



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL

Del 14 al 18 de Noviembre de 2005

APUNTES GENERALES

CI - 258

Instructor: Ing. Sergio E. Zerecero Galicia
LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
NOVIEMBRE DE 2005

“Planeación, Programación y Control de Obras de Ingeniería”

Objetivo General:

Al término del curso, el alumno aprenderá y aplicará los diferentes conceptos que intervienen en la planeación, programación y control de obras, permitiéndole seleccionar los procesos más adecuados en la ejecución de los proyectos de ingeniería.

Metodología:

El curso se desarrollará a partir de las bases fundamentales de planeación y programación, conociendo las etapas del proceso administrativo, así como la presupuestación, dirección, supervisión, control, seguridad, calidad e higiene en las obras.

Dirigido a:

Profesionistas y técnicos relacionados con el control de obras de ingeniería, como superintendentes, jefes de frente, residentes y/o supervisores.

Duración: 20 horas.

Temas:

Introducción

1. **Etapas del proceso administrativo.**
 - 1.1. Previsión, planeación, organización, integración dirección y control.
 - 1.2. Riesgo e incertidumbre del proyecto.
 - 1.3. Ciclo de vida del proyecto.

2. **Planeación del proyecto.**
 - 2.1. Planes, políticas, programas, procedimientos y proyecciones.
 - 2.2. Planeación estratégica.

3. **Programación del proyecto.**
 - 3.1. Programación de obra.
 - 3.2. Ruta crítica.
 - 3.3. Diagramas de GANTT.

4. **Presupuestación del proyecto.**
 - 4.1. Estimados.
 - 4.2. Antepresupuesto.
 - 4.3. Presupuesto definitivo.

5. **Control del proyecto.**
 - 5.1. Aspectos legales.
 - 5.2. Aspectos constructivos.
 - 5.3. Aspectos administrativos.
 - 5.4. Supervisión.
 - 5.5. Técnicas de supervisión.
 - 5.6. Sistemas de calidad.
 - 5.7. Plan de seguridad.
 - 5.8. Pruebas y puesta en servicio.
 - 5.9. Cierre del proyecto.

Bibliografía.

INTRODUCCIÓN

En el caso particular de la industria de la construcción, cuando se habla de la planeación, programación y control de las obras, inmediatamente se piensa en llevar a cabo estas etapas en el preciso momento en que se ejecuta la obra, cuando en la realidad para poder iniciar un proyecto se deben de considerar muchas otras etapas de estudio y análisis, que permiten tomar las decisiones más adecuadas evitando en lo posible errores que pueden ocasionar que los costos se eleven, mala calidad de ejecución, etc., ya que todo proyecto su objetivo final es aquel que cumpla con lo programado, con el costo estimado, el tiempo estipulado y la calidad especificada.

En lo que corresponde a la realización de un proyecto de ingeniería civil, se necesita de un grupo de profesionales interdisciplinarios con experiencia, ya que es muy común que en la ejecución de las obras existan profesionistas que en ocasiones cuentan con muy poca o nula experiencia, sin título profesional, se ha visto que hay obras que son controladas por profesionistas de otras disciplinas, pensando que cualquiera puede supervisar y controlar una obra de construcción.

En el estudio de este curso, su objetivo fundamental consiste en conocer como mínimo las etapas o procesos que se deben de llevar a cabo, para que las obras de construcción cumplan con los objetivos planteados en la planeación de los proyectos, asimismo, se darán conceptos clave de aquellas actividades fundamentales que se necesitan vigilar muy específicamente, para que el profesional que intervenga en la supervisión y ejecución de la obra, conozca desde su inicio el desarrollo de todas las etapas que intervienen en la gestación de un proyecto.

1. Etapas del proceso administrativo

- 1.1. Haciendo una muy breve introducción, se ha considerado a Henry Fayol como el iniciador de la Administración Científica, estableciendo las bases del proceso administrativo, algunos pensarían que la administración no tendría injerencia en las obras de Ingeniería Civil, actualmente se ha demostrado que no sólo se utiliza en las áreas administrativas de una organización, sino que es aplicable en cualquier área y muy especialmente en "proyectos", iniciándose desde su concepción hasta su operación y mantenimiento.

A continuación se hará un análisis de cada una de las etapas que conforma el proceso administrativo.

Etapla 1.- Prever (previsión).- ¿Qué se puede hacer? Esta es una actividad que se refiere al hecho de anticiparse a alguna posible situación esperada, responde a la pregunta: que pasaría si...? en general es ¡anticiparse a los hechos!.

Etapla 2.- Planear (planeación).- ¿Qué se va hacer? Es el hecho de realizar hoy una serie de consideraciones, para que lo deseado se presente en el futuro.

En esta importante etapa se determina el camino a seguir (estrategia) para la obtención del objetivo determinado (o más de uno), fijándose además los principios que orientan a la estrategia, los cuales son:

- a) Establecimiento de planes.
- b) Fijación de políticas.
- c) Determinación del programa.
- d) Especificación de procedimientos.
- e) Cálculo de pronósticos y proyecciones.
- f) Elaboración de presupuestos.

Etapla 3.- Organizar (organización).- ¿Cómo se va a hacer? Consiste en la determinación de las áreas funcionales o áreas de responsabilidad en donde se asignarán ciertas tareas específicas. Se formarán las estructuras organizacionales, se definirán puestos, líneas de mando, jerarquías, tramo de control.

Es indudable que la efectividad del control de los riesgos de un proyecto, depende fundamentalmente de la calidad de la organización, todas las deficiencias que redundan en pérdida de productividad, y la mayoría de las pérdidas evitables, tienen su origen en una mala administración del proyecto.

Es muy importante la rapidez y oportunidad para resolver los problemas y adoptar las decisiones convenientes, evitando que las situaciones que indican daños o pérdidas incipientes crezcan y degeneren en serios conflictos por falta de decisiones.

Etapla 4.- Integrar (integración).- ¿Quién lo va a hacer? Una vez definidos los puestos y descrito el organigrama, será necesario incorporar a los recursos humanos a sus puestos para que se ejecute la actividad correspondiente.

La integración conlleva varios pasos: reclutamiento, selección, contratación, inducción, capacitación o adiestramiento y colocación de la persona en su puesto.

Los proyectos varían bastante en complejidad, aunque todos tienen un elemento común, deben integrarse. La integración se puede indicar como una de las responsabilidades más importantes de un gerente de proyectos, es asegurar que una actividad o sistema particular se ensamble de tal manera que los subsistemas, componentes, partes y unidades del proyecto, se integren como un todo y que funcionen correctamente de acuerdo a un plan.

La integración presenta una serie de problemas de interpelación que el gerente debe estar preparado a resolver interviniendo en mucho el aspecto del comportamiento humano, comunicación, motivación, autoridad, pertenencia, liderazgo, responsabilidad, conflicto, en adición, las interrelaciones de organización (administrativas) y de sistemas.

Etapas 5.- Dirigir (dirección).- ¡Ver que se haga! Esta es una fase plenamente dinámica y no tiene ningún término, en esta fase se lleva continuamente la operación, supervisión y vigilancia.

Etapas 6.- Control (control).- ¡Vigilar que se haga! Para cerrar el ciclo del Proceso Administrativo es necesario establecer una constante actividad de evaluación y control que permita corregir desviaciones entre lo que debería ser y lo que es, conocer lo esperado contra lo real, establecer estándares. Control significa algo más que simple supervisión.

1.2. Riesgo e incertidumbre del proyecto.

Todo proyecto representa un riesgo en cuanto a su inversión y realización.

Se define el "riesgo" como la posibilidad de presencia de un acontecimiento futuro, normalmente infortuito, como lo es el riesgo de que se presente un alza en los materiales, un nuevo salario mínimo laboral, una imposibilidad de obtención de materia prima, una devaluación, un accidente, la muerte, etc.

Desde el punto de vista financiero el riesgo de una inversión es la no recuperación del capital invertido o de no obtener la ganancia esperada.

Otro aspecto de riesgo será el no llegar a satisfacer las necesidades que se pretendieron cubrir al tomar la decisión de emprender el proyecto.

La incertidumbre está también relacionada con lo mismo, es decir, no se tiene la certeza al 100% de que lo necesario para desarrollar el proyecto se tenga en la cantidad y calidad requerida en un futuro.

Sin embargo no se puede detener el avance de un proyecto por ese factor de incertidumbre y riesgo, y es necesario enfrentarse a este factor previendo lo mejor posible las necesidades de recursos y de efectivo para hacerle frente a las situaciones inciertas del futuro.

Justamente la previsión, organización, dirección y control, permitirán reducir considerablemente la incertidumbre, aún cuando no se pueda eliminar.

Por otra parte la presencia de conflictos es algo que seguramente va a pasar, pero se debe afrontar.

Algunas medidas de prevención de riesgos futuros, no tanto para eliminarlos, pero sí para prevenirlos o actuar en su corrección, pudieran ser:

- a) Compras de seguros. (accidentes, incendios, robo, vida, gastos médicos, etc.).
- b) Instalación de equipos contra incendios.
- c) Marcaje de áreas de seguridad.
- d) Dotación de equipo de protección. (mascarilla, guantes, botas, etc.).
- e) Adiestramiento en equipos. (operación).
- f) Capacitación.
- g) Mantener un nivel adecuado de materias primas.
- h) Suministro de infraestructura.
- i) Mantener una constante supervisión y control. (en muchas ocasiones los proyectos fallan porque el contenido técnico del programa no se controla a tiempo o con el rigor necesario).

En relación a la inversión financiera de un proyecto se sabe que esta se recuperará si los efectos del proyecto arrojan utilidades netas en cantidad suficiente para que se reintegren cantidades económicas a los inversionistas del proyecto, pero no se tendrá la medición exacta de la utilidad sino hasta que el proyecto entre en operación, lo único que puede realizarse anteriormente son una serie de estimaciones basadas en información que se considere confiable.

Una de estas herramientas de mayor utilidad para apoyar la toma de decisiones respecto de decidir si se da, o no, la decisión de llevar adelante un proyecto, es la información generada después de evaluar la factibilidad y viabilidad de teórica del proyecto, en donde por ejemplo, los indicadores financieros del VPN o la TIR serán relevantes para la decisión.

Establecer sistemas de información en los proyectos es totalmente elemental, los sistemas deberán estar planeados de tal manera que proporcione información confiable, completa y oportuna, a los diferentes niveles responsables de un proyecto, desde los niveles de dirección hasta los niveles de operación.

Como todo sistema de información, deberán establecerse las fuentes de datos, su captura, la creación de bases de datos y su explotación, a fin de generar la información de apoyo que permita a los ejecutivos del proyecto, tomar mejores decisiones.

El establecimiento de los sistemas de información, aún cuando son particulares a cada requerimiento específico de la organización, pueden generalizarse a efecto de proyectos toda vez que estos tienen un ciclo de vida claramente definido y lo que cambia son las condiciones particulares de cada caso, por lo que los "sistemas de información" pueden establecerse una vez para un proyecto y luego adecuarse para otros proyectos.

Los sistemas de información también tienen un ciclo de vida destacándose claramente cuatro grandes fases para su desarrollo: planeación (análisis), diseño, construcción e implementación, (operación y mantenimiento), una vez liberado, se entrará a la fase de operación, llegando a un tiempo de terminación o "cese" donde el sistema debe remplazarse en caso necesario.

Los sistemas de información podrán establecerse para obtener una gran cantidad de información sobre el proyecto; información de avance, reportes por excepción, flujos de caja, diferencias entre planes y realidades, depreciación de equipo, amortización de créditos, etc.

Los sistemas de información coadyuvan a la toma de decisiones, en adición a que éstas dependen en mucho de la experiencia y visión del analista.

Los tres niveles a los que deberá estar orientada la información dependerá del grado de magnitud de estas decisiones, las cuales pueden establecerse de una manera general en:

- ❖ Decisiones "estratégicas" de gran impacto, tomadas a niveles superiores.
- ❖ Decisiones "tácticas" subordinadas a las decisiones estratégicas.
- ❖ Decisiones "operativas" de menor repercusión global.

1.3. Ciclo de vida del proyecto.

Etapas del proyecto.

- a) En la etapa de planeación se desarrolla:
 - Valoración de necesidades, (análisis).
 - Estudios preliminares.
 - Alcance del proyecto.
 - Diseño esquemático de la idea.
- b) En la etapa de diseño se desarrolla:
 - Desarrollo del diseño.
 - Documentos contractuales.
 - Selección del equipo de construcción.

- c) En la etapa de construcción se desarrolla:
 - Planear la construcción.
 - Ejecución.
 - Listo para iniciar (arranque y puesta en servicio).

- d) En la etapa de operación se desarrolla:
 - Mantenimiento y operación.
 - Administración.
 - Implementación de mejoras y/o reemplazo o sustitución.

Quienes participan en cada etapa.

- 1) En la planeación.- Diseño, propietario o cliente
- 2) En el diseño.- Ingenieros y/o Arquitectos.
- 3) En la construcción.- Equipos de construcción.
- 4) En la operación.- Dueño, propietario o cliente y usuarios.

2. Planeación del proyecto

2.1. Planes, políticas, programas, procedimientos y proyecciones

La planeación implica: determinar objetivos, seleccionar alternativas, analizar y decidir estrategias, fijar prioridades, estructurar programas, y elaborar presupuestos.

Su propósito elemental es la toma de decisiones hoy, en función de sus consecuencias futuras, en otras palabras; que debe hacerse hoy para que las cosas que se desean ocurran en el futuro. La planeación debe ser poco a poco incrementada y ser cada vez más precisa. La planeación inicial se debe concentrar en la construcción de bases de planeación viables para cada subsistema principal; los detalles se añadirán luego en la fase de la programación del proyecto.

En la dirección de un proyecto, y en general de cualquier actividad administrativa, se presentan las 6 P's siguientes:

- Planes.
- Políticas.
- Programas.
- Procedimientos.
- Pronósticos y/o Proyecciones.
- Presupuestos.

Planes:

Son instrumentos específicos de la planeación y significan la transformación de un pensamiento de ideas más precisas para la realización de un suceso futuro, pueden referirse por ejemplo a un intento, un proyecto, una estructura o cualquier otra cosa que pueda en principio realizarse o llevarse a cabo.

La planeación más relevante para el caso de proyectos, es la planeación estratégica.

Políticas:

Las políticas son normas generales que restringen la acción y son por lo tanto lineamientos que condicionan el comportamiento. Las políticas pueden ser generales o particulares. Las generales sirven de guía a todos los integrantes de una entidad, y las particulares se establecen para una función específica o para un área en particular.

Programas:

Los programas son planes que agrupan diversas actividades que han de ejecutarse para obtener un fin concreto, se caracterizan por determinar el factor "tiempo" en la realización de las actividades.

En la estructura de un programa se describen:

- Objetivos, políticas, procedimientos y presupuestos.
- Actividades a desarrollar.
- Tiempos esperados para cada actividad.
- Costos de las actividades y del programa total.
- Recursos humanos, materiales, técnicos y financieros necesarios.
- Personas o entidades responsables del programa.

Procedimientos:

Corresponde a los métodos a seguir para la realización de alguna cosa y comprende un conjunto de personas en donde se realizarán ciertas actividades, y al realizarse todas las actividades en el orden previsto se obtendrá lo perseguido.

Pronósticos y/o proyecciones:

Tanto los pronósticos como las proyecciones son estimaciones futuras de un hecho, sin embargo las proyecciones usualmente se calculan en base a alguna tendencia histórica aplicando algún método científico.

En cambio el pronóstico, que también es una estimación futura, está basado en ciertas observaciones que permitan suponer lo que probablemente suceda en un futuro,

generalmente a muy corto plazo. En este caso, puede que un suceso sea factible de presentarse, como el caso sencillo de lluvia, o bien, la probabilidad de aceptación de un proyecto dadas ciertas situaciones que arrojen una probabilidad de ocurrencia, según hechos que estén de alguna manera relacionados; situación política, directrices dadas por el gobierno, situaciones económicas nacionales o mundiales.

Los presupuestos son estimaciones futuras en donde existe un agregado, generalmente monetario, con un desglose más pequeño del tiempo, por ejemplo mensual, realizándose presupuestos anuales desglosados por meses, que pueden ser de ingresos o de egresos; el caso de ingreso puede ser el caso de ingresos por ventas, basado a su vez en un pronóstico de unidades, afectando a este pronóstico con el factor "precio unitario de venta", o bien, en el caso de egresos, como el presupuesto de costos o de gastos.

Con frecuencia se observa en los proyectos de considerable magnitud que en sus etapas iniciales parece ir de acuerdo con la planeación establecida, los problemas y las dificultades se presentan en etapas avanzadas cuando ya es difícil tomar acciones correctivas.

Por lo regular se ha adaptado por facilidad el control del proyecto, y hacer visible los problemas desde su origen, el cual se basa en dividir lo complejo en elementos relativamente simples, susceptibles de administrarse o controlarse individualmente.

La llamada "estructura de división del trabajo" E.D.T., se obtiene dividiendo los alcances (objetivos) del proyecto en sus áreas o sistemas más significativos.

En una segunda etapa de divisiones, cada sistema o área se desglosa en sus partes constitutivas de mayor significación.

En cada etapa de división el alcance de cada elemento debe ser igual a la suma de los alcances de los elementos subordinados, de tal manera que ninguna parte o tarea (actividad) del proyecto quede fuera.

El desglose del proyecto se llega a un nivel, que los elementos resultantes, sin ser demasiado pequeños, puedan controlarse con facilidad el costo, tiempo y calidad.

La estructura de división del trabajo contrasta con la práctica común de dividir una obra compleja directamente en conceptos de trabajo, usados como base en la contratación de la obra a base de precios unitarios. Esta práctica conduce en la mayoría de los casos, a cometer omisiones graves, y no proporciona una base para el control de avances y costos.

La planeación y el control de los recursos; mano de obra, materiales y equipo es un subproducto de la estructura de división del trabajo, mientras que la práctica de dividir la obra en conceptos, sin niveles de división intermedios, no permite establecer calendarios de utilización de recursos y, puede conducir a situaciones de insuficiencia de recursos críticos o de desperdicio de los mismos, con serias repercusiones económicas.

Consecuentemente la estructura de división del trabajo se presta de manera natural el establecer un sistema de información escalonado a diferentes grados de detalle, propios para los diferentes niveles de organización, esto permite el control por excepción, permitiendo profundizar en el análisis de situaciones que se apartan de lo planeado en forma inconveniente.

2.2. Planeación estratégica.

La planeación estratégica es un aspecto relevante de la fase de planeación, es decir, no sólo planear por planear, sino planear con un sentido, una visión, una dirección; eso es "planeación estratégica".

La administración de proyectos es una herramienta para ejecutar la estrategia organizacional total.

Los programas y proyectos son uno de los elementos de las estrategias corporativas y son en mucho los vehículos a través de los cuales se implementan las estrategias.

Se consideran seis elementos básicos en la planeación estratégicas:

- a) **Identificación del problema** (si es que lo hay) y tratar de pensar en la posible solución del mismo, analizando las posibles alternativas, es decir, identificar las oportunidades que existen para resolverlos.

Una herramienta aconsejable en este punto es el realizar un diagnóstico denominado "SOFA- Análisis" o Análisis de Fuerzas y Debilidades. La palabra SOFA se derivó de las iniciales de los siguientes cuatro aspectos: Satisfactores, Oportunidades, Fallas y Amenazas.

Aún cuando esta herramienta es mayormente recomendable para la realización de planes estratégicos que conduzcan a analizar la organización de una empresa o parte de ella, es totalmente aplicable al caso de proyectos, en su parte de planeación, porque deberá realizarse un autoanálisis y ver si se tienen puntos favorables para desarrollar un proyecto (como fue el caso de factibilidad técnica) o por lo contrario, fallas que provoquen que no se realice.

Al detectar puntos satisfactorios es necesario compararlos con la competencia o con el mercado, deberán aprovecharse y mejorarse para que se conviertan en oportunidades, por el contrario, si el análisis detecta que existen fallas, éstas deberán superarse y eliminarse, sino se convertirán en amenazas para el proyecto.

- b) **Fijación de metas y/o objetivos:** La fijación de los objetivos a lograr es una tarea fundamental y es necesario determinarlos con la mayor claridad posible porque de esto depende el camino que se elija. Los objetivos deben expresarse de tal manera que sean cuantificables, en el sentido de

saber, si al tiempo, se logró el objetivo, o no. El objetivo es un hecho dicotómico por lo que se tienen sólo dos posibilidades: se cumplió, o no se cumplió, el hecho de decir por ejemplo que un objetivo se logró en un 80% es estrictamente un error, en tal caso debe cambiarse la definición del objetivo.

En materia de proyectos, puede decirse que existen claramente tres objetivos principales:

- Calidad. (realizarlo con calidad).
- Costo. (realizarlo al menor costo posible).
- Tiempo. Realizarlo conforme a lo programado).

El conflicto es inherente en todos los proyectos, la calidad cuesta dinero y requiere tiempo, interrumpir una programación cuesta dinero.

- c) **Analizar cada una de las “estrategias”** a seguir para llegar al objetivo, determinándose la estrategia, de una manera bastante general, como el camino a seguir, o la serie de pasos a dar, para conseguir el objetivo buscado.

En este punto es conveniente señalar que al realizar el “plan estratégico” es conveniente que participe en él, el mayor número de personas posibles (los relacionados con el proyecto), toda vez que el personal puede aportar sus ideas, las cuales en muchos casos son importantes, dadas las vivencias y experiencias personales que pueden aportar (caso de los círculos de calidad por ejemplo). Recuérdese que los planes de la gerencia viven mediante las acciones de la gente.

Por otra parte, cabe destacar la importancia que tiene dentro del enfoque de la planeación estratégica, el desarrollar un verdadero “liderazgo” para llevar adelante las actividades que se fijan en la estrategia que se elija.

Es conveniente recordar también que las empresas, y los proyectos que se desarrollen dentro de ellas, viven dentro de dos contextos, el interno y el externo, y por lo tanto estos dependen de aquellos y lo que sucede dentro o fuera de la empresa los afecta, por lo que es importante estar alerta sobre los cambios del medio externo (contexto) tanto como los del medio interno.

La planeación estratégica de un proyecto en particular debe tener coincidencia con la planeación estratégica global de la organización, no puede ser independiente.

- d) **La elección** de la estrategia o la mejor solución considerada, según las alternativas viables analizadas. Es conveniente que en este punto de decisión se evalúe el “costo/beneficio” de cada una de las alternativas, así como las consideraciones de riesgos inherentes.

Un concepto importante a considerar dentro de la estrategia que se decida, es el establecer un sistema de información sobre el proyecto que proporcione información constante sobre las diferentes etapas y sucesos del desarrollo del proyecto a fin de apoyar la adecuada toma de decisiones.

- e) **Asignación de recursos.** Asignación de fondos, de fuerza de trabajo, de bienes materiales y tecnológicos, etc., a la estrategia seleccionada a fin de contar con los recursos necesarios para las tareas a desarrollar.
- f) **Procedimientos de control.** Los cuales tienen como propósito corregir o anticiparse a desviaciones entre los planes y lo que se este haciendo; así mismo, en el aspecto de "tiempo", cuidar que el proyecto se desarrolle de acuerdo con el plazo establecido, para lo cual los gráficos de redes (ruta crítica y diagrama de GANTT) constituirán una importante herramienta de "control de proyectos".

3. Programación del proyecto

3.1. Programación de la obra

Esta es otra de las actividades importantísimas del desarrollo de un proyecto, pues es en ésta que, a partir de la planeación del proyecto, se llevará en detalle el programa de obra del proyecto, (en su caso), o en general, el seguimiento a detalle del plan de obra.

Es claro que el programa de obra se refiere a una calendarización de las diferentes actividades que se deben desarrollar para llevar a cabo la implementación del proyecto donde se indicarán los recursos necesarios y el tiempo estimado de cada actividad.

Tiene por objeto el conocer de manera preliminar, los tiempos requeridos para la ejecución de todas y cada una de las actividades durante el proceso constructivo de una obra.

Por ser muy difícil la programación de conjunto de todo el proceso del proyecto, es conveniente dividir este proceso en subprocesos y optimizar estos por separado.

Para poder desarrollar el programa preliminar, se debe de tener un conocimiento pleno del proyecto, de los volúmenes de obra y los recursos, tanto de la empresa como del lugar donde se llevará a cabo la obra.

Programar es determinar el tiempo que se consumirá un trabajo que debe ejecutarse en una obra, el tiempo es siempre una de las variables que se expresan en las gráficas de control, conocidas como programas.

En muchas ocasiones la programación de las obras se dejan a personal no calificado o sin experiencia, por lo que un programador requiere de las siguientes características entre otras:

- a) Sentido común para desarrollar su actividad.
- b) Ingenio para idear soluciones y saber como y donde buscar la información.
- c) Tener disciplina de trabajo.
- d) Ser optimista, cordial, activo y perseverante en la resolución de problemas.
- e) Conocimientos académicos en su especialidad.
- f) Experiencia práctica.
- g) Capacidad para aplicar o adoptar los conocimientos teóricos y la experiencia práctica de ejecución al problema en estudio.

La programación es una función de equipo, podríamos decir también "programación integrada", es decir, participación de distintos profesionales de ingeniería, por lo que se requiere la implantación de reglas de administración positivas.

Muchos de los problemas que resuelve la ingeniería civil, se solucionan por medio de aproximaciones sucesivas, primero se asignan recursos y se obtiene la duración normal, si la duración no es satisfactoria se hará otro cálculo hasta obtener la duración deseada.

El programador debe estar consciente de que para realizar una buena programación es necesario, tener perfectamente definida la meta, el objetivo a seguir, pues sólo hasta después de que esta sea establecida, se podrá investigar como lograrla, así como establecer un método de ejecución de trabajo.

Un método significa un orden de ejecución de los trabajos para la obtención de un fin, los pasos sucesivos del método para programar un plan de construcción pudieran ser:

- a) Conocer el problema y entenderlo perfectamente.
- b) Establecimiento de los objetivos.
- c) Bosquejar el plan de acción.
- d) Formular la lista de actividades del plan de acción.
- e) Determinación de la secuencia de cada actividad.
- f) Asignación de los recursos para cada actividad.
- g) Seleccionar y aplicar la técnica de optimización elegida, y hacer los ajustes necesarios al plan.
- h) Elaboración y asignación de los documentos de control, para el proceso constructivo de la obra.

Tipos de programas de obra

Para poder obtener el presupuesto total de un proyecto de obra civil, es necesario definir con mucho detalle y conocimiento los programas de obra, ya que estos, establecen con exactitud los tiempos y las cantidades que se requieren antes, durante y después del proceso constructivo, por lo tanto, se podrán establecer los siguientes programas:

- A) Programa general de obra.
- B) Programa de producción
Tiene la finalidad de optimizar la producción con el empleo adecuado y eficiente de los recursos con que se contará en la obra.
- C) Programa de mano de obra.
- D) Programa de maquinaria y equipo.
- E) Programa de materiales.
- F) Programa financiero.
- G) Programa de suministros, (proveedores).

Programa de mano de obra

Al respecto es necesario conocer su distribución con respecto al tiempo, es importante tener una adecuada clasificación del personal, esto es, el número de trabajadores calificados y conocer los periodos de tiempo durante los cuales se necesitarán, esto con el objetivo de no ocasionar atrasos al programa , y sobre todo en las actividades críticas.

Por otro lado, son importantes las secuencias constructivas con respecto al tiempo y evitar tener más obreros de los necesarios y en los periodos requeridos, ya que la falta de control repercute directamente en el costo.

Para la elaboración del programa de mano de obra, se puede establecer en forma general que la duración de cada una de las actividades se determina, evaluando el rendimiento y el número de cuadrillas con respecto al volumen de obra.

El catálogo de conceptos expresa las actividades a desarrollar y el volumen de obra.

Las matrices de precios unitarios expresan el rendimiento, la integración de la cuadrilla y los insumos a consumir.

No es posible cumplir con un programa de producción sino se precisa que cantidad y especialidad de recursos humanos deben operar para cada uno de los periodos establecidos, por lo tanto podremos establecer la siguiente ecuación:

$$T = \frac{\text{Volumen de obra}}{\text{Rendimiento}}$$

Donde: T = Tiempo o duración de la actividad

$$\text{No. De cuadrillas} = \frac{\text{Volumen de obra}}{\text{Rendimiento}}$$

Programa de Maquinaria y Equipo

La programación del equipo y maquinaria que intervendrá en la obra, está en función de los conceptos de trabajo, del tiempo para su ejecución, de los volúmenes y rendimientos de trabajo.

Conociendo estos datos se podrá calcular el número de unidades de cada tipo de maquinaria y equipo que se necesitará y el tiempo de empleo de cada una de ellas.

