripción del recursos disponibles.** El conocimiento de que recursos estarán disponibles en que tiempos y en que patrones es necesario para el desarrollo de la programación. Por ejemplo, los recursos compartidos podrán ser especialmente difíciles de programar ya que su disponibilidad puede ser altamente variable.
5. **Calendarios.** Los calendarios de proyecto y de recursos identifican períodos de tiempo donde es permitido trabajar. Los calendarios de proyecto afectan a todos los recursos (ejemplo, algunos proyectos solo trabajaran durante horas normales de negocio, mientras que otros trabajaran tres turnos diariamente). Los calendarios de recursos afectan a un recurso o categoría de recurso en particular (ejemplo, un miembro del equipo de proyecto puede estar de vacaciones o en un curso de capacitación, un contrato colectivo de trabajo puede limitar la labor de algunos empleados durante la semana).
6. **Restricciones.** Las restricciones están descritas en la Sección 6.1.1.4. Existen dos categorías de importancia que deben ser consideradas durante el desarrollo de la programación del proyecto:
 - Fechas impuestas. La entrega de ciertos productos en una fecha específica puede ser requerida por un patrocinador del proyecto, el cliente del proyecto, u otros factores externos (ejemplo, una fecha impuesta judicialmente en un proyecto de remediación ambiental).
 - Eventos claves. La entrega de ciertos productos en una fecha específica puede ser solicitada por un patrocinador del proyecto, el cliente de proyecto, u otros interesados. Una vez programados, estas

fechas se vuelven formales, y muchas veces sólo se pueden cambiar con gran dificultad.

8. **Suposiciones.** Las suposiciones se describen en la Sección 6.1.1.5.
9. **Holguras y tiempos de espera.** Cualquiera de las dependencias puede requerir de una holgura o tiempo de espera para poder definir de manera correcta la relación (ejemplo, puede existir un retraso de dos semanas entre la compra de un equipo y su instalación para su uso).

6.4.2 Herramientas y Técnicas para el Desarrollo de la Programación.

1. **Análisis matemático.** El análisis matemático requiere calcular las fechas teóricas tempranas y tardías para todas las actividades sin tener en cuenta cualquier limitación de los recursos disponibles. Las fechas resultantes no son la programación, sino que más bien indican los periodos de tiempo en los que las actividades se deberían programar dadas las limitaciones de recursos y de otros tipos conocidas. Las técnicas más comunes conocidas son:
 - Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM) calcula un solo juego determinante de fechas tempranas y tardías de comienzo y finalización para cada actividad, basada en una lógica de red secuencial y solo una duración. El foco de CPM es calcular la flotación para poder determinar que actividades tienen la menor flexibilidad de programación. Los algoritmos inherentes a CPM son muchas veces usados en otros tipos de análisis matemáticos.
 - Método de Evaluación y Revisión Gráfica (Graphical Evaluation and Review Technique, GERT) permite el tratamiento probabilístico de tanto la red de lógica como de la estimación de las duraciones de las actividades (ejemplo, algunas actividades pueden no ser ejecutadas, algunas pueden ser ejecutadas algunas veces, y otras pueden ser ejecutadas varias veces).
 - Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (Program Evaluation and Review Technique, PERT) usa lógica secuencial de red y una distribución por pesos para la duración de las actividades para calcular la duración del proyecto. Aunque existen algunas diferencias superficiales, PERT se diferencia de CPM en que PERT usa la media de la distribución (el valor esperado) en lugar del el valor más probable usado originalmente en CPM (véase la **Figura 6-4**). PERT se usa poco hoy día aunque muchas veces se usan estimados que se asemejan a PERT en cálculos de CPM.



- 2. Compresión de duraciones.** La compresión de duraciones es un caso especial de análisis matemático que busca maneras de acortar la duración del proyecto sin cambiar el alcance de este (ejemplo, cumplir fechas impuestas o metas de programación). La compresión de duraciones incluye técnicas tales como:

Crashing: el canje entre los costos y la programación son analizados para determinar el mayor grado de compresión a cambio de el menor aumento posible en los costos. El crashing no siempre produce alternativas viables y muchas veces resulta en costos incrementados.

Fast Tracking: es realizar actividades en paralelo que normalmente se ejecutarían en secuencia (ejemplo, comenzar la construcción de los cimientos para una planta de procesamiento de petróleos antes de que sus ingenierías lleguen al 25%). El fast tracking muchas veces resulta en trabajos que hay que repetir, y aumenta de manera desproporcionada el riesgo asociado con el proyecto.

- 3. Simulaciones.** Las simulaciones son descritas en la sección 6.3.2.3.
- 4. Planeación Lookahead.** La programación más a detalle definiendo recursos y restricciones semana a semana que nos ayudará a llevar una programación más revisada.
- 5. Heurísticas de nivelación de recursos.** El análisis matemático muchas veces produce una programación preliminar que requiere mas recursos durante ciertos periodos de tiempo de los que hay disponibles, o que requiere cambios en los niveles de recursos que no son manejables. Una heurística como "asignar recursos críticos escasos a actividades de la ruta critica primero" pueden ser aplicados para desarrollar una programación que refleje tales restricciones. La nivelación de recursos muchas veces

resulta en una programación que es mas larga en duración que la programación preliminar. Esta técnica es a veces llamada el "método basado en recursos", especialmente cuando se implementa con optimización por computadora.

6. **Software de administración de proyectos.** El software de administración de proyectos es de uso común para asistir en el desarrollo de la programación del proyecto. Estos productos automatizan el cálculo del análisis matemático y de la nivelación de recursos, y por lo tanto permiten una consideración rápida de las muchas alternativas de programación. También son de uso común para la impresión y presentación del desarrollo de la programación del proyecto.

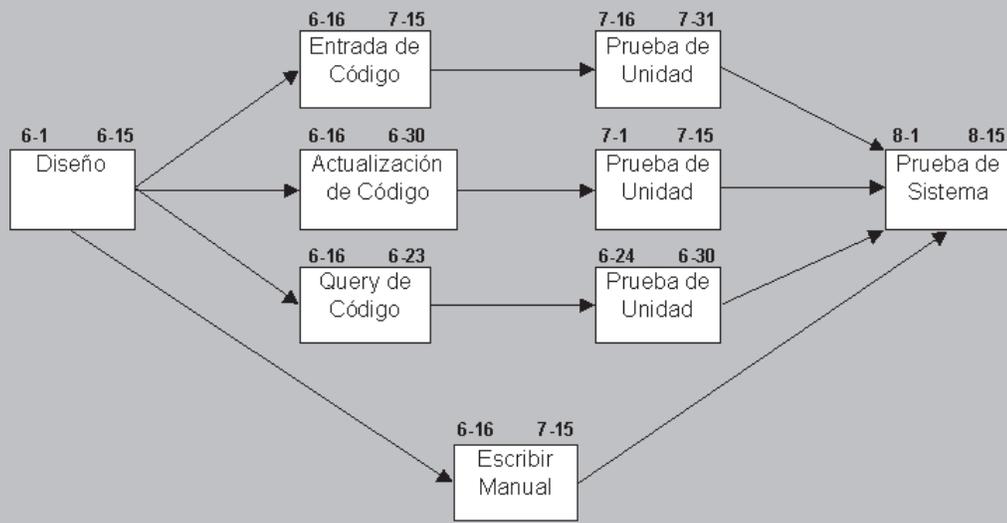
6.4.3 Salidas del Desarrollo de la Programación.

1. **Programación del proyecto.** La programación del proyecto incluye al menos fechas de inicio y de terminación planeadas para cada detalle de actividad. (Nota: El cronograma de proyecto permanecerá preliminar hasta que las asignaciones de recursos hayan sido confirmadas. Esto sucederá de manera habitual no mas tarde que a la terminación del Plan de Desarrollo del Proyecto, Sección 4.1).

El cronograma de proyecto puede ser presentado de forma resumida (la "programación maestra") o en forma detallada. Aunque puede ser presentado en forma tabular, suele presentarse generalmente de forma gráfica usando uno o más de los formatos presentados a continuación:

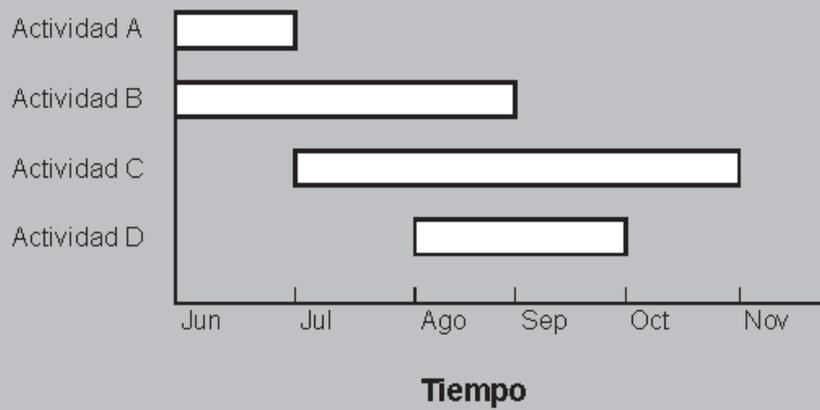
- Diagramas de red de proyecto, mas información de fechas (ver **Figura 6-5**). Estas gráficas muestran usualmente tanto la lógica del proyecto como las actividades de su ruta crítica.
- Gráficas de barras, que también se conocen como diagramas de Gant (ver **Figura 6-6**), muestran tanto las fechas de comienzo como de terminación de las actividades y sus duraciones esperadas, pero no muestran sus dependencias. Son fáciles de leer, y son de uso frecuente en presentaciones ejecutivas.
- Gráficas de hitos (ver **Figura 6-7**), son similares a las gráficas de barras, pero identifican los comienzos o terminaciones programadas de las principales entregas e interfaces externas claves del proyecto.
- Diagramas de red de proyectos en escalas de tiempo (ver **Figura 6-8**) son una mezcla de los diagramas de red del proyecto y de los diagramas de barras de una manera tal que muestran la lógica del proyecto, las duraciones de las actividades, y la información de la programación.

Figura 6-5. Diagrama de Red de Proyecto con Fechas Programadas



Existen muchas otras maneras aceptables de mostrar la información de fechas en un diagrama de red de proyecto. Esta figura muestra las fechas de comienzo y terminación sin información de la hora del día.

Figura 6-6. Diagrama de Barras (Gantt)



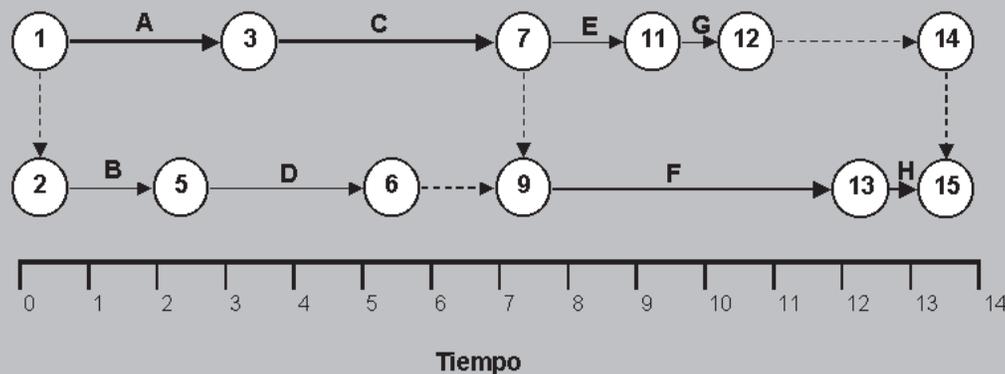
Existen muchas otras formas aceptables de mostrar la información del proyecto en una gráfica de barras.

Figura 6-7. Diagrama de Hitos

Evento	Fecha de Corte							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Firma de Subcontratos			▲	▼				
Especificaciones finalizadas			▲	▼				
Diseño Revisado					▲			
Ensayo de Subsistemas						▲		
Entrega de Primera Unidad							▲	
Plan de Producción Terminado								▲

Existen muchas otras manera aceptables de mostrar la información de proyecto en una gráfica de de hitos.

Figura 6-8. Diagrama de Red en Escala de Tiempo



2. **Detalle de soporte.** El detalle de soporte para la programación del proyecto incluye al menos documentación de todas las restricciones y suposiciones identificadas. El grado de detalle adicional requerido varía de acuerdo al área de aplicación.
3. **Plan de manejo de la programación.** Un plan de manejo de la programación define como se manejarán los cambios a la programación. Puede ser formal o informal, con gran grado de detalle o basado de forma conceptual amplia dependiendo de las necesidades del proyecto. Es un elemento subsidiario del plan general del proyecto (ver la Sección 4.1).
4. **Actualizaciones a los requerimientos de recursos.** Las nivelaciones de recursos y actualizaciones a la lista de actividades pueden tener un efecto significativo sobre las estimaciones preliminares de los requerimientos de recursos.

6.5 CONTROL DE LA PROGRAMACIÓN.

El control de la programación debe estar íntimamente ligada con los otros procesos de control, tal como se describe en la Sección 4.3, Control de Cambios General.

6.5.1 Entradas al Control de la Programación.

1. **Programación del proyecto.** La programación del proyecto se describe en la Sección 6.4.3.1. La programación de proyecto aprobada, se conoce también como la línea de base, y es un componente de plan general del proyecto tal como se describe en la Sección 4.1.3.1. Provee la base para la medición y reporte del desempeño de la programación.
2. **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño, que se discuten en la Sección 10.3.3.1, proveen información sobre el desempeño de la programación de manera tal que se muestra que fechas programadas se han cumplido y cuales no. Los reportes de desempeño pueden también alertar al equipo de proyecto a temas que pueden causar problemas en el futuro.
3. **Requisiciones de cambio.** Las requisiciones de cambio pueden ocurrir de muchas maneras, de forma oral o escrita, de manera directa o indirecta, iniciadas de manera interna o externa, por mandato legal o por opción propia. Estos cambios pueden requerir extender el plazo programado o pueden permitir acelerarlo.
4. **Plan de manejo de la programación.** El plan de manejo de la programación se describe en la Sección 6.4.3.3.

6.5.2 Herramientas y Técnicas para el Control de la Programación.

1. **Sistema de control de cambios a la programación.** Un sistema de control de cambios a la programación define los procedimientos por medio de los cuales la programación del proyecto puede ser cambiada. Este incluye el papeleo, el sistema de seguimiento (tracking), y los niveles de aprobación necesarios para autorizar tales cambios. El sistema de control a la programación deberá estar integrado de manera íntima con el sistema general de control de cambios que se describe en la Sección 4.3.
2. **Medición de desempeño.** Las técnicas de medición del desempeño tales como las que se describen en la Sección 10.3.2 ayudan a cuantificar la magnitud de cualquier variación que ocurra. Una parte importante del control de la programación es decidir si la varianza de programación requiere acción correctiva. Por ejemplo, una demora considerable en una actividad no crítica puede tener poco efecto sobre el proyecto en general, mientras que un pequeño atraso en una actividad crítica o casi crítica puede requerir acción inmediata.
3. **Planeación lookahead.** Muy pocos proyectos se desarrollan exactamente de acuerdo a su plan. Cambios prospectivos pueden requerir nuevas o revisadas duraciones de actividades, secuencias de actividades modificadas, o análisis de programaciones alternas.

- 4. Software de administración de proyectos.** El software de administración de proyectos se describe en la Sección 6.4.2.5. La habilidad del software de administración de proyectos de hacer un seguimiento de fechas programadas versus fechas reales y de pronosticar los efectos de los cambios de programación, reales o potenciales, hacen de esta herramienta un recurso útil para el control de la programación.

6.5.3 Salidas del Control de la Programación.

- 1. Actualizaciones a la programación.** Una actualización de programación es cualquier cambio en la información que se usa para administrar el proyecto. Los interesados apropiados deberán ser notificados como sea necesario. Las actualizaciones a la programación pueden o no requerir de ajustes en otros aspectos en el plan general de proyecto.

Las revisiones son una categoría especial de actualizaciones de la programación. Las revisiones son cambios a las fechas programadas de inicio y finalización en la programación de proyecto aprobada. Estas fechas solo son revisadas generalmente en respuesta a cambios en el alcance. En algunos casos, las demoras en la programación pueden ser tan severas que hay que volver a calcular la línea de base, de manera que se puedan proveer datos realistas para la medición de desempeño.

- 2. Acción correctiva.** La acción correctiva es cualquier cosa que se haga para hacer que el desempeño futuro del proyecto se ajuste a lo esperado en la línea de base del plan del proyecto. La acción correctiva en el campo de la administración del tiempo muchas veces requiere expedir: acción especial que se toma para asegurar la terminación de una actividad a tiempo o con el menor retraso posible.
- 3. Lecciones aprendidas.** Las causas de varianza, el razonamiento detrás de las acciones correctivas escogidas, y otros tipos de lecciones aprendidas del control de la programación, deberán ser documentadas para que sean parte de las bases de datos históricas, tanto para este proyecto como para otros proyectos de la organización ejecutora.

7. DIRECCIÓN DE COSTOS

La Dirección de Costos de Proyectos incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se completará dentro del presupuesto aprobado.

La administración de los costos del proyecto se preocupa principalmente con los costos de los recursos que se necesitan para completar las actividades del proyecto. Sin embargo, la administración de costos del proyecto deberá considerar además el efecto de decisiones del costo del uso del producto del proyecto. Por

ejemplo, limitar el número de revisiones al diseño puede reducir el costo del proyecto a cambio de un aumento en el costo operativo del cliente. Esta visión más amplia de la administración de costos del proyecto, se denomina muchas veces como costeo del ciclo de vida.

En muchas áreas de aplicación, el predecir y analizar el futuro desempeño financiero esperado del proyecto, es ejercido desde afuera del proyecto. En otros, la administración de costos del proyecto también incluye este trabajo. Cuando tales predicciones y análisis se incluyen, la administración de costos del proyecto incluirá procesos adicionales y numerosas técnicas de administración general, tales como el retorno sobre la inversión, flujos descontados de caja, análisis de "payback" y otros.

La administración de costos del proyecto deberá considerar las necesidades de información de los interesados del proyecto, diferentes interesados pueden medir de manera diferente y en diferentes momentos los costos del proyecto. Por ejemplo, el costo de adquisición de un elemento se puede medir cuando se ha acometido, pedido, entregado, causado, o registrado en la contabilidad.

Cuando los costos del proyecto son usados como una componente de un sistema de premios y reconocimiento (los sistemas de premios y reconocimiento se discuten en la Sección 9.3.2.3), los costos controlables e incontrolables deberán ser estimados y presupuestados por aparte, para asegurar que los premios reflejaran el desempeño real.

En algunos proyectos, en especial los pequeños, la planeación de recursos, la estimación de costos, y la presupuestario de costos, están ligadas de manera tan estrecha, que son vistos como un solo proceso (ejemplo, estos pueden ser elaborados por un solo individuo, sobre un lapso de tiempo relativamente corto). Estos procesos son presentados aquí como procesos distintos por que las herramientas y técnicas para cada uno son distintas.

7.1 PLANEACIÓN DE RECURSOS.

La planeación de recursos involucra determinar que recursos físicos (personas, equipo, materiales) y que cantidades de cada uno se deberán usar para ejecutar las actividades del proyecto. Esta se deberá coordinar de manera estrecha con la estimación de costos (que se describe en la Sección 7.2). Por ejemplo:

- Un equipo de proyecto en un proyecto de construcción, deberá estar familiarizado con los códigos de construcción locales. Tal conocimiento esta muchas veces disponible a prácticamente ningún costo al usar mano de obra local. Sin embargo, si la fuerza laboral local carece de experiencia con técnicas de construcción inusuales o especiales, el costo adicional por un

consultor, puede ser la manera más efectiva de asegurar conocimiento de las normas locales de construcción.

7.1.1 Entradas a la Planeación de Recursos.

1. **Estructura de desglose de trabajo (WBS).** La estructura de desglose de trabajo (WBS, que se describe en la Sección 5.3.3.1) identifica los elementos de trabajo que necesitaran recursos, y por lo tanto es la entrada principal a la planeación de recursos. Cualquier elemento de salida relevante de los otros procesos de planeación deberá ser proveída a través del WBS para asegurar control adecuado.
2. **Información histórica.** La información histórica que informe respecto a los tipos de recursos requeridos para trabajo similar e proyectos previos deberá ser usada si esta disponible.
3. **Declaración del alcance.** La declaración del alcance (que se describe en la Sección 5.2.3.1) contiene la justificación del proyecto y los objetivos del proyecto, ambos que deberán ser considerados explícitamente durante la planeación de recursos.
4. **Descripción de recursos disponibles.** El conocimiento de que recursos (personas, equipo, materiales) están potencialmente disponibles es necesario para la planeación de recursos. El grado de detalle y el nivel de especificación de la descripción de recursos puede variar. Por ejemplo, durante las fases tempranas de un proyecto de diseño ingenieril, los recursos pueden incluir a "ingenieros sin experiencia y con experiencia" en grandes cantidades, Durante las fases posteriores del mismo proyecto, sin embargo, los recursos pueden limitarse a aquellos individuos que son concedores del proyecto como resultado de haber trabajado en las fases tempranas.
5. **Políticas organizacionales.** Las políticas de la organización ejecutora respecto al personal y sobre el alquiler o compra de suministros y equipos, deberá ser considerada durante la planeación de recursos.

7.1.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación de Recursos.

1. **Opiniones expertas.** Las opiniones expertas serán requeridas muchas veces para calificar las entradas a este proceso. Tal experiencia puede ser proveída por cualquier grupo o individuo con conocimiento o entrenamiento especializado y que esta disponible de muchas fuentes que incluyen:
 - Otras unidades de la organización ejecutora.
 - Consultores.
 - Profesionales y asociaciones técnicas.
 - Grupos de industria.
2. **Identificación de alternativas.** La identificación de alternativas se discute en la Sección 5.2.2.3.

7.1.3 Salidas de la Planeación de Recursos.

1. **Requerimientos de recursos.** La salida del proceso de planeación de recursos es una descripción de que tipos de recursos son requeridos y en que cantidades para cada elemento de la estructura de desglose de trabajo (WBS). Estos recursos serán obtenidos a través de adquisición de personal (tal como se describe en la Sección 9.2) o de una gestión de compras (tal como se describe en el Capítulo 12).

7.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS.

La estimación de costos involucra el desarrollo de una aproximación (estimado) de los costos de los recursos requeridos para completar las actividades del proyecto.

Cuando un proyecto es ejecutado bajo contrato, se debe tener cuidado de distinguir entre la estimación de costos y el costeo. La estimación de costos involucra el desarrollo de una cuantificación de los resultados más probables, cuanto le costara a la organización ejecutora el proveer el producto o servicio requerido. El costeo es una decisión de negocios, cuanto cobrara la organización ejecutora por el producto o servicio, que usa el estimativo de costos como una de tantas consideraciones.

La estimación de costos incluye identificar y considerar las varias alternativas de costeo. Por ejemplo, en la mayoría de áreas de aplicación, el trabajo adicional durante una fase de diseño, se considera de manera amplia, de tener el potencial de reducir los costos de la fase de producción. El proceso de estimación de costos debe considerar si el costo del trabajo adicional de diseño será mayor que el ahorro esperado.

7.2.1 Entradas a la Estimación de Costos.

1. **Estructura de desglose de trabajo (WBS).** El WBS es descrito en la Sección 5.3.3.1. Este será utilizado para organizar los estimativos de costos y para asegurar que todo el trabajo identificado ha sido estimado.
2. **Requerimientos de recursos.** Los requerimientos de recursos son descritos e la Sección 7.1.3.1.
3. **Tasas de recursos.** El individuo o grupo preparando los estimativos deberá conocer las tasas unitarias (ejemplo, el costo por hora del personal, el costo por metro cúbico de materias primas) para cada recurso para poder calcular los costos del proyecto. Si los costos reales no se conocen, las tasas en si, deberán ser también estimadas.
4. **Estimación de las duraciones de las actividades.** Las estimaciones de las duraciones de las actividades (tal como se describen en la Sección 6.3) afectaran los estimativos de costos en cualquier proyecto donde el

presupuesto del proyecto incluya un renglón para el costo de la financiación del mismo (ejemplo, tasas de interés).

5. Información histórica. Información sobre el costo de las muchas categorías de recursos esta disponible de una o varias de la siguientes fuentes:

- Archivos de proyecto, una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto puede mantener archivos de los resultados de proyectos previos, que sean lo suficientemente detalladas para asistir en el desarrollo de los estimativos de costos. En algunas áreas de aplicación, miembros individuales del equipo de proyecto pueden mantener tales archivos.
- Bases de datos de estimación comerciales, muchas veces la información histórica esta disponible comercialmente.
- Conocimiento del equipo de proyecto, los miembros individuales del equipo de proyecto pueden recordar datos reales o estimados. Mientras que tales datos pueden ser de algún uso, estos sin embargo serán menos confiables que datos documentados.

6. Tabla de cuentas. Una tabla de cuentas describe la estructura de códigos usada por la organización ejecutora para reportar la información contable a sus libros de contabilidad. Los estimativos de costos del proyecto deberán ser asignados a la categoría de contabilidad correcta.

7.2.2 Herramientas y Técnicas para la Estimación de Costos.

- 1. Estimación análoga.** La estimación análoga, que también se conoce como estimación arriba-abajo, significa usar el costo real de un proyecto similar anterior, como la base de la estimación del proyecto corriente. Se usa con frecuencia para estimar costos totales de proyecto, en casos en los que se cuenta con una cantidad limitada de información detallada del proyecto (ejemplo, como en las fases iniciales). La estimación análoga es una forma de opinión experta (tal como se describe en la Sección 7.1.2.1).
- 2. Modelación paramétrica.** La modelación paramétrica involucra usar características (parámetros) del proyecto, en un modelo matemático para predecir costos. Los modelos pueden ser simples (la construcción de casas residenciales costaran cierta cantidad por cada metro cuadrado de área habitable)

Tanto el costo como la precisión de los modelos paramétricos varían considerablemente. Son más confiables cuando (a) la información histórica usada para desarrollar el modelo era precisa, y (b) cuando los parámetros usados en el modelo son fácilmente cuantificables, y (c) cuando el modelo se puede escalar (ejemplo, cuando trabaja bien tanto para proyectos grandes y pequeños).

- 3. Estimación abajo-arriba.** Esta técnica involucra estimar el costo de elementos individuales de trabajo, y luego totalizando o concatenando los estimativos individuales para conseguir el total del proyecto.

El costo y la precisión de la estimación abajo-arriba es función del tamaño de los elementos individuales de trabajo: elementos de trabajo pequeños incrementan tanto el costo como la precisión. El equipo administrativo de proyecto debe sopesar la precisión ganada contra el costo adicional.

- 4. Herramientas computarizadas.** Herramientas computarizadas tales como software de administración de proyectos y hojas de cálculo como el programa OPUS que son usados ampliamente para asistir en la estimación de costos. Tales productos pueden facilitar el uso de las herramientas descritas anteriormente y por lo tanto pueden facilitar la rápida consideración de las muchas alternativas de costeo.

7.2.3 Salidas de la Estimación de Costos.

- 1. Estimado de costos.** Los estimados de costos son evaluaciones cuantitativas de los costos más probables requeridos para completar las actividades del proyecto. Se pueden presentar de forma totalizada o en detalle.

Los estimativos de costos se expresan generalmente en unidades monetarias de manera que se facilite la comparación entre y a través de proyectos. Otras unidades como horas de personal o días de personal pueden ser usadas, a no ser que tal uso malinterprete el costo del proyecto (ejemplo, al no diferenciar entre recursos con precios unitarios muy diferentes). En algunos casos, los estimativos deberán suministrar usando múltiples unidades de medida para poder facilitar el manejo administrativo del mismo.

- 2. Detalle de soporte.** El detalle de soporte para los estimativos de costos debe incluir:
 - Una descripción del alcance del trabajo estimado. Este generalmente se suministra como una referencia al WBS.
 - Documentación de la base para el estimado, ejemplo, como fue desarrollada.
 - Documentación de las suposiciones hechas.
 - Una indicación del rango de posibles resultados, por ejemplo, \$10,000 ± \$1,000 para indicar que se espera que el elemento cueste entre \$9,000 y \$11,000.

El tipo y la cantidad de detalle de soporte varia con el área de aplicación. Retener hasta borradores puede ser de utilidad al proveer un mejor entendimiento de como el estimativo fue desarrollado.

- 3. Plan de administración de costos.** El plan de administración de costos describe como las varianzas de costos serán administradas (ejemplo, diferentes respuestas a grandes problemas que a los pequeños problemas). Un plan de administración de costos puede ser formal o informal, con mucho o poco detalle basado en las necesidades de los interesados. Es un elemento subsidiario del plan general del proyecto (que se ve en la Sección 4.1.3.1).

7.3 PRESUPUESTO DE COSTOS.

El presupuesto de costos involucra asignar los estimativos generales de costo a elementos individuales de trabajo para así establecer una línea de base para la medición de desempeño del proyecto.

7.3.1 Entradas al Presupuesto de Costos.

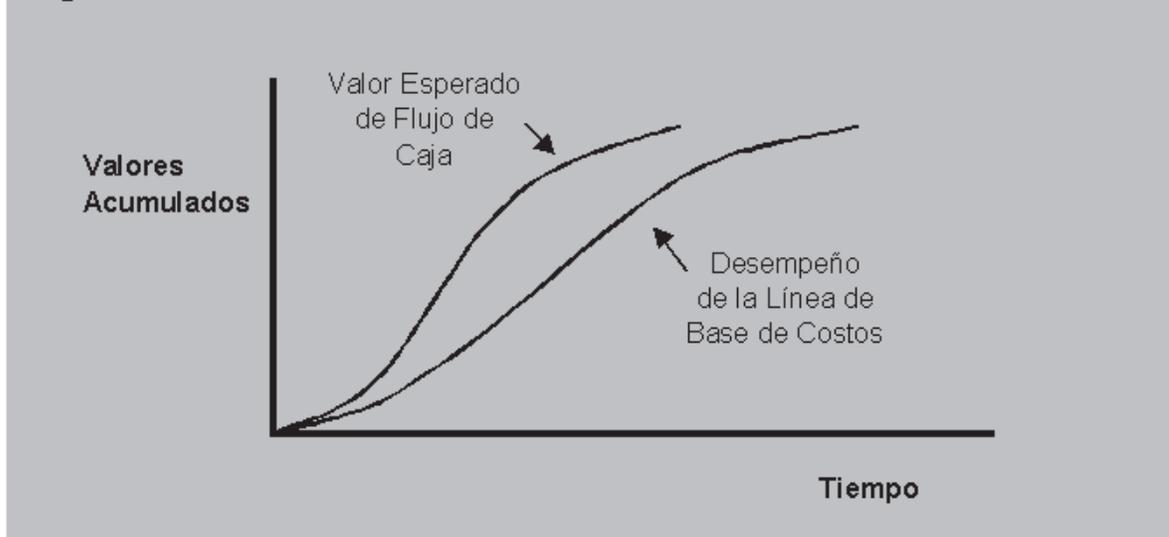
- 1. Estimados de costos.** Los estimados de costos se describen en la Sección 7.2.3.1.
- 2. Estructura de desglose de trabajo (WBS).** La estructura de desglose de trabajo (descrita en la Sección 5.3.3.1) identifica los elementos de proyecto a los que se les asignara los costos.
- 3. Programación del proyecto.** La programación del proyecto (descrito en la Sección 6.4.3.1) incluye fechas de comienzo y terminación planeadas para los elementos de trabajo a los que se les asignaran los costos. Esta información se necesita para poder asignar costos al periodo de tiempo en los que se incurrirán los costos.

7.3.2 Herramientas y Técnicas para el Presupuesto de Costos.

- 1. Herramientas y técnicas para la estimación de costos.** Las herramientas y técnicas descritas en la Sección 7.2.2 para desarrollar los estimativos de los costos del proyecto se usan también para desarrollar presupuestos para los elementos de trabajo.

7.3.3 Salidas del Presupuesto de Costos.

- 1. Línea de base de costos.** La línea de base de costos es un presupuesto en escala de tiempo que será usada para medir y monitorear el desempeño de costos del proyecto. Se desarrolla al sumar estimativos de costos por unidad de tiempo y se muestra generalmente en forma de curva S, como se ilustra en la **Figura 7-2**.

Figura 7-2. Muestra Ilustrativa de un Línea de Base de Costos

Muchos proyectos en especial los grandes, pueden tener múltiples línea de base de costos para medir distintos aspectos del desempeño de los costos. Por ejemplo, un plan de gastos o flujo de caja proyectado es una línea de base para la medición de desembolsos.

7.4 CONTROL DE COSTOS.

El control de costos incluye:

- Monitorear el desempeño de los costos para detectar varianzas del plan.
- Asegurar que todos los cambios apropiados son grabados de manera precisa en la línea de base de costos.
- Prevenir cambios incorrectos, inapropiados, o no autorizados se incluyan en la línea de base de costos.
- Informar a los interesados de los cambios autorizados.

El control de costos incluye buscar los "porqués" de tanto las varianzas positivas como negativas. Deberá estar integrado de manera completa con los otros procesos de control (control de cambio de alcance, control de la programación, control de calidad, y otros tal como se discute en la Sección 4.3). Por ejemplo, respuestas inapropiadas a varianzas de costos pueden causar problemas de calidad o de programación o pueden producir un nivel inaceptable de riesgo mas tarde en el proyecto.

7.4.1 Entradas al Control de Costos.

1. **Línea de base de costo.** La línea de base de costos se describe en la Sección 7.3.3.1.
2. **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño (se discuten en la Sección 10.3.3.1) proveen información sobre el desempeño de costos tales como que presupuestos se han cumplido y cuales no. Los reportes de desempeño pueden alertar también al equipo de proyecto sobre tópicos que pueden causar problemas en el futuro.
3. **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.
4. **Plan de manejo de costos.** El plan de manejo de costos se describe en la sección 7.2.3.3.

7.4.2 Herramientas y Técnicas para el Control de Costos.

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 cambios que se discute en la Sección 4.3.
2. **Medición de desempeño.** Las técnicas de medición de desempeño, que se describen en la Sección 10.3.2, ayudan a medir la magnitud de cualquier variación que ocurra. El análisis de valor obtenido, que se describe en la Sección 10.3.2.4, es muy útil para el control de costos. Una parte importante del control de costos es determinar que esta 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 calculo 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.

7.4.3 Salidas del Control de Costos.

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 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:
 - 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 describe en la Sección 10.3.2.4. Esta aproximación se usa a menudo cuando las varianzas corrientes son vistas como típicas de varianzas futuras.
 - Reales a la fecha mas 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.
 - Reales a la fecha más el presupuesto restante. Esta aproximación es mas usada cuando las varianzas actuales son vistas como atípicas y las expectativas del equipo de proyecto son varianzas similares que no ocurrirán en el futuro.

Cada una de las aproximaciones descrita puede ser la aproximación correcta para cualquier elemento de trabajo dado.

5. **Lecciones aprendidas.** Las causas de las varianzas, el razonamiento detrás de las acciones correctivas escogidas, y otros tipos de lecciones aprendidas del control de costos deberán ser documentadas para así volverse parte de la base de datos histórica para este proyecto y para otros proyectos de la organización ejecutora.

8. DIRECCIÓN DE LA CALIDAD

La Dirección de la Calidad de Proyectos incluye los procesos requeridos para asegurar que la calidad del proyecto va a satisfacer las necesidades para el cual fue acometido. Este incluye "todas las actividades de las funciones administrativas generales que determinan la política de calidad, objetivos, responsabilidades y las implementa por medios tales como planeación de la

calidad, control de la calidad, aseguramiento de la calidad, y mejoramiento de la calidad, dentro del sistema de calidad".

La aproximación básica a la administración de la calidad descrita en esta sección tiene intención de ser compatible específicamente por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) tal como se detalla en serie ISO 9000 y 10000 de estándares y lineamientos. Esta aproximación generalizada deberá ser compatible también con la recomendadas en el capítulo 1, tales como Gestión de la Calidad Total, Kaizen, Construcción sin pérdidas y Construcción integrada por computadora.

La administración de la calidad del proyecto deberá dirigirse tanto a la administración del proyecto como al producto del proyecto. Una falla al cumplir los requerimientos en cualquiera de estas dimensiones puede tener serias consecuencias negativas para uno o todos de los interesados en el proyecto. Por ejemplo:

- Tratar de cumplir los requerimientos del cliente al trabajar horas extra el equipo del proyecto, puede producir consecuencias negativas en la forma de una tasa incrementada de rotación de empleados.
- Tratar de cumplir con los objetivos de programación del proyecto al apresurar las inspecciones planeadas de calidad puede producir consecuencias negativas cuando los errores pasan de manera inapercibida.

La calidad es "la totalidad de las características de una entidad que tienen inherencia en su capacidad de satisfacer necesidades explícitas o implícitas". Un aspecto crítico de la administración de la calidad en el contexto del proyecto es la necesidad de convertir necesidades implícitas en explícitas, a través de la administración del alcance del proyecto, que se describe en la Sección 5.

El equipo administrativo del proyecto deberá estar al tanto también de que la administración moderna de la calidad complementa la administración moderna de proyectos. Por ejemplo, las dos disciplinas reconocen la importancia de:

- La satisfacción del cliente; entender, administrar, e influenciar las necesidades de tal manera que las expectativas del cliente son cumplidas o excedidas. Esto requiere una combinación de cumplimiento a las especificaciones (el proyecto tiene que producir lo que se dijo que produciría) y de aplicabilidad de uso (el producto o servicio producido tiene que satisfacer necesidades reales).
- Prevención sobre inspección; el costo de evitar errores es siempre mucho menor que el costo de corregirlos.
- Responsabilidad administrativa; el éxito requiere de la participación de todos los miembros del equipo, pero permanece como la

responsabilidad de la administración de proveerlos de los recursos necesarios para ser exitosos.

- Procesos dentro de fases; el ciclo repetitivo de planear-hacer-revisar-actuar descrito por Deming.

Adicionalmente, las iniciativas de mejoramiento de la calidad que emprenda la organización ejecutora (ejemplo, Gestión de la Calidad Total, Kaizen, Construcción sin pérdidas. CIC y otras) pueden mejorar la calidad de la administración del proyecto como también la calidad del producto del proyecto.

Sin embargo, hay una diferencia importante que el equipo administrativo del proyecto debe tener muy presente; la naturaleza temporal del proyecto significa que las inversiones en el mejoramiento de la calidad del producto, en especial aquellas que tienen que ver con la prevención de defectos y su evaluación, muchas veces tendrán que ser asumidas por la organización ejecutora, ya que el proyecto no puede durar lo suficiente para cosechar los beneficios.

8.1 PLANEACIÓN DE LA CALIDAD.

La planeación de la calidad involucra identificar que estándares de calidad son relevantes al proyecto y determinar como satisfacerlos. Es uno de los procesos facilitadores claves durante la planeación del proyecto. (véase la Sección 3.3.2, Procesos de Planeación) y deberá ser ejecutada de manera regular y en forma paralela con otros procesos de planeación del proyecto.

Las técnicas aquí discutidas de planeación de la calidad, son las que se usan más frecuentemente en proyectos. Existen muchas otras que pueden ser de uso en ciertos proyectos o en algunas áreas de aplicación.

El equipo administrativo de proyecto debe estar al tanto de uno de los dogmas de la administración moderna de la calidad, la calidad se incorpora planeando, la calidad no se incorpora inspeccionando.

8.1.1 Entradas a la planeación de la calidad.

1. **Política de calidad.** La política de calidad es las intenciones generales y dirección de una organización con respecto a la calidad, como expresado formalmente por la alta administración de esta. La política de calidad de la organización ejecutora puede ser adoptada para su uso por el proyecto. Sin embargo, si la organización ejecutora carece de una política de calidad formal, o si el proyecto involucra a múltiples organizaciones ejecutoras (como en una unión temporal) el equipo administrativo de proyecto tendrá necesidad de desarrollar una política de calidad para el proyecto.

Sin importar el origen de la política de calidad, el equipo administrativo del proyecto es responsable de asegurar que los interesados están plenamente

concientes de ella a través del despliegue de políticas como se menciona en Kaizen.

2. **Declaración del alcance.** La declaración del alcance (descrito en la Sección 5.2.3.1) en una entrada clave a la planeación de la calidad ya que documenta las entregas principales del proyecto como también los objetivos del proyecto que sirve para definir los requerimientos más importantes de los interesados.
3. **Descripción del producto.** Algunos elementos de la descripción del producto (descrito en la Sección 5.1.1.1) pueden ser introducidos en la declaración del alcance, la descripción del producto muchas veces contendrá detalles de asuntos técnicos y otros temas que pueden afectar la planeación de la calidad.
4. **Estándares y regulaciones.** El equipo administrativo del proyecto debe considerar cualquier estándar o regulación específica en áreas de aplicación que puedan afectar al proyecto. La Sección 2.5.1 discute estándares y regulaciones.
5. **Salidas de otros procesos.** Adicionalmente a las declaraciones de alcance y a la descripción de producto, los procesos de las otras áreas de conocimiento pueden producir salidas que deben ser consideradas como parte de la planeación de la calidad. Por ejemplo, la planeación de compras (descrita en la Sección 12.1) puede identificar los requerimientos de calidad del contratista que se deberán reflejar en el plan general de administración de la calidad.

8.1.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación de la Calidad.

1. **Análisis beneficio/costo.** El proceso de planeación de la calidad debe considerar los beneficios que se ganan o se pierden con el análisis de beneficio/costo, tal como se describe en la Sección 5.2.2.2. El principal beneficio de cumplir con los requerimientos de calidad es una menor cantidad de trabajo para corregir errores, lo cual implica alta productividad, costos más bajos, y mayor satisfacción de los interesados. El costo principal de cumplir con los requerimientos de calidad, es el gasto asociado con las actividades de administración de calidad del proyecto.
2. **Benchmarking.** El benchmarking involucra comparar las prácticas actuales o planeadas con esas de otros proyectos para poder generar ideas para el mejoramiento y para proveer un estándar con el cual medir el desempeño. Los otros proyectos pueden ser del interior de la organización ejecutora o pueden ser externos, y pueden ser de la misma área de aplicación o de otra.
3. **Flujogramas.** Un flujograma es cualquier diagrama que muestra como los diferentes elementos de un sistema se relacionan. Las técnicas para la construcción de flujogramas que son comúnmente usadas en la administración de la calidad incluyen:

- Diagramas cuasa-y-efecto, que se llaman también diagramas Ishikawa o diagramas espina de pescado, que ilustran como las causas y subcausas varias se relacionan para crear problemas o efectos potenciales. La **Figura 8-2** es un ejemplo genérico de un diagrama causa-y-efecto.
- Flujogramas de sistemas o procesos, muestran como los elementos varios de un sistema se interrelacionan. La **Figura 8-3** es un ejemplo de un flujograma para la revisión de diseños.

Los flujogramas pueden ayudar al equipo de proyecto a anticipar donde y que problemas de calidad pueden ocurrir y por lo tanto puede ayudar a desarrollar aproximaciones que traten con ellos.

Figura 8-2. Diagrama de Causa y Efecto

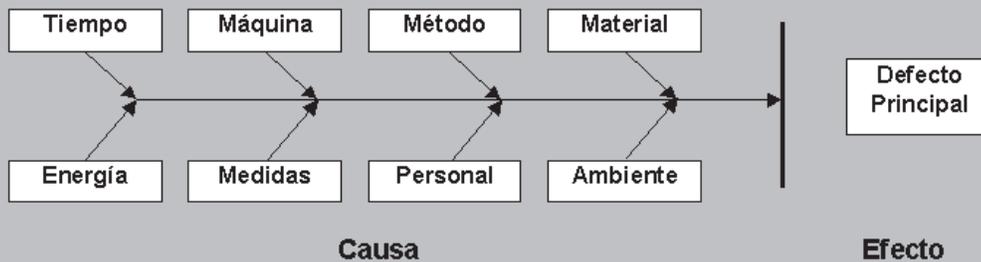
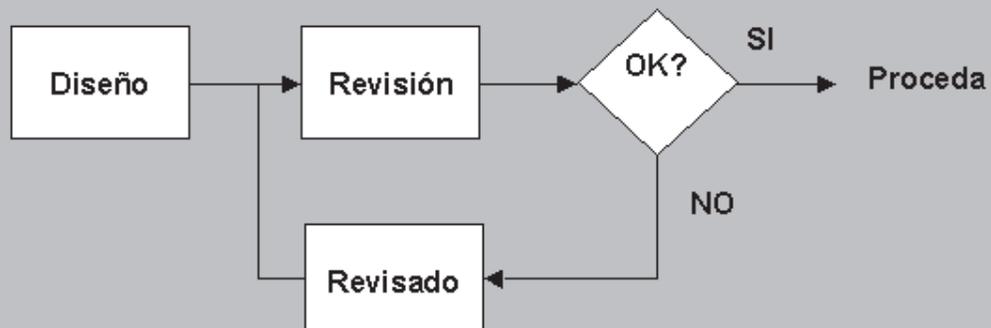


Figura 8-3. Ejemplo de un Flujograma de Proceso



- 4. Diseño de experimentos.** El diseño de experimentos es una técnica analítica que ayuda a identificar que variables tienen la mayor incidencia en los resultados generales. La técnica se aplica de manera más frecuente a los resultados de los temas de discusión del proyecto.

Sin embargo, también se puede aplicar a temas de la administración de proyectos tales como las pérdidas y ganancias que se obtienen entre las distintas combinaciones posibles de programación y costos. Por ejemplo, los ingenieros con mayor experiencia costarán más que los ingenieros con menor experiencia, pero también se puede esperar que terminen su trabajo asignado en menos tiempo.

8.1.3 Salidas de la Planeación de la Calidad.

1. **Plan de administración de la calidad.** El plan de administración de la calidad deberá describir como el equipo administrativo del proyecto implementará su política de calidad. Este deberá describir el sistema de calidad del proyecto: la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos, y recursos que se necesitan para implementar la administración de la calidad.

El plan de administración de la calidad provee entradas al plan general del proyecto (que se describe en la Sección 4.1, Desarrollo del Plan del Proyecto) y deberá atender el control de calidad, aseguramiento de la calidad, y mejoramiento de la calidad para el proyecto.

2. **Definiciones operacionales.** Una definición operacional describe, en términos muy específicos, que es algo, y como se mide por el proceso de control de calidad. Por ejemplo, no es suficiente decir que cumplir con las fechas planeadas es una medida de la administración de la calidad; el equipo administrativo del proyecto deberá indicar también si cada actividad tiene que comenzar a tiempo, o solo terminar a tiempo; especificar si las actividades individuales serán medidas o solo serán medidas ciertas entregas, y si es así, cuales serán estas.
3. **Entradas a otros procesos.** El proceso de planeación de la calidad puede identificar la necesidad de actividad adicional en otras áreas.

8.2 ASEGURANZA DE LA CALIDAD.

La aseguranza de la calidad son todas las actividades planeadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad para proveer la confianza de que el proyecto va a satisfacer los estándares de calidad relevantes. Esta se deberá ejecutar a través de todo el proyecto.

El aseguramiento de la calidad se provee muchas veces por medio de un Departamento de Aseguramiento de la Calidad u organización de título similar, pero esto no es indispensable.

La aseguramiento puede ser proveída al equipo administrativo del proyecto y a la administración de la organización ejecutora (aseguramiento interna de calidad) o puede ser proveída al cliente y a otros que no están activamente involucrados en el trabajo del proyecto (aseguramiento externa de calidad).

8.2.1 Entradas a la Aseguramiento de la Calidad

1. **Plan de administración de la calidad.** El plan de administración de la calidad se describe en la Sección 8.1.3.1.
2. **Resultados de las mediciones del control de calidad.** Las mediciones del control de calidad son datos de ensayos de control y mediciones en un formato para su comparación y análisis.
3. **Definiciones operacionales.** Las definiciones operacionales se describen en la Sección 8.1.3.2.

8.2.2 Herramientas y Técnicas para la Aseguramiento de la Calidad.

1. **Herramientas y técnicas de planeación de la calidad.** Las herramientas y técnicas descritas en la Sección 8.1.2 pueden ser también usadas para aseguramiento de la calidad.
2. **Auditorias de calidad.** Una auditoria de calidad es una revisión estructurada de otras actividades de la administración de la calidad. El objetivo de una auditoria de calidad es identificar las lecciones aprendidas que puedan mejorar el desempeño de este y otros proyectos dentro de la organización ejecutora. Las auditorias de calidad pueden ser programadas o aleatorias, y pueden ser ejecutadas por auditores internos entrenados adecuadamente, o por terceros tales como agencias registradoras de sistemas de calidad.

8.2.3 Salidas de la Aseguramiento de la Calidad

1. **Mejoramiento de la calidad.** El mejoramiento de la calidad incluye el tomar acción para incrementar la efectividad y eficiencia del proyecto para proveer beneficios adicionales a los interesados del proyecto. En la mayoría de los casos, implementar las mejoras a la calidad requerirá la preparación de requisiciones de cambio o la toma de acciones correctivas y será manejado de acuerdo a los procedimientos para el control de cambios general, tal como se describe en la Sección 4.3.

8.3 CONTROL DE CALIDAD.

El control de calidad involucra monitorear resultados específicos del proyecto para determinar si estos cumplen con los estándares relevantes de calidad e identificar maneras de eliminar las causas de los resultados insatisfactorios. Se deberá ejecutar a través de todo el proyecto. Los resultados de proyecto incluyen tanto resultados del producto tales como entregas como

resultados administrativos tales como desempeños de costos y programación. El control de calidad es desempeñado muchas veces por un Departamento de Control de Calidad u organización de título similar, pero esto no es indispensable.

El equipo administrativo del proyecto deberá tener un conocimiento práctico de control de calidad estadístico, en especial de muestreo y probabilidades, para ayudarlos a evaluar las salidas del control de calidad. Entre otras materias, deberán conocer la diferencia entre:

- Prevención (mantener errores fuera de los procesos) e inspección (mantener errores fuera de las manos de los clientes).
- Muestreo de atributos (los resultados cumplen o no cumplen) y muestreo de variables (el resultado se califica sobre una escala continua que mide el grado de cumplimiento).
- Causas especiales (eventos inusuales) y causas aleatorias (procesos normales de variación).
- Tolerancias (el resultado es aceptable sí cae dentro del rango especificado por la tolerancia) y límites de control (el proceso esta bajo control sí el resultado cae dentro de los límites de control).

8.3.1 Entradas al Control de Calidad.

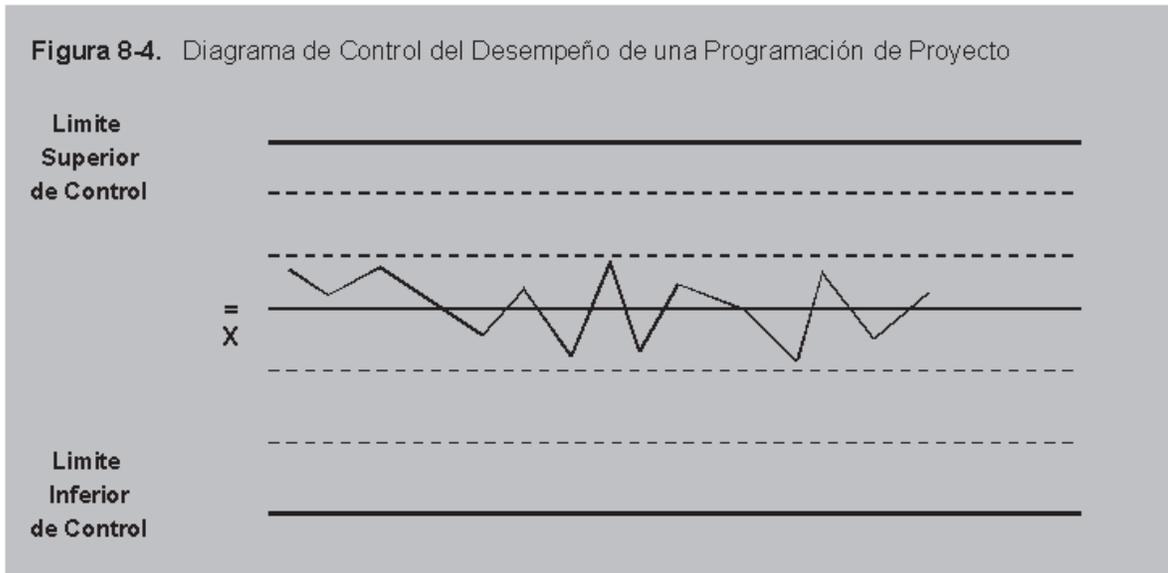
1. **Resultados de trabajo.** Los resultados de trabajo (descritos en la Sección 4.2.3.1) incluyen tanto resultados de procesos como resultados de producto. Información acerca de resultados planeados o esperados (del plan de proyecto) deben estar disponibles junto con información acerca de los resultados reales.
2. **Plan de administración de la calidad.** El plan de administración de la calidad esta descrito en la Sección 8.1.3.1.
3. **Definiciones operacionales.** Las definiciones operacionales están descritas en la Sección 8.1.3.2.

8.3.2 Herramientas y Técnicas para el Control de Calidad.

1. **Inspección.** La inspección incluye actividades tales como medición, examinación, y ensayos ejercidos para determinar si los resultados cumplen con los requerimientos. Las inspecciones pueden ser conducidas a cualquier nivel
2. **Tablas de control.** Las tablas de control son formas gráficas de los resultados, sobre el tiempo, de un proceso. Son usadas para determinar si los procesos están bajo control. Cuando un proceso esta bajo control, el proceso no debe ser ajustado. El proceso puede ser cambiado para poder proveer mejoras pero no debe ser ajustado mientras este bajo control.

Las tablas de control pueden ser usadas para monitorear cualquier salida de variables del proyecto. Aunque son más usadas frecuentemente para el

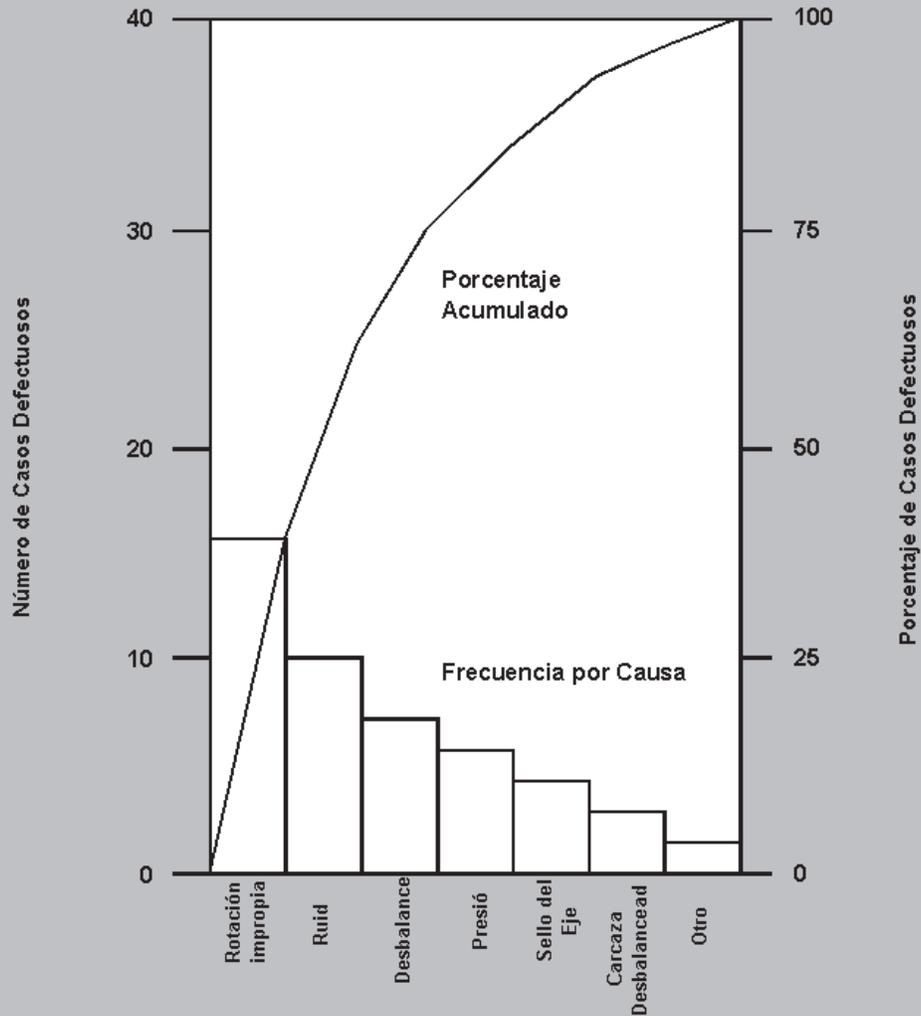
seguimiento de actividades repetitivas, las tablas de control pueden ser usadas para monitorear varianzas de programación y costos, el volumen y frecuencia de cambios al alcance, errores en los documentos del proyecto, y otros resultados administrativos para ayudar a determinar si los "procesos administrativos de proyecto" están bajo control. La **Figura 8-4** es una tabla de control del desempeño de la programación de un proyecto.



3. **Diagramas de Pareto.** Un diagrama de Pareto es un histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia, que muestra cuantos resultados fueron generados por tipo o categoría de causa identificada (véase la **Figura 8-5**). El ordenamiento por rango es usado para guiar la acción correctiva, el equipo administrativo de proyecto debe tomar acción para arreglar problemas que están causando el mayor numero de defectos primero. Los diagramas de Pareto están conceptualmente ligados a la Ley de Pareto, que sostiene que un número relativamente pequeño de causas van a causar típicamente la gran mayoría de los problemas o defectos.
4. **Muestreo estadístico.** El muestreo estadístico involucra el escoger parte de una población de interés para inspección (ejemplo, seleccionar diez muestreos de ingenieros de una lista de 75). El muestreo apropiado puede muchas veces reducir el costo del control de calidad. Existe un cuerpo substancial de conocimiento sobre el muestreo estadístico; en algunas áreas de aplicación, es necesario que el equipo administrativo del proyecto este familiarizado con una variedad de técnicas de muestreo.
5. **Flujogramas.** Los flujogramas están descritos en la Sección 8.1.2.3. Los flujogramas son utilizados en el control de calidad para ayudar analizar como ocurren los problemas.
6. **Análisis de tendencias.** El análisis de tendencia involucra usar técnicas matemáticas para pronosticar resultados futuros basado en resultados históricos. El análisis de tendencia se usa muchas veces para monitorear:

- Desempeño técnico: cuantos errores o defectos han sido detectados, y cuantos permanecen sin corregir.
- Desempeño de costos y programación: cuantas actividades por periodo fueron terminadas con varianzas significativas.

Figura 8-5. Diagrama de Pareto



8.3.3 Salidas del Control de Calidad.

1. **Mejoramiento de la calidad.** El mejoramiento de la calidad se describe en la Sección 8.2.3.1
2. **Decisiones de aceptación.** Los elementos inspeccionados serán aceptados o rechazados. Los elementos rechazados pueden requerir trabajo repetido (descrito en la Sección 8.3.3.3)
3. **Trabajo repetido.** El trabajo repetido es una acción que se toma para llevar un elemento defectuoso, a cumplir con los requerimientos o

especificaciones. El trabajo repetido, en especial el trabajo no anticipado, es una causa frecuente de sobrecostos en la mayoría de las áreas de aplicación. El equipo administrativo del proyecto debe hacer todo esfuerzo razonable para minimizar el trabajo repetido apoyado por la construcción sin pérdidas mencionada en el capítulo 1.

4. **Procesos de ajuste.** Los procesos de ajuste involucran correctivos inmediatos o acción preventiva como resultado de mediciones de calidad. En algunos casos, los ajustes de proceso pueden necesitar ser manejados de acuerdo a procedimientos generados para el control de cambio general, descrito en la Sección 4.3.

9. DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La Dirección de Recursos Humanos de proyectos incluye los procesos requeridos para hacer el uso más efectivo de las personas involucradas con el proyecto. Este incluye a todos los interesados del proyecto; patrocinadores, clientes, contribuidores individuales, y a otros como se describe en la Sección 2.2.

Existe un cuerpo substancial de literatura que trata sobre como manejar a personas en un contexto operacional continuo. Algunos tópicos pueden incluir entre otros:

Liderar, comunicar, negociar, y otros que se discuten en la Sección 2.4, Habilidades Claves de la Administración General.

Delegar, motivar, entrenar, ser mentor, y otros temas relacionados con el manejo de individuos.

Construcción de equipos, manejo de conflictos, y otros temas relacionados con el manejo de grupos.

Medición de desempeño, reclutamiento, retención, relaciones laborales, regulaciones de salud e higiene laboral, y otros temas relacionados con la administración de la función del recurso humano.

La mayoría de este material es aplicable directamente al liderazgo y manejo de personas en los proyectos, y el administrador de proyecto y su equipo administrativo deberán estar familiarizados con él. Sin embargo, ellos deben ser sensibles sobre como se aplica este conocimiento en el proyecto. Por ejemplo:

- La naturaleza temporal de los proyectos significa que las relaciones personales y organizativas serán tanto temporales como nuevas. El equipo administrativo debe tener cuidado de seleccionar técnicas que sean apropiadas para tales relaciones de carácter temporal.

- La naturaleza y el número de partidos interesados muchas veces variarán a medida que el proyecto se mueve de una fase a otra en su ciclo de vida. Como resultado, técnicas que son eficientes en una fase pueden no serlo en otra. El equipo administrativo debe tener cuidado de usar técnicas que sean apropiadas para las necesidades corrientes del proyecto.
- Las actividades administrativas del recurso humano suelen pocas veces ser una responsabilidad directa del equipo administrativo del proyecto. Sin embargo, el equipo administrativo debe estar lo suficientemente consciente de los requerimientos administrativos para asegurar cumplimiento.

9.1 PLANEACIÓN ORGANIZACIONAL.

La planeación organizacional involucra identificar, documentar, y asignar roles de proyecto, responsabilidades, y relaciones de reporte. Los roles, responsabilidades, y relaciones de reporte pueden ser asignadas a individuos o grupos. Los individuos o grupos pueden ser parte de la organización ejecutora del proyecto o pueden ser externas a este. Los grupos internos están muchas veces asociados a departamentos funcionales específicos tales como ingeniería, mercadeo, o contabilidad.

En la mayoría de proyectos la planeación organizacional es hecha como parte de las fases más tempranas del proyecto. Sin embargo, los resultados de este proceso deben ser revisados de manera regular durante el proyecto para asegurar su aplicabilidad continua. Si la organización inicial ya no es efectiva, esta deberá ser revisada de manera oportuna.

La planeación organizativa esta muchas veces ligada de manera estrecha con la planeación de las comunicaciones (descrito en la Sección 10.1) ya que la estructura organizativa del proyecto va a tener un efecto importante sobre los requerimientos de comunicación del proyecto.

9.1.1 Entradas a la Planeación Organizacional.

1. Interfaces del proyecto. Las interfaces del proyecto generalmente caen en una de tres categorías:

- Interfaces organizacionales: las relaciones de reporte formales e informales entre las diferentes unidades organizacionales. Las interfaces organizacionales pueden ser altamente complejas o muy sencillas.
- Interfaces técnicas: las relaciones de reportes formales e informales entre diferentes disciplinas técnicas. Las interfaces técnicas ocurren tanto dentro de fases de proyecto (ejemplo, el diseño de la cimentación realizado por el ingeniero civil debe ser compatible con

el de la superestructura desarrollado por el ingeniero estructural) como entre fases de proyecto.

- Interfaces personales: las relaciones de reporte formales e informales entre los diferentes individuos trabajando en el proyecto.
- Estas interfaces muchas veces ocurren de manera simultánea, así como cuando el arquitecto empleado por la firma de diseño explica consideraciones claves de diseño a un equipo administrativo de construcción no relacionado (con el proyecto) del contratista.

2. Requerimientos de personal. Los requerimientos de personal definen que clases de habilidades son requeridas de que individuos o grupos y en que marcos de tiempo. Los requerimientos de personal son un subconjunto de los requerimientos generales de recursos identificados durante la planeación de recursos (descrito en la Sección 7.1).

3. Restricciones. Las restricciones son factores que limitan las opciones del equipo de proyecto. Las opciones organizacionales de un proyecto pueden estar restringidas de muchas maneras. Algunos factores comunes que pueden restringir la organización del equipo de proyecto incluyen, pero no están limitadas a, las siguientes:

- La estructura organizacional de la organización ejecutora; una organización cuya estructura básica es una matriz fuerte significa un papel relativamente más fuerte para el administrador del proyecto, que aquel que tendría en una organización con estructura básica de matriz débil.
- Los acuerdos colectivos laborales; son acuerdos contractuales con sindicatos u otros grupos de empleados que pueden requerir ciertos roles o relaciones de reporte (en esencia, el empleado es un partido interesado).
- Preferencias del equipo administrativo del proyecto; si miembros del equipo administrativo del proyecto han tenido éxito con ciertas estructuras en el pasado, estos probablemente propondrán estructuras similares en el futuro.
- Asignaciones esperadas de personal; la organización del proyecto está muchas veces influenciada por las habilidades y capacidades de individuos específicos.

9.1.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación Organizacional.

1. **Patrones.** Aunque cada proyecto es único, la mayoría de los proyectos se parecerán a otro proyecto en algún grado. Usando las definiciones de roles y responsabilidades o las relaciones de reporte de un proyecto similar podrán ayudar a expedir el proceso de planeación organizacional.
2. **Prácticas de recursos humanos.** Muchas organizaciones tienen una variedad de políticas, delineamientos, y procedimientos que pueden ayudar al equipo administrativo del proyecto con los aspectos varios de la

planeación organizacional. Por ejemplo, una organización que mira a los administradores como "directores técnicos" es probable que tenga documentación sobre como el rol de "dirigir" se debe ejecutar.

3. **Teoría organizacional.** Existe un cuerpo de literatura substancial que describe como las organizaciones pueden y deben ser estructuradas. Aunque solo un pequeño subconjunto de este cuerpo de literatura esta dirigido específicamente a las organizaciones de proyecto, el equipo administrativo del proyecto deberá estar familiarizado en general con el tema de la teoría organizacional para así poder responder mejor a los requerimientos del proyecto.
4. **Análisis de los interesados.** Las necesidades de los varios interesados deben ser analizadas para asegurar que sus necesidades van a ser satisfechas. La Sección 10.1.2.1 discute el análisis de los interesados en más detalle.

9.1.3 Salidas de la Planeación Organizacional.

1. **Asignación de roles y responsabilidades.** Los roles de proyecto (quien hace que) y responsabilidades (quien decide que) deben ser asignadas a los interesados apropiados. Los roles y responsabilidades pueden variar a través del tiempo. La mayoría de roles y responsabilidades serán asignados a interesados que están activamente involucrados en el trabajo del proyecto, tal como el administrador del proyecto, otros miembros del equipo administrativo del proyecto, y los contribuidores individuales.

Los roles y responsabilidades del administrador del proyecto son generalmente criticas en la mayoría de proyectos pero pueden variar significativamente dependiendo del área de aplicación.

Los roles y responsabilidades deberán estar estrechamente ligadas a la definición del alcance. Una Matriz de Asignación de Responsabilidades (o RAM, ver la **Figura 9-2**) es usada a menudo para este propósito. En los grandes proyectos, las RAM's pueden ser desarrolladas a varios niveles. Por ejemplo, una RAM de alto nivel puede definir que grupo o unidad es responsable por cada elemento de la estructura de desglose de trabajo, mientras que una RAM de bajo nivel es usada dentro del grupo para asignar roles y responsabilidades para actividades específicas a individuos específicos.

2. **Plan de administración del personal.** El plan de administración del personal describe cuando y como los recursos humanos serán traídos y retirados del equipo del proyecto.

El plan de administración del personal muchas veces incluye histogramas de recursos, como se ilustra en la **Figura 9-3**.

Se debe prestar particular cuidado a como los miembros del equipo de proyecto (individuos o grupos) serán retirados una vez que no sean necesitados en el proyecto. Procedimientos adecuados de reasignación pueden:

- Reducir costos al eliminar o reducir la tendencia a "fabricar trabajo" para llenar el tiempo entre esta tarea y la que sigue.
- Mejorar la moral al reducir o eliminar la incertidumbre sobre las oportunidades futuras de empleo.

3. Tabla organizacional. Una tabla organizacional (organigrama) es cualquier gráfica del proyecto que reporte relaciones. Esta puede ser formal o informal, altamente detallada o de marco amplio dependiendo de las necesidades del proyecto.

Una Estructura de Desglose Organizacional (OBS) es una tabla organizacional específica que muestra que unidades organizacionales son responsables por que elementos de trabajo.

4. Detalle de soporte. El detalle de soporte para la planeación organizacional varía con el área de aplicación y el tamaño del proyecto. Información que se suministra con frecuencia como detalle de soporte incluye, pero no se limita a:

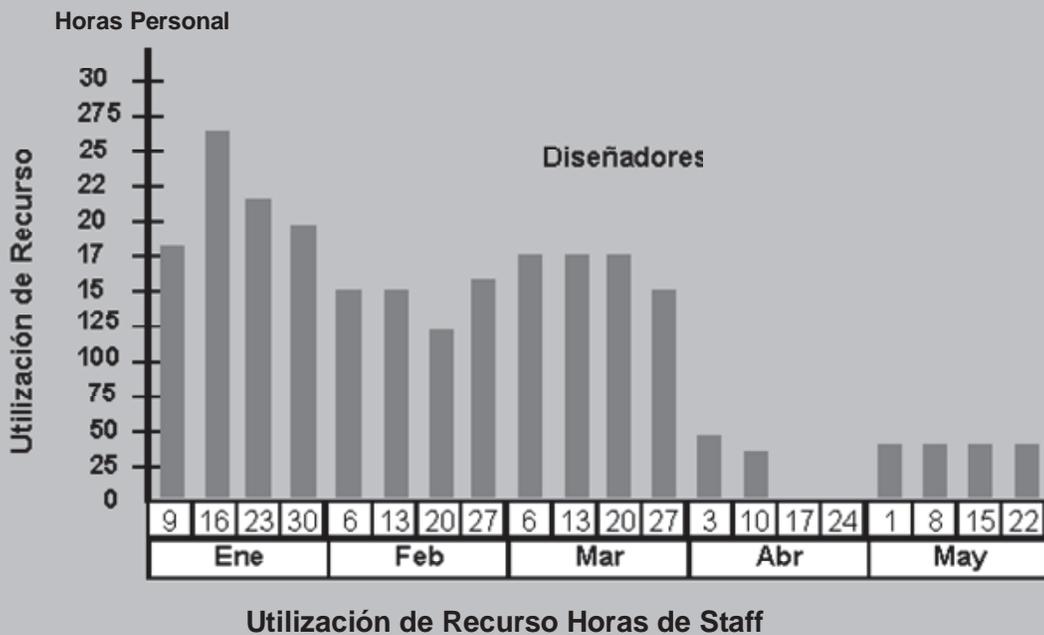
- Impacto organizacional; que alternativas son incluidas al organizar de esta manera.
- Descripción de trabajos; son descripciones escritas por categoría de trabajo de las habilidades, responsabilidades, conocimiento, autoridad, ambiente físico, y otras características que hacen parte del desempeño de un trabajo dado. También se conocen como descripciones de funciones laborales.
- Necesidades de entrenamiento; si el personal que se va a asignar no se espera tenga las habilidades necesarias para el proyecto, entonces esas habilidades tendrán que ser desarrolladas como parte del proyecto.

Figura 9-2. Matriz de Asignación de Responsabilidades

FASE	PERSONA						
	A	B	C	D	E	F	---
Requerimientos	S	R	A	P	P		
Funcional	S		A	P		P	
Diseño	S		R	A	I		P
Desarrollo		R	S	A		P	P
Ensayos			S	P	I	A	P

P = Participante A = Responsable R = Se requiere revisión
I = Se requiere opinión S = Se requiere firma

Figura 9-3. Histograma Ilustrativo de Recursos



9.2 ADQUISICIÓN DEL PERSONAL.

La adquisición del personal involucra conseguir los recursos humanos necesarios (individuos o grupos) para asignar a trabajar en el proyecto. En la mayoría de ambientes, los mejores recursos pueden no estar disponibles, y el equipo administrativo del proyecto debe tener cuidado de asegurar que los recursos que están disponibles cumplirán con los requerimientos del proyecto.

9.2.1 Entradas a la Adquisición del personal.

1. **Plan de administración del personal.** El plan de administración del personal esta descrito en la Sección 9.1.3.2. Este incluye los requerimientos de personal del proyecto tal como se describe en la Sección 9.1.1.2.
2. **Descripción del personal disponible.** Cuando el equipo administrativo del proyecto es capaz de influenciar o de dirigir las asignaciones del personal, este debe considerar las características de la potencialidad del personal disponible. Las consideraciones incluyen, pero no se limitan a:
 - Experiencia previa; ¿Han los individuos o grupos tenido experiencia de trabajo similar o relacionada anteriormente? ¿Lo han hecho bien?
 - Intereses personales; ¿ Están los individuos o grupos interesados en trabajar en este proyecto?
 - Características personales; ¿Estarán los individuos o grupos dispuestos a trabajar juntos en un equipo?
 - Disponibilidad; ¿ Estarán los individuos o grupos más deseables disponibles para trabajar en el marco de tiempo requerido?
3. **Prácticas de reclutamiento.** Una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto pueden tener políticas, delineamientos, o procedimientos que gobiernen las asignaciones de personal. Cuando estas existen, tales practicas actúan como restricciones sobre el proceso de adquisición del personal.

9.2.2 Herramientas y Técnicas para la Adquisición del Personal.

1. **Negociación.** Las asignaciones de personal deben ser negociadas en la mayoría de los proyectos. Por ejemplo, el equipo administrativo de proyecto tal vez tenga necesidad de negociar con:
 - Administradores funcionales responsables para asegurar que el proyecto recibe el personal entrenado y apropiado en el marco de tiempo necesario.
 - Otros equipos administrativos de proyecto dentro de la organización ejecutora para asignar recursos escasos o especializados de manera apropiada.

Las habilidades para influenciar del equipo (véase la Sección 2.4.5, Influenciando la Organización) juegan un papel importante al negociar las asignaciones de personal así como las políticas de las organizaciones involucradas.

2. **Pre-asignación.** En algunos casos, el personal puede estar pre-asignado a el proyecto. Este es muchas veces el caso cuando (a) el proyecto es el resultado de una propuesta competitiva y un personal específico fue prometido como parte de la propuesta, o (b) el proyecto es un proyecto interno de servicio y las asignaciones de personal fueron definidas dentro del proyecto.
3. **Procuramiento.** La administración del procuramiento (descrita en el Sección 12) se puede utilizar para obtener los servicios de individuos o grupos específicos para ejecutar actividades del proyecto. El procuramiento es requerido cuando la organización ejecutora carece del personal propio necesario para completar el proyecto.

9.2.3 Salidas de la Adquisición de Personal.

1. **Asignación de personal del proyecto.** El proyecto tiene completo su personal cuando las personas apropiadas han sido asignadas de manera fiable para trabajar en este. El personal puede estar asignado de tiempo completo, de medio tiempo, o de forma variable, dependiendo de las necesidades del proyecto.
2. **Directorio del equipo de proyecto.** Un directorio del equipo de proyecto lista a todos los miembros del equipo de proyecto y a otros interesados claves. El directorio puede ser formal o informal, altamente detallado o de contexto amplio, basado en las necesidades del proyecto.

9.3 DESARROLLO DEL EQUIPO.

El desarrollo del equipo incluye tanto el mejoramiento de las habilidades de los interesados para contribuir como individuos así como mejorar la habilidad del equipo para funcionar como equipo. El desarrollo individual (administrativo y técnico) es la fundación necesaria para desarrollar el equipo. El desarrollo del equipo es crítico para la habilidad del proyecto de lograr sus objetivos.

El desarrollo del equipo en un proyecto es muchas ocasiones complicado cuando los miembros individuales del equipo son tenidos como responsables a tanto a un administrador funcional como al administrador del proyecto. Un manejo efectivo de esta relación de reporte dual es muchas veces un factor crítico de éxito para el proyecto y es generalmente la responsabilidad del administrador del proyecto.

Aunque el desarrollo del equipo esta posicionado en la Sección 3 como uno de los procesos de ejecución, el desarrollo del equipo ocurre a través de la vida del proyecto.

9.3.1 Entradas al Desarrollo del Equipo.

1. **Personal del proyecto.** La consecución del personal del proyecto esta descrita en la Sección 9.2.3.1. Las asignaciones de personal definen implícitamente las habilidades individuales y de equipo disponibles para trabajar sobre esta.
2. **Plan del Proyecto.** El plan del proyecto esta descrito en la Sección 4.1.3.1. El plan del proyecto describe el contexto técnico dentro del que tiene que operar el equipo.
3. **Plan de administración del personal.** El plan de administración del personal esta descrito en la Sección 9.1.3.2.
4. **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño (descritos en la Sección 10.3.3.1.) proveen retroalimentación al equipo del proyecto sobre desempeño contra el plan del proyecto.
5. **Retroalimentación externa.** El equipo del proyecto debe periódicamente medirse contra las expectativas de desempeño de aquellos que están fuera del proyecto.

9.3.2 Herramientas y Técnicas para el Desarrollo del Equipo.

1. **Actividades constructoras de equipo.** Las actividades desarrolladoras o constructoras de equipo incluyen acciones individuales o administrativas tomadas de manera especifica y primaria para el desarrollo del mejoramiento del equipo. Muchas acciones tales como involucrar a miembros del equipo que no son de nivel administrativo en el proceso de planeación, o el establecimiento de reglas bases para la localización y administración de conflictos, pueden mejorar el desempeño del equipo como un efecto secundario. Las actividades constructoras de equipo pueden variar desde un elemento de agenda de cinco minutos en una reunión regular de estado o una experiencia extendida, fuera del lugar de trabajo, facilitada por profesionales y diseñada para mejorar las relaciones interpersonales entre interesados claves.

Hay mucha información sobre el desarrollo de equipos. El equipo administrativo del proyecto deberá estar familiarizado de manera general con una variedad de actividades desarrolladoras de equipo.

2. **Habilidades administrativas generales.** Las habilidades administrativas generales (discutidas en la Sección 2.4) son de particular importancia para el desarrollo del equipo.
3. **Sistemas de reconocimiento y recompensa.** Los sistemas de reconocimiento y recompensa son acciones formales administrativas que

promueven o refuerzan comportamiento deseado. Para que sean efectivas, tales sistemas deben hacer un enlace entre el desempeño y una recompensa clara, explícita, y que se pueda lograr. Por ejemplo, un administrador de proyectos que será recompensado por cumplir con los objetivos de costo del proyecto deberá tener un nivel apropiado de control sobre el personal y las decisiones de aprovisionamientos.

Los proyectos muchas veces deberán contar con su propio sistema de reconocimiento y recompensas ya que los sistemas de la organización ejecutora puede no ser apropiados. Por ejemplo, la disposición de trabajar tiempo extra para poder cumplir con una programación agresiva deberá ser recompensado o reconocido; la necesidad de trabajar tiempo extra como resultado de una pobre planeación no lo deberá ser.

Los sistemas de recompensa y reconocimiento deberán considerar también diferencias culturales. Por ejemplo, el desarrollo de un mecanismo apropiado para un equipo en una cultura que premia el individualismo puede ser muy difícil.

4. **Colocación.** La colocación involucra la asignación de todos o de casi todos, los miembros más activos del equipo del proyecto en la misma locación física para mejorar su habilidad de desempeñarse en común equipo. La colocación es usada de manera amplia en los grandes proyectos y también puede ser efectiva para los proyectos pequeños.
5. **Entrenamiento.** El entrenamiento incluye todas las actividades diseñadas para el mejoramiento de habilidades, conocimiento, y capacidades del equipo del proyecto. Algunos autores distinguen entre entrenamiento, educación, y desarrollo, pero estas distinciones no son ni consistentes ni ampliamente aceptadas. El entrenamiento puede ser formal existe un cuerpo sustancial de literatura que trata de como proveer entrenamiento a adultos.

Si los miembros del equipo del proyecto carecen de las habilidades técnicas o administrativas necesarias, tales habilidades deberán ser desarrolladas como parte del proyecto, o se deberán tomar pasos para conseguir nuevo personal adecuado al proyecto. Los costos directos e indirectos para este entrenamiento generalmente son pagados por la organización ejecutora.

9.3.3 Salidas del Desarrollo del Equipo.

1. **Mejoramiento del desempeño.** La salida primaria del desarrollo del equipo es un mejoramiento del desempeño del proyecto. Los mejoramientos pueden venir de muchas fuentes y pueden afectar muchas áreas de desempeño del proyecto, por ejemplo:

- Mejoramiento de las habilidades individuales pueden permitir a una persona específica a ejecutar sus actividades asignadas más efectivamente.
- Mejoramiento en los comportamientos del equipo (ejemplo, la localización y manejo de conflicto) pueden permitir a los miembros del equipo del proyecto a dedicar un mayor porcentaje de uso de esfuerzo a actividades técnicas.
- Mejoramientos ya sean de actividades individuales o de capacidades del equipo pueden facilitar el identificar y desarrollar mejores maneras de hacer el trabajo del proyecto.

2. Entradas para evaluaciones de desempeño. Los miembros del personal del proyecto generalmente deberán proveer entradas a las evaluaciones de desempeño de cualquier miembro del personal del proyecto con el que interactúan de manera significativa.

10. DIRECCIÓN DE COMUNICACIONES

La Dirección de comunicaciones de proyectos incluyen los procesos requeridos para asegurar la generación, colección, disseminación, almacenaje y última disposición de la información del proyecto de manera oportuna y apropiada. Provee las relaciones críticas entre personas, ideas, e información que son necesarias para el éxito. Todas las personas involucradas en el proyecto deben estar preparadas para transmitir y recibir comunicaciones en el "lenguaje" del proyecto y deben comprender como las comunicaciones en las que están involucradas como individuos afectan el proyecto como un todo.

Las habilidades administrativas generales de las comunicaciones (discutidas en la Sección 2.4.2.) están relacionadas a, pero no son lo mismo que, la administración de las comunicaciones del proyecto. Las comunicaciones son una materia más amplia e involucran un cuerpo sustancial de conocimiento que no es único al contexto del proyecto. Por ejemplo:

- Modelos de transmisor; receptor, ciclos de retroalimentación, barreras a las comunicaciones, etc.
- Selección del medio; cuando comunicarse en escrito vs. cuando comunicarse de manera oral, cuando escribir un memo informal vs. cuando escribir un reporte formal, etc.
- Estilo de escritura; voz pasiva vs. voz activa, estructura de la oración, preferencia de palabras, etc.
- Técnicas de presentación; lenguaje corporal, diseño de ayudas visuales, etc.
- Técnicas de reuniones administrativas; preparación de una agenda, manejo de conflictos, etc.

10.1 PLANEACIÓN DE LAS COMUNICACIONES.

La planeación de las comunicaciones involucra determinar las necesidades de información y comunicaciones de los interesados: quien necesita que información, cuando la van a necesitar, y como se les será entregada. Mientras que todos los proyectos comparten la necesidad de comunicar información del proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución pueden variar. La identificación de las necesidades de información de los interesados y la determinación de un medio apropiado de cumplir con esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto.

En la mayoría de los proyectos, la mayor parte de la planeación de las comunicaciones es realizada como una de las fases más tempranas del proyecto. Sin embargo, los resultados de este proceso deben ser repasados de manera periódica a través del proyecto y revisados en la medida que sea necesaria para asegurar su aplicabilidad continua.

La planeación de la comunicación esta muchas veces íntimamente ligada con la planeación organizacional (descrita en la Sección 9.1) ya que la estructura organizacional del proyecto tendrá un efecto importante sobre los requerimientos de comunicación del proyecto.

10.1.1 Entradas a la Planeación de las Comunicaciones.

1. Requerimientos de comunicación. Los requerimientos de las comunicaciones son la suma de los requerimientos de información de los interesados del proyecto. Los requerimientos son definidos al combinar el tipo y formato de la información requerida con un análisis del valor de esa información. Los recursos de proyectos se deben de expender solo sobre una comunicación de información que contribuye al éxito o donde una falta de comunicación puede llevar al fracaso. La información típicamente requerida para determinar los requerimientos de comunicaciones del proyecto incluyen:

- Relaciones de responsabilidad entre la organización del proyecto y los interesados.
- Disciplinas, departamentos, y especialidades involucradas en el proyecto.
- Logística de cuantos individuos estarán involucrados en el proyecto y en que locaciones.
- Necesidades de información externas (ejemplo, comunicaciones con los medios).

2. Tecnología de las comunicaciones. Las tecnologías o métodos usados para transmitir información desde y para miembros entre los elementos del proyecto pueden variar significativamente: desde conversaciones breves a

reuniones extendidas, desde documentos escritos simples a cronogramas y bases de datos en línea inmediatamente accesibles. Factores de tecnología de las comunicaciones que pueden afectar el proyecto incluyen:

- La inmediatez de la necesidad de información; es el éxito del proyecto dependiente de tener información frecuentemente actualizada y disponible en cualquier momento, o serán suficientes reportes escritos regulares?
- La disponibilidad de tecnología; son los sistemas que ya están en funcionamiento apropiados o exigen las necesidades del proyecto cambios?
- El personal esperado del proyecto; son los sistemas de comunicación propuestos compatibles con la experiencia y habilidad de los participantes del proyecto, o será necesario entrenamiento y aprendizaje extensivo?
- La duración del proyecto; es la tecnología disponible probable de cambiar antes de que el proyecto termine de una manera que obligue la adopción de tecnología más nueva?

- 3. Restricciones.** Las restricciones son factores que van a limitar las opciones del equipo administrativo del proyecto. Por ejemplo, si se van a procurar recursos sustanciales del proyecto se deberá dar mas consideración a la información del manejo del contrato.

Cuando un proyecto sea ejecutado bajo contrato, existe muchas veces provisiones contractuales específicas que afectan la planeación de las comunicaciones.

- 4. Suposiciones.** Las suposiciones son factores que, para procesos de planeación, serán consideradas como verdaderas, reales, o certeras. Las suposiciones generalmente involucran un grado de riesgo. Estas podrán ser identificadas aquí o pueden ser una salida de la identificación de riesgo (descrito en la Sección 11.1).

10.1.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación de las Comunicaciones

- 1. Análisis de los partidos interesados.** Las necesidades de información de los varios interesados deben ser analizadas para desarrollar una vista lógica y metodológica de sus necesidades informativas y fuentes para cumplir con esas demandas (los interesados se discuten en mas detalle en la Sección 2.2 y 5.1). El análisis debe considerar métodos y tecnologías apropiadas para el proyecto que puedan proveer la información que se necesita. Se debe tener cuidado de malgastar recursos en información innecesaria o tecnología inapropiada.

10.1.3 Salidas de la Planeación de las Comunicaciones.

1. Plan de administración de las comunicaciones. Un plan de administración de las comunicaciones es un documento que provee:

- Una estructura de colección y que archiva que detalles, que métodos serán usados para recolectar y archivar varios tipos de información. Los procedimientos también deben de cubrir como coleccionar y diseminar actualizaciones y correcciones a materiales previamente distribuidos.
- Una estructura de distribución que detalla a quien la información (reportes de estado, datos, programaciones, documentación técnica, etc.) fluirá, y que métodos (reportes escritos, reuniones, etc.) serán usados para distribuir los varios tipos de información. Esta estructura debe ser compatible con las responsabilidades y relaciones de reporte descritas en la tabla organizacional (organigrama) del proyecto.
- Una descripción de la información a ser distribuida, incluyendo formato, contenido, nivel de detalle, y convenciones/definiciones que serán usadas.
- Programaciones de producción mostrando cuando cada tipo de comunicación será producida.
- Métodos para acceder información entre comunicaciones programadas.
- Un método para la actualización y refinación del plan de administración de las comunicaciones a medida que el proyecto progresa y se desarrolla.

10.2 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La distribución de la información involucra hacer que la información que se necesita del proyecto este disponible para los interesados del proyecto de manera oportuna. Incluye implementar el plan de administración de las comunicaciones así como responder a pedidos inesperados de información.

10.2.1 Entradas a la Distribución de Información.

- 1. Resultados de trabajo.** Los resultados de trabajo están descritos en la Sección 4.2.3.1.
- 2. Plan de administración de las comunicaciones.** El plan de administración de las comunicaciones esta descrito en la Sección 10.1.3.1.
- 3. Plan del proyecto.** El plan del proyecto esta descrito en la Sección 4.1.3.1.

10.2.2 Herramientas y Técnicas para la Distribución de la Información.

- 1. Habilidades de comunicación.** Las habilidades de comunicación son usadas para el intercambio de información. El transmisor es responsable por hacer la información clara, no ambigua, y completa de manera que el

receptor pueda recibirla de manera correcta y de confirmar que se entendió correctamente. El receptor es responsable de estar seguro que la información se recibió en su totalidad y que se entendió correctamente. Las comunicaciones tienen muchas dimensiones:

- Escrita y oral, hablar y escuchar.
- Interna (dentro del proyecto) y externa (al cliente, a los medios, al público, etc.).
- Formal (reportes, reuniones, etc.) e informal (memos, conversaciones, etc.).
- Vertical (hacia arriba y abajo en la organización) y horizontal (con los compañeros).

2. Sistemas de retorno de la información. La información puede ser compartida por miembros del equipo a través de varios métodos que incluyen sistemas manuales de archivar, bases de datos de texto electrónicas, software de administración de proyectos, y sistemas que permiten acceso a documentación técnica tales como dibujos de ingeniería, funcionando con BDMS.

3. Sistemas de distribución de la información. La información del proyecto puede ser distribuida usando una variedad de métodos que incluyen reuniones de proyecto, distribución de copias duras de documentos, acceso compartido a bases electrónicas de datos en red, fax, correo electrónico, correo de voz, y video conferencias.

10.2.3 Salidas de la Distribución de la Información.

1. Archivos del proyecto. Los archivos del proyecto pueden incluir correspondencia, memos, reportes, y documentos que describen el proyecto. Esta información debe, en la medida que sea posible y apropiada, ser mantenida en una forma organizada. Los miembros del equipo del proyecto pueden mantener archivos personales en un cuaderno del proyecto.

10.3 REPORTE DE DESEMPEÑO.

Los reportes de desempeño involucran coleccionar y diseminar información de desempeño de manera que se pueda proveer a los interesados con información sobre como los recursos están siendo utilizados para cumplir con los objetivos del proyecto. Este proceso incluye:

- Reportes de estado; describiendo como se encuentra el proyecto en este momento.
- Reportes de progreso; describen que es lo que el equipo del proyecto ha completado.
- Pronósticos; es predecir el futuro estado y progreso.

Los reportes de desempeño generalmente deberán proveer información sobre alcance, programación, costo, y calidad. Muchos proyectos también requieren información sobre riesgo y aprovisionamientos. Los reportes pueden ser preparados de manera comprensiva o sobre una base de excepción.

10.3.1 Entradas a los Reportes de Desempeño.

1. **Plan del proyecto.** El plan del proyecto se discute en la Sección 4.1.3.1. El plan del proyecto contiene las varias líneas de base que serán usadas para cuantificar el desempeño del proyecto.
2. **Resultados de trabajo.** Resultados de trabajo; que entregas han sido total o parcialmente completadas, en que costo se han incurrido o comprometido, etc., son una salida de la ejecución del plan del proyecto (que se discute en la Sección 4.2.3.1). Los resultados de trabajo deberán ser reportados dentro del marco de trabajo proveído por el plan de administración de las comunicaciones. La información sobre los resultados de trabajo deben de ser precisas y uniformes, esto es esencial para unos reportes de desempeño útiles.
3. **Otros archivos del proyecto.** Los archivos del proyecto se discuten en la Sección 10.2.3.1. En adición al plan del proyecto y a los resultados de trabajo del proyecto, otros documentos de proyecto muchas veces contienen información pertinente al contexto del proyecto que debe ser considerada cuando se evalúa el desempeño del proyecto.

10.3.2 Herramientas y Técnicas para los Reportes de Desempeño.

1. **Comités de desempeño.** Los comités de desempeño son reuniones que se sostienen para cuantificar el estado del proyecto o su progreso. Los comités de desempeño son usados típicamente en conjunción con uno o más de las técnicas de reporte de desempeño descritas a continuación.
2. **Análisis de varianza.** El análisis de varianza involucra comparar los resultados actuales del proyecto con aquellos resultados planeados o esperados. Las varianzas de programación y costos son las mas frecuentemente analizadas, pero varianzas del plan en el área de alcance, calidad, y riesgo son muchas veces iguales o de mayor importancia.
3. **Análisis de tendencia.** El análisis de tendencia involucra analizar los resultados del proyecto sobre el tiempo para determinar si el desempeño esta mejorando o esta empeorando.
4. **Medición.** Como se describe en la Construcción sin perdidas.
5. **Herramientas y técnicas de distribución de la información.** Los reportes de desempeño son distribuidos usando las herramientas y técnicas descritas en la Sección 10.2.2.

10.3.3 Salidas de los Reportes de Desempeño.

- 1. Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño organizan y totalizan la información recogida y presentan los resultados de cualquier análisis. Los reportes deben de proveer los tipos de información y el nivel de detalle requerido por lo varios interesados tal como se documenta en el plan de administración de las comunicaciones.

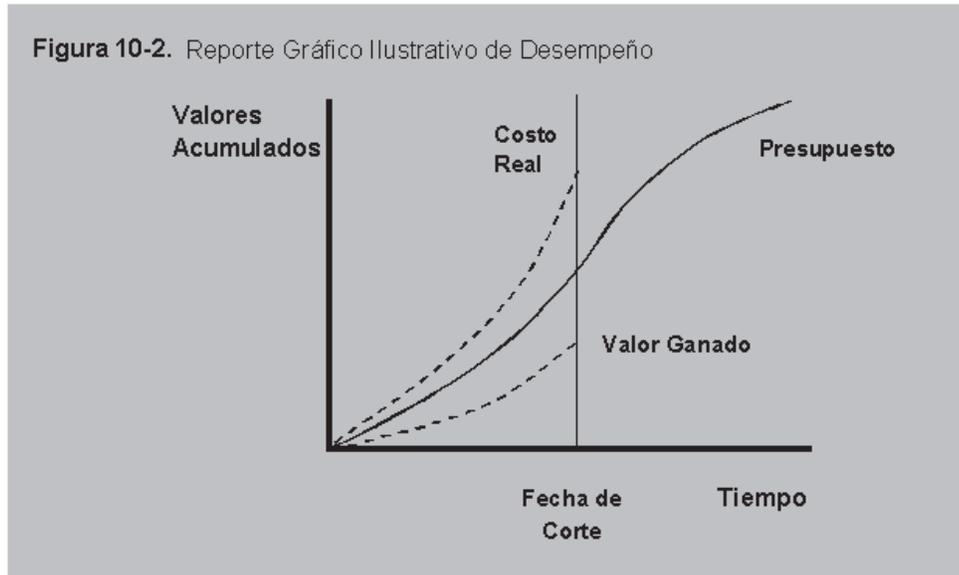


Figura 10-3. Reporte Tabular Ilustrativa de Desempeño

Elemento WBS	Presupuesto (\$)	Valor Ganado (\$)	Costo Real (\$)	Varianza de Costo (\$)	Varianza de Programación (%)	Varianza de Programación (\$)	Varianza de Programación (%)
1.0 Planeación Pre-piloto	63,000	58,000	62,500	-4,500	-7.8	-5,000	-8.6
2.0 Listas de chequeo iniciales	64,000	48,000	46,800	1,200	2.5	-16,000	-33.3
3.0 Diseño Curricular	23,000	20,000	23,500	-3,500	-17.5	-3,000	-15.0
4.0 Evaluación Parcial	68,000	68,000	72,500	-4,500	-6.6	0	0.0
5.0 Soporte de Implementación	12,000	10,000	10,000	0	0.0	-2,000	-20.0
6.0 Manual de Práctica	7,000	6,200	6,000	200	3.2	-800	-12.9
7.0 Plan de Implementación	20,000	13,500	18,100	-4,600	-34.1	-6,500	-48.1
Totales	257,000	223,700	239,400	-15,700	-7.0	-33,000	-14.9

- 2. Solicitudes de cambio.** El análisis de desempeño del proyecto muchas veces generan solicitudes para cambiar algún aspecto del proyecto. Estas solicitudes de cambio son manejadas como se describe en los procesos varios de control de cambio (ejemplo, administración de cambio al alcance, control de programación, etc.).

10.4 CIERRE ADMINISTRATIVO.

El proyecto o fase, después de conseguir sus objetivos o al ser terminado por otras razones, requiere un cierre. Los cierres administrativos consisten en

verificar y documentar los resultados del proyecto para formalizar la aceptación del producto del proyecto por el patrocinador, cliente, o comprador. Esto incluye la colección de archivos del proyecto, asegurándose que estos reflejan las especificaciones finales, el análisis de éxito y efectividad del proyecto, y archivando tal información para uso futuro.

Las actividades de cierre administrativo no se deben demorar hasta la terminación del proyecto. Cada fase del proyecto deberá ser cerrada de manera apropiada para asegurar que información útil e importante no se pierda.

10.4.1 Entradas al Cierre Administrativo

- 1. Documentación de la medición de desempeño.** Toda la documentación producida para gravar y analizar el desempeño del proyecto, incluyendo los documentos de planeación que establecieron el marco de trabajo para la medición del desempeño, deben de estar disponibles para su revisión durante el cierre administrativo.
- 2. Documentación del producto y del proyecto.** La documentación producida para describir el producto del proyecto (planos, especificaciones, documentación técnica, dibujos, archivos electrónicos, etc. la terminología varía de acuerdo con el área de aplicación) deberá estar también disponible para su revisión durante el cierre administrativo.
- 3. Otros archivos del proyecto.** Los archivos del proyecto se discuten en la Sección 10.2.3.1.

10.4.2 Herramientas y Técnicas para el Cierre Administrativo.

- 1. Herramientas y técnicas para el reporte de desempeño.** Las herramientas y técnicas para el reporte de desempeño se discuten en la Sección 10.3.2.

10.4.3 Salidas del Cierre Administrativo.

- 1. Archivos del proyecto.** Un juego completo de archivos del proyecto indexados deberá ser preparado para a ser archivados por los partidos apropiados. Cualquier base de datos histórica pertinente al proyecto, ya sea específica del proyecto o amplia del programa deberá ser actualizada. Cuando los proyectos son ejecutados bajo contrato o cuando involucran un aprovisionamiento significativo, se debe prestar atención particular al archivar los datos financieros.
- 2. Aceptación formal.** Documentación que el cliente o patrocinador ha aceptado el producto del proyecto (o fase) deberá ser preparada y distribuida.
- 3. Lecciones aprendidas.** Las lecciones aprendidas son discutidas en la Sección 4.3.3.3.

11. DIRECCIÓN DE RIESGOS

El manejo del riesgo del proyecto incluye los procesos que se preocupan con identificar, analizar, y responder al riesgo del proyecto. Este incluye maximizar los resultados de eventos positivos y minimizar las consecuencias de eventos adversos.

11.1 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO.

La identificación del riesgo consiste en determinar que riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno. La identificación del riesgo no es un evento que ocurra una sola vez; este deberá ser ejecutado sobre una base regular sobre la duración del proyecto.

La identificación del riesgo deberá atender tanto riesgos internos como externos. Los riesgos internos son cosas que el equipo de proyecto puede controlar o influenciar, tales como asignación de personal o estimados de costos. Los riesgos externos son cosas que están más allá del control o influencia del equipo del proyecto, tales como cambios en el mercado o acciones gubernamentales.

Hablando estrictamente, el riesgo involucra solo la posibilidad de sufrir daño o pérdida. En el contexto del proyecto, sin embargo, la identificación del riesgo también se preocupa con oportunidades (resultados positivos) como también amenazas (resultados negativos).

La identificación del riesgo puede ser lograda al identificar las causas y efectos (que podría pasar y que seguiría) o efectos y causas (que resultados deben de ser evitados o fomentados y como puede ocurrir cada uno).

11.1.1 Entradas a la Identificación del Riesgo.

- 1. Descripción del producto.** La naturaleza del producto del proyecto tendrá un gran efecto sobre los riesgos identificados. Productos que involucran una tecnología probada tenderán, siendo todo lo demás igual, a involucrar menos riesgo que productos que requieren innovación o inventos. El riesgo asociado con el producto del proyecto esta muchas veces descrito en términos de su costo e impacto en la programación. La Sección 5.1.1.1. tiene información adicional sobre la descripción del producto.
- 2. Otras salidas de la planeación.** Las salidas de los procesos de otras áreas de aplicación deben ser revisadas para identificar posibles riesgos. Por ejemplo:
 - Estructura de desglose de trabajo; las aproximaciones no tradicionales para detallar entregas pueden ofrecer oportunidades

que no eran aparentes desde entregas de mas alto nivel identificadas en la declaración del alcance.

- Estimados de costos y estimados de duración; estimativos agresivos y estimativos desarrollados con una cantidad de información limitada pueden entrañar mas riesgo.
- Plan de personal; miembros del equipo identificados pueden tener habilidades únicas que serian difíciles de reemplazar o pueden tener otros compromisos que hacen su disponibilidad difícil.
- Plan de administración del aprovisionamiento; condiciones del mercado tales como una economía local lenta pueden ofrecer oportunidades para reducir los costos de contratos.

3. Información histórica. La Información histórica sobre lo que realmente ocurrió en proyectos previos puede ser especialmente útil en identificar riesgos potenciales. Información sobre resultados históricos esta disponible de las siguientes fuentes:

- Archivos de proyecto; una o más de las organizaciones involucradas en el proyecto puede mantener archivos de resultados de proyectos previos que son lo suficientemente detalladas para asistir en la identificación de riesgo. En algunas áreas de aplicación, los miembros individuales del equipo pueden mantener dichos archivos.
- Bases de datos comerciales; información histórica esta disponible comercialmente en muchas áreas de aplicación.
- Conocimiento del equipo del proyecto; los miembros individuales del equipo del proyecto pueden recordar ocurrencias previas o suposiciones. Mientras que tales recolecciones pueden ser de utilidad, son generalmente menos fiables que los resultados documentados.

11.1.2 Herramientas y Técnicas para la Identificación del Riesgo.

1. **Listas de chequeo.** Las listas de chequeo están organizadas típicamente por fuente de riesgo. Las fuentes pueden incluir el contexto del proyecto (ver Sección 2), otras salidas de procesos (ver la Sección 11.1.1.2.), el producto del proyecto o temas tecnológicos, y fuentes internas tales como las habilidades de los miembros del equipo (o la falta de estas). Algunas áreas de aplicación han usado esquemas de clarificación de manera amplia para las fuentes de riesgo.
2. **Flujogramas.** Los flujogramas (descritos en la Sección 8.1.2.3.) pueden ayudar al equipo del proyecto mejor entender las causas y efectos del riesgo.
3. **Entrevistas.** Las entrevistas orientadas al riesgo con varios interesados pueden ayudar a identificar riesgos no identificados durante las actividades normales de planeación. Archivos de entrevistas de pre-proyecto (ejemplo,

aquellas conducidas durante los estudios de prefactibilidad) también pueden estar disponibles.

11.2.3 Salidas de la Identificación del Riesgo.

1. Fuentes de riesgo. Las fuentes de riesgo son categorías de posibles eventos de riesgo que pueden afectar al proyecto para mejor o peor. La lista de fuentes debe ser comprensiva, deberá incluir de manera general todos los elementos identificados sin importar su frecuencia, probabilidad de ocurrencia, o magnitud de ganancia o pérdida. Fuentes comunes de riesgo incluyen:

- Cambios en los requerimientos.
- Errores de diseño, omisiones, y mal entendidos.
- Roles y responsabilidades pobremente definidas o entendidas.
- Estimativos pobres.
- Personal poco habilidoso.

Las descripciones de las fuentes de riesgo deberán incluir de manera general estimativos de (a) la probabilidad de que un evento de riesgo de esa fuente va a ocurrir, (b) el rango de posibles resultados, (c) tiempos esperados, y (d) frecuencia anticipada de los eventos del riesgo de esa fuente.

2. Eventos potenciales de riesgo. Los eventos potenciales de riesgo son ocurrencias discretas tales como desastres naturales o como el retiro de un miembro específico del equipo que puedan afectar al proyecto. Los eventos potenciales de riesgo deberán ser identificados en adición a la fuente de riesgo cuando la probabilidad de ocurrencia o la magnitud de pérdida es relativamente grande ("relativamente grande" podrá variar de proyecto en proyecto).

Las descripciones de eventos potenciales de riesgo generalmente deberán incluir estimativos de (a) la probabilidad de que ese evento de riesgo ocurrirá, (b) las alternativas de posibles resultados, y (c) los tiempos esperados del evento, y (d) la frecuencia anticipada (ejemplo, que puede ocurrir más de una vez).

3. Síntomas de Riesgo. Los síntomas de riesgo, llamados a veces también gatillos, son manifestaciones indirectas de eventos reales de riesgo. Por ejemplo, una pobre moral puede ser una señal de advertencia temprana de un retraso de programación inminente o los sobre costos en actividades tempranas pueden ser indicativas de una pobre estimación.

4. Entradas a otros procesos. El proceso de identificación de riesgo puede identificar la necesidad de más actividad en otra área. Por ejemplo, la

estructura de desglose de trabajo puede no tener suficiente detalle para una adecuada identificación de riesgo.

Los riesgos son muchas veces entradas a otros procesos como restricciones o suposiciones.

11.2 CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO.

La cuantificación del riesgo involucra el evaluar el riesgo y las interacciones del riesgo para evaluar el rango de posibles resultados del proyecto. Se preocupa principalmente con determinar que eventos de riesgo merecen respuesta. Este proceso es complicado por un número de factores que incluyen, pero que no están limitados a:

- Las oportunidades y amenazas pueden interactuar de maneras no anticipadas (ejemplo, los atrasos de programación pueden forzar considerar una nueva estrategia que reduce de manera general la duración de todo el proyecto).
- Un solo evento de riesgo puede causar múltiples efectos, como el causado cuando se presenta una demora en la entrega de componentes claves y esto a su vez genera sobrecostos, retrasos en la programación, pagos de multas, y la entrega de un producto de menor calidad.
- Oportunidades para un solo interesado (costo reducido) pueden ser amenazas para otro (ganancias reducidas).
- Las técnicas matemáticas usadas pueden causar una falsa impresión de precisión y seguridad.

11.2.1 Entradas a la Cuantificación del Riesgo.

1. Tolerancia al riesgo de los interesados. Diferentes organizaciones y diferentes individuos tienen diferentes tolerancias al riesgo. Por ejemplo:

- Una compañía altamente rentable estará dispuesta a gastar \$500,000 para la elaboración de un contrato de \$ 1 billón, mientras que una compañía cerca a su punto de equilibrio no lo estará.
- Una organización puede percibir que un estimado que tiene un 15% de sobrepasarse como un alto riesgo, mientras que otra lo percibe como un riesgo bajo.

Las tolerancias al riesgo de los interesados proveen un filtro tanto para las entradas como salidas de la cuantificación del riesgo.

2. Fuentes de riesgo. Las fuentes de riesgo están descritas en la Sección 11.1.3.1.

3. **Eventos potenciales de riesgo.** Los eventos potenciales de riesgo están descritos en la Sección 11.1.3.2.
4. **Estimativos de costo.** Los estimativos de costo están descritos en la Sección 7.2.3.1.
5. **Estimados de duración de las actividades.** Los estimativos de duración de las actividades están descritos en la Sección 6.3.3.1.

11.2.2 Herramientas y Técnicas para la Cuantificación del Riesgo.

1. **Valor monetario esperado.** El valor monetario esperado, como una herramienta para la cuantificación del riesgo, es el producto de dos números:
 - Probabilidad del evento de riesgo; es un estimado de la probabilidad de que un evento dado de riesgo ocurrirá.
 - Valor del evento de riesgo; es un estimado de la pérdida o ganancia en que se incurrirá si el evento de riesgo si ocurre.

El valor del evento de riesgo debe reflejar tanto los tangibles como intangibles. Por ejemplo, tanto el Proyecto A y el Proyecto B identifican una probabilidad igual de una pérdida tangible de \$100,000 como el resultado de una propuesta con precio agresivo. Si el Proyecto A predice un efecto intangible o muy pequeño, y el Proyecto B predice que una pérdida tal puede poner a su organización fuera del negocio, entonces los dos riesgos no son equivalentes.

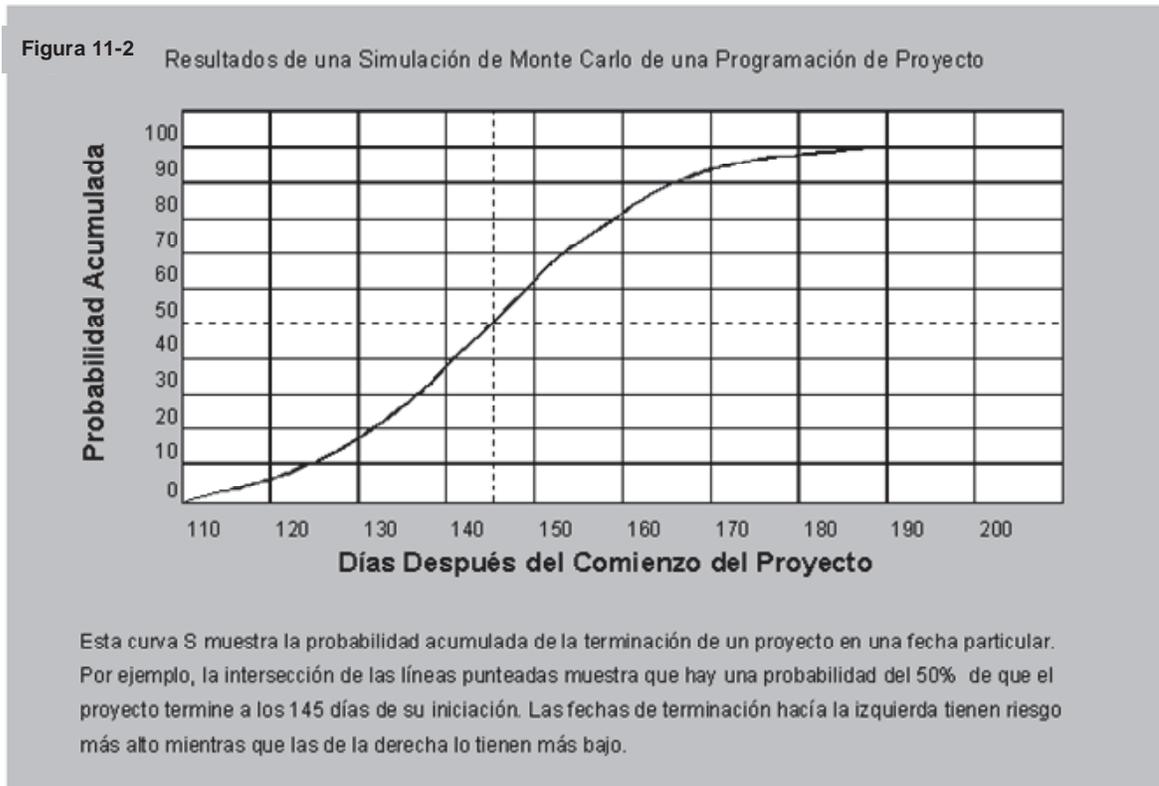
De una manera similar, una falla al no incluir intangibles en este calculo puede distorsionar de manera severa el resultado al igualar una pequeña pérdida con una alta probabilidad con una gran pérdida con una pequeña probabilidad de ocurrir.

El valor monetario esperado es usado generalmente como una entrada para análisis posteriores (ejemplo, como en un árbol de decisión) ya que los eventos de riesgo pueden ocurrir individualmente o en grupos, en paralelo o en secuencia.

2. **Sumas estadísticas.** Las sumas estadísticas pueden ser usadas para calcular un rango de los costos totales de proyecto desde los estimativos de costos para los elementos individuales de trabajo. (Calcular un rango de las fechas probables de terminación del proyecto desde las estimaciones de duración de las actividades requiere el uso de simulaciones tal como se describe en las Sección 11.2.2.3).

El rango de los costos totales del proyecto se puede usar para cuantificar el riesgo relativo de alternativas de presupuestales o de alternativas de precios de propuestas.

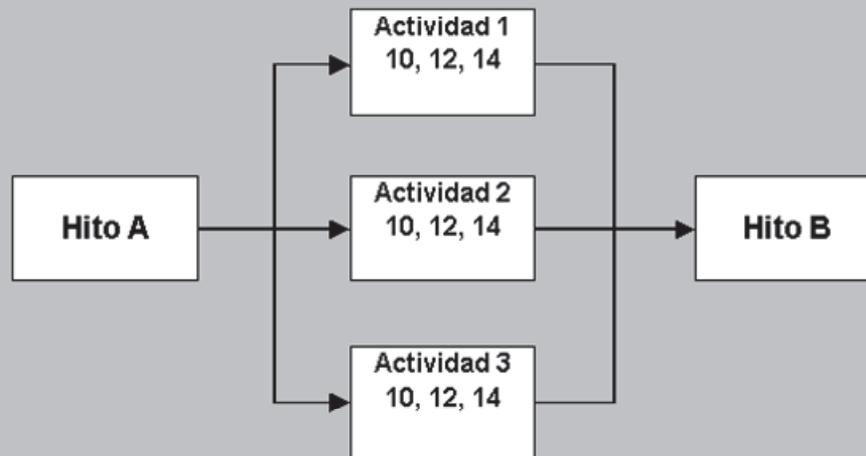
3. **Simulación.** La simulación usa una representación o modelo de un sistema para analizar el comportamiento o desempeño del sistema. La forma más común de simulación en un proyecto es la simulación de la programación usando la red del proyecto como el modelo del proyecto. La mayoría de las simulaciones de programación están basadas en alguna forma del análisis Monte Carlo. Esta técnica, adaptada de la administración general, "ejecuta" el proyecto muchas veces para proveer una distribución estadística de los resultados calculados como se ilustra en la **Figura 11-2**.



Los resultados de una simulación de programación pueden ser usados para cuantificar el riesgo de varias alternativas de programación, de diferentes estrategias de proyecto, de diferentes caminos a través de la red, o de actividades individuales.

Las simulaciones de programación deben ser usadas en cualquier proyecto grande o complejo ya que los métodos tradicionales de análisis matemático tales como el Método de Ruta Crítica (CPM) y el Programa de Evaluación y Técnica de Revisión (PERT) no tienen en cuenta la convergencia de caminos (ver la **Figura 11-3**) y por lo tanto tienden a subestimar la duración del proyecto.

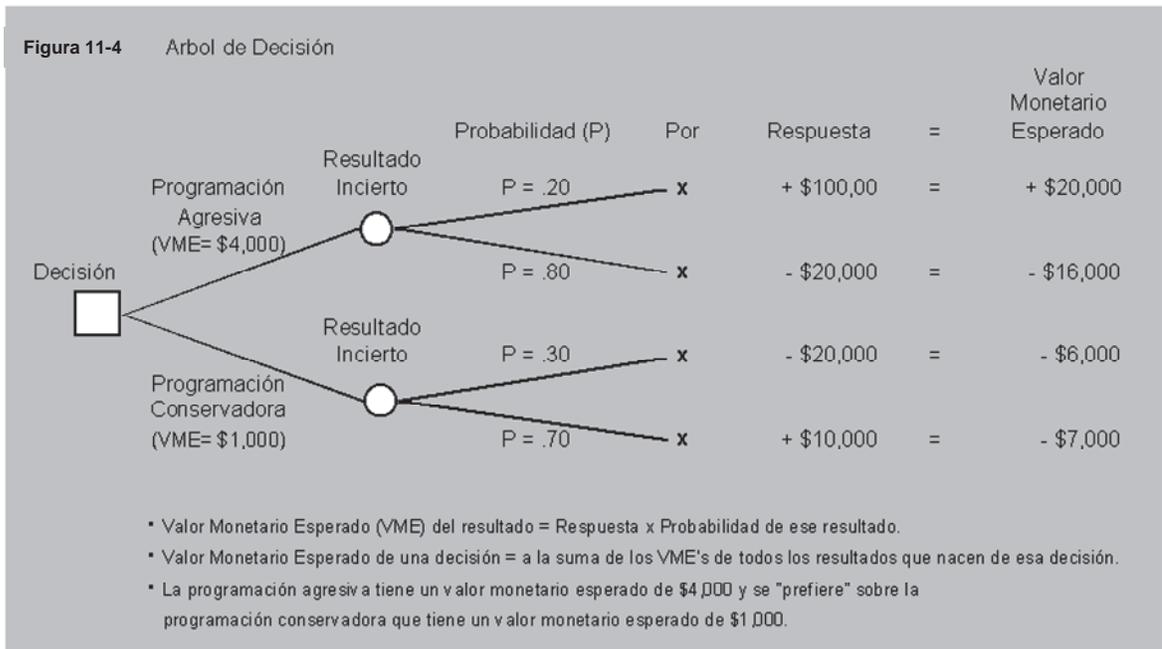
Figura 11-3 Convergencia de Caminos



Las actividades 1, 2, y 3 todas tienen una duración esperada de 12 días, ± 2 días. La duración calculada por CPM del hito A al B es por lo tanto de 12 días. Sin embargo, la duración real será mayor que 12 días si cualquiera de las actividades se atrasa. Esto es cierto, aun si otras actividades terminan en menos de 12 días.

El análisis de Monte Carlo y otras formas de simulación pueden ser usadas para cuantificar el rango de posibles resultados de costo.

4. **Árboles de decisión.** Un árbol de decisión es un diagrama que muestra las interacciones claves entre decisiones y los eventos asociados de riesgo como son entendidos por el que toma las decisiones. Las ramas del árbol representan o decisiones (que se muestran como cajas) o eventos de riesgo (que se muestran como círculos). La **Figura 11-4** es un ejemplo de un árbol de decisión.
5. **Opinión experta.** Las opiniones expertas se pueden muchas veces aplicar en defecto de, o en adición a las técnicas matemáticas descritas anteriormente. Por ejemplo, los eventos de riesgo pueden ser descritos como teniendo una probabilidad de ocurrencia alta, mediana, o baja y con impacto severo, moderado, o limitado.



11.2.3 Salidas de la Cuantificación del Riesgo.

- Oportunidades para perseguir, amenazas para responder.** La principal salida de la cuantificación del riesgo es una lista de oportunidades que se deberán de perseguir y de amenazas que requieren atención.
- Oportunidades para ignorar, amenazas a aceptar.** El proceso de cuantificación del riesgo deberá documentar también (a) aquellas fuentes de riesgo y eventos de riesgo que el equipo administrativo del proyecto ha aceptado de manera consciente o ha decidido ignorar y (b) quien tomó la decisión de hacerlo.

11.3 DESARROLLO DE RESPUESTA AL RIESGO.

El desarrollo de respuesta al riesgo involucra definir los pasos de mejoramiento para oportunidades y respuesta a amenazas. La respuesta a amenazas generalmente caen en una de tres categorías:

- **Eliminación:** es eliminar una amenaza específica, usualmente eliminando la causa. El equipo administrativo del proyecto nunca puede eliminar todo el riesgo, pero eventos específicos de riesgo si se pueden eliminar.
- **Mitigación:** es reducir el valor monetario esperado de un evento de riesgo al reducir la probabilidad de ocurrencia (ejemplo, usando tecnología probada para aminorar la probabilidad de que el producto del proyecto no funcionara), reduciendo el valor de evento del riesgo (ejemplo, comprando un seguro), o ambos.

- **Aceptación:** aceptando las consecuencias. La aceptación puede ser activa (ejemplo, desarrollando un plan de contingencias a ejecutarse dado del caso de que el evento de riesgo ocurra) o pasiva (ejemplo, aceptando un nivel de ganancia menor si algunas actividades se sobrepasan).

11.3.1 Entradas al Desarrollo de Respuesta al Riesgo

1. **Oportunidades para perseguir, amenazas para responder a.** Estas están descritas en la Sección 11.2.3.1.
2. **Oportunidades para ignorar, amenazas a aceptar.** Estas están descritas en la Sección 11.2.3.2. Estos elementos son entradas al desarrollo de respuesta al riesgo por que deben ser documentadas en plan de administración de riesgo (descrito en la Sección 11.3.3.1).

11.3.2 Herramientas y Técnicas para el Desarrollo de Respuesta al Riesgo

1. **Procuramiento.** El procuramiento, adquirir bienes o servicios de afuera de la organización inmediata de proyecto, es muchas veces una respuesta apropiada para ciertos tipos de riesgo. Por ejemplo, los riesgos asociados con el uso de una tecnología en particular pueden ser mitigados contratando con una organización que tiene la experiencia con esa tecnología.

El procuramiento muchas veces involucra cambiar un riesgo por otro. Por ejemplo, mitigar riesgo de costo con un contrato de precio fijo puede crear riesgo de programación si el vendedor no es capaz de cumplir. De manera similar, tratar de transferir todo el riesgo técnico al vendedor puede resultar en una propuesta de costo demasiado alta.

2. **Planeación de contingencias.** La planeación de contingencias involucra definir los pasos de acción que se deberán tomar si un evento de riesgo identificado llegase a ocurrir (ver también workarounds en la Sección 11.4.2.1).
3. **Estrategias de alternativas.** Los eventos de riesgo muchas veces se pueden prevenir o evitar al cambiar la aproximación planeada. Por ejemplo, un trabajo adicional de diseño puede reducir el número de cambios que se tiene que manejar durante la fase de implementación o construcción. Muchas áreas de aplicación tienen un cuerpo de literatura substancial sobre el valor potencial de las varias alternativas estratégicas.
4. **Seguros.** Los seguros o los arreglos a modo de seguros tales como los bonos de cumplimiento están muchas veces disponibles para poder encarar algunas categorías de riesgo. El tipo de cobertura disponibles y el costo de la cobertura varía con el área de aplicación.

11.3.3 Salidas del Desarrollo de Respuesta al Riesgo.

1. **Plan de manejo del riesgo.** El plan de administración de riesgo debe documentar los procedimientos que se usaran para administrar el riesgo a través de la vida del proyecto. En adición a documentar los resultados de los procesos de identificación de riesgo y cuantificación del riesgo, deberá cubrir quien es responsable por administrar las varias áreas de riesgo, como las salidas iniciales de identificación y cuantificación serán mantenidas, como los planes de contingencia serán implementados, y como las reservas serán adjudicadas.
2. **Entradas a otros procesos.** Alternativas de estrategias seleccionadas o sugeridas, planes de contingencia, aprovisionamientos anticipados, y otras salidas relacionadas con riesgo deberán ser todas retroalimentadas a los procesos apropiados en las demás áreas de conocimiento.
3. **Planes de contingencia.** Los planes de contingencia son pasos de acciones predefinidas que se deberán tomar si un evento identificado de riesgo ocurre. Los planes de contingencia son generalmente parte del plan de administración de riesgo, pero también se pueden integraren otras partes del plan general de proyecto (ejemplo, como parte de plan de administración de alcance o plan de administración de la calidad).
4. **Reservas.** Una reserva es una provisión en el plan de proyecto para mitigar riesgo de costo y/o de programación. El termino es muchas veces usado con un modificador.
5. **Acuerdos contractuales.** Los acuerdos contractuales pueden ser introducidos para los seguros, servicios, y otros elementos como sea apropiado de manera que se evite o mitigue amenazas. Los términos contractuales y condiciones van a tener un efecto significativo sobre el grado de reducción de riesgo.

11.4 RESPUESTA AL CONTROL DE RIESGO.

La respuesta al control de riesgo involucra ejecutar el plan de control de riesgo de manera que se dé respuesta a los eventos de riesgo sobre la vida del proyecto. Cuando ocurren los cambios, el ciclo básico de identificar, cuantificar, y responder es repetido. Es importante entender que hasta el análisis más completo y exhaustivo no puede identificar todos los riesgos y probabilidades de manera correcta; para esto se requiere control e iteración.

11.4.1 Entradas a la Respuesta al Control de Riesgo

1. **Plan de administración del riesgo.** El plan de administración del riesgo esta descrito en la Sección 11.3.3.1.
2. **Eventos reales de riesgo.** Algunos de los eventos de riesgo ocurrirán, mientras que otros no. Los que si ocurren son eventos reales de riesgo o fuente de ellos, y el equipo administrativo de proyecto debe reconocer los que si ocurren para que la respuesta desarrollada pueda ser implementada.
3. **Identificación adicional de riesgo.** A medida que el desempeño del proyecto es medido y reportado (esto es discutido en la Sección 10.3),

eventos potenciales de riesgo o fuentes potenciales de este que no habían sido previamente identificadas pueden aflorar.

11.4.2 Herramientas y Técnicas para Respuesta al Control del Riesgo.

- 1. Workarounds.** Los workarounds son respuestas no planeadas a eventos negativos de riesgo. Los workarounds no son planeados en el sentido en que la respuesta no fue definida con anterioridad a que sucediera el evento de riesgo.
- 2. Desarrollo adicional de la respuesta al riesgo.** Si el evento de riesgo no fue anticipado, o si el efecto es mayor que lo esperado, la respuesta planeada puede no ser adecuada, y puede ser necesario repetir el procedimiento de desarrollo de respuesta al riesgo y puede que también el de cuantificación del riesgo.

11.4.3 Salidas de la Respuesta al Control del Riesgo.

- 1. Acción correctiva.** La acción correctiva consiste principalmente de ejecutar la respuesta planeada de riesgo.
- 2. Actualizaciones a plan de administración de riesgo.** A medida que ocurren o no eventos de riesgo anticipados, y a medida que son evaluados los eventos reales de riesgo, estimados de probabilidad y valor, así como otros aspectos del plan de administración de riesgo, este deberá ser actualizado.

12. DIRECCIÓN DE APROVISIONAMIENTOS

La Dirección de Aprovechamientos de Proyectos incluye los procesos requeridos para la adquisición de bienes y de servicios de afuera de la organización ejecutora.

12.1 PLANEACIÓN DE LA PROCURACIÓN .

La planeación de la procuración es el proceso de identificar que necesidades del proyecto pueden ser mejor cumplidas al procurar productos o servicios de afuera de la organización ejecutora. Esto involucra considerar si hay que procurar, como procurar, cuanto procurar, y cuando procurarlo.

Cuando el proyecto obtiene productos y servicios de afuera de la organización ejecutora, el proceso desde la planeación de la solicitud (Sección 12.2) hasta el cierre del contrato (Sección 12.6) será ejecutado una para cada producto o elemento de servicio. El equipo administrativo del proyecto deberá buscar soporte de especialistas en las disciplinas de contratación y aprovisionamiento cuando sea necesario.

La planeación de la procuración deberá incluir también la consideración de potenciales subcontratistas, en particular si el comprador desea ejercitar algún grado de influencia o control sobre las decisiones de subcontratación.

12.1.1 Entradas a la Planeación de la Procuración.

1. **Declaración del alcance.** La declaración del alcance (ver la Sección 5.2.3.1) describe las fronteras corrientes del proyecto. Este provee información importante sobre las necesidades del proyecto y estrategias que se deben tener en cuenta para la planeación de la procuración.
2. **Descripción del producto.** La descripción de producto del proyecto (descrito en la Sección 5.1.1.1) provee información importante sobre cualquier tema técnico o preocupaciones que se deberán tener en cuenta durante la planeación de la procuración.

La descripción del producto es generalmente más amplia que una declaración de trabajo. Una descripción de trabajo describe de forma definitiva del producto final del proyecto; una declaración de trabajo (discutida en la Sección 12.1.3.2) describe la porción de ese producto que será proveída por un vendedor para el proyecto.

3. **Aprovisionamiento de recursos.** Si la organización ejecutora no dispone de un grupo formal de contratación, el equipo de proyecto tendrá que proveer tanto los recursos como la experiencia para dar soporte a las actividades de aprovisionamiento.
4. **Condiciones de mercado.** El proceso de planeación de la procuración debe considerar que productos y servicios están disponibles en el mercado, de quien, y bajo que términos y condiciones.
5. **Otras salidas de planeación.** Hasta el grado que estén disponibles otras salidas de planeación, estas se deberán de considerar durante el proceso de planeación de la procuración. Otras salidas de planeación que se deberán considerar incluyen costos preliminares y estimados de programación, planes de administración de la calidad, proyecciones de flujo de caja, la estructura de desglose de trabajo, riesgos identificados, y el plan de contratación de personal.
6. **Restricciones.** Las restricciones son factores que limitan las opciones del comprador. Una de las restricciones mas comunes para muchos proyectos son la limitación de fondos.
7. **Suposiciones.** Las suposiciones son factores que, para propósitos de planeación, serán consideradas como verdaderas, reales, o ciertas.

12.1.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación de la Procuración.

1. **Análisis de comprar o fabricar.** Esta es una técnica de la administración general que puede ser usada para determinar si un producto en particular puede ser producido de manera costo efectiva por la organización

ejecutora. Ambos lados del análisis incluyen tanto costos directos como indirectos. Por ejemplo, el lado "comprar" del análisis debe incluir tanto el costo real de compra como los costos indirectos de administrar el proceso de compra.

Un análisis de comprar o fabricar debe también reflejar la perspectiva de la organización ejecutora como también las necesidades inmediatas del proyecto. Por ejemplo, la compra de un bien de capital (cualquier cosa desde una grúa de construcción hasta un computador personal) en vez de alquilarse, es pocas veces costo efectivo. Sin embargo, si la organización ejecutora tiene un necesidad continuada de ese elemento, la porción de costo correspondiente al proyecto puede ser menor que el costo del alquiler.

2. Opiniones expertas. Las opiniones expertas serán muchas veces requeridas para cuantificar las entradas a este proceso. Tal experiencia puede ser proveída por cualquier grupo o individuos con conocimiento especializado o entrenamiento y que esta disponible de muchas fuente incluyendo:

- Otras unidades dentro de la organización ejecutora.
- Consultores.
- Profesionales y asociaciones técnicas
- Grupos de industria.

3. Selección del tipo de contrato. Los diferentes tipos de contratos son mas o menos apropiados para los diferentes tipos de compras. Los contratos generalmente caen en una de tres categorías amplias:

- Contratos de suma global o de precio fijo: esta categoría de contrato involucra un precio total fijo para un producto bien definido. Hasta el grado en que el producto no este bien definido, tanto el comprador como el vendedor están a riesgo, el comprador puede no recibir el producto deseado o el vendedor puede incurrir en costos adicionales para poder proveerlo. Los contratos de precio fijo pueden también incluir incentivos para cumplir o exceder objetivos seleccionados del proyecto tales como fechas claves del cronograma.
- Contratos de costo reembolsables, esta categoría de contratos involucra pagos (reembolsos) a vendedor por sus costos reales. Los costos están usualmente clasificados como directos o indirectos. Los costos directos son costos en los que se incurre para beneficio exclusivo del proyecto (ejemplo, salarios de personal de tiempo completo en el proyecto). Los costos indirectos, también llamados costos administrativos, son costos asignados al proyecto por la organización ejecutora como el costo de hacer negocios (ejemplo, salarios de ejecutivos corporativos). Los costos indirectos son

usualmente calculados como un porcentaje de los costos directos. Los contratos de costos reembolsables muchas veces incluyen incentivos por cumplir o exceder objetivos seleccionados del proyecto, tales como fechas claves del cronograma o costos totales.

- Contratos de precios unitarios, el vendedor es pagado una cantidad predeterminada por unidad de servicio (ejemplo, \$70 por hora de servicios profesionales o \$10 por metro cúbico de tierra removida), y el valor total del contrato es función de las cantidades necesarias para completar el trabajo.

12.1.3 Salidas de la Planeación de la Procuración.

1. Plan de administración de la procuración. El plan de administración de la procuración debe describir como los procesos que quedan de la procuración (desde la planeación de la solicitud hasta el cierre del contrato) serán administrados. Por ejemplo:

- ¿Que tipos de contratos serán utilizados?
- ¿Si se necesitaran estimados independientes como criterios de evaluación, quien los preparará y cuando?
- ¿Si la organización ejecutora tiene un departamento de aprovisionamiento, que acciones puede tomar el equipo administrativo de proyecto por si solo?
- ¿Si se necesitan documentos estandarizados de aprovisionamiento, donde se puede encontrar?
- ¿Cómo se administraran múltiples proveedores?
- ¿Cómo será coordinada la procuración con otros aspectos de proyecto tales como la programación y reportes de desempeño?

2. Declaración(es) de trabajo. La declaración de trabajo describe el elemento de procuración con suficiente detalle para permitir al vendedor potencial determinar si ellos son capaces de proveer el elemento. El "detalle suficiente" puede variar de acuerdo con la naturaleza del elemento, las necesidades del comprador, o la forma esperada de contrato.

La declaración de trabajo puede ser revisada y refinada a medida que se mueve a través del proceso de aprovisionamiento. Por ejemplo, un vendedor potencial puede sugerir una aproximación más eficiente o un producto menos costoso que el originalmente especificado. Cada elemento individual de aprovisionamiento requiere una declaración de trabajo individual.

La declaración de trabajo deberá ser lo mas clara, completa, y concisa como sea posible. Deberá incluir una descripción de cualquier servicio colateral requerido, tal como reportes de desempeño o soporte operacional post-proyecto para el elemento procurado.

12.2 PLANEACIÓN DE LA SOLICITACIÓN.

La planeación de la solicitud involucra preparar documentos que son necesarios para soportar la solicitud.

12.2.1 Entradas a la Planeación de la Solicitud.

1. **Plan de administración de la procuración.** El plan de administración de la procuración esta descrito en la Sección 12.1.3.1.
2. **Declaración(es) de trabajo.** La declaración de trabajo esta descrita en la Sección 12.1.3.2.
3. **Otras salidas de planeación.** Otras salidas de planeación (ver la Sección 12.1.1.5), que pueden haber sido modificadas desde que fueron consideradas parte del plan de procuración, deben ser revisadas otra vez como parte de la solicitud. En particular, la planeación de la solicitud debe ser coordinada de forma estrecha con la programación del proyecto.

12.2.2 Herramientas y Técnicas para la Planeación de la Solicitud.

1. **Formas estándar.** Las formas estándar pueden incluir contratos estándar, descripciones estándar de elementos de aprovisionamiento, o versiones estandarizadas de todo o parte de los documentos de una licitación (véase la Sección 12.2.3.1). Las organizaciones que ejecutan una cantidad substancial de aprovisionamiento deben tener estos documentos estandarizados.
2. **Opiniones expertas.** Las opiniones expertas están descritas en la Sección

12.2.3 Salidas de la Planeación de la Solicitud.

1. **Documentos de procuración.** Los documentos de procuración son usados para solicitar propuestas de vendedores potenciales. El termino "licitación" y "cotización" son usados generalmente cuando decisión de selección de fuentes será orientada por precio (como cuando se compran elementos comerciales), mientras que el término "propuesta" es generalmente usado con consideraciones no financieras tales como habilidades técnicas o aproximaciones son de importancia suprema (como cuando se adquieren servicios profesionales). Sin embargo, los términos son usados de manera intercambiable y se debe tener cuidado de no hacer suposiciones descuidadas sobre las implicaciones del termino usado.

Los documentos de procuración deben de estar estructurados para facilitar respuestas precisas y completas de los vendedores potenciales. Estas siempre deberán de contener la declaración de trabajo relevante, una descripción de la forma deseada de contestación, y cualquier provisión contractual requerida (ejemplo, una copia de un contrato modelo, provisiones confidenciales). Alguno o todo el contenido y estructura de los

documentos de procuración, en particular aquellos preparados por agencias gubernamentales, pueden estar definidos por una regulación.

Los documentos de procuración deben de ser los suficientemente rigurosos para asegurar respuestas consistentes y comparables, pero lo suficientemente flexibles para permitir la consideración de propuestas del vendedor para mejores formas de satisfacer los requerimientos.

- 2. Criterios de evaluación.** Los criterios de evaluación son muchas veces incluidos como parte de los documentos de procuración.

Los criterios de evaluación pueden estar limitados al precio de compra si se sabe que el elemento de procuración esta disponible de un numero de fuentes aceptables ("precio de compra" en este contexto incluye tanto el costo del elemento como los gastos asociados tales como la entrega). Cuando este no sea el caso, se debe de identificar y documentar otros criterios para dar soporte a una evaluación integrada. Por ejemplo:

- Entendimiento de la necesidad, como esta demostrada en la propuesta del vendedor.
- Costo del ciclo de vida general, podrá el vendedor seleccionado producir el costo total mas bajo (costo de compra mas costo de operación)?
- Capacidad técnica.
- Aproximación administrativa.
- Capacidad financiera.

- 3. Actualizaciones a la declaración de trabajo.** La declaración de trabajo esta descrita en la Sección 12.1.3.2. Las modificaciones a una o más de las declaraciones de trabajo pueden ser identificadas durante la planeación de la solicitud.

12.3 SOLICITACIÓN.

La solicitud involucra obtener la información (licitaciones y propuestas) de los vendedores potenciales sobre como las necesidades del proyecto se pueden cumplir. La mayor parte del esfuerzo real en este proceso es gastada por los vendedores potenciales, normalmente sin costo para el proyecto.

12.3.1 Entradas a la Solicitud.

- 1. Documentos de procuración.** Los documentos de procuración están descritos en la Sección 12.2.3.1.
- 2. Listas de vendedores calificados.** Algunas organizaciones mantienen lista o archivos con información sobre vendedores potenciales. Estas listas

generalmente contienen información sobre la experiencia relevante y otras características de los vendedores potenciales.

Si tales listas no están disponibles, el equipo de proyecto tendrá que desarrollar sus propias fuentes. Existe información general disponible de manera amplia por medio de directorios de bibliotecas, asociaciones locales relevantes, catálogos especializados, y otras fuentes similares. Información detallada sobre fuentes específicas pueden requerir un esfuerzo más extensivo, tales como visitas directas o contactos con clientes previos.

Los documentos de procuración pueden ser enviados a unos o todos de los vendedores potenciales.

12.3.2 Herramientas y Técnicas para la Solicitación.

1. **Conferencias de proponentes.** Las conferencias de proponentes (también llamadas conferencias de contratistas, conferencias de vendedores, y conferencias pre-licitatorias) son reuniones con vendedores potenciales anteriores a la preparación de una propuesta. Estas son usadas para asegurarse que todos los vendedores potenciales tienen un entendimiento claro y común de la procuración (requerimientos técnicos, requerimientos de contrato, etc.).
2. **Publicidad.** Las listas existentes de vendedores potenciales muchas veces pueden ser expandidas al colocarse anuncios publicitarios en publicaciones de circulación general tales como periódicos o en publicaciones especializadas tales como gacetas profesionales. Algunas jurisdicciones gubernamentales requieren avisos públicos de ciertos tipos de elementos de procuración; la mayoría de jurisdicciones gubernamentales requieren de avisos públicos de subcontratos de un contrato gubernamental.

12.3.3 Salidas de la Solicitación

1. **Propuestas.** Las propuestas (ver también la discusión de licitaciones, cotizaciones, y propuestas en la Sección 12.2.3.1) son documentos preparados por el vendedor que describen la habilidad y voluntad para proveer el producto requerido. Estos documentos son preparados de acuerdo con los requerimientos de los documentos de procuración relevantes.

12.4 SELECCIÓN DE FUENTES.

La selección de fuentes involucra el recibo de licitaciones o propuestas y la aplicación de criterios de evaluación para seccionar a un proveedor. Este proceso es raras veces directo:

- El precio puede ser el factor determinante para un artículo común, pero el precio propuesto más bajo puede no ser el costo más bajo si el proveedor no es capaz de entregar el producto en el tiempo requerido.
- Las propuestas están muchas veces divididas en secciones técnicas (aproximación) y comerciales (precio) que deben ser evaluadas de manera separada.
- Muchas veces se requieren múltiples fuentes para productos críticos.

Las herramientas y técnicas descritas a continuación se pueden usar de manera singular o en combinación. Por ejemplo, un sistema de pesaje puede ser usada para:

- Seleccionar a una sola fuente a quien se le pedirá que firme un contrato estándar.
- Colocar en orden de importancia todas las propuestas para establecer un orden de negociación.

Cuando se trata de elementos de procuración de importancia, este proceso puede ser iterativo. Una lista corta de vendedores calificados será seleccionada con base en una propuesta de precalificación, y luego una evaluación mas detallada será conducida con base en una propuesta mas detallada.

12.4.1 Entradas a la Selección de Fuentes.

1. **Propuestas.** Las propuestas están descritas en la Sección 12.3.31.
2. **Criterio de evaluación.** Los criterios de evaluación están descritos en la Sección 12.2.3.2
3. **Políticas organizacionales.** Cualquiera y todas las organizaciones involucradas en el proyecto pueden tener políticas formales o informales que puedan afectar la evaluación de las propuestas.

12.4.2 Herramientas y Técnicas para la Selección de Fuentes.

1. **Negociación de contratos.** La negociación del contrato involucra la clarificación y mutuo acuerdo sobre la estructura y requerimientos del contrato previamente a la firma de este. Hasta el grado que sea posible, el lenguaje final del contrato deberá reflejar todos los acuerdos logrados. Los temas que se deberán cubrir incluyen, pero no se limitan a, responsabilidades y autoridades, términos aplicables y la ley, aproximaciones administrativas y técnicas, financiación del contrato, y precio.
2. **Sistemas de pesaje.** Un sistema de pesaje es un método para la cuantificación de datos calificativos, de manera que se minimiza el efecto de los prejuicios personales en la selección de una fuente. La mayoría de tales sistemas involucran (1) la asignación de un peso numérico a cada

criterio de evaluación, (2) calificar a cada vendedor potencial en cada criterio, (3) multiplicar el peso por la calificación, y (4) totalizar los resultados de los productos para calcular el puntaje total.

3. **Sistema de filtros.** Un sistema de filtros involucra el establecimiento de requerimientos mínimos de desempeño para uno o más de los criterios de evaluación.
4. **Estimativos independientes.** Para muchos elementos de procuración, la organización procuradora puede preparar sus propios estimados como un chequeo de los precios propuestos. Si existen diferencias significativas con respecto a estos estimados, puede ser una indicación de que no era adecuado o que el vendedor potencial entendió mal o fallo en responder de manera total.

12.4.3 Salidas de la Selección de Fuentes.

1. **Contrato.** Un contrato es un acuerdo mutuamente ligante que obliga al vendedor a proveer el producto especificado y obliga al comprador a pagar por el. Un contrato es una relación legal sujeta a mejoras en las cortes. El acuerdo puede ser simple o complejo, usualmente (pero no siempre) reflejando la simplicidad o complejidad del producto. Se puede llamar, entre otras cosas, un contrato, un acuerdo, un subcontrato, una orden de compra, o un memorando de acuerdo. La mayoría de las organizaciones tienen políticas documentadas y procedimientos que definen quienes pueden suscribir tales acuerdos de parte de las organizaciones.

12.5 ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO.

La administración del contrato es el proceso de asegurar que el desempeño del vendedor cumplirá con los requerimientos contractuales. En los grandes proyectos con múltiples proveedores de productos o servicios, el aspecto clave de la administración del contrato es manejar las interfaces entre los varios proveedores. La naturaleza legal de las relaciones contractuales hace que sea imperativo que el equipo del proyecto este atento de las implicaciones legales de las acciones que se toman cuando se administre el contrato.

La administración del contrato incluye la aplicación de los procesos administrativos de proyecto adecuados a las relación(es) contractuales y a la integración de las salidas de esos procesos en la administración general del proyecto. Esta integración y coordinación ocurrirá muchas veces en múltiples niveles en los que hay múltiples proveedores y múltiples productos involucrados. Los procesos administrativos de proyectos que deben ser aplicados incluyen:

- Ejecución del plan de proyecto, descrito en la Sección 4.2, para autorizar el trabajo del contratista en el momento adecuado.
- Reportes de desempeño, descritos en la Sección 10.3. para monitorear el costo, programación, y desempeño técnico del contratista.

- Control de calidad, descrito en la Sección 8.3, para inspeccionar y verificar lo adecuado del producto del contratista.
- Control de cambios, descrito en la Sección 4.3, para asegurar que los cambios son aprobados de manera adecuada, y que aquellas personas con necesidad de conocer dichos cambios se enteran de estos de manera oportuna.

La administración de contratos también tiene una componente administrativa financiera. Los términos de pago deben ser identificados dentro del contrato y deben proveer una relación específica entre el progreso alcanzado y su pago de compensación.

12.5.1 Entradas a la Administración de Contratos.

1. **Contrato.** Los contratos están descritos en la Sección 12.4.3.1
2. **Resultados de trabajo.** Los resultados del trabajo del vendedor, que entregas han sido completadas y cuales no, hasta que punto los estándares de calidad se han cumplido, en que costos se ha incurrido o se ha comprometido, etc.) son recolectados como parte de la ejecución del plan del proyecto (la Sección 4.2 provee mas detalle sobre la ejecución del plan del proyecto).
3. **Requisiciones de cambio.** Las requisiciones de cambio pueden incluir modificaciones a los términos del contrato o a la descripción de los productos o servicios que serán proveídos. Si el trabajo del vendedor no resulta satisfactorio, una decisión de terminación de contrato también sería manejada como una requisición de cambio. Los cambios contestados, aquellos donde el vendedor y el equipo administrativos de proyecto no se pueden poner de acuerdo sobre la compensación para el cambio, son llamadas de varias maneras: reclamos, disputas, o apelaciones.
4. **Facturas del vendedor.** El vendedor debe elaborar facturas de tiempo en tiempo solicitando pago por el trabajo ejecutado. Los requerimientos de facturación, incluyendo la documentación de soporte necesaria, están usualmente definidas en el contrato.

12.5.2 Herramientas y Técnicas para la Administración de Contratos.

1. **Sistema de control de cambios al contrato.** Un sistema de control de cambios al contrato define los procesos por los cuales el contrato puede ser modificado. Este incluye el papeleo, sistemas de seguimiento, procedimientos de resolución de disputas, y niveles de aprobación necesarios para la autorización de cambios. El sistema de control de cambios al contrato deberá estar integrado con el sistema general de control de cambios (la Sección 4.3 describe el sistema general de control de cambios)
2. **Reportes de desempeño.** Los reportes de desempeño proveen a la administración con información sobre que tan efectivamente el vendedor

esta logrando los objetivos contractuales. Los reportes de desempeño del contrato deberán estar integrados con los reportes generales de desempeño del proyecto, tal como se describe en la Sección 10.3.

- 3. Sistemas de pago.** Los pagos al vendedor son generalmente manejados por el sistema de cuentas a pagar de la organización ejecutora.. En proyectos más grandes con muchos o muy complejos requerimientos de procuración, el proyecto puede desarrollar su propio sistema. En cualquier caso, el sistema debe incluir las revisiones y aprobaciones del equipo administrativo del proyecto.

12.5.3 Salidas de la Administración de Contratos.

- 1. Correspondencia.** Las condiciones y términos de contrato muchas veces requieren de documentación escrita de ciertos aspectos de la comunicación comprador/vendedor, tales como advertencias de ejecuciones insatisfactorias y de cambios o clarificaciones en el contrato.
- 2. Cambios al contrato.** Los cambios (aprobados o no) son retroalimentados a través de los procesos apropiados de planeación y procuración de proyecto, y del plan del proyecto y otros documentos relevantes a medida que estos son actualizados como sea necesario.
- 3. Requisiciones de pago.** Esto asume que el proyecto esta usando un sistema externo de pago. Si el proyecto tiene su sistema interno, la salida aquí seria simplemente "pagos".

12.6 CIERRE DEL CONTRATO.

El cierre del contrato es similar al cierre administrativo (descrito en la Sección 10.4) en que involucra tanto la verificación del producto (Fue todo el trabajo terminado de manera correcta y satisfactoria?) y el cierre administrativo (la actualización de archivos para reflejar los resultados finales y el archivado de tal información para uso futuro). Los términos y condiciones del contrato pueden prescribir procedimientos específicos para el cierre del contrato. La terminación temprana de un contrato es un caso especial del cierre de un contrato.

12.6.1 Entradas al Cierre de Contratos

- 1. Documentación contractual.** La documentación contractual incluye, pero no esta limitada a, el contrato en si con todos sus cronogramas de soporte, los cambios aprobados y propuestos de contrato, cualquier documentación técnica desarrolladas por proveedor, los reportes del desempeño del proveedor, documentos financieros tales como facturas o registros de pagos, y los resultados de cualquier inspección relacionada con el contrato.

12.6.2 Herramientas y Técnicas para el Cierre de Contratos.

- 1. Auditorias de procuración.** Una auditoria de procuración es una revisión estructurada de los procesos de procuración desde la planeación de la procuración hasta la administración del contrato. El objetivo de una auditoria de procuración es identificar los logros y fracasos que obligan a la transferencia a otros elementos de procuración en este proyecto o a otros proyectos dentro de la organización ejecutora.

12.6.3 Salidas del Cierre de Contratos.

- 1. Archivos de contrato.** Un juego completo indexado de archivos deberá ser preparado para su inclusión con los archivos finales del proyecto (véase la Sección 10.4.3.1 para una discusión más detallada del cierre administrativo).
- 2. Aceptación formal y cierre.** La persona o organización responsable por la administración del contrato deberá proveer al vendedor con la notificación escrita de que el contrato ha sido completado. Los requerimientos para la aceptación formal y cierre están usualmente definidos en el contrato.

Capítulo

3

CASOS DE APLICACIÓN



3

CASOS DE APLICACIÓN



El objetivo del siguiente capítulo es aplicar la Metodología a ciertos casos en cuyos análisis de resultados muestre las bondades de la misma. La aplicación de la metodología no se hará en forma integral para un solo caso, se aplicará para problemas específicos y aislados.

CASO 1:

IDENTIFICACIÓN DE INTERSADOS EN EL PROYECTO Y RESEPUERTA A SUS NECESIDADES.

La identificación de los que están activamente interesados en el proyecto es de gran importancia tal y como se señala en el capítulo 2 apartado dos, ya que sus intereses pueden ser afectados tanto positiva como negativamente. Para este caso se estudiará la construcción de la Torre (W) que se ubicará en una de las avenidas principales de la Ciudad de México.

El equipo de administración del proyecto debe identificar a los interesados en el proyecto, determinar cuales son sus necesidades y expectativas, y administrar e influenciar esas expectativas para asegurar un proyecto exitoso.

Esto nos ayudara a reducir riesgos latentes del entorno, ajenos a la obra pero que la afectan directamente como son: retrasos de obra por interrupciones, sanciones y multas por descuido de los reglamentos y acuerdos con la autoridad, adversidades con la comunidad por no estar al tanto de las afectaciones que el proyecto pudiera generar y que por una falta de una buena comunicación directa se llegue hasta los medios, los cuales pueden informar o mal informar. Estos son problemas no de los procesos constructivos ni en sí de los aspectos propios de la construcción, sino que se gestan en el entorno de la obra, que sí son parte del proyecto y de no atenderse o desatenderse definitivamente pueden llegar a generar incluso el paro de actividades o hasta la cancelación definitiva del proyecto; como ejemplo se puede citar la fallida construcción del aeropuerto internacional en Texcoco.

En este caso los interesados más importantes son los siguientes y aquí se señalan sus necesidades:

- Los inversionistas se ven motivados a hacer una gran inversión y quieren que este proyecto rebase por mucho el estándar de edificios del país y de Latino América, queriendo así una Torre que sea la más alta y de mayor tecnología en su tipo en esta zona siendo esto un elemento diferenciador que generará gran atractivo para los clientes.
- El Gobierno de la Ciudad promueve la construcción de esta torre a través de estímulos fiscales ya que para ellos es importante la inversión que genera la construcción de infraestructura de alto nivel en esa zona de la ciudad y ofrece facilidades para las maniobras en el proceso de construcción. Sin embargo, ha pedido el cabal cumplimiento del trámite de licencias necesarias para su construcción cumpliendo con cada uno de los requerimientos, con especial énfasis en servicios y diseño sísmico.
- Residentes del área se oponen a la construcción de la Torre argumentado la insuficiencia de espacios y servicios existentes en la zona, así como el desacato a los valores estéticos e históricos de la misma. Otros argumentan que no estarán dispuestos a sufrir los efectos de la obra, tales como la falta de limpieza de la zona, el ruido y el tráfico que esta generaría.

Una vez identificados los interesados claves en el proyecto y sus necesidades se procede a la terminación del diseño de proyecto y a la planeación, obteniendo lo siguiente:

- Torre (W) un edificio inteligente con tecnología de punta de 225 metros de altura distribuidos en 55 pisos. Se consolida como el edificio más alto y moderno de esta ciudad, del país y América Latina. Incluso, entraría en la categoría de los 100 edificios más prominentes del mundo.

- La tecnología y sistemas de construcción que se utilizaran para la Torre, son lo más moderno que existe hasta el momento. Tiene 98 amortiguadores sísmicos, únicos en el país, que aseguran su total protección contra temblores (aún de mayor intensidad que los registrados en 1985). Estos se activan automáticamente en el instante en que el edificio experimenta las primeras vibraciones de un sismo.
- Para evitar los problemas de suministro de agua no se escatimará en costos de inversión para contar con un abastecimiento totalmente garantizado. Contará con dos plantas de tratamiento. La primera filtra y purifica toda el agua pluvial que cae sobre la torre y es almacenada en dos cisternas. La segunda planta recupera las aguas jabonosas y separa de las aguas grises el jabón, el detergente, la grasa, y por último, filtra el agua hasta obtener la calidad necesaria para reutilizarla en el sistema de aire acondicionado. Cuando ambas plantas estén al máximo de su capacidad, el volumen de la suma de ambas, será mayor al que se requiera para el uso interno del edificio. Por lo que la diferencia se obsequiará al Bosque aledaño como agua de riego para distintas áreas verdes.
- Contará con un sistema distintivo ahorrador de energía; además, poseerá un programa que facilita su mantenimiento. La cubierta de cristal de todo el edificio (con un espesor de 25 mm), además de sellarlo, proporcionará también un ahorro de energía ya que el uso de cristales de alta tecnología permiten el filtraje de luz solar de un 60%, pero detienen la entrada de calor, reduciendo el uso de equipos de enfriamiento.
- Además se pretende llevar a cabo ambiciosos trabajos en los alrededores de Torre para mejorar la zona y seguir embelleciendo esa parte de la Ciudad. Parte de esta labor es rehabilitar los pasajes peatonales, mejorar el sistema de vigilancia y seguridad integral, ampliar banquetas y cambiar pavimentos.
- En inmuebles cercanos se colocarán ventanas dobles para reducir el ruido y el polvo. Los constructores implementaran un servicio de limpieza tan eficiente que casi no se notara el desplazamiento de materiales.
- El trabajo nocturno podría realizarse cuando el avance de la obra llegara al décimo nivel, para impedir molestias a los vecinos.

Ya que se consideran las necesidades de los interesados en el diseño y planeación del proyecto, es necesario mantener informados a los interesados para evitar la mala información y que esto provoque conflictos, para lo cual es necesario formar un equipo profesional para atender estos aspectos, mediante las Relaciones Publicas, para atención exclusiva de la obra.

Parecerán excesivas las acciones a tomar, pero todo este estudio es necesario para saber si es que es factible la construcción del proyecto sabiendo todas las necesidades a atacar y si lo es, cumplirlas y mantener informados a los interesados para evitar de esa forma el fracaso del proyecto como históricamente ya se han dado.

CASO 2:

MEJORAMIENTO DE PLANEACIÓN

La implementación de esta metodología en una empresa constructora se hará desde el punto de vista de la oficina central y su forma de organización para aplicar nuevas herramientas de administración. Serán analizadas las formas y métodos de administración de la información enviada por las obras de la empresa hacia la oficina central, para cumplir con el objetivo fundamental de la presente tesis, el cual es; demostrar que la aplicación de estas nuevas técnicas de administración de proyectos aumenta considerablemente la productividad de la empresa.

Los pasos a seguir, para llevar a cabo la implementación y obtener los resultados para cumplir con los objetivos planteados inicialmente, son los siguientes:

- Descripción de la organización de la empresa para la implementación de nuevas herramientas de administración: Se realizará un análisis de la estructura organizacional de la empresa junto con el análisis de cada uno de los niveles jerárquicos y su relación con la nueva metodología.
- Análisis de la capacitación realizada por la empresa para la aplicación de nuevas herramientas de administración y compararlas con la metodología.
- Descripción y análisis del procedimiento adoptado por los planificadores para la asignación de actividades en todos los niveles de planificación.
- Análisis de los datos anteriores y la aplicación de medidas correctivas aplicadas en la empresa para el mejoramiento de la administración.
- Demostrar que con la aplicación de la metodología en la empresa, disminuye la variabilidad de la planificación y por ende aumenta su confiabilidad. Recordando que la disminución de la variabilidad de la planificación implica un aumento de la confiabilidad de la planificación y por ende un aumento de la productividad. Este resultado se obtendrá tras el análisis de los datos de PAC obtenidos por la empresa en cada una de sus obras.

3.2.1 Métodos y Herramientas de planificación aplicadas con anterioridad por la empresa en contraste con la nueva metodología.

En el sistema tradicional, las actividades del plan maestro que corresponden al periodo en el cual se está planificando entran al plan de trabajo semanal sin pasar por un estricto y participativo control de las restricciones que estas actividades pudieran tener, tales como; espacio, materiales, mano de obra o equipos. Es decir, que la falta de compromiso entre el planificador y los involucrados en la producción provoca muy poco cumplimiento de las actividades que fueron planificadas. Es así como el análisis de restricciones con el que cuenta

la metodología es fundamental para producir certeza de que la actividad puede realmente ejecutarse.

Sólo contaban con métodos de planificación de proyectos a total criterio del administrador de la obra. Principalmente se cumple una serie de pasos básicos para la administración de proyectos, estos son:

- Programación del plan maestro por la oficina central y el administrador de obra, basado en el método CPM con planes expresados en forma de carta Gantt.
- El Administrador de obra subdivide al trabajo anterior en paquetes de trabajo y centraliza las decisiones de trabajo a criterio personal, en un plan de trabajo semanal. No existe ningún tipo de planificación intermedia entre el plan maestro y el plan de trabajo semanal. Además sólo residentes de obra, en algunas obras, participan en las decisiones de producción.
- El administrador de obra prepara informes periódicos para la gerencia de la empresa o cuando estos sean solicitados (Período variable según la obra). Se destaca que el formato y la cantidad de información que llega a la oficina central no estaba estandarizada para cada obra.

3.2.2 Organización de la empresa para el mejoramiento de la planificación.

Se propone la adopción de la estructura organizacional mostrada en la Figura 3.1 para implementar la metodología:

La figura 3.1 muestra la organización de la empresa para llevar a cabo la implementación, pero cabe destacar que cada empresa debe analizar su propia organización, pues dada sus características particulares: tamaño de la empresa o área de la construcción en la que se desempeña, pueden resultar crítico para el buen resultado de la implementación de la metodología.

A continuación se detallan las funciones que debe cumplir cada nivel de la organización de la empresa dentro de la implementación de la metodología en la empresa.

Gerencia de la empresa: Brinda apoyo a todos los niveles intermedios y debe ser capaz de generar la fuerza necesaria para que el trabajo perdure. Una de las principales medidas que se deben adoptar es que todos los procedimientos, instrucciones e informes realizados por el departamento de productividad van acompañados con la firma de los socios de la empresa, demostrando un serio compromiso en el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente.

Gerencia Técnica: Evalúa la información entregada por el departamento de productividad, toma acciones correctivas junto a éste y genera las herramientas de trabajo. Estas acciones deben ser tomadas en la reunión de planificación mensual,

junto a la gerencia de la empresa tomando las acciones correctivas, las cuales deben tender a la disminución de las causas de no cumplimiento.

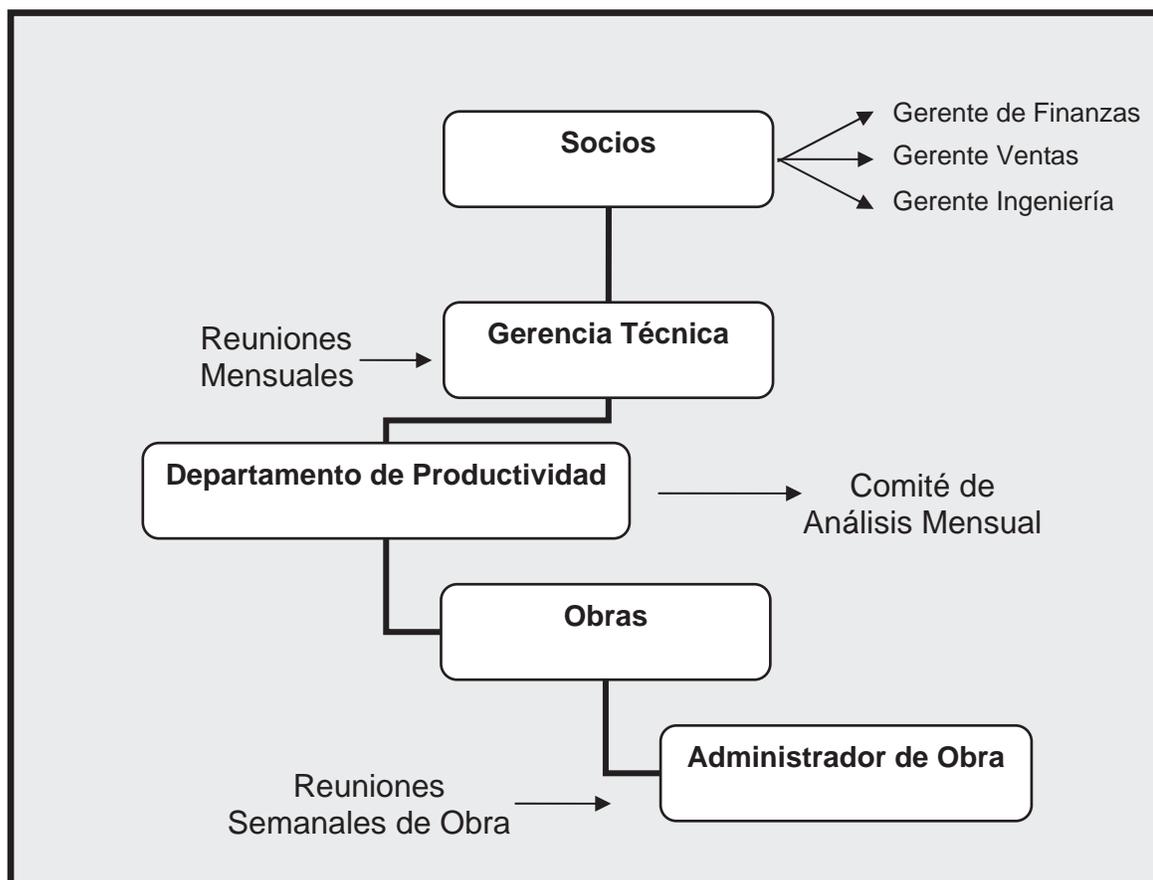


Figura 3.1 Organización de la empresa para el mejoramiento de la planificación.

Departamento de Productividad: Recopila la información desde las obras, las analiza, las comunica a la gerencia con el fin de controlar la ejecución. En la reunión semanal de productividad se analizan los resultados estandarizados obtenidos de cada obra y deben ser encontrados los problemas de producción para ser presentados en la reunión mensual.

Obras en Ejecución: Implementan la metodología directamente y aportan con la información necesaria para el control al departamento de productividad.

Administrador de Obra: Es la persona más importante en la metodología. Es el líder de quien depende el correcto funcionamiento y de la calidad de la información entregada.

3.2.3 Capacitación.

Uno de los factores críticos en la implementación de la Metodología es la capacitación, la cual proporciona los conocimientos necesarios que permiten que el personal de cualquier proyecto tenga un mejor desempeño. La capacitación es un proceso fundamental para producir un cambio. Para ello la empresa debe realizar el siguiente proceso de capacitación a nivel directivo y operacional.

- La capacitación comienza con la presentación de la metodología a un socio de la empresa y al gerente técnico, en donde conocen de forma general la metodología y se analizan experiencias en otras empresas en donde se obtuvo excelentes resultados (duración 2 días).
- Capacitación de profesionales de la empresa. La capacitación consta de sesiones en oficina central más visitas periódicas por parte de especialistas a las obras (1 vez al mes durante 8 meses).
- Capacitación del personal de la obra: residente de obra, maestro de obra, supervisores, subcontratistas, por parte del Administrador de Obra en las primeras reuniones de planificación semanal (4 sesiones).
- El jefe del departamento de productividad debe asistir a un diplomado de esta metodología con una duración de 6 meses.

3.2.4 Procedimiento para la aplicación.

La siguiente figura muestra la estrategia resumida de la aplicación de la metodología en el área de planeación.



Figura 3.2 Estrategia de implementación de la metodología en el área de planeación.

Se revisarán los pasos a seguir para efectuar el proceso de programación de las obras siguiendo los principios de la metodología. Esto es llevado a cabo, utilizando las herramientas tecnológicas disponibles e informadas por el departamento de productividad mediante la capacitación realizada a todos los involucrados.

Todo administrador de obra debe utilizar, por política de la empresa (aquí nace el compromiso de la empresa), esta metodología de planificación, la que además de ser efectivo en cuanto a la programación y control de la obra, es fuente de información homogénea entre las obras de esta empresa. Esta información, es analizada en la oficina central por el departamento de productividad, y utilizada para definir las estrategias respecto a recursos utilizados en obras, por la gerencia de la empresa, a través del análisis del PAC y las causas de no cumplimiento.

3.2.5 Información recopilada.

Después de la actualización de los datos ingresados por el encargado de planificación, calcula de forma automática el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) y lo almacena en la tabla con la etiqueta PAC y presenta la evolución de éste durante la obra. Además del PAC, la planilla almacena y presenta la estadística de las causas de no cumplimiento parciales y acumuladas.

La tabla es el mejor referente acerca de la efectividad de la planificación por parte del administrador de obra, además de ser información estandarizada para el departamento de productividad de la empresa.

En la figura 3.3 se muestra la tabla general de indicadores, recopilados en obra, por el departamento de productividad. Muestra un resumen de los indicadores, esto es el PAC semanal y las causas de no cumplimiento.

Esta tabla de indicadores preparada por el departamento de productividad, debe ser revisada y discutida por el comité de análisis mensual, en donde participan los socios de la empresa, el gerente técnico y el jefe del departamento de productividad. Con el desarrollo de estas reuniones y el análisis de información más profesional y confiable, las decisiones pueden ser tomadas de mejor manera.

3.2.6 Acciones correctivas.

El caso del manejo de los aprovisionamientos, es una de las causas más importantes de no conformidad en la obras, por lo que se propone a la gerencia de la empresa implementar un nuevo sistema de gestión de aprovisionamientos.

Para tales efectos se decide implementar un sistema que permita evaluar los subcontratistas, con criterios homogéneos y que permita compartir esta información al interior de la empresa. Para esto se procede a evaluar semanalmente a los subcontratistas en base a los criterios definidos por la

empresa. Esta evaluación es expuesta en un panel, a la vista de todo el personal de obra.

OBRA: FRACCIONAMIENTO (A)											
SEMANA	PAC	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO									
		Falta de materiales	Falta Mano de Obra	Incumplimiento Aprov.	Falta de Equipo	Mala Ejecución	Indefinido en Proyecto	Cambio de actividades	Mala Programación	Falta de Espacio	Otros
1											
2	56								1		1
3	70										3
4	85										3
5	75			2				2		1	
6	84	1		1	1				1		
7	65	1	1				1		3		1
8											
9											
10	61			1	1			1	1	3	2
11											
12	82		1	2					1		
13	65	1	1	5					4		
14	74	2		4				1	1		
15											
16											
17											
18											
19											
20											
ACUM		5	3	15	2	0	1	4	12	4	10

3.3 Tabla de indicadores PAC y Causas de no Cumplimiento

Principios de evaluación

La evaluación de los aprovisionamientos se hará de acuerdo al criterio del administrador de obra basado a los estándares de calidad fijados por la empresa, referidos a los siguientes principios:

- Seguridad: Higiene, orden (en terreno, y bodega), uso de elementos de seguridad.
- Compromiso: PAC, plazos, acuerdos.
- Calidad: Protocolos, ensayos y pruebas, trabajo rehecho, respeto por trabajo terminado.
- Capacidad: Personal técnico, uso de su tecnología y conocimiento en especialidad.
- Disposición: Colaboración, participación y disposición para la capacitación de su personal.

El administrador de obra emitirá un informe mensual de subcontratistas de la obra que será enviado al departamento de productividad y a los involucrados para su análisis y posterior publicación en el panel de información de la obra.

3.2.7 Análisis del Indicador PAC y la variabilidad de la planificación en la empresa.

Es necesario encontrar la relación que existe entre la variabilidad y el PAC, relación muy importante en la metodología. El resultado esperado debería ser que a mayor niveles de PAC, la variabilidad de la planificación debe disminuir. Con la información obtenida podemos hacer el estudio y demostrar las bondades de la metodología.

La figura 3.4 muestra los resultados obtenidos por la empresa en un período de planificación de 9 semanas, en donde la empresa cuenta con datos actualizados de las 6 obras incluidas en el presente análisis.

Obra	PAC Promedio (%)	Desviación del PAC
Fraccionamiento (A)	73.4%	8.88%
Fraccionamiento (B)	74.6%	12.94%
Fraccionamiento (C)	73.7%	12.11%
Locales Comer. (A)	65.4%	10.31%
Hospital	71.8%	15.02%
Nave Industrial	87.2%	5.21%

Figura 3.4 Indicadores de desempeño en 6 obras de la empresa.

Para calcular la desviación de la planificación de cada obra se toman los PAC promedios de cada una de las 9 semanas estudiadas de cada obra y se calcula su desviación con la siguiente fórmula estadística:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

En donde:

X_i = PAC de cada semana de la obra i .

\bar{X} = PAC promedio de la obra.

n = Cantidad de obras analizadas.

En la figura 3.5 se muestra la relación gráfica que existe entre el PAC promedio y la variabilidad obtenida en estas seis obras de la empresa durante 9 semanas de ejecución. Cada dato representa al promedio del PAC y la variabilidad obtenida en cada una de las obras.

Se puede concluir de la línea de tendencia de los datos, a que a mayor nivel de cumplimiento de la planificación PAC obtenemos una menor variabilidad de la planificación. Esto demuestra que a medida que aumentan los niveles de PAC obtenidos, aumenta la capacidad de adelantarse al futuro y por ende reducir incertidumbre de cumplir actividades programadas, uno de los objetivos principales de la metodología propuesta.

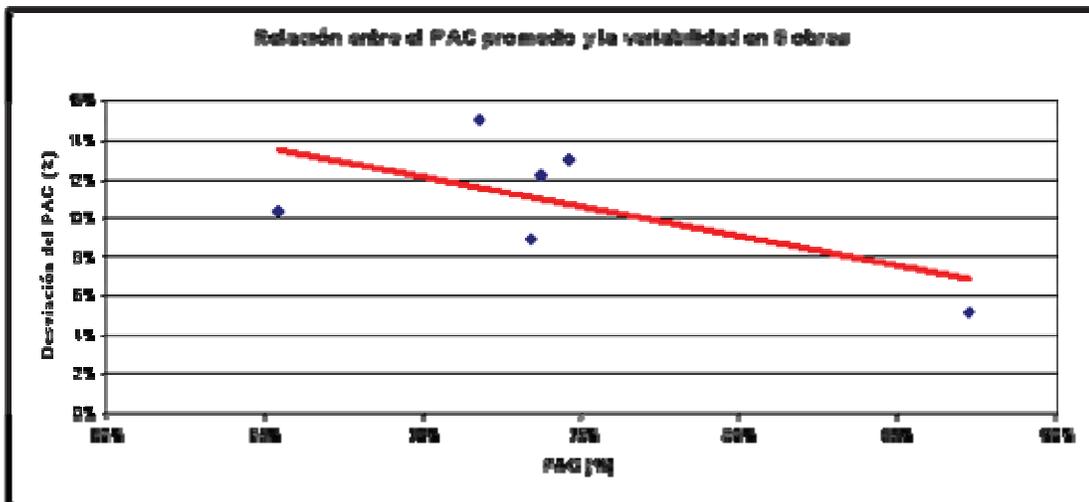


Figura 3.5 Relación entre el PAC y la variabilidad de la Planificación.

CASO 3:**IDENTIFICACIÓN Y RESPUESTA AL RIESGO**

Este caso hace referencia a la construcción de una nave industrial de 1760m² con oficinas; que será usada para almacenamiento de varilla y alambrón y como punto de venta. Para la proyección y construcción de dicha nave el inversionista contrata los servicios de una constructora acordando un costo y tiempo limite de entrega con la modalidad llave en mano.

La constructora hace el diseño de la nave industrial para su posterior estimación de tiempo de construcción y costo total para así estipularlo en el contrato. Para tales efectos contrata los servicios de un laboratorio de mecánica de suelos local para que haga las pruebas pertinentes del suelo, proponga el tipo de cimentación y verifique si la capacidad de carga del suelo es adecuada para el uso deseado.

El dictamen del laboratorio de mecánica de suelos fue el siguiente: la capacidad de carga del suelo es de 6 kg/cm² por lo tanto es apto para el uso pretendido ya que el mínimo requerido es de 5 kg/cm² y dadas las características del suelo se propone el sistema de cimentación tipo pilas cortas a una profundidad de 2.5 mts. Con base a las recomendaciones del laboratorio se procede a la terminación del diseño y se hace la estimación de los costos totales de la obra y así determinar la cantidad a cobrar para estipularlo en contrato.

Se definen el costo directo total de \$5,280,000 pesos, sin embargo la dirección de riesgos ha identificado el dictamen del laboratorio de mecánica de suelos como una fuente importante de riesgo ya que no es un laboratorio al cual se acostumbre contratar y además de no conocer la confiabilidad de sus dictámenes. Se procede a notificar esta valoración al comité de control de cambios (CCC) y este decide que sí se considera como una fuente de riesgo que es necesario eliminar, dados los errores de diseño que este haya podido provocar.

Se procede entonces a la contratación de un laboratorio de mecánica de suelos de confianza de la constructora antes de entregar el estimativo total del costo de la obra. El nuevo dictamen arroja los siguientes resultados: la capacidad de carga del suelo es de 4 kg/cm² lo cual resulta insuficiente para el tipo de uso que se le pretende dar, ya que el mínimo es de 5 kg/cm². El tipo de cimentación ideal para este tipo de suelo es zapatas aisladas.

El comité de control de cambios acepta este dictamen y es necesario diseñar el proyecto con base a los nuevos datos. Lo cual implica las siguientes acciones:

- Es necesario hacer un mejoramiento del terreno hasta una profundidad de 1.5 metros para lograr una capacidad de carga de 7 kg/cm² para así tener una mayor confiabilidad del suelo.
- Se hace el diseño de las zapatas aisladas como nueva cimentación propuesta.
- Se hacen las correcciones en los estimativos de recursos dados los cambios.

Estas acciones arrojaron cambios importantes en la estimación de recursos ya que el mejoramiento del terreno no estaba contemplado y para la construcción de zapatas es necesario el uso de más recursos tanto de materiales como tiempo y mano de obra.

Estos cambios dan como resultado un costo directo total de \$5,395,000 pesos, el cual difiere en \$115,000 pesos de la estimación inicial.

Una vez que se han hecho los nuevos diseños y estimativos se procede a entregarlos al comité de control de cambios para su aprobación y proceder al cálculo del costo total de la obra que se estipulara en el contrato.

Costo directo total	5,395,000
Gastos generales 6.43%	346,899
Utilidad 7.5%	404,625
Costo total de la obra	\$6,146,524

Figura 3.6 Calculo de costo total de la obra

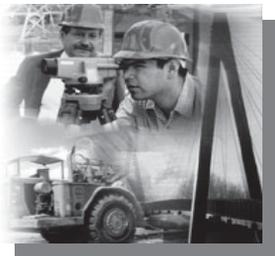
Una vez que se ha dado respuesta al riesgo se procede a archivar el reporte en el archivo histórico para las actualizaciones en el plan de administración del riesgo de éste y posteriores proyectos y así lograr la mejora continua.

Haciendo un análisis de las posibles consecuencias de no haber detectado ese riesgo y eliminarlo obtenemos lo siguiente:

Si se hubiera estipulado en el contrato el costo directo total de \$5,280,000 la utilidad hubiera sido de \$396,000 pesos y la diferencia por corrección de \$115,000 pesos hubiera sido absorbida por la constructora es decir que su utilidad se hubiera visto reducida en un 29%



RESULTADOS



Los resultados de los casos de aplicación han demostrado las bondades de la metodología propuesta en esta tesis tanto en el cumplimiento de las necesidades, las mejoras en planeación y la identificación de riesgos. Una vez usada la metodología de forma integral da resultados aun mejores ya que reduce las actividades de flujo y fortalece las actividades que agregan valor, por lo tanto reduce costos y aumenta la productividad con altos estándares de calidad. Sin embargo los diversos factores humanos se convirtieron en importantes barreras que obstruyeron los esfuerzos de implementación y afectaron el comportamiento del equipo. Las barreras identificadas serán detalladas a continuación:

BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Resistencia al cambio.

Un principal obstáculo para alcanzar una implementación acertada, es el miedo al cambio. Este problema se hizo evidente por síntomas tales como la temprana negación para asumir las comisiones, negación para incluir subcontratistas en reuniones de planificación o reacciones negativas a los conceptos teóricos de la metodología y a su uso en el proyecto.

Carencia de autocrítica.

La carencia de autocrítica impidió una clara visión de los problemas del proyecto y limitó la capacidad de aprender de errores puesto que solamente una parte de los problemas fue percibida. Inicialmente, los problemas de la no conformidad, asociados exclusivamente a los subcontratistas y a los dueños o a los diseñadores, fueron identificados completamente. Esta situación no permite tomar ventajas de las oportunidades de acciones de mejoramiento dentro de la misma organización del contratista.

Visión de corto plazo.

La visión a corto plazo no permite visualizar los problemas con bastante tiempo de anticipación para tomar decisiones correctas. Un ejemplo visto en algunas de las obras de la empresa estudiada es la falta de preparación de la logística necesaria para los ciclos de aprovisionamiento de la obra.

Mala interpretación de los indicadores.

Algunos administradores intentaron utilizar el indicador de PAC para medir el progreso físico de los trabajos cambiando su fórmula de cálculo, considerando como actividades 100% terminadas a algunas que no habían sido ejecutadas totalmente. Así el uso de este indicador como forma de controlar y de evaluar la terminación individual de tareas afectó seriamente la implementación y generó barreras a todos los niveles de la organización.

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA EN LA EMPRESA.

Tras la utilización de la metodología, el promedio del PAC tiende a aumentar a medida que transcurren las semanas de implementación lo que trae consigo una disminución de la variabilidad sumado a una mayor capacidad de anticiparse a lo que realmente se hará. Esto se debe a que a medida que transcurren las semanas de implementación, el aprendizaje del sistema, sumado al nuevo orden de la planificación, coordinación, seguimiento y control de las actividades en períodos cortos de tiempo, permite la toma de acciones correctivas más oportunas, lo que aumenta el desempeño de todo el proyecto.

Al tener una menor variabilidad en los resultados se puede inferir que el ambiente de trabajo se estabiliza para un determinado nivel de PAC, lo cual es el primer paso para lograr la mejora continua del cumplimiento de la planificación. Es preciso llevar esta estadística en el tiempo para estudiar tendencias y reforzar la credibilidad en el sistema.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Podemos concluir que la metodología cumple con los objetivos planteados ya que su implementación en los casos de aplicación ha mostrado mejoras significativas en la administración de proyectos. Sin embargo la experiencia y los resultados obtenidos han conducido a la necesidad de diseñar una estrategia de implementación de la metodología que produzca mejores resultados y permita que estos evolucionen, así como también existe la necesidad de encontrar métodos para consolidar cambios dentro de las empresas, mantener la motivación y la persistencia en una cultura conservadora.

A continuación revisaremos una serie de conclusiones emanadas de la implementación la metodología:

- La metodología llama a los profesionistas a utilizar mejor el sentido común, pues la mayoría de las herramientas necesitan el uso de un análisis cualitativo más que cuantitativo característico de la Ingeniería.
- Comprometer fuertemente tanto a la gerencia de la empresa como a subcontratistas, hacia la utilización e implementación de la metodología, promoviendo activamente incentivos que motiven su utilización.
- Incorporar los requerimientos de los subcontratistas en el sistema de control de producción es un principio fundamental de la metodología.

- Del análisis de las causas de no cumplimiento depende la retroalimentación y el mejoramiento continuo, pues en el análisis de ellas se encuentra la capacidad de no volver a cometer errores.
- La baja participación en general de los diseñadores de un proyecto de construcción en los procesos de planificación y de los constructores en las fases de diseño, hacen que los proyectos tengan bajos desempeños.
- Realizar alianzas comerciales o de otro tipo con proveedores, resulta crítico para una empresa que lleva a cabo un proyecto de construcción donde se aplique la metodología y también resulta crítico para el desarrollo de mejores desempeños en futuros proyectos.
- Es imposible mejorar lo que no se mide, además de no aceptar lo incompleto como inevitable, como por ejemplo una deficiente planificación.
- Medir y comunicar adecuadamente PAC y causas de no cumplimiento a todos los involucrados en el proyecto, esto es, desde los Administradores de obra hasta los obreros.
- Siempre realizar acciones sobre causas de no cumplimiento
- Tratar de relacionar indicadores relevantes de productividad (por ejemplo la variabilidad), con el PAC, para poder observar claramente los beneficios que acarrea la implementación de la metodología en un proyecto de construcción. Este indicador, además de tener un carácter estratégico, tiene claramente un carácter motivacional con los involucrados con el proyecto y los procesos de planificación mientras este indicador sea positivo.
- Toda oportunidad de aprendizaje de errores no debe ser desperdiciada y debe ser adecuadamente analizada.
- La falta de permanencia de los obreros en las empresas incide negativamente en la Curva de Aprendizaje, de tal forma el alto nivel de rotación de personal impide aprovechar la experiencia acumulada por ellos en determinado tipo de trabajos, a los efectos de reducir los costos, los niveles de desperdicios e incrementar los índices de productividad. Además el manejo de costosas maquinarias, poseedoras cada día de una tecnología mas elevada requiere un personal capacitado tanto en su manejo, como en su cuidado y mantenimiento.
- Encontrar las formas de despilfarrar menos tiempos implica la posibilidad de un mayor número de obras por período de tiempo, lo cual implica menores costos debido a la carga de los costos fijos sobre un mayor número de obras. Ello vuelve más competitiva a la empresa cada vez que tiene que participar en licitaciones, presentar presupuestos o construir inmuebles para su comercialización.
- Es fundamental que los directivos y técnicos cambien sus paradigmas acerca de la forma en que se desarrollan las labores, los materiales utilizados, la forma de administrar el personal y la forma de comercializar sus obras o servicios.

Dados los problemas presentados en la implementación de la metodología se recomienda seguir estas iniciativas que promuevan su implementación fruto de las experiencias ya mencionadas.

La implementación de la metodología dentro de la organización, requiere de niveles de compromisos y participación. Para obtener estos compromisos, es fundamental la investigación de los motivos y factores que resultan críticos en la puesta en marcha de estrategias de implementación. Para lo cual se recomienda seguir las siguientes etapas:

Etapas 1: Identificar un sistema de incentivos, como una estrategia que facilite su implementación.

- Los jefes del proyecto o los líderes de cada especialidad son claves, para generar el compromiso con el fin de quitar de barreras para promover la implementación.
- Es fundamental para los participantes en el proceso tener un conocimiento suficiente de los conceptos de la metodología y el plan de puesta en marcha.
- Se deben definir las funciones de cada participante, sus responsabilidades y niveles de autoridad de los jefes de proyecto cuya participación sea crítica.

Etapas 2: Provocar en las empresas un cambio en la forma de ver las cosas.

- La interacción directa entre los involucrados en la producción mediante reuniones periódicas de trabajo en donde se presenten todos los conceptos y experiencias relacionadas con el tema.

Etapas 3: Diagnóstico dentro de las empresas.

- Identificación y análisis de los factores que pueden afectar la implementación. Una vez identificados deben ser filtrados, pues no todos estos factores pueden contar con el tiempo necesario para su análisis o no son necesariamente críticos.
- Buscar incentivos para el personal, en la necesidad de motivación para la puesta en práctica, deben ser buscados justamente dentro de la organización. Encuestas a los involucrados pueden ser de mucha utilidad para buscar el incentivo más indicado dentro de los recursos disponibles por la empresa.

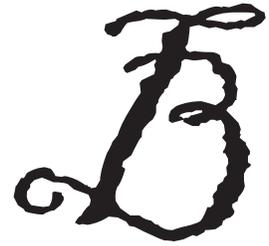
Etapas 4: Análisis de resultados

- Identificar los incentivos para alcanzar una alta motivación dentro de la organización. Mediante encuestas al personal involucrado, también se pueden obtener estos elementos que pueden ser: el reconocimiento del personal, una efectiva participación, el entrenamiento para mejorar el trabajo en progreso, premios económicos o estabilidad laboral.

- Por otra parte, si bien un compromiso de la gerencia puede ser observado en términos de la participación en el programa de mejoramiento así como la creación de condiciones para la participación del personal en ello, la existencia de una persona que conduzca el proyecto de mejoramiento claramente es fundamental. Es crucial que la gerencia identifique claramente al líder en este proceso de mejoramiento.
- El nivel de información que se maneja en lo que concierne al progreso del proyecto de mejoramiento también tiene una influencia significativa sobre el comportamiento y la actitud de las personas que pertenecen a la organización.

Etapas 5: Cambios y futuras acciones

- Tomar las acciones de mejoramiento basado en el diagnóstico realizado en las fases anteriores.
- Junto con la activa participación de la gerencia de la empresa y los líderes de implementación, monitorear y controlar las acciones y sus impactos.



BIBLIOGRAFÍA

Alarcón Luís Fernando (2002), *Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción*, Revista Ingeniería de Construcción, Universidad Católica de Chile.

Chase, G. (1993). *Implementing TQM in a Construction Company*, Associated General Contractors of America.

Choi and Ibbs (1990). "Costs and Benefits of Computerization in Design and Construction", *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE

Glenn Ballard (1998), *Lookahead Planning*, Berkeley University of California

Glenn Ballard (2000), *The Last Planner System of Production Control*, University of Birmingham

Howell, Gregory A. (1999) *What is Lean Construction*. Berkeley University of California

Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*, Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.

Makoto Kataoka (2001), *A Drawing Version Control System for the Japanese Construction Industry*, Building Construction Division, Shimizu Corporation

Masaaki Imai (1997). *Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*, McGraw Hill

Masaaki Imai (1999). *Kaizen, CECSA*

Mauro Rodríguez.(2002), *Psicología del Mexicano en el Trabajo, Mc GrawHill*

Ohno, Taiichi (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.

Oswald, T. and Burati, J. (1992). *Guidelines for Implementing Total Quality Management in the Engineering and Construction Industry*, Construction Industry Institute.

Project Management Institute (1996), *A Guide to The Project Management Body of Knowledge*

Ronald Cagle (2005), *Your Successful Project Management Career*, AMACOM

Tung Au (1998) *Project Management for Construction*, Prentice Hall

Young Hoon Kwak (1999), *Contemporary Strategic Planning Tools and Applications for Construction Managers*, Berkeley, University of California