

881217



UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México

METODO PARA DISEÑO Y ANALISIS DE SISTEMAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
RAFAEL RODOLFO SUAREZ COPPEL

ASESOR DE TESIS:

MTRO. MAURICIO PAUL VICTOR LEVY MATARASSO

HUIXQUILUCAN, EDO. DE MEX.

2005

m.340350



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

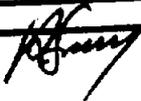
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres y maestros,
con agradecimiento.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Rafael Roberto
Suárez Corpe

FECHA: Encino 21, 2005

FIRMA: 

| | | |
|-------|---|-----|
| 1. | <u>INTRODUCCIÓN</u> | |
| 1.1 | Origen del Estudio | 3 |
| 1.2 | Objetivos y Alcance del Estudio | 4 |
| 2. | <u>DESARROLLO Y METODOLOGÍA</u> | |
| 2.1 | El Producto | 6 |
| 2.2 | Factores Críticos | 9 |
| 2.3 | Metodología de Sistemas | 14 |
| 2.4 | Análisis Estructurado | 20 |
| 2.5 | Análisis de Datos | 23 |
| 2.6 | Diseño y Programación Estructurados | 27 |
| 3. | <u>PERT – CPM</u> | |
| 3.1 | Introducción | 32 |
| 3.2 | Conceptos Generales PERT/CPM | 33 |
| 3.3 | Asignación y Control de Recursos | 37 |
| 3.4 | Consideraciones de Costos en la Programación de Proyectos – Análisis de Punto de Ruptura | 40 |
| 3.5 | Paquetes de Trabajo | 47 |
| 4. | <u>ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DEL USUARIO</u> | |
| 4.1 | Introducción | 51 |
| 4.2 | Etapa de Inicio del Proyecto | 53 |
| 4.2.1 | Fase de Arranque del Proyecto | 53 |
| 4.2.2 | Fase de Estimación | 60 |
| 4.2.3 | Fase de Planeación de Recursos | 69 |
| 4.3 | Etapa de Planeación y Organización del Proyecto | 72 |
| 4.3.1 | Fase de Programación del Proyecto | 72 |
| 4.3.2 | Fase de Administración de Proyectos | 81 |
| 4.3.3 | Fase Ingeniería | 85 |
| 4.3.4 | Fase Especificaciones Técnicas | 86 |
| 4.4 | Etapa de Ejecución del Contrato | 89 |
| 4.4.1 | Fase Planeación de Materiales | 89 |
| 4.4.2 | Fase de Compras y Control de Materiales | 92 |
| 4.4.3 | Fase de Planeación y Control de Recursos Humanos | 96 |
| 4.4.4 | Fase de Administración de Subcontratos | 100 |
| 4.4.5 | Fase de Instalaciones y Equipo | 102 |
| 4.4.6 | Fase de Contabilidad del Proyecto | 105 |
| 4.5 | Etapas de Control del Proyecto | 105 |
| 4.5.1 | Fase del Reporte Gerencial | 106 |
| 4.5.2 | Fase Reporte Financiero | 110 |

| | Página |
|--|------------|
| 4.5.3 Fase de Análisis de Operaciones | 113 |
| 5. <u>DISEÑO FUNCIONAL Y DE DATOS</u> | |
| 5.1 Esquema de Sistemas | 114 |
| 5.2 Sistema de Planeación y Control de Proyectos | 116 |
| 5.3 Diseño de Reportes | 128 |
| 5.3.1 Inicio de un Proyecto | 128 |
| 5.3.2 Planeación y Organización de un Proyecto | 132 |
| 5.3.3 Ejecución del Contrato | 138 |
| 5.3.4 Control del Proyecto | 143 |
| BIBLIOGRAFÍA | 147 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ORIGEN DEL ESTUDIO

El estudio de Métodos promete seguir desempeñando un gran papel en la sociedad, donde nuestras actividades se tornan cada vez mas complejas al tener mayor envergadura, requiriendo mayor cantidad de recursos, cada vez mas diversos.

Esta ciencia no exacta ha tenido un desarrollo impresionante, lo que la ha llevado a tener una diversificación, hoy en día la reconocemos en dos ramas especializadas:

- Ingeniería de Métodos
- Ingeniería de Sistemas

De analizar las diferencias de estas ingenierías, concluimos que son entre si complementos perfectos; la Ingeniería de Métodos se define como el procedimiento sistemático que consiste en someter a todas las operaciones a un concienzudo escrutinio, con el objeto de mejorarlas para aumentar su utilidad. La Ingeniería de Sistemas trata con "conjuntos de elementos, que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a un determinado objetivo".