La maquinaria es un recurso sumamente importante en la ejecución de toda obra, especialmente en la de tipo pesada e industrial, los cargos por renta y operación son muy altos, dado que la mayor parte de la realización de la obra depende de ésta.

El programa de utilización de maquinaria y equipo es muy importante por el costo y retraso que puede generar en la obra la falta del mismo, y el tenerlos ociosos, genera pérdidas económicas al constructor, mermando directamente en sus utilidades.

Programa de Materiales

Es necesario que antes de comenzar la construcción de una obra, se deberá de programar los recursos materiales (suministro) y la cantidad correspondiente por periodo o etapas, este programa se hará con detenimiento ya que la entrega inoportuna genera un retraso y pérdidas económicas de la misma.

Uno de los cargos directos que más peso tienen en la ejecución de la obra es el material, ya que en los presupuestos de obra civil y edificación incide aproximadamente un 60% a 70% del costo directo, por lo que una compra mal planeada puede generar:

- 1^{ro} Si se hace prematuramente se tendrá:
 - Sobrecostos por almacenaje.
 - Problemas de liquidez.
 - Sobrecosto financiero,

- 2^{do}. Si no se hace oportunamente se tendrá:
 - Retraso en la obra.
 - Sobrecostos por tiempos muertos.
 - Pérdida de la oportunidad de escalar los precios unitarios por demora.
 - Sanciones administrativa.

Programa financiero

Este programa deberá llevarse en forma conjunta con el programa de: "Mano de Obra", "Materiales" y "Maquinaria y Equipo", ya que en base a la demanda de recursos, será la demanda de dinero y el no tener liquidez ocasiona la suspensión parcial o total de los trabajos de la obra, repercutiendo directamente en el programa general.

La elaboración de este programa deberá ser lo más real posible, ya que la empresa constructora podrá determinar en que momento (tiempo) será necesario financiar la obra y poder solicitarlo con anticipación a su utilización, ya que la falta de recursos económicos podría ocasionar problemas muy serios.

3.2. Ruta Crítica

La ruta crítica es un método eficaz en la planeación y administración de todo tipo de proyectos, es un instrumento administrativo que se basa en un procedimiento sencillo y lógico, es un sistema gráfico de análisis de razonamiento.

Es en esencia la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas las componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de esta red, para la completa determinación del mejor programa de operación. Es un método que se adapta eficientemente a la industria de la construcción, dado que brinda un enfoque útil y preciso, que las gráficas de barras convencionales, anteriormente empleadas como bases de las planeaciones y control de la construcción, permite la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo. Una vez que el mejor plan ha sido elaborado en esta forma, el diagrama indica claramente las operaciones que controlan la ejecución fluida de los trabajos.

Finalmente, durante la construcción, el diagrama provee al gerente del proyecto de una información precisa de los efectos de cada variación o retraso en el plan concebido, permitiéndole así identificar las operaciones que requieran cambios.

La ruta crítica es un ordenador de actividades en una secuencia lógica y correcta, fechas de ejecución, tiempos de duración, asignación de insumos (mano de obra, materiales, maquinaria y equipo), y sistemas para verificar y controlar los avances, éste se representa en forma de diagrama llamado "redes", o también se le conoce como Método de la Ruta Crítica (CPM), el cual permite:

- a) Conocer rápidamente las tareas que son críticas, para el logro de los objetivos generales del proyecto.
- b) Mostrar el grado de flexibilidad en los tiempos de las actividades no críticas.

- c) Evaluar fácilmente los cambios necesarios para el plan de acción y/o control.

Las ventajas que tiene la aplicación del análisis de diagramas de redes en un proyecto son:

- 1) En proyectos que tienen actividades con momentos precisos de inicio y terminación.
- 2) Cuando deben llevarse a cabo un gran número de actividades o tareas interrelacionadas, cualquiera de las cuales pueden ocurrir simultáneamente.
- 3) Permite evaluar los objetivos de los proyectos en términos de tiempo y costo desde la etapa de planeación.
- 4) Permite controlar los proyectos en tal forma que, tan pronto como el comportamiento real sea diferente del plan original, pueden tomarse las medidas necesarias.
- 5) Proporciona un medio de comunicación objetivo, entre los diversos departamentos y compañías involucradas en un proyecto, y entre los gerentes y los que lo implantan.
- 6) Marca una disciplina de pensamiento, que debe aplicarse antes del inicio del proyecto, en tal forma que puedan evaluarse todas las acciones desde el principio.
- 7) Auxilia a la implantación explícita de métodos de trabajo, con lo cual se establece una disciplina en la organización.
- 8) Ayuda a definir claramente la responsabilidad de las partes que intervienen.
- 9) Permite simular y evaluar métodos alternativos para completar el proyecto, enfatizando las tareas que son críticas para lograrlo.
- 10) Hace que la recopilación de datos y estadísticas, constituya una función formal en la organización.

Los dos elementos básicos de la red, son las actividades y los eventos, y las características más importantes es la definición de las relaciones lógicas.

“Actividad” Comprende todas las acciones necesarias para llevar a cabo una tarea específica, la serie de acciones necesarias para completar un proyecto, puede especificarse como un conjunto de actividades separadas.

“Evento” Tiene lugar en un punto preciso en el tiempo y está asociada a una actividad, para mostrar un logro definible en la terminación del proyecto, por ejemplo, el inicio y terminación de una actividad, o el momento de tiempo en que se completa una proporción de una actividad.

La definición de las interrelaciones lógicas entre actividades, y su representación en los diagramas de red, permiten la identificación de actividades que son críticas para lograr los objetivos y permiten un rápido análisis, del efecto de las demoras en ciertas actividades y las de restricciones en los recursos asignados, existen dos tipos de relaciones lógicas siendo estas:

“Estricta” Es una restricción impuesta por la secuencia natural de los eventos y que es imposible cambiar o modificar.

“Libre” Por lo regular auto impuesta, representa la práctica normal dentro del proyecto.

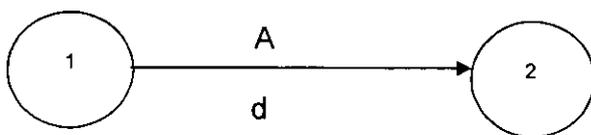
Después de definir las actividades, eventos y relaciones lógicas, se procede a determinar las relaciones de los eventos con el tiempo, es decir, definir el tiempo que cada actividad requiere, el tiempo estimado depende de mucho de la asignación de los recursos supuestos, es importante decidir sobre la unidad de tiempo a utilizar, de acuerdo a la duración del proyecto, con objeto de que cada actividad tenga duración de cuando menos la unidad.

El siguiente paso en el análisis de la red, es la asignación de los recursos a una actividad, que determina en alto grado su duración de acuerdo a la disponibilidad de mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y dinero, debiéndose intentar la nivelación de los recursos para la ejecución del proyecto.

Modelo de representación esquemático de la red.

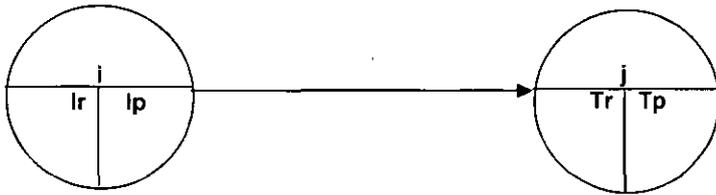
Es un diagrama de un proyecto determinado, que muestra una secuencia entre eventos y actividades para llegar a la meta fijada.

Su presentación esta dada por círculos llamados eventos, y entre estos se enlazan con flechas que indican las actividades a desarrollar, esto se grafica de la siguiente forma.



Donde: A; es la actividad a desarrollar.
d; es la duración, indicada en horas, días, semanas o meses.
1 y 2; son los eventos.

Asimismo se puede controlar cada una de las actividades con la siguiente nomenclatura.



Donde: $i < j$: número de evento
 lr = Inicio de la actividad más remota
 lp = Inicio de la actividad más próxima.
 Tr = Terminación de la actividad más remota.
 Tp = Terminación de la actividad más próxima.

Existen dos tipos de holguras:

- 1) Holgura total (H_t), es el tiempo en que puede retrasarse la iniciación de una actividad sin que ocasione que el proyecto dure más tiempo.
- 2) Holgura libre (H_l), es el tiempo en que puede retrasarse el inicio de una actividad sin interferir con las actividades que le preceden.

Estas se pueden calcular con las siguientes relaciones.

$$H_t = Tr - Tp = lr - lp$$

$$H_l = Tp - lp - d$$

Donde: $H_t \geq H_l$

Proceso para calcular la Ruta Crítica.

- 1) Desglosar cada una de las actividades u operaciones que contiene el proyecto.
- 2) Enumerar todas las actividades.
- 3) Estimación del tiempo de cada actividad.
- 4) Estimación del costo de cada actividad.
- 5) Estimación de los recursos de cada actividad.

Para determinar con bastante precisión cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, el analista deberá plantearse las siguientes preguntas.

- A) ¿Qué actividad o actividades preceden a esta actividad?.
- B) ¿Qué actividad o actividades se pueden ejecutar simultáneamente con esta actividad?.
- C) ¿Qué actividad o actividades inmediatas le deben seguir a esta actividad?.

Una vez conociendo todos estos datos se procede a realizar el diagrama de red.

3.3. Diagramas de GANTT

El diagrama de Gantt es llamado también diagrama de barras. En él, queda representado en el eje de las abscisas el tiempo de duración y las fechas de realización de cada una de las actividades de trabajo, y en el eje de las ordenadas, las diferentes actividades de trabajo. También se muestran los tiempos de holgura libre, los cuales son intervalos de tiempo en los cuales alguna(s) actividad(es) puede(n) extenderse sin que afecten los tiempos de inicio consecutivos de otra(s).

Sus ventajas son:

- A) Permiten una representación visual de la escala de tiempo involucrada.
- B) Identificación rápida de una actividad en particular.
- C) Reconocimiento rápido de los tiempos relativos a cada actividad.

El diagrama de Gantt también nos puede indicar la ruta crítica con los tiempos de inicio y terminación más remotos próximos, y las holguras total y libre.

Actividad	Nodo	Duración	Ip	Tp	Ir	Tr	Ht	HI
M	0 – 2	5	0	5	0	5	0	0
N	2 – 4	7	5	12	5	12	0	0
P	2 – 6	6	5	11	14	20	9	9
T	4 – 6	8	12	20	12	20	0	0
R	4 – 8	9	12	21	21	30	9	9
V	6 – 8	10	20	30	20	30	0	0
W	8 – 10	7	30	37	30	37	0	0

4. Presupuestación del proyecto

La presupuestación, consiste en la cuantificación de los egresos necesarios para hacerle frente a las necesidades del proyecto, tanto en materia de consumo de bienes materiales como para el pago de insumo necesarios para desarrollar el proyecto, tales como: mano de obra, energéticos, seguros, derechos, impuestos, etc.

Puntos de análisis:

- 1) Evaluación y análisis del proyecto.
- 2) Planeación y programación.
- 3) Diseño de proyectos.
- 4) Desarrollo y construcción.
- 5) Control de calidad.

Evaluación de análisis del proyecto

- 1) Consideraciones generales.
- 2) Proceso de preparación y evaluación de proyectos.
- 3) Estimación de los costos.
- 4) Costo del ciclo de vida.
- 5) Evaluación económica.

Estimación de los costos

- 1) Estimación durante la planeación.
- 2) Estimación preliminar de Ingeniería.
- 3) Estimación detallada de Ingeniería.
- 4) Estimación en la fase de construcción.

Costo del ciclo de vida

- 1) Costo del ciclo de vida en el diseño.
- 2) Costo del ciclo de vida en construcción.
- 3) Costo del ciclo de vida en mantenimiento, operación y reposición.

Evaluación económica

- 1) Valor del dinero a través del tiempo.
- 2) Índice de rentabilidad.
- 3) Tasa interna de retorno.
- 4) Costo – beneficio.

Sistemas de control de costos

1. Proporcionar una base para medir y conocer los objetivos o metas del proyecto.
2. Conocimiento del costo y esclarecimiento de responsabilidades.
3. Prevenir costos sorpresa.
4. Temprana identificación de problemas.
5. Asegurar la comunicación entre todas las partes a través de los reportes de costos.
6. Control de los elementos que tienen mayor impacto en el costo final.
7. Análisis del actual contra el plan.
8. Manejo y control de los cambios.
9. Pronóstico (que falta por hacer).
10. Los reportes de costos comparan los costos actuales contra el presupuesto inicial del proyecto.
11. Los reportes de costos comparan los costos actuales contra el presupuesto inicial del proyecto.
12. El reportar costos actuales es una función de contabilidad.
13. El control de costos es determinar puntos de problemas potenciales y realizar / proponer acciones que los eviten o mitiguen.

5. Control del Proyecto**Control**

- Establecer lo que se piensa realizar.
- Documentar lo que se esta ejecutando.
- Establecimiento de medidas correctivas en función de los estándares establecidos.
- Controlar posibles cambios durante el proceso constructivo.
- Solución de problemas que se presentan.
- Conocimiento de las normas y especificaciones.

Proyecto Conocimiento completo de la obra.

Se debe de entender por obra desde la planeación hasta la entrega física y administrativa de la misma, por lo que es importante conocer los aspectos: "legales", "constructivos" y "administrativos".

5.1. Aspectos Legales

El conocimiento de este en una obra queda establecido por el contrato de la misma, y por el estudio de las leyes y reglamentos que en el contrato se enuncien.

Tipos de Reglamento de Obra:

- Federal
- Estatal
- Municipal

En nuestro país es la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas y su Reglamento, son las que marcan la normatividad de los contratos, es de importancia remarcar su dominio, ya que en estas se encuentran establecidos los procedimientos para solucionar los problemas entre el cliente y contratista.

Lineamientos de Contratos de Obra:

- a) Procedimientos de contratación.
- b) Clases de contratos.
- c) Revisión de contratos.
- d) Cláusulas generales del contrato.
- e) Características de los subcontratos.

5.2. Aspectos Constructivos "Control"

- I. Visita del sitio de la obra.
- II. Estudios que se necesitan realizar para el planteamiento adecuado de los procedimientos constructivos.
- III. Planos que aporten con claridad y congruencia los datos necesarios y suficientes para construir.
- IV. Las especificaciones que habrán de observarse para la forma en que se ejecutarán todas y cada una de las actividades constructivas.
- V. La definición por escrito de los procedimientos constructivos mediante los cuales se realicen los trabajos que el proyecto exija.

- VI. Los estudios que definan (programas) los recursos necesarios tanto:
- Materiales.
 - Mano de obra.
 - Herramientas.
 - Maquinaria y equipo.
- VII. Los estudios que definan los programas de obra en donde se establecerán los tiempos programados (calculados) tanto para la obra, como para cada una de sus partes.
- VIII. Establecimiento de controles para:
- a) Asegurar el seguimiento de los procesos constructivos de la obra.
 - b) El cumplimiento de las normas y especificaciones de diseño del proyecto.
 - c) Los periodos de ejecución "programas".
 - d) Los costos presupuestados.
- IX. Lineamientos para la administración de la construcción de la obra.
- a) Método de la ruta crítica "C.P.M."
 - b) Técnica de evaluación y revisión del programa "P.E.R.T."
 - c) Diagrama de Gantt "Diagrama de Barras".
- X. Métodos de evaluación del proyecto.
- a) Planos generales del proyecto.
 - b) Especificaciones del proyecto.
- XI. Lineamientos para la evaluación y alcance de los conceptos de obra.
- a) Descripción.
 - b) Objetivo fundamental, (que hacer).
- XII. Instrumentación de control para métodos y estándares en la ejecución del proyecto.
- a) Programa y control de la mano de obra.
 - b) Programa de suministro de materiales.
 - c) Programa de equipo y maquinaria de construcción.
 - d) Programa de suministro y colocación de equipos especiales, bombas, calderas, etc.
 - e) Programa de asignación de recursos económicos de la obra, semanal, quincenal o mensual.
- XIII. Tipos de controles de la producción para el cumplimiento de: "Calidad-Costo-Tiempo".
- a) Consejo y consulta.
 - b) Inspección de la obra.
 - c) Costo del diseño (programación financiera).
 - d) Bitácora de obra.
 - e) Estimaciones de obra.
 - f) Informes y reportes de obra.

- g) Organización del equipo de trabajo.
 - h) Documentos oficiales.
 - i) Juntas y reuniones de trabajo.
- XIV. Conclusiones de la obra.
- a) Procedimientos de recepción de la obra.
 - + Pública.
 - + Privada.
 - b) Lineamientos reglamentarios
 - + Contractual (acta de entrega-recepción).
 - + Vicios ocultos.
 - + Fianzas.
 - + Responsabilidades.
 - c) Características del finiquito de la obra.
 - + Volúmenes de obra normal.
 - + Trabajos extraordinarios.
 - + Adiciones y sustracciones.
 - + Archivos de obra.
 - + Entrega de documentos de obra.
 - d) Puesta en marcha
 - + Manual de operación.
 - + Planos actualizados.
 - + Programas de conservación y mantenimiento.
 - + Normas y especificaciones actualizadas.
 - + Responsabilidad civil de los participantes.

5.3. Aspectos Administrativos

El aspecto administrativo de la obra es de gran importancia, debido a que se controlará uno de los elementos de mayor injerencia de la obra, siendo este los recursos económicos.

El conocimiento administrativo queda comprendido principalmente por:

- a) Presupuesto de la obra.
- b) Conocimiento de las condiciones, requisitos, fechas y montos de:
 - + Anticipo.
 - + Fianzas.
 - + Estimaciones de obra.
 - + Fondos de garantía.
 - + Impuestos.
 - + Pagos impositivos.
 - + Sindicatos, etc.

- c) Conocimiento de:
 - + Contrato público y/o privado.
 - + Partidas presupuestales.
 - + Ejercicios fiscales.
 - + Reglamentos fiscales.
- d) Conocimiento del programa financiero, y de las posibles fuentes de financiamiento que pudieran necesitarse.
- e) Establecimiento de controles para:
 - + Objetivos.
 - + Egresos.
 - + Ingresos.
 - + Cobros.
- f) Contar con sistemas de información oportunos que permitan la toma de decisiones para corregir desviaciones que se presenten en la obra, pudiendo ser entre otros los siguientes:
 - + Balances.
 - + Control presupuestal.
 - + Control comprometido.
 - + Control ejercido
 - + Control avance físico.

5.4. Supervisión

La supervisión es una parte integral muy importante que interviene en todo proceso constructivo, el cual permite llevar un control de los recursos que participan en la ejecución de un concepto de trabajo.

Para poder llevar una supervisión; eficiente, adecuada, con claridad y sobre todo, la prevención de acontecimientos negativos que pudieron ser corregidos a tiempo, se requiere de un control para cada una de las etapas involucradas, en las que se mantenga una vigilancia permanente y en todo caso estricta, a fin de evitar: errores, omisiones, malas interpretaciones, etc..

De todos los trabajos que se realicen en la etapa de ejecución de obra, el control está establecido por la supervisión, ya que es la parte productiva del proceso y el producto terminado que se obtenga de esta, el cual dependerá de la forma en que se llevó a cabo dicho control.

Es importante que la parte de "supervisión" tenga perfectamente bien definido y claro; el proyecto, normas, especificaciones, alcances, limitantes, tolerancias, procedimientos, etc., y sobre todo, las asignaciones presupuestales por; grupos, subgrupos (divisiones o subdivisiones), partidas o áreas que hayan sido establecidas por la dirección.

La supervisión debe conocer claramente el papel que juega dentro del proceso constructivo, cuyo objetivo implica, establecer las actividades de cada una de las partes involucradas en la obra, para esto, es de suma importancia que conozca sus responsabilidades, funciones, obligaciones y autoridad sobre la obra.

A continuación se presentan las diferentes actividades requeridas por los distintos elementos participativos en el proceso constructivo.

A) Responsabilidades y objetivos del supervisor

La responsabilidad fundamental del supervisor, es el que se cumplan los trabajos conforme a lo estipulado en los planos, programas, y presupuestos, cualquier negligencia o error de su parte, provoca fallas y defectos en el proceso constructivo.

Por otro lado sus objetivos son:

1) Vigilar.

Vigilar el cumplimiento de:

- a. El proyecto. (conocerlo completamente).
- b. Normas. (las indicadas).
- c. Especificaciones. (las indicadas)
- d. Las cláusulas del contrato.
- e. Leyes y reglamentos del lugar. (vigentes).
- f. El programa de obra.
- g. La calidad específica.

2) Revisar.

Revisar y señalar oportunamente las deficiencias del proyecto, y anticiparse a situaciones inesperadas, que puedan requerir modificaciones posteriores, es decir, analizar el proyecto contra lo indicado por las especificaciones y normas de construcción, materiales a utilizar, parámetros de calidad, etc.

Aunque la construcción de una obra lleve consigo muchas actividades, el supervisor debe estar siempre alerta y poner toda su atención en cada una de ellas.

3) Controlar.

Mantener un control "estricto" de:

- Volúmenes de obra.
- Calidad en la ejecución de los trabajos.
- Tiempo de ejecución por actividades y/o etapas, de acuerdo al programa autorizado.
- Costos por actividades que se ejecutan en la obra.

- Pruebas de laboratorios.

B) Funciones del supervisor.

Las funciones del supervisor, son todas aquellas que debe llevar a cabo de manera completa y sistemática, ya que cada una de éstas constituye un paso obligado dentro del sistema completo de supervisión de obra.

Para cada una de estas acciones o partes del sistema, existen apoyos de tipo analítico o gráfico, para facilitar su concepción a los sistemas informativos y de seguimiento que deben mantenerse durante todo el desarrollo de las obras.

Entre las funciones como parte del sistema, existe una interrelación secuencial, de tal manera que el ejercicio de cada una de ellas incluyendo sus apoyos resulta de importancia para obtener un óptimo resultado en su aplicación.

Por lo anterior, se presentan las siguientes funciones:

- Informar a su jefe inmediato sobre las modificaciones que a su juicio el juzgue conveniente, en planos, especificaciones, procedimientos, etc..
- Llevar una bitácora de obra.
- Exigir al contratista y/o subcontratista el programa de actividades a su cargo, así como tener el control del tiempo en el que se desarrollan éstas.
- Revisar previamente los materiales que se pretenden emplearse en la obra, para fines de aprobación en su caso.
- Revisar los resultados de los ensayos de las pruebas de laboratorio para autorizar o aprobar el trabajo.
- Resolver cualquier duda que surja respecto al proyecto, normas, especificaciones, procedimientos constructivos, etc..
- Rendir periódicamente (el plazo fijado) un informe del estado que guarda la obra, (físico o económico).
- Vigilar el avance de la obra, apoyándose en el programa autorizado.
- Registrar todas las situaciones que provoquen retrasos en la obra, para hacer los ajustes pertinentes al programa de obra.

- Comunicar por escrito, al contratista y/o subcontratista sus observaciones técnicas.
- Observar la conducta y competencia del personal de la obra.
- Vigilar el proceso de trabajo de las diferentes actividades.
- Debe evitar el dar órdenes directamente al personal dependiente del contratista y/o subcontratista.
- Verificar los volúmenes de la obra, junto con el contratista y/o subcontratista.
- Verificar que el contratista disponga de todos los documentos referentes al proyecto.
- Anotar las situaciones más relevantes e importantes en la bitácora durante el desarrollo de la obra.
- Vigilar en forma permanente (policíaca), el avance de las actividades críticas, cuyo objetivo es evitar que la obra termine después del tiempo indicado por el contrato.
- Mantener un control administrativo eficiente de toda la documentación manejada en la obra, por ejemplo: oficios, circulares, planos, normas, procedimientos, bitácora, etc., lo cual servirá para aclarar cualquier duda al final del cierre de la obra, (finiquito).
- Vigilar que el contratista y/o subcontratista guarde los lineamientos de seguridad para su personal de trabajo.

C) Obligaciones del supervisor.

El supervisor, en su carácter profesional, debe tener los conocimientos técnicos necesarios, (así como administrativos) para controlar el desarrollo de una obra, por lo que se obliga a tener conocimiento exacto y detallado de las siguientes partes: la organización de la empresa a la que pertenece; del proyecto en todos sus aspectos y de la información que pueda surgir; el contenido y alcance del contrato; el programa de obra general; la calidad específica; el tiempo de ejecución; y los costos de la obra.

D) Autoridad del supervisor.

El supervisor está facultado para dirigir la obra y tomar las decisiones correspondientes a sus funciones, las que serán acatadas por el contratista y/o subcontratista, y serán apoyadas por la dirección, por lo que el supervisor no tiene autoridad para:

- Celebrar convenio alguno, verbal o escrito, que modifique en cualquier forma los compromisos contractuales entre el dueño y el contratista y/o subcontratista.
- Ordenar al contratista y/o subcontratista la suspensión total de la obra, cuando a juicio del supervisor alguna parte de la obra se este ejecutando fuera de lo especificado en el proyecto, o ponga en peligro la seguridad de la obra o de terceros en sus bienes o en sus personas, podrá ordenar la suspensión de los trabajos en esa parte de la obra, hasta en tanto se corrija lo que motivó la suspensión.
Si es la totalidad de la obra la que se está ejecutando mal, el supervisor deberá informar de inmediato a sus superiores, y estos harán lo que proceda.
- Negociar con terceros, a nombre del dueño sobre indemnizaciones por afectaciones en sus bienes como resultado de la ejecución de la obra.
- Interferir con las obras que se encuentren en operación.

El supervisor, para tener un buen control de la obra desde su inicio, debe conocer cuales son las condiciones y actividades previas al concurso, asignación y contratación, así como, las actividades al "inicio", "durante", "terminación", "entrega", y "puesta en marcha" de la obra.

E) Actividades para concurso y contratación.

Con el objeto de fincar las bases a seguir para la presentación de las propuestas de los participantes en el concurso, se deben realizar las siguientes actividades:

1) Revisión del proyecto.

Debe revisarse el proyecto y verificar que esté completo en su totalidad.

2) Revisar el catálogo de conceptos, este se elaborará en base a una relación de todas y cada una de las actividades que se van a ejecutar durante el proceso de la obra, este puede estar dividido en las partidas correspondientes, que a manera enunciativa pero no limitativa, pueden ser las siguientes:

- Preliminares.
- Cimentación.
- Estructura.
- Albañilería.
- Acabados.
- Acabados especiales.
- Instalaciones hidráulicas.
- Instalaciones sanitarias.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de aire acondicionado.
- Instalaciones de telefonía y circuito cerrado.
- Instalaciones de contra incendio.
- Instalaciones de gas L.P. y/o natural.
- Instalaciones especiales.
- Cancelería.
- Herrería.
- Vidriería.
- Aluminio
- Carpintería.
- Señalización.
- Obras exteriores.
- Varios.

3) Obtención y ubicación de los volúmenes de obra.

Estos se obtienen de los planos y corresponden a cada una de las actividades enumeradas en el catálogo de conceptos, además debe revisarse que la unidad de los volúmenes tenga correspondencia con la descripción de los conceptos.

4) Presupuesto base.

Elaborar todos los precios unitarios, tomando en cuenta el valor de los materiales en la zona que va a realizarse la obra, así como los salarios reales, básicos, indirectos, etc., y con base a los volúmenes y al catálogo.

- 5) Convocatoria al concurso.
- 6) Apertura de las propuestas.
- 7) Cuadro comparativo de las propuestas.
- 8) Fallo del concurso.

Se procederá a la contratación del contratista designado en el fallo, el cual firmará el contrato que lo compromete a cumplir en las cláusulas estipuladas en el mismo.

F) Actividades previas al inicio de la obra.

El supervisor debe realizar una serie de actividades previas al inicio de toda obra, que le permitan desempeñar un trabajo eficiente, entre las cuales mencionaremos las siguientes:

- Comprobar la localización y dimensiones exactas del terreno asignado para la construcción de la obra.
- Comprobación del trazo de los principales ejes del proyecto.
- Tomar fotografías desde un solo lugar determinado, el cual será siempre el mismo, durante el tiempo que dure la obra.
- Determinar los espacios para zonas de trabajo, bodegas, oficinas, sanitarios, etc..
- Verificar la ubicación de los servicios públicos (si hay), como; agua, luz, drenaje, teléfonos, etc., necesarios para la ejecución de la obra.
- Revisar el manual de operación de la empresa, (actualizado).
- Verificar y comprobar que el contratista y/o subcontratista, tenga copia de todos y cada uno de los documentos del proyecto.
- Verificar el cumplimiento del contrato, como; fianzas, seguros, etc.

Asimismo, obtendrá la siguiente información: (según sea el caso).

- Permisos y licencias.
- Copias del contrato.
- El presupuesto definitivo y sus alcances.
- Planos completos definitivos del proyecto autorizados.
- Normas que aplican en el proyecto.
- Especificaciones que aplican en el proyecto.
- Programa de obra y de asignación de recursos.
- Estudios especiales:
- Relación de herramientas y equipo, con su programa de utilización, así como la asignación de los recursos económicos.
- Guías mecánicas para equipo especial.

- Formatos para:
 - Cuantificación de cantidades de obra.
 - Elaboración de estimaciones.
 - Elaboración de reportes de avance de obra.
 - Elaboración de comunicados.
 - Entrega de reportes de laboratorios.
 - Varios.

G) Actividades al inicio de la obra.

Al inicio de la obra, el supervisor debe realizar una serie de actividades para establecer las políticas que cumplirán los contratistas, cuya finalidad consiste en indicar como se llevará el control, la comunicación y la organización en la ejecución de la obra, por parte de la supervisión, por lo que será conveniente fijar los siguientes puntos:

- Citar por escrito a todos los contratistas que intervendrán en la obra, indicando; lugar, fecha, hora y objetivos de la reunión.
- Elaborar el orden del día en que se efectuará la reunión.
- Solicitar los organigramas de cada uno de los contratistas, indicando responsables de cada área, coordinador y auxiliares.
- Solicitar a cada contratista su programa autorizado en base a las fechas de inicio y terminación contratadas, indicando programas de recursos a emplear, así como suministro de materiales necesarios para los trabajos.
- Indicar claramente las directrices que seguirán para el control de las obras, así como la comunicación interna.

- Se abrirá un punto de asuntos generales dentro de las reuniones para que los contratistas digan sus dudas y aclaraciones pertinentes.
- Se abrirán las bitácoras (las necesarias) de obra, en las que se asentarán; el nombre de los representantes del contratistas, sus firmas, y nombres y firmas por parte de los representantes de la supervisión.
- Elaborar la minuta correspondiente a la reunión fijando la periodicidad de las siguientes, así como el lugar y hora de las mismas.
- Establecimiento de organigramas y estructura interna de la supervisión y de los contratistas.
 - El establecimiento de los organigramas de todas las organizaciones participantes en la ejecución de las obras, le permite al supervisor controlar eficientemente las actividades de; comunicación, a quien dirigirse, responsables directos, áreas de trabajo, etc., durante el desarrollo de los trabajos, para lo cual se podrá seguir la siguiente metodología.
 - El supervisor entregará a cada uno de los contratistas de la obra, el organigrama de la supervisión, indicando coordinador, responsable de área, y auxiliares.
 - De la misma forma, recibirá por parte de cada contratista su organigrama correspondiente, indicando responsable por área, residente, y auxiliares.
 - Si existen dudas al respecto, se citará a una reunión para aclarar lo que sea pertinente.
 - Solicitar la actualización de los organigramas cuando ocurran cambios en las estructuras operativas.

Se presenta a continuación una relación de conceptos que el supervisor debe vigilar que se efectúen antes del inicio de la obra.

- Entregar al contratista, asentándolo en bitácora, el banco de nivel y el trazo de los principales ejes del proyecto.
- Se les mostrará al contratista, los lugares en donde se puede abastecer de los servicios necesarios para el desarrollo de los trabajos de la obra.
- Ordenar la colocación de elementos de seguridad que sean pertinentes.

- El supervisor debe vigilar que el contratista cuente con una buena organización de su planta de construcción, según los programas de trabajo aprobados.
- La planta de construcción está sujeta a la aprobación de la supervisión, en cuanto a; su funcionamiento y capacidad, cantidad y calidad, de su equipo, maquinaria y herramienta necesaria para ejecutar y terminar la obra con la calidad, costo y tiempo preestablecidos.

La supervisión, al recibir las indicaciones para el inicio de una obra, deberá llevar a cabo varias acciones y planteamientos que le permitan iniciar la obra con la mayor probabilidad de éxito, y para lograrlo debe contar en la obra por lo menos:

- Planos del proyecto ejecutivo.
- Presupuesto de la obra.
- Contratos y convenios de los contratistas.
- Normas, especificaciones y reglamentos.
- Directorios de obra.
- Documentación de trámites oficiales.

El supervisor debe cooperar con el contratista, teniendo siempre en mente, los mejores métodos y técnicas para el desarrollo eficiente de los trabajos de la obra, cuya finalidad es la de obtener la máxima calidad, al costo más bajo, y cumplir con el tiempo de ejecución establecido.

H) Organización de la obra.

Una vez establecido el programa definitivo para la ejecución de la obra, el supervisor debe dividir el trabajo en etapas, basado en el tiempo asignado a cada actividad, como en el tipo de partida básica y sus renglones de trabajo, (sub-etapas).

De acuerdo con esta División, el supervisor debe notificar al contratista cuales trabajos serán prioritarios que se realicen únicamente contando con la aprobación y autorización previa a su ejecución.

Para que estos trabajos puedan llevarse a cabo, el contratista deberá notificar al supervisor, con la debida anticipación haciendo uso de la bitácora.

La división de las partidas de trabajos en etapas, le permitirá al supervisor, establecer una serie de criterios y normas que deberá observar que se cumplan en cada caso particular.

El éxito en el logro de todos los objetivos que nos propongamos en la ejecución de cualquier tipo de tarea, es sin lugar a dudas, un buen inicio ya que en este descansarán todas las bases sobre las cuales se desarrollarán todas las acciones, criterios, procedimientos, lineamientos, normas, etc., necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados por nosotros.

- l) Actividades que debe realizar el supervisor durante la ejecución de la obra.

Las actividades que debe realizar el supervisor durante la ejecución de la obra en base al proyecto ejecutivo, es buscar las soluciones adecuadas a los problemas que se presenten, estableciendo los controles para; cantidad, calidad, tiempo y costo.

Para llevar a cabo estas actividades, el supervisor debe recabar y mantener al día todos los documentos que se generen de la obra, de los cuales tendrá:

- Expediente de la obra.
- Órdenes de trabajo.
- Números generadores y cantidades de obra.
- Estimaciones.
- Documentos de suministro.
- Álbum fotográfico de obra.
- Documentos sobre controles de obra.
- Documentos sobre juntas y reuniones, (oficios, circulares, etc.).
- Reportes de laboratorios.
- Actualización de la ruta crítica.
- Planos modificados y autorizados.
- Actualización de la bitácora de obra.
- Pruebas para el funcionamiento de equipos.
- Y las demás que se requieran.

El supervisor debe realizar inspecciones físicas constantes a la obra, debe tener fácil acceso a los lugares donde se esté preparando o fabricando algunos de los trabajos contratados.

Le indicará las órdenes al contratista para la buena ejecución de la obra en todos sus aspectos, en forma oportuna, siendo preventiva y no correctiva.

Llevará un registro de los avances diarios de la obra, así como solucionar en forma inmediata cualquier duda que surja sobre la interpretación de los planos.

Mantendrá informado al contratista del estado que guardan sus trámites respecto a estimaciones, precios unitarios a revisión, los convenios, y demás aplicables.

Efectuará periódicamente y a su juicio, apreciaciones generales de la capacidad técnica, económica, y administrativa del contratista y/o subcontratista.

J) Control del presupuesto de obra.

El supervisor establecerá los procedimientos de control para la aplicación del presupuesto y los coordinará con el contratista y/o subcontratista, estos controles contemplarán; cantidades de trabajo, estimaciones, avances, erogaciones, y los trabajos extraordinarios en su caso.

El supervisor pondrá mucha atención para captar e ir recopilando todas las modificaciones al presupuesto, así como mantener un control de los volúmenes de obra ejecutados.

El supervisor elaborará con el contratista los números generadores, con objeto de proceder a su revisión y autorizar en su caso la formulación de las estimaciones correspondientes.

Los generadores de apoyo de las estimaciones deberán estar foliadas consecutivamente por obra hasta el finiquito.

Los generadores deberán tener todos los apoyos necesarios como por ejemplo; notas de bitácora, croquis, fotos, oficios, etc., con objeto de que no exista ninguna duda de la procedencia del concepto.

La supervisión y el contratista deberán hacer un cuadro de concentrado de volúmenes de los conceptos generados en cada estimación, que evite la duplicidad o falta de generación de conceptos.

Las estimaciones serán formuladas por el contratista, el supervisor verificará que los datos consignados en las mismas, concuerden con los avances reales de la obra ejecutada, con las mediciones y con los números generadores.

Como política general, se harán pagos parciales al contratista y/o subcontratista, contra estimaciones de trabajos ejecutados, dichos pagos cubrirán todos los trabajos terminados, aceptados y actualizados para su pago por el supervisor, conforme a los precios estipulados en el contrato,

en los acuerdos de trabajo extra y en las órdenes de cambio, cada renglón de trabajo terminado de la obra contratada será medido por el supervisor de acuerdo con la unidad de peso y medida señalada en catálogo de concepto, a menos que hubiera algún convenio que estipule otra cosa, en caso de que hubiere diferencias entre las unidades de medidas mostradas con los documentos contractuales, será la supervisión la que determine al respecto.

El hecho de que un trabajo o una cantidad de trabajo se haya incluido en una estimación periódica, y aunque esta haya sido pagada, no constituye recepción de tal trabajo, ya que la supervisión se reserva el derecho de reclamar, por obra faltante, mal ejecutada o pago indebido.

Por ningún motivo se pagarán los trabajos que el supervisor califique como defectuosos o incompletos, éstos se liquidarán una vez que se hayan corregido o terminado a satisfacción de la supervisión.

Se establecerá la periodicidad para la formulación y entrega de estimaciones, el corte de las estimaciones de obra formuladas por el contratista será el día establecido, y se entregarán al supervisor para su revisión, y corrección en su caso, de acuerdo con el contratista, el supervisor hará la entrega de estimaciones mediante oficio, para su tramitación y pago respectivo, del cual proporcionará copia al contratista, si éste por cualquier causa, no formule o entregue la estimación correspondiente dentro del plazo señalado, deberá esperar hasta la próxima fecha de recepción de estimaciones, (hay que fijar criterios).

Durante la ejecución de la obra el supervisor deberá registrar los principales conceptos de trabajo, los consumos, maniobras y rendimientos reales, para formular un reporte que entregará al término de la misma.

Cuando durante la ejecución de la obra se requiera efectuar trabajos extraordinarios por cambios de proyecto, especificaciones o condiciones especiales de la obra, el supervisor presentará sus observaciones sobre ellos, con alternativas de solución en las que se analizarán costos y tiempos.

Si existen conceptos y precios unitarios estipulados en el contrato, que sean aplicables a los trabajos de que se trate, el supervisor ordenará al contratista su ejecución, y llevará un registro detallado de ellos para que sea cubierto su importe conforme a dichos precios.

Si para estos precios aprobados no existieran conceptos y precios unitarios en el contrato, el supervisor le debe pedir al contratista los nuevos precios con sus respectivos análisis, las proposiciones del contratista serán revisadas por el supervisor quien, junto con sus propias observaciones sobre ellos, las turnará a sus supervisores para su estudio y dictamen, una vez aceptados los precios unitarios, el

supervisor le comunicará al contratista para que formule sus estimaciones correspondientes.

El supervisor elaborará, con el contratista el programa de construcción de la obra, tan detallado como lo desee, en un plazo no mayor de 10 días hábiles, a partir de la asignación, con el fin de tener un buen control de la misma desde su inicio.

El supervisor presentará a sus superiores el programa mencionado para su revisión y aprobación en su caso, si de la revisión resultaren modificaciones, las hará de inmediato del conocimiento del contratista para su aplicación y cumplimiento.

K) Control del programa de obra.

El programa de construcción comprenderá las siguientes actividades y etapas:

- Programa de construcción, así como los subprogramas de:
 - Uso de maquinaria y equipo.
 - Suministro de materiales.
 - Suministro de mano de obra.
 - Suministro de elementos especiales.

Estos puntos contendrán los requerimientos mensuales y acumulados de las erogaciones para ejecutar la obra.

Previamente a la iniciación de cada etapa, el supervisor verificará que los recursos del contratista estén acordes con los requerimientos de cada uno de los conceptos de trabajo por ejecutar y en caso que fueren insuficientes coordinará con él la asignación de los disponibles para las actividades que sean críticas en la obra y de los recursos adicionales necesarios.

El supervisor actualizará el programa de construcción y revisará con el contratista, cuales son las actividades por ejecutar en cada periodo, con objeto de garantizar el cumplimiento de dicho programa.

El supervisor comprobará el cumplimiento de los programas e informará a sus superiores de las causas de las desviaciones y puntos críticos si los hubiere, y propondrá soluciones correctivas para asegurar el cumplimiento de ellos, asimismo informará al contratista sobre el atraso que se registre en programas y que sea imputable a ella, para su corrección inmediata.

La supervisión elaborará un informe de producción diario referido a la programación básica de obra, un informe del estado de los programas, un informe gráfico que abarque el avance de la obra y la situación de los programas.

Las interrupciones o atrasos que pueden experimentar las obras a consecuencia del rechazo al realizar la inspección de materiales proporcionados por el contratista que no llene las condiciones estipuladas, no autorizan al contratista a pedir prórroga del contrato, por tal motivo, la coordinación que exista entre el supervisor y el contratista para realizar los trabajos con el mayor interés y la selección, prueba y ensayo oportuno de muestras, redundará en un beneficio común, siendo este la terminación de la obra conforme a costo, calidad y tiempo estipulado en el contrato.

L) Registro y reportes de obra.

Entre las funciones y actividades más importantes que la supervisión debe llevar a cabo ésta, la de proporcionar información veraz y oportuna sobre todos los aspectos relacionados con la ejecución de la obra, para que esto sea realmente efectivo el supervisor debe rendir sistemática y periódicamente un informe detallado del estado que guarda la obra, así como su desarrollo, para lo cual, se recomienda cuando menos, que esta información se lleve a cabo cada mes, para que los datos que en ella se incluyan puedan ser aprovechados a tiempo y no cuando ya sean historia.

El reporte mensual tiene un gran valor, porque mantiene bien informado a las autoridades respectivas sobre el proceso diario, y constituir un registro útil al cual referirse para resolver asuntos actuales o problemas posteriores.

Para realizar estos reportes, el supervisor deberá basarse en los datos asentados en la bitácora de obra, en el programa de trabajo aprobada y en las anotaciones hechas en el diario de obra que todo supervisor debe llevar, este diario o agenda debe ser proporcionado al supervisor por la empresa al comienzo de la obra, y devuelto a ella al término de la misma al igual que la bitácora, durante su recorrido por la obra en sus visitas diarias o programadas, el supervisor deberá ir anotando en este todas las observaciones que haga al residente sobre el desarrollo, ejecución, calidad, defectos, etc., así como las eventualidad, acontecimientos, visitas, pruebas y ensayos de materiales, entrega de los mismos y pormenores al respecto, número de trabajadores, equipo, estado del tiempo e inclemencias excepcionales que llegasen a presentarse, y en general cualquier causa que afecten el avance del trabajo, las anotaciones de las observaciones que realice le servirán en gran medida para programar las actividades de sus próximas visitas, así como para recabar los datos necesarios para dar las instrucciones pertinentes, por escrito en la bitácora al contratista.

El supervisor debe registrar cualquier modificación hecha a los planos del proyecto, y reportarla a la unidad ejecutora y solicitar de ella planos corregidos y/o detalles complementarios, estos registros tienen una gran importancia en aquellos casos en que el trabajo va a quedar cubierto, por ejemplo; cimentaciones, instalaciones hidrosanitarias, etc.

En los reportes se deberán incluir fotografías que muestren el avance de la obra o trabajos particulares especiales, las cuales constituyen también un registro de mucho valor, particularmente si las toma con regularidad y oportunidad, es conveniente que el supervisor y el residente del contratista realicen esta actividad coordinadamente, ya que en el pago de estimaciones y en el finiquito son de gran utilidad para ambas partes.

M) Finiquito de obra.

Cuando la obra haya terminado, el supervisor procederá a formular junto con el contratista y/o subcontratista al finiquito respectivo, por lo que el supervisor deberá realizar las siguientes actividades.

- Certificar que el contratista haya cumplido con todo lo indicado en las cláusulas contractuales.
- Certificar que la obra esté terminada y/o el contrato agotado.
- Tener el diario y bitácora completas, depuradas y cerradas.
- Tener el estado contable depurado y completo, el balance de cargos al contratista por suministros, servicios y otros con conceptos proporcionados y los descuentos correspondientes. Los materiales suministrados que no hayan sido utilizados en la obra, serán reintegrados por el contratista y en caso de faltar algunos de ellos, el reintegro será en la misma especie suministrada.
- Tener la relación, con información completa, de los equipos y máquinas que de conformidad con la supervisión se reciben sin estar instalados.
- Tener elaborada y autorizada la liquidación.
- Contar con las garantías correspondientes a equipos, máquinas e instalaciones y otras garantías específicas que se requieran, así como con los instructivos y manuales de operación y mantenimiento de los equipos y máquinas instalados o recibidos.
- Tener las fianzas de garantía vigentes del contrato y convenios en su caso.

- Toda la documentación antes citadas, será reunida y relacionada por el supervisor para su entrega a las autoridades respectivas.

5.5. Técnicas de supervisión

Para todas las actividades involucradas en un proceso constructivo sean desarrolladas en forma adecuada, será necesario que la supervisión cuente con una serie de técnicas y apoyos administrativos como; manuales, formatos, procedimientos, etc., que le permitan simplificar su trabajo sin detrimento del mismo, cuyo objetivo implica un buen desenvolvimiento, manteniendo un interés continuo por su trabajo sin dar cavidad a la monotonía o a la falta de interés o apoyo de sus colaboradores.

Por lo anterior se presentan una serie de lineamientos, cuya finalidad consiste en desarrollar técnicas conforme a las necesidades y objetivos que lleguen a presentarse en cada una de las obras, pues debido a que no todas son iguales, se necesita adecuar una estrategia independiente y distinta para las mismas.

A) Revisión de trámites.

El supervisor revisará el estado que guardan los trámites correspondientes que se deban cubrir para la ejecución de las obras, para evitar posibles problemas en el inicio de la obra, o durante la ejecución de las mismas, por lo que el supervisor debe:

- Solicitar al responsable de los trámites, un reporte general de los mismos, así como copia de todas las solicitudes, pagos, aprobaciones y planos aprobados que se hayan llevado a cabo.
- Integrar los expedientes para cada uno de los trámites necesarios.
- Integrar a solicitar al responsable, el directorio completo de las oficinas para llevar a cabo los trámites, indicando los nombres y teléfonos de las personas que atienden cada aspecto de los trámites mencionados.
- Elaborar, conjuntamente con el responsable, un programa para la obtención de los trámites faltantes o en proceso, para programar de la misma manera los pagos necesarios e iniciación de trabajos específicos.

B) Revisión del proyecto y especificaciones.

La parte fundamental de esta revisión es que la supervisión conozca de manera detallada todos los componentes del mismo, así como sus características, para poder tomar las soluciones pertinentes a los

problemas específicos que se presentan durante el desarrollo de la obra, por consiguiente, la supervisión deberá observar:

- Solicitar un listado completo de todos los planos que conforman el proyecto.
- Identificar y agrupar los planos por especialidades.
- Enlistar planos por especialidad, indicando número de planos, títulos, número de hojas de especificaciones, fechas de emisión y previsiones.
- Revisar y estudiar cada uno de los planos, indicando en los propios planos y especificaciones los datos faltantes, incongruencias y errores, utilizando para este fin un lápiz de color.
- Remitir los planos y especificaciones corregidas al área correspondiente para su aprobación, cuidando de dejar en las oficinas de obra de la supervisión una copia de los documentos entregados con las mismas observaciones.
- Elaborar si así se necesita, correcciones o anotaciones en planos y/o especificaciones que pudieran causar retrasos en obra, recabando la autorización correspondiente.
- Registrar y actualizar todas las consecuencias que ocasionen las modificaciones del proyecto, ya sea en programa de ejecución, cantidad, calidad, costo y tiempo de la obra.
- Mantener continuamente la comunicación de estos aspectos con todas las áreas, así como con los contratistas y/o subcontratistas que intervienen en el proceso constructivo.

C) Revisión del presupuesto de obra

La supervisión llevará a cabo el estudio de los presupuestos presentados por los contratistas y/o subcontratistas, con la finalidad de detectar los posibles errores u omisiones, ya sea en los propios conceptos o en sus cantidades o precios unitarios, asimismo, podrá complementar los conceptos de los presupuestos con los antecedentes detectados en la revisión del proyecto y especificaciones, para dar cumplimiento con esto, la supervisión tendrá que hacer lo siguiente.

- Revisar el contenido de la lista de conceptos en base a lo detectado en la revisión del proyecto y especificaciones.
- Revisar cantidades de obra, comparándolas con sus números generadores.

- Verificar selectivamente los números generadores, calculando cantidades de obra en los planos respectivos.
- Revisar los precios unitarios.
- Registrar en copias de los presupuestos o números generadores las variaciones, omisiones o errores detectados.
- Llevar a cabo reuniones con los contratistas y/o subcontratistas, con el objetivo de aclarar todas las dudas que surjan durante la revisión.
- Mantener la comunicación continua de los resultados con todas las áreas que lo requieran, así como con los contratistas y/o subcontratistas que participan en la obra, conservando en el archivo de la supervisión, copia de todas las comunicaciones y observaciones elaboradas.
- Informar de inmediato a las áreas respectivas, las diferencias, errores u omisiones.

D) Revisión de los precios unitarios.

La supervisión debe vigilar la correcta aplicación de los precios unitarios de los conceptos que intervienen en la obra, hasta su terminación, para lo cual, se utilizará el catálogo de precios unitarios autorizados o contratado.

La aplicación de estos precios será definitiva durante el proceso de la obra, y sus modificaciones procederán únicamente por los siguientes motivos:

- Por incremento en los precios de; mano de obra, materiales, herramientas y equipo.
- Si las características indicadas en el precio unitario se modificara, o no estuviera en el catálogo de conceptos, se requerirá de un nuevo precio unitario adicional, el cual se formulará en base a:
 - Lista de precios de; mano de obra, materiales, herramienta y equipo autorizados por la supervisión y/o las áreas respectivas.
 - Por ningún motivo podrá cambiarse el indirecto el cual se conservará constante durante la ejecución de la obra.
 - La supervisión se encargará de:
 - a) Revisar el nuevo análisis.
 - b) Revisar, cotejar y sancionar el rendimiento.
 - c) Realizar las aclaraciones que procedan.
 - d) Elaborar relación de conceptos y P.U y firma de revisado.

E) Revisión del programa de obra.

La supervisión coordinará con el contratista y/o subcontratista el control del programa de construcción de la obra y los subprogramas, a efecto de evitar posibles incongruencias, interferencias o errores en la ejecución de la obra.

El programa de construcción deberá contener como mínimo:

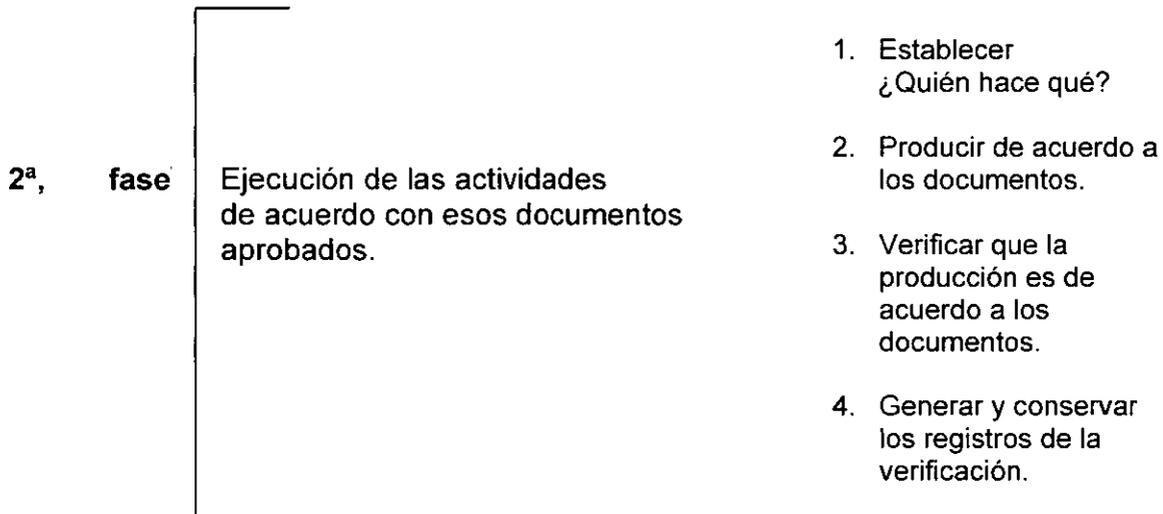
- Relación de actividades desglosadas.
- Secuencia de las actividades.
- Fechas de iniciación y terminación de cada actividad, así como sus holguras respectivas.
- Las fechas de las actividades críticas.
- Porcentaje que representa cada actividad, con respecto al total.
- Cantidades de trabajo.
- Cantidades de recursos.
- Suministros necesarios.
- Documentos especiales según sea el caso.

Es de suma importancia que la supervisión se cerciore de la secuencia y duración de cada actividad, para determinar el plazo de ejecución de cada etapa y lograr que la duración total del programa se ajuste al plazo fijado en el contrato de la obra.

El subprograma de maquinaria y equipo de construcción contendrá por lo menos, las necesidades mensuales de estos, en forma cuantitativa y cualitativa, y será congruente con el programa de construcción.

El subprograma de suministro de materiales del contratista y/o subcontratista, será congruente con las cantidades de trabajo por ejecutar según el programa de construcción, incluirá los equipos a instalarse en la obra, que suministrará el contratista y/o subcontratista, por lo que contendrá cuando menos la siguiente información:

- Requerimientos globales de materiales y equipos a instalarse mensualmente.
- Fuente de suministro de cada material y equipo.



Funciones de producción

Objetivos:

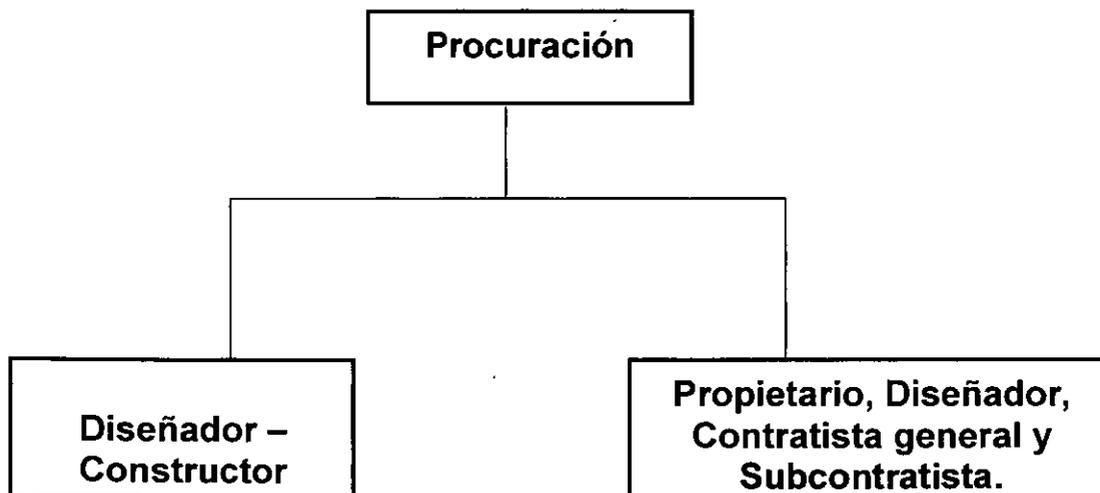
- + Calidad
- + Seguridad
- + Reducción de costos

Funciones de garantía de calidad

Muchas funciones de garantía de calidad las realizan las Organizaciones de Producción; control de documentos.

Ingeniería, Procuración, Construcción I.P.C.

Procuración



- La procuración incluye las compras de equipos, materiales, suministros, mano de obra y servicios requeridos para la construcción e implementación de un proyecto.
- Los métodos y prácticas difieren con los tipos de proyectos, contratos y firmas de Ingeniería.
- Ocurren durante todas las fases del proyecto.
- Se describe la práctica general de la industria.

Aseguramiento de calidad en la etapa de Ingeniería

- 1) Verificar bases y criterios de diseño.
- 2) Verificar interfases (áreas).
- 3) Verificar especificaciones estándar.
- 4) Revisión del plan maestro.
- 5) Verificación de programas, planos, cálculos, bases de diseño.
- 6) Validación de procesos, tecnologías, software.
- 7) Verificación de modificaciones de diseño.
- 8) Verificar el cumplimiento con las bases, normas, códigos, reglamentos y especificaciones.
- 9) Revisar planos, especificaciones de adquisiciones de materiales y equipos de instalación permanente.
- 10) Verificar programas y planos de proveedores.
- 11) Verificar supervisión (informes, registros, etc.)
- 12) Controlar las modificaciones y registros de "no conformidades".

C) Procuración (fallas)

- 1) Proveedores y subcontratistas no incluidos en el padrón interno.
- 2) Archivos de proveedores y subcontratistas incompletos.
- 3) Interfaces deficientes con ingeniería y construcción (áreas).
- 4) Falta de un plan maestro integral.
- 5) Requisitos de calidad no están definidos en los documentos de compra.
- 6) Registros de supervisión e inspección en blanco o incompletos.
- 7) Falta de programa de compras y subcontratos.

- Fecha en que debe ser solicitado el suministro.
- Fecha en que deben ser entregados en la obra.

El subprograma de mano de obra contendrá cuando menos:

- Necesidades semanales de mano de obra.
- Mano de obra especializada, así como categoría.
- Fuente de mano de obra, (local o foránea).
- Sindicatos del lugar.

F) Revisión de contratos de los contratistas y/o subcontratistas.

El objeto de esta revisión, es el conocimiento exacto y completo de los deberes y derechos de cada uno de los contratistas que participan en la ejecución de la obra, con lo cual se podrán establecer los lineamientos y estrategias que utilizará la supervisión, para un mejor control de la obra, por lo que deberá:

- Verificar la existencia de los contratos respectivos a todos los aspectos de la obra, así como el régimen de los mismos.
- Verificar el contenido de los contratos.
- Integrar los expedientes correspondientes a cada contratista y/o subcontratista, incluyendo todos los anexos técnicos que se indiquen en los contratos.
- Llevar a cabo reuniones con los contratistas y/o subcontratistas, cuyo objetivo será el de aclarar o completar las dudas, errores, omisiones y faltantes detectados en la revisión.

G) Revisión de obra.

Esta técnica de supervisión consiste en establecer una serie de planes durante el proceso constructivo, consistente en facilitar el cumplimiento de la labor de inspección y control de la obra, siendo estas las siguientes.

Implementación y control de los planes.

Se debe decidir quien será responsable de hacer que y cuando.

Estas decisiones requieren de la conversión de las decisiones de planeación previas en un grupo de tareas y programas, las cuales deben

desarrollarse conjuntamente por quienes van a ser responsables de llevar a cabo y por aquellos a quienes se va a reportar.

La responsabilidad de la coordinación de las tareas y programas debe recaer en las juntas de planeación.

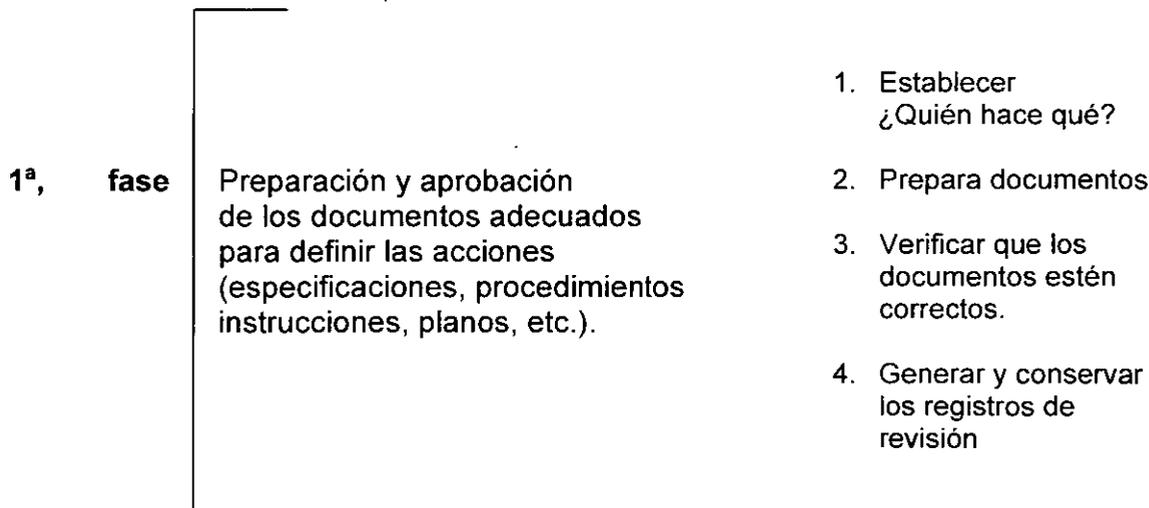
Para facilitar el control de la implementación y control de los planes, podemos establecer diversos formatos de control, estos deben especificar lo siguiente:

- La naturales del trabajo que se va a llevar a cabo.
- La meta u objetivo relevante.
- Quien es el responsable de llevar a cabo el trabajo.
- Los pasos o etapas que se van a dar.
- Quien es el responsable de cada paso o etapa.
- La secuencia de los pasos o etapas.
- Los recursos económicos asignados a cada actividad.
- Las suposiciones críticas sobre las que cada programa se basa.
- El desempeño que se espera y cuando.

5.6. Sistemas de calidad

¿Cómo se asegura la calidad?

Para asegurar la calidad, habrán de seguirse las dos fases siguientes:



Aseguramiento de calidad en la etapa de procuración

Procuración de:

- Equipos.
- Subcontratos.
- Materiales.

- 1) Elaboración del plan del proyecto.
- 2) Definición del alcance del plan maestro.
- 3) Definición de interfases con las áreas del proyecto en lo que se refiere a la emisión de solicitudes de cotización y compra de equipos, y la emisión de requisiciones para la compra de materiales, así como necesidades de subcontratación.

D) Construcción (fallas)

- 1) Construcción sin programas autorizados.
- 2) Construcción sin planos aprobados.
- 3) Incumplimiento de normas y especificaciones de ingeniería.
- 4) Compra de materiales y equipo sin requisitos especificados.
- 5) Actividades ejecutadas por mano de obra no calificada.
- 6) Uso de equipos de inspección inadecuados o mal calibrados.
- 7) Falta de programas de inspección y supervisión.
- 8) Colocación deficiente de materiales de construcción (acero, concreto, etc.).

Funciones del sistema de calidad

Aseguramiento de calidad.

A) Funciones.

Enfoque preventivo

- 1) Planes de calidad para cada proyecto.
- 2) Adecuación de procedimientos particulares.

- 3) Capacitación en el sistema de calidad.
- 4) Capacitación en el plan de calidad del proyecto.
- 5) Capacitación en el uso de procedimientos del proyecto.
- 6) Registros de capacitación del personal:
 - Técnico.
 - Administrativo.
 - Obrero.
- 7) Descripción de puestos y responsabilidades.
- 8) Monitoreos de aplicación de procedimientos (auditorías).

B) Objetivo

- 1) Planear y ejecutar el proyecto asegurando la obtención oportuna de los recursos humanos capacitados, materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, certificados y procedimientos aprobados para realizar los trabajos bien la primera vez.
- 2) Garantizar al cliente el cumplimiento de sus requerimientos.

C) Metas

- 1) Consistencia en la ejecución de los trabajos.
- 2) Confiabilidad en el cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Funciones del sistema de calidad

Control de calidad

A) Función.

Enfoque correctivo

- 1) Inspección y pruebas.
 - 1.1 Implantación de planes.
 - 1.2 Control del equipo de inspección, medición y pruebas.
 - 1.3 Inspección de materiales, maquinaria y equipos de instalación permanente.
 - 1.4 Inspección de actividades de construcción.
 - 1.5 Detección de "no conformidades".
 - 1.6 Registro y control de aceptación o rechazo de los productos.
 - 1.7 Liberación final de productos y actividades del proyecto.

- 2) Solicitudes de acciones correctivas.
- 3) Aplicación de paros de trabajo cuando existan condiciones contrarias a la calidad durante la ejecución del proyecto.

B) Objetivo

- 1) Verificar el cumplimiento con las normas y especificaciones de materiales y equipos en cuanto a:
 - Recepción.
 - Procesos.
 - Producto final.
- 2) Mantener el proceso bajo control.

C) Metas

- 1) Productos que cumplen los requerimientos del cliente.

Funciones del sistema de calidad

Mejora continua

C) Función

- 1) Enfoque de formación de una cultura de calidad.

D) Objetivo

- 1) Orientación de servicio al cliente.
- 2) Reducir el ciclo del proceso.
- 3) Potenciar al personal para integrar equipos autodirigidos.

E) Metas

- 1) Cambio de actitud dando prioridad al cliente.

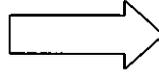
5.7. Plan de seguridad

Índice

- I. Propósito.
- II. Organización.
- III. Alcance del proyecto.
- IV. Riesgos previstos.
 - A) Lista de riesgos.
 - B) Riesgos significativos.
 - C) Equipo mínimo de protección personal.
 - D) Instrumentos de seguridad.
 - E) Instalaciones, equipos médicos, medicamentos, materiales de curación e instrumentos.
 - F) Procedimientos de seguridad.
- V. Índice de seguridad y metas del proyecto.
- VI. Desarrollo del personal local.
- VII. Capacitación.
- VIII. Concurso e incentivos.
- IX. Acciones prioritarias.
- X. Auditorias de seguridad.
- XI. Organigrama.
- XII. Descripción de puestos del personal de seguridad.
- XIII. Lista de medicamentos, materiales e instrumentos.
- XIV. Procedimientos de seguridad.
- XV. Temas de capacitación en seguridad e higiene.
- XVI. Programa de prevención, protección y combate contra incendio.

“Auditorías de Seguridad”

Programa maestro programa



de auditorías

Ejecución de auditorías:

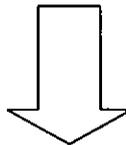
Auditorías anuales.

Proceso:

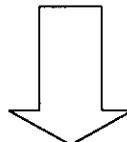
- Presentación de la agenda
- Recorrido
- Examen de pruebas documentales.
- Emisión y distribución del reporte.
- Comparación de resultados.
- Seguimientos de acciones.
- Cierre de auditoría.

“Puesta en Servicio”

Programas de pruebas



Plan de seguridad durante la puesta en servicio



- Organización de seguridad (propia de pruebas).
- Instrumentos de medición (gases, ruido, etc.).
- Materiales de seguridad.
- Equipo de seguridad.

Pruebas de alto riesgo.

A cada prueba programada debe corresponder un plan de seguridad particular.

Seguridad

Debido a la naturaleza de los trabajos que se llevan a cabo en obras de Ingeniería, existe la posibilidad de cualquier contingencia, por lo tanto, se deben de mantener estrictas medidas de seguridad durante todo el proceso constructivo

Es necesario elaborar programas internos de respuesta inmediata y ordenada, para lo cual se deberá capacitar a los responsables y personal involucrado en cada una de las funciones específicas que tendrán que desempeñar en caso de emergencia.

Equipos de protección para trabajadores

Se contará con todos los equipos necesarios y adecuados de acuerdo a la actividad a desarrollar:

- Cascos de seguridad.
- Guantes.
- Zapatos especiales.
- Protección contra el ruido.
- Protección a los ojos.
- Cinturones de seguridad.
- Protección a los equipos manuales.
- Radios de comunicación.
- Arnéses de seguridad.
- Líneas de vida.
- Redes de seguridad.
- Andamios.
- Ropa especial.

Protecciones a la vía pública

Se instalarán todas las protecciones necesarias a la vía pública, logrando con ella la máxima seguridad requerida:

- Andamios y tápiales en las banquetas.
- Zonas peatonales en todas la calles y avenidas cercanas al predio.
- Personal adecuado (bandereros) en las zonas peatonales, acondicionados con radios de comunicación.
- Señalamientos para dar fluidez a la circulación.
- Circulares y comunicados que serán emitidos en forma periódica para darlos a conocer a la comunidad.
- Redes de protección de la obra evitando la caída de materiales o proyectiles hacia las calles o avenidas.

Servicios de Emergencias Cercanos a la Obra

Tipo de servicio

- Cruz Roja.
- Bomberos.
- Policía
- Fugas de gas.
- Unidad de rescate.

- Ministerio Público.
- I.M.S.S.
- Hospital General, S.S.A.
- Rutas de emergencia

Aseo Vial

Se contará con brigadas permanentes de personal que harán el aseo en las calles adyacentes, recogiendo cualquier material o desperdicio proveniente de la obra.

5.8. Pruebas y puesta en servicio

Objetivo

La fase de pruebas y puesta en marcha de un proyecto constituye la verificación necesaria de la correcta operación de todos los componentes del proyecto y la óptima integración de todos sus elementos, asimismo constituye la transición de la etapa de construcción a la etapa de operación y mantenimiento. Sus principales objetivos los enlistamos a continuación:

- Garantizar la correcta operación de todos y cada uno de los componentes del proyecto y su integración adecuada para lograr la operación óptima del mismo.
- Verificar a través de inspecciones minuciosas y rutinas de pruebas establecidas para tal efecto, que la operación de los componentes del proyecto y su conjunto, será de acuerdo con lo planeado y establecido en el diseño y especificaciones del proyecto.
- Iniciar la operación del proyecto en condiciones seguras y eficientes.
- Establecer los mecanismos de inicio de operación del proyecto y las rutinas correspondientes, efectuando la capacitación del personal responsable de la operación de las instalaciones.
- Implementación del programa de operación y mantenimiento.

Como en la administración de cualquiera de las fases del proyecto, para el caso de las pruebas y puesta en marcha de un proyecto, se debe proceder a enumerar de manera exhaustiva todo lo necesario para su ejecución siguiendo las tres medidas fundamentales de la calidad, el tiempo y el costo. A continuación estudiaremos dicho proceso.

Organización

El proceso de la realización de pruebas para la verificación de la calidad de las instalaciones, equipos y sistemas de un proyecto, como paso previo a la puesta en marcha, deberá quedar establecido dentro de la planeación de la calidad, cuyo objetivo es asegurar que el proyecto funcionará de acuerdo con lo esperado. Dentro del plan de calidad se deberá establecer los criterios de ejecución, las especificaciones del proyecto, y como sustento fundamental, el ensayo y la inspección.

De acuerdo con lo anterior, las pruebas constituyen el factor de control en el cumplimiento de la ejecución y en consecuencia afectan directamente tanto el presupuesto como la planeación global del proyecto. De ahí la importancia de establecer durante el desarrollo del proyecto, las especificaciones, incluyendo todos los requisitos de calidad, los materiales a emplear, las características de las instalaciones y equipos y las pruebas que se efectuarán.

La realización de pruebas perfectamente establecidas, dentro de un plan de verificación de calidad, es la única forma de asegurar la exitosa puesta en marcha y la operación adecuada de los equipos, materiales y sistemas que forman parte del proyecto.

Para efecto de su implementación, podemos efectuar la siguiente división en las pruebas:

- Pruebas de calidad.
- Pruebas de operación.

Las pruebas de calidad, deben efectuarse a los materiales empleados en la construcción y que en términos generales están establecidas por distintas instituciones que emiten especificaciones que deben cumplir los materiales o incluso por normatividad particular del contratante, o del proyectista y en algunos casos del propio fabricante, como pueden ser: ACI, AWS, ASHTTO, Reglamentos de Construcción del DF, Reglamento de Instalaciones de la Secretaría de Energía, etc.

En el caso anterior se encuentra la mayoría de los materiales empleados para la infraestructura y la superestructura, como son concreto y sus componentes, acero de refuerzo, acero estructural, materiales propios de los trabajos de albañilería y acabados e instalaciones en general.

Para el caso de las pruebas de operación se efectúan análisis, mediciones y simulacros en condiciones reales de operación de los equipos, verificando que tanto individualmente como en conjunto o por sistema operen de acuerdo con las especificaciones del diseño del proyecto, del fabricante del equipo e incluso también de instituciones públicas o privadas.

En este caso se encuentran las instalaciones y equipos electromecánicos que forman parte de una edificación, como son redes contra incendio con sus equipos de bombeo, sistemas de generación de energía (plantas de emergencia), tablero de distribución de energía, transformadores, subestaciones, sistemas de monitoreo y control, etc., cabe señalar que las primeras pueden considerarse un subconjunto de la pruebas de operación.

Basándose en la planeación de la construcción del proyecto, procedemos a la planeación detallada de la ejecución de las pruebas, así como de la participación del personal directamente involucrado en la inspección de la construcción del proyecto, ya sea una empresa de supervisión externa o un área responsable del control de calidad y puesta en marcha de las instalaciones.

A partir de la obtención del listado de pruebas a realizar y su programación basada en el programa de ejecución de la construcción, se debe proceder a la determinación de los recursos necesarios para su ejecución, desglosados en los siguientes rubros:

- Materiales.
- Equipos y herramientas.
- Personal.

Es importante considerar que por su especialización es necesario planear correctamente en qué casos debe proceder a la contratación de un laboratorio especializado para la ejecución de ciertas pruebas, como pueden ser pruebas de radiografías y ultrasonido en uniones soldadas de una estructura metálica, pruebas de capacidad de carga para verificar el desplante de algunos elementos de la cimentación, etc.

Deberá clasificarse para qué pruebas se tomarán muestras y los ensayos se efectuarán en laboratorios externos, ¿qué pruebas serán elaboradas por un laboratorio de campo? y ¿qué pruebas por sus características particulares serán efectuadas directamente en la obra?.

Por último dentro de este proceso se debe obtener el listado detallado de recursos a emplear con sus costos asociados. De la combinación del programa de ejecución y de la obtención de recursos y su valuación respectiva, podemos obtener el programa financiero o de aplicación de recursos.

Las pruebas y puesta en servicio, que son prácticamente la cuarta y última parte del proyecto, necesitando, al igual que la ingeniería, fabricación y construcción de las funciones en su sentido ejecutivo del proceso administrativo para su gestión.

Las pruebas de puesta en servicio o arranque de una planta nueva, comprenden los trabajos de planeación, pruebas, ajuste y operación de todos los equipos, estructuras y sistemas, empezando desde la etapa final de construcción y finalizando con la entrada en operación comercial.

El objetivo principal de la planeación es proporcionar las bases y medidas necesarias para poner en servicio la planta con un alto grado de confiabilidad mediante un programa que permita hacerlo con la mayor seguridad y economía posible.

Un plan de pruebas comprende los trabajos de elaboración de programas, procedimientos, documentación especificaciones de pruebas, organización, definición de responsabilidades, requerimientos de personal y reportes de avance principalmente, trabajando estrechamente con el personal de diseño, con objeto de coordinar efectivamente la puesta en servicio.

Para la puesta en servicio se distinguen cuatro tipos de pruebas, y son las siguientes:

- Pruebas de construcción.
- Pruebas de postconstrucción.
- Pruebas preoperacionales.
- Pruebas de puesta en servicio.

Las pruebas de construcción son las que realiza el constructor y que incluyen las siguientes:

- Pruebas hidrostáticas o neumáticas del equipo y tuberías ensambladas en el campo.
- Pruebas de presión y continuidad de toda la tubería de instrumentación.
- Pruebas y comprobación de relación de vueltas y polaridad de transformadores.
- Prueba de alto voltaje en cables, transformadores y equipos de alto voltaje.
- Comprobación de continuidad y cableado correcto.
- Pruebas de aislamiento a equipos eléctricos con "megger" desde su recibo hasta la operación inicial.
- Pruebas mecánicas y ajustes durante el montaje en el campo para asegurar la correcta operación de los equipos.
- Limpieza manual y mecánica de equipos y recipientes, preparatorios para la operación.

- Limpieza inicial de los sistemas de lubricación de equipos y lubricación inicial de éstos, para la operación inicial.
- Alineamiento y balanceo de equipos rotatorios.
- Montaje de todas las instalaciones temporales, incluyendo equipos, tuberías, cableados, etc., necesarios para la operación de los equipos durante las pruebas de puesta en servicio.

Las pruebas de postconstrucción son actividades que realiza el personal de puesta en servicio cuando se ha terminado la construcción y que comprende principalmente lo siguiente:

- Calibración de instrumentos.
- Pruebas funcionales eléctricas de los controles, protecciones, señalización, etc., sin la energización de los circuitos de potencia.

Las pruebas preoperacionales son actividades que realiza el personal de puesta en servicio conjuntamente con el de operación antes del rodado con vapor de la turbina y de la producción de vapor, comprendiendo principalmente las siguientes:

- Operación de todos los equipos, estructuras y sistemas cuando se haya terminado la construcción y montaje, y se determine que la instalación es satisfactoria.
- Terminación de las pruebas eléctricas y comprobación de controles..
- Verificación de los equipos eléctricos como transformadores, motores y sus relevadores, controles y protecciones para operación con ajustes apropiados.
- Ajustes iniciales y calibración de los sistemas de control.
- Programación y coordinación de la operación de todos los equipos con las medidas de seguridad necesarias.
- Supervisión y coordinación de las actividades de puesta en servicio programadas por lo ingenieros de servicio de los fabricantes.
- Producción de agua desmineralizada o evaporadas.
- Limpieza, lavado químico y soplado con vapor de los sistemas que lo requieren antes de la operación.

Las pruebas de puesta en servicio son las actividades que se realizan desde que se rueda por primera vez con vapor la turbina hasta la operación a plena carga de la planta nueva.

Alcance

El alcance de los trabajos de pruebas y puesta en servicio, incluye los siguientes conceptos:

- Planeación de las pruebas.
- Pruebas de postconstrucción.
- Pruebas preoperacionales.
- Pruebas de puesta en servicio.

Planeación.

El plan de pruebas y puesta en servicio (arranque), incluirá como mínimo lo siguiente:

- Una lista completa de todos los sistemas y componentes mayores, incluyendo las pruebas que deben realizarse en cada uno de ellos, como por ejemplo, lavado, prueba hidrostática o neumática, eléctricas, de instrumentación, preoperacional, etc., identificando en esta lista los requerimientos de procedimientos de pruebas necesarios.
- Una gráfica de organización u organigrama, identificando el personal clave y sus funciones.
- Un diagrama lógico y programa de pruebas de puesta en servicio, indicando todas las pruebas a realizarse así como la ruta crítica del programa.
- Un manual de pruebas y además todos los procedimientos administrativos y protocolos del proyecto para conducir el programa de pruebas de puesta en servicio.
- Una lista del equipo de pruebas necesarios.

El objetivo de la planeación de las pruebas y puesta en servicio, es el de llevar la planta a plena carga o toda su capacidad, tan pronto como sea posible para demostrar que las estructuras, sistemas, equipos y componentes cumplen con los códigos y estándares e intento del diseño aplicables y opera separada y colectivamente en cumplimiento con sus criterios de diseño para funciones normales y de protección.

El manual de pruebas y los procedimientos administrativos asociados, se preparan después de que se ha definido el objetivo y el alcance del trabajo y su propósito es el de proporcionar en suficiente detalle lo siguiente.

- Políticas apropiadas.
- Procedimientos.
- Instrucciones para el control administrativo del programa de pruebas.

El manual de pruebas deberá contener una descripción del programa de pruebas, políticas y la organización requerida para implantar el programa, la lista mínima de requerimientos del manual de pruebas, es la siguiente:

A. Introducción

- Propósito del manual de pruebas.
- Propósito del programa de pruebas.
- Políticas del programa de pruebas.
- Definiciones.
- Aprobación del manual de pruebas.

B. Organización del programa de pruebas

- Organizaciones participantes.
- Grupos participantes (grupos de trabajo de pruebas).
- Posiciones individuales, asociadas con el programa de pruebas.

C. Documentos del programa de pruebas

- Procedimientos de pruebas.
- Índice de pruebas.
- Listas de prerrequisitos.
- Programas de pruebas.
- Asignación del personal de pruebas.
- Plan de pruebas.
- Instrucciones de pruebas.

D. Comportamiento de pruebas

- Fase de pruebas de construcción y postconstrucción.
- Fase de pruebas preoperacionales.
- Fase inicial de puesta en servicio.

E. Auditorías.

F. Instrucciones de pruebas

- Formato de instrucciones de pruebas.
- Revisión de instrucciones de pruebas.
- Instrucciones adicionales de pruebas.
- Aprobación de las instrucciones de pruebas.

G. Reportes

- procedimiento de evaluación de resultados de pruebas.

Una lista representativa de instrucciones de pruebas del manual de pruebas es la siguiente:

- transferencia del sistema.
- Autorización de remoción para reparación.
- Plan de pruebas.
- Secado.
- Registro de control de pruebas.
- Programas de pruebas.
- Reportes de problemas en el arranque.
- Conducción de las pruebas.
- Eventos no usuales.
- Lista de prerrequisitos.
- Índice de pruebas.
- Instrucciones de interfase en pruebas.
- Calificación y entrenamiento de personal de pruebas.
- Formas para los ingenieros de turnos de pruebas.
- Documentos de procedimientos de pruebas.
- Control de pruebas de equipos.

La última etapa mayor en la definición de todo el programa de puesta en servicio, es el desarrollo del índice maestro de pruebas, que lista todas las estructuras y sistemas mayores de la planta junto con los procedimientos de pruebas.

Los procedimientos de pruebas proveen la dirección técnica para la puesta en servicio, en donde se incluyen los requerimientos de diseño y de pruebas para validar la habilidad de los componentes, equipos, sistemas y estructuras en su función requerida; los requerimientos de diseño y de pruebas, están contenidos en los siguientes documentos.

- Diseño gráfico y escritos del diseñador.
- Especificaciones de fabricantes de equipos.
- Compromisos con agencias reguladores.
- Manuales técnicos de equipos.
- Códigos y estándares aplicables.

5.9. Cierre del proyecto

A) Documentación final

1) Transmisión de la documentación final del proyecto

- a) Documentos del proyecto.
- b) Documentación confidencial.
- c) Archivo documental de cierre del proyecto.

2) Liquidación de cobros y pagos

- a) Negociaciones y cierre final con el cliente
- b) Liquidación de proveedores y subcontratistas.

3) Cancelación de registro

- a) Bitácora de obra.
- b) Finiquito de servicios generales.
- c) Cancelación de cuenta de cheques.
- d) Cancelación del R.F.C.
- e) Cancelación del registro de recaudación de rentas del estado.
- f) Cancelación del registro del IMSS.
- g) Cancelación de reglamentos de trabajo.

4) Documentación contable

- a) Cierre contable

5) Reportes de cierre de proyecto

- a) Externos.
- b) Internos.

B) Demovilización

1) Desmantelamiento de instalaciones, materiales y equipo

- c) entrega a clientes
- d) preparación de envíos.

2) Envío

- a) asignación de destinos.
- b) Transportación.

3) Limpieza final

- a) Recolección y tiro en bancos de desperdicio.
- b) Disposición final de materiales peligrosos

4) Reubicación de personal.

- a) Disponibilidad del personal.
- b) Traslados.

C) Recepción de obra.

Para recibirle la obra al contratista y/o subcontratista, se procederá de la siguiente manera:

El contratista comunicará al supervisor en forma escrita, y con anticipación, la terminación de la totalidad de los trabajos que le fueron encomendados, para que este proceda a la revisión correspondiente y prepare la documentación necesaria para que sea recibida la obra, al recibir el supervisor la comunicación del contratista, informará inmediatamente de ello a sus superiores.

Si de la revisión de la obra que haga el supervisor resulta procedente recibirla por estar totalmente terminada, y en su caso, sus equipos e instalaciones colocados, probados y en operación, este procederá a efectuar la recepción de ella, mediante acta que contendrá cuando menos los siguientes puntos:

- Objeto de la reunión.
- Antecedentes de la obra.
- Personalidad de los que intervienen.
- Relación de los trabajos ejecutados.
- Modificaciones del proyecto y/o en el contrato.
- Planos actualizados.
- Garantías (fianzas).
- Relación de las estimaciones.
- Sanciones. (si las hay).

- La liquidación y el finiquito.
- Términos y condiciones bajo los cuales se efectúa la recepción.
- Observaciones (finales).
- Nombre, cargo y firma de las personas que real y físicamente intervienen, el lugar, hora y fecha señalados para la recepción de la obra.

Bibliografía

- 1) **Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos**
Autores: Hirán N. Ahuja, Michael A. Walsh
Ediciones: Alfaomega, última edición.
- 2) **Métodos de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción**
Autores: James M. Antill, Ronald W. Woodhead
Ediciones: Limusa, de la 4ª, edición en Inglés.
- 3) **Preparación y Evaluación de Proyectos**
Autor: Nassir Spag Chain, Reinaldo Sapag Chain
Ediciones: Mc Graw Hill, última edición.
- 4) **Evaluación de Proyectos, Análisis y Administración del Riesgo**
Autor: G. Baca Urbina
Editorial: Mc Graw Hill, última edición.
- 5) **Introducción a la Ingeniería de Proyecto**
Autor: Miguel Ángel Corzo
Editorial: Lumusa.
- 6) **Diploma “Gerencia de Proyectos” (apuntes)**
Autor: ICA-DECFI-UNAM
Año: Septiembre / 1999.
- 7) **Revista “Adminístrate Hoy”**
Editorial: Gasca, Sicco
Año: Enero / 2001
- 8) **Diplomado de Gestión de Proyectos Tecnológicos y de la Propiedad Industrial. (apuntes)**
División de Educación Continua de la
Facultad de Ingeniería de la UNAM
Año: Octubre / 2005.