Así, ambas ramas del Estudio de Métodos contienen los principios de la lógica Aristotélica para resolver un problema: el análisis, análogo a la Ingeniería de Métodos y la síntesis, análogo a la Ingeniería de Sistemas, que juntas proveerán bases para llegar a una tesis demostrable.

A pesar de la identificación de la lógica misma con la tecnología resultante del Estudio de Métodos, su aplicación ha tenido impacto en las relaciones humanas y en la administración, con resultados tan variados como aumentos considerables en la productividad en áreas administrativas y productivas, e inversiones millonarias sin obtener resultados tangibles.

En aspectos humanos, la disciplina ha sido duramente criticada por los efectos que una sociedad "centralizada y automatizada" producen en nuestra vida diaria, como la burocratización y el papeleo. Sin embargo, hay razones importantes para ser optimistas, pues los vientos de cambio ya se sienten:

1. Una tendencia a la descentralización administrativa.
2. La madurez de metodologías para análisis y diseño de sistemas.
3. La madurez alcanzada en la aplicación del computador y los avances de la cibernética.
4. Los nuevos campos abiertos por la Investigación de Operaciones y otras ciencias.

Particular interés surgió en mí por la aplicación de estas disciplinas a casos complejos como es en sí la administración de proyectos.

Un proyecto es cualquier tarea que tiene un principio y un fin definibles, que requiere del empleo de abundantes recursos en cada una de sus actividades, que son diferentes y a la vez interdependientes al perseguir objetivos comunes. Tradicionalmente un proyecto es único en cuanto a que, de repetirse, no se repite de manera enteramente igual, y su producto es sumamente grande y complejo.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los objetivos de esta tesis son:

1. Plantear una guía útil para resolver la problemática general de la administración de proyectos por medio de sistemas computacionales.
2. Aplicar una de las nuevas técnicas de análisis de sistemas: el análisis funcional aunado al análisis estructural de datos.
3. Plantear la aplicación de técnicas PERT/CPM a un problema administrativo desde el punto de vista del manejo de información.
4. Promover el uso del computador como herramienta administrativa.

La mejor manera de cumplir los puntos anteriores definitivamente hubiera sido un caso real, en alguna industria que trabaje por proyectos como pueden ser la construcción, la naval, etc. Otros casos atractivos en la actualidad son proyectos más pequeños y especializados, que por estas características, no ha sido reconocida en su medio la aplicabilidad de la administración de proyectos para su desempeño. Un ejemplo clásico es el desarrollo e instalación de sistemas computacionales.

Mi idea inicial fue conseguir alguna empresa que permitiera la realización de un trabajo con las características mencionadas, así como su publicación; pero debido a que los casos que se presentaron no fueron lo suficientemente grandes y complejos para requerir la aplicación del computador, además del deseo de estas compañías de que no se publicara el análisis, he desarrollado el estudio bajo las siguientes bases:

1. El análisis se desarrolló sobre la problemática general de la administración de proyectos en la industria de la construcción, por lo que no produjo un sistema en particular sino un planteamiento generalizado con características de modularidad que permiten, con su aplicación llegar a las soluciones particulares.
2. Debido a lo anterior, se supone que son viables de computarizar todos los módulos del sistema, ya que se trata de un ambiente multicompañías, multiproyectos y multilocalidades.

3. El diseño solo contiene una enumeración de las funciones a realizar y una descripción lógica del sistema desde el punto de vista del análisis estructural de datos. No se incluye un diseño técnico debido a que en la práctica, según las compañías que usen este trabajo, se deberá determinar el computador y el modo de proceso, para proceder a un diseño técnico detallado.

2.

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

2.1 EL PRODUCTO

Un Sistema Administrativo es el conjunto de políticas, métodos y procedimientos para generar, controlar y procesar la información de una empresa. La naturaleza de esta información variará según la empresa que se trate.

La función que puede representar un sistema administrativo, dentro de lo que es la administración, la podemos ilustrar como:

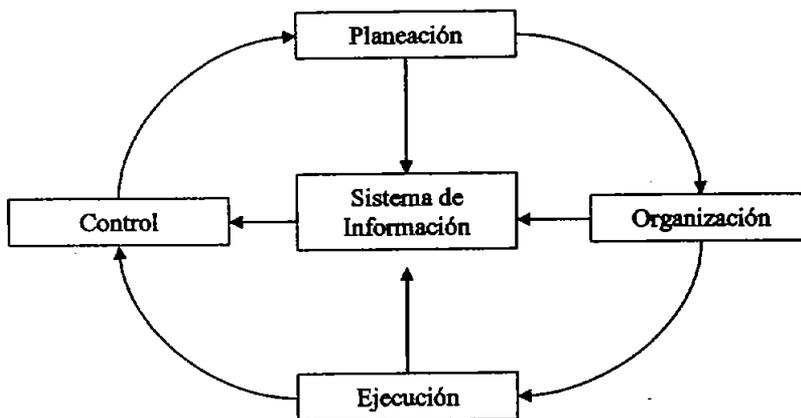


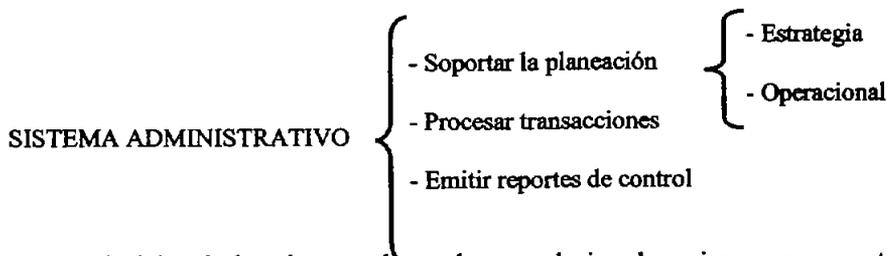
FIGURA 1. Papel del Sistema Administrativo

Ya que la administración es llegar a un objetivo pre-establecido disponiendo de recursos limitados, podemos considerarla como consistente de un ciclo de 4 etapas:

- Planeación Donde se determina el objetivo por alcanzar.
- Organización Donde se asignan recursos para alcanzar el objetivo.
- Ejecución Donde se lleva a la práctica el plan.
- Control Donde se genera acción gerencial según se requiera, a partir del resultado de la comparación entre la planeación y la ejecución.

Esta ciclo permite al administrador tomar acciones gerenciales a tiempo y responder con rapidez en un medio siempre cambiante en los negocios que así lo exigen. Su éxito depende de aplicar un control adecuado en cada caso, de manera que cumpla con una eficacia y costo atractivos.

El papel clásico del sistema administrativo en este contexto es el de ser el instrumento para la aplicación de un control, ya que registra la planeación y ejecución y las compara en términos significativos a la organización, permitiendo así la generación de acción gerencial requerida. Para cumplir estas funciones los sistemas deben ser capaces de llevar a cabo los siguientes pasos:



Los principios de los sistemas, los podemos reducir a los mismos que soportan la estandarización: en toda actividad existen un grupo de operaciones que siempre se pueden realizar de manera idéntica y sistemática para obtener mejores resultados de ellas. Estas operaciones por lo general son una mayoría, mientras que aquellas que requieren realizarse de una manera única tienen una ocurrencia mucho menor.

Así existen dos tipos de operaciones: las sistemáticas y las excepcionales. Las primeras son manejadas con una metodología tal que permita un control efectivo a la vez que una capacidad de proceso muy grande y permitirá que la administración pueda dedicar un mayor atención a las actividades excepcionales, las cuales a pesar de representar un volumen inferior, tienen una dificultad mayor inherente en su desempeño.

A principios de los años cuarenta, los medios mecanizados aplicados al manejo de información fueron máquinas de escribir, sumadoras y procesadoras de tarjetas, herramientas que permitieron a los sistemas aumentar su capacidad de controlar procesar volúmenes masivos de información.

La computadora no empieza a figurar sino hasta 1943, cuando los servicios de inteligencia aliados instalaron la computadora "COLOSO" en una mansión victoriana en las afueras de Benthley, Inglaterra, para poder descifrar los códigos secretos con los que el ejército alemán cifraba sus comunicaciones.

A lo largo de la Segunda Guerra Mundial otras computadoras prestaron valiosos servicios, como el realizar los cálculos para las primeras bombas atómicas con que Estados Unidos experimentó. Estos servicios siempre fueron en el campo científico-militar.

No fue hasta 1953 cuando empezó la aplicación del computador para soportar problemas administrativos con dos proyectos casi paralelos en las empresas General Electric y Edison Comonwealth, mismos que estuvieron a cargo de IBM y Arthur Andersen, auditores de ambas compañías, y personal administrativo de las mismas. Desde entonces a la fecha el computador ha demostrado el gran beneficio alcanzable en las áreas de sistemas por equipos hombre-máquina, debido a las siguientes características:

| <u>Característica</u> | <u>Hombre</u> | <u>Computador</u> |
|-------------------------|---------------|------------------------------------|
| Exactitud en el proceso | Inexacto | Exacto |
| Toma de Decisiones | Inteligente | Sin Capacidad de Raciocinio Propio |

| <u>Característica</u> | <u>Hombre</u> | <u>Computador</u> |
|---|---------------|-------------------|
| Operaciones Rutinarias | Errático | Confiable |
| Capacidad de Cambio | Flexible | Inflexible |
| Manejo de Condiciones Excepcionales | Adaptable | Rígido |
| Procesar y Almacenar Grandes Volúmenes de Información | Caro | Barato |
| Operar Volúmenes Pequeños de Información | Barato | Caro |
| Velocidad de Proceso | Lenta | Rápida |

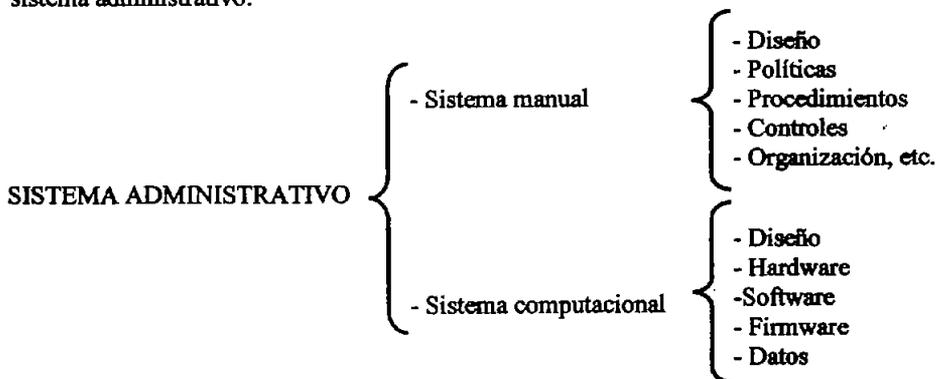
TABLA 1 – Características del Equipo Hombre - Máquina

Asimismo, los avances tecnológicos en la computación y en la cibernética (ciencia concerniente con la comunicación entre el hombre y la máquina), y en las comunicaciones, han revolucionado la tecnología de sistemas computacionales.

Los sistemas computacionales son cada vez más usados, sin embargo, cabe preguntarse ¿en realidad han tenido éxito? La respuesta bien puede ser un no, y la razón se debe a que la mayoría de los avances tecnológicos mejoran las características de las computadoras y hacen más fácil su manejo, pero no atacan el problema esencial:

Como resolver un problema de negocios usando el computador, o dicho de otra manera, como diseñar, desarrollar y mantener un buen sistema computacional que en realidad satisfaga su propósito.

Entremos más en detalle, un sistema computacional es un sub-conjunto de lo que es un sistema administrativo:



a su vez el sistema computacional se compone de:

DISEÑO - Conjunto de especificaciones funcionales y técnicas del sistema, que le permiten resolver un problema de negocios

| | |
|------------------------------|---|
| Especificaciones funcionales | { - Diseño de entradas y salidas del sistema - Diseño de lógica del sistema - Diseño de controles. |
| Especificaciones técnicas | |
| | { - Selección del equipo - Diseño archivos de cómputo - Diseño de programas - Comunicaciones |

HARDWARE - Conjunto de circuitos eléctricos y electrónicos, así como circuitos mecánicos y neumáticos que componen un computador.

SOFTWARE - El conjunto de instrucciones que la máquina debe ejecutar para procesar la información. El software se clasifica en dos tipos:

SOFTWARE DE USO GENERAL. Generalmente desarrollado por el fabricante del computador. cumple funciones aplicables en todos los casos, como el Sistema Operativo que controla la operación del "hardware", programas para clasificar datos, etc.

SOFTWARE DE APLICACIÓN. Generalmente desarrollado por proveedores especializados o por las propias empresas. Están orientados a resolver problemas específicos como un Sistema de Nóminas que procesa y controla el pago a empleados, al fisco, etc.

FIRMWARE - Son instrucciones grabadas en áreas de memoria que no puede ser modificada por el usuario. Se usan para funciones específicas del computador como son la multiprogramación, manejo de telecomunicaciones, memoria virtual, etc. y según el diseño del proveedor del equipo.

DATOS - La información que el computador controlará y procesará para cumplir el objetivo.

A pesar de tener estos componentes, solamente atañe al analista - diseñador de sistemas el diseño del sistema, el software de aplicación y los datos, ya que los restantes elementos, están a cargo de proveedores de computadores y programación.

2.2 FACTORES CRÍTICOS

Un buen sistema es aquel con las siguientes características: bondad y fácil mantenimiento. un buen sistema implica que ejecute el conjunto de acciones adecuadas sobre los conjuntos de datos adecuados en el tiempo adecuado para lograr sus objetivos.

Consideremos el siguiente ejemplo:

Supongamos a un sistema de administración de Cuentas de Ahorro, instalado en una empresa que otorga la prestación de caja de ahorro para controlar las cuentas de ahorro de sus clientes. Aplicando la definición anterior, el sistema sería bueno si:

Ejecuta un conjunto de acciones adecuadas:

- Registra la información general del cuenta habiente
- Registra información general de cada cuenta
- Registra las transacciones contables de cada cuenta
- Emite Estados de Cuenta
- Emite Reportes Contables
- Permite Consultar Información
- Emite Reportes de Cobranza

Sobre los conjuntos de datos adecuados:

- Cuenta con controles adecuados sobre la información
- Cuenta con métodos de seguridad adecuados

En el tiempo adecuado:

- Permite consultar información al segundo
- Emite reportes de cobranza y estados de cuenta según se requiere.

La mantenibilidad de un sistema es la facilidad con que el sistema podrá ser modificado (actualización) para satisfacer requerimientos futuros de información.

La práctica ha demostrado que los factores principales para lograr sistemas buenos y mantenibles son:

- 1.- Participación Gerencial
- 2.- Un buen Diseño Funcional y Técnico
- 3.- Participación de los Usuarios
- 4.- 'Software'
- 5.- 'Hardware - Firmware'

1. Participación Gerencial

Este factor es esencial por dos funciones vitales para los sistemas que solo la gerencia puede llevar a cabo:

- Imponer su autoridad para generar el cambio en la organización requerido para que esta aprovecha los sistemas.
- Administrar eficientemente los recursos de sistemas mediante un seguimiento de los resultados de los sistemas y un control de gastos efectivos. El responsabilizar a la gerencia de esta función es importante, ya que implica administrar recursos de varias áreas de la compañía como es el tiempo del personal y papelería, además de costos directos de sistemas: computador, tiempo de programadores, etc.

2. Buen Diseño Funcional y Técnico:

Si el sistema no proporciona beneficios específicos para una organización, su aplicación sería un gasto sin resultados. El diseño es la especificación de como y con que recursos se lograrán los beneficios esperados.

Este factor es muy importante, ya que el sistema debe dar solución a problemas administrativos específicos, como reforzar el servicio a los cuenta habientes y reducciones en el costo de administrar la Caja de Ahorros de manera eficiente, en el ejemplo anterior de la Caja de Ahorros.

3. Participación de los usuarios:

El usuario es la persona o personas que obtendrán los beneficios esperados del sistema. en el ejemplo de la Caja de Ahorro, el personal que administra la misma, generalmente del departamento de personal, y los empleados de la compañía inscritos en la misma se beneficiarán con menores costos administrativos e información exacta con oportunidad para dar mejor servicio.

4. Software

Para obtener buen software se pueden adoptar varias estrategias:

- Software hecho en casa, o sea por la empresa misma.
- Software de algún proveedor, generalmente casas especializadas, o proveedores de computadoras.

El software representa un costo importante dentro del esfuerzo total requerido para mejorar un proceso administrativo, y su costo tiende a aumentar.

Para minimizar gastos por concepto de software, el uso de metodologías estructuradas de desarrollo de sistemas ha demostrado ser conveniente.

5. Hardware

El equipo computacional representa entre un 10% y un 15% de la inversión total requerida para sistemas. Las consideraciones principales sobre hardware son:

- Capacidad de almacenamiento de información, generalmente medida en millones de caracteres (Megabytes, Mb.).
- Capacidad de Proceso, se define como el poder de soportar una carga de trabajos requeridos.
- La facilidad de que el equipo reciba un mantenimiento razonable que permita su operación con un mínimo de interrupciones,
- Disponibilidad de obtener software a costo razonable.
- Opciones para crecimiento o emigración a otro computador que satisfaga requerimientos a largo plazo.
- Facilidad de obtener personal técnico preparado.

La tendencia a largo plazo indica que los costos por equipo de cómputo y comunicaciones se reducirán considerablemente. De ahí que entre las consideraciones principales figuran obtener software y personal, puesto que los gastos por estos conceptos tienden a aumentar.

La mantenibilidad de un sistema es un factor sumamente importante. Un sistema, como cualquier otro producto, tiene un ciclo de vida muy bien definido:

- 1.- Desarrollo. En el cual el sistema va mejorando con adiciones para cumplir mejor sus objetivos.
- 2.- Madurez. En esta etapa el sistema alcanza el clímax en cuanto a su capacidad para lograr sus metas.
- 3.- Decadencia. Sucede cuando hay cambios fundamentales en el medio del sistema que pueden hacer que los objetivos del mismo ya no se obtengan, o que la manera en que el sistema las cumple sea ampliamente superado por nuevos métodos.

Podemos concluir que el mantenimiento de un sistema puede ser tan importante como sus diseño y desarrollo, desde el punto de vista económico, como se muestra en las gráficas de la Figura 2, en la siguiente página.

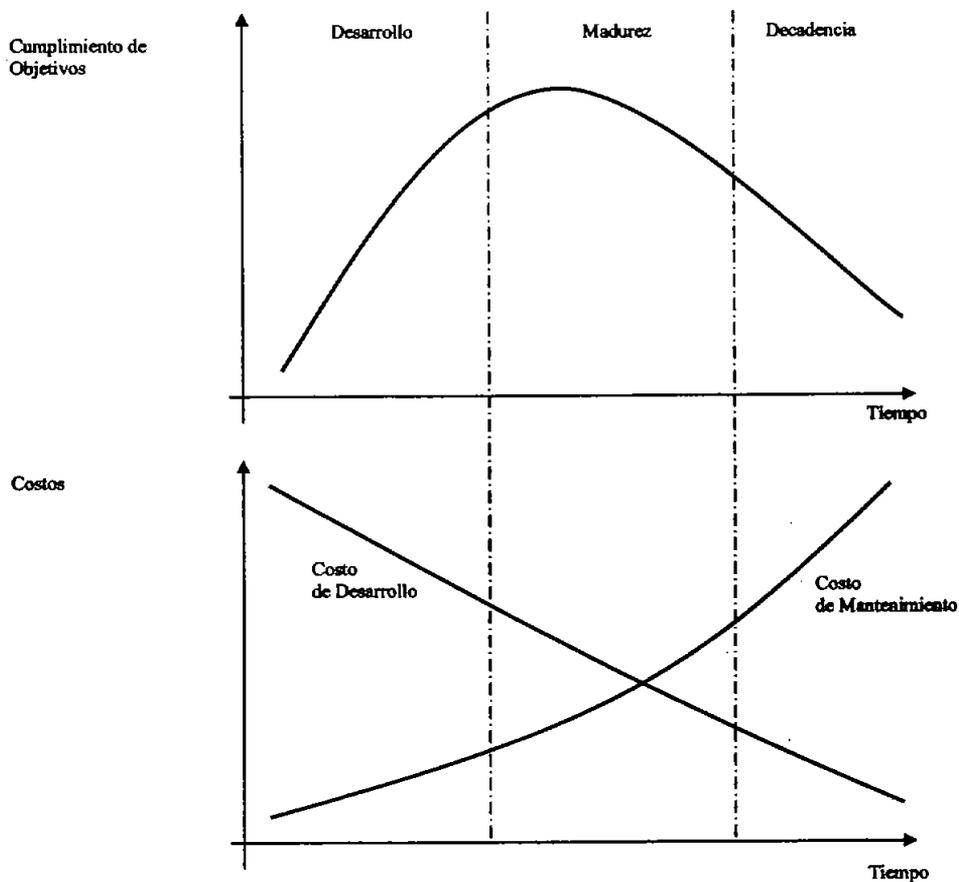


FIGURA 2 - Etapas en la vida de un Sistema

Esto nos da la idea que para llevar a cabo una buena práctica de sistemas, se requiere de una Administración de Sistemas, la cual graficamos en la página subsecuente con sus pequeñas diferencias respecto a la administración normal, como sigue:

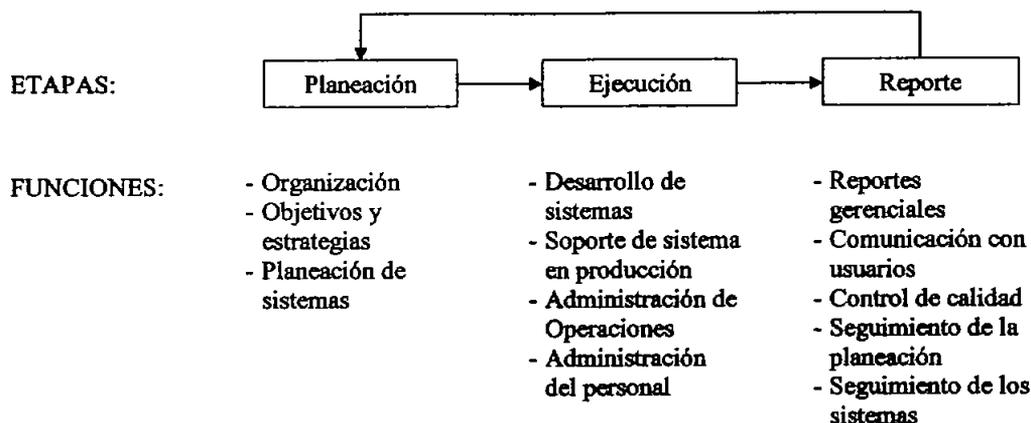


FIGURA 3- La Practica de Sistemas

Esta gráfica muestra un grupo de funciones que, a pesar de encontrarse en distintas etapas del proceso administrativo, deben basarse en una buena Metodología de Sistemas. Estas funciones son:

- Planeación de Sistemas
- Desarrollo de Sistemas
- Soporte de Sistemas en Producción

2.3 METODOLOGÍA DE SISTEMAS

El uso de métodos estándar para las actividades mencionadas redundan en:

- Sistemas de Más Calidad
- Control de Proyectos Efectivo
- Mayor Productividad en el Desarrollo de Sistemas

En la Figura 4 se presentan las etapas que por lo general componen las metodologías de sistemas, las funciones que se realizan en cada una y los resultados que producen.

FIGURA 4 - Metodología de Desarrollo de Sistemas

| ETAPAS FUNCIONES: | Planeación de Sistemas | Diseño Preliminar | Desarrollo | Instalación | Soporte de Sistema en Producción |
|----------------------|--|--|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Organización - Recolección de planes y objetivos de la empresa - Documentación de Requerimientos de información - Documentación de proyectos rentables - Estrategias de hardware y software - Estrategia de organización - Planeación de proyectos de sistemas - Obtener aprobación gerencial - Control de calidad - Plan de Sistemas a Largo Plazo | <ul style="list-style-type: none"> - Organización - Desarrollo de especificaciones técnicas y funcionales - Políticas de hardware y software - Evaluación del software disponible en el mercado - Plan de desarrollo - Plan de instalación - Análisis costo/beneficio - Selección de hardware y software - Obtener Aprobación gerencial - Control de calidad - Especificaciones Funcionales - Especificaciones Técnicas - Análisis Económico - Plan de Instalación | <ul style="list-style-type: none"> - Organización - Diseño detallado - Instalación de hardware y Software - Programación - Desarrollo de políticas y procedimientos manuales - Plan de instalación - Pruebas del sistema - Control de Calidad | <ul style="list-style-type: none"> - Organización - Conversión de Archivos - Entrenamiento al personal - Instalación - Revisión post-instalación - Control de calidad - El Sistema Funcionando | <ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento de resultados - Contacto con usuarios - Análisis de peticiones de modificaciones - Determinar prioridades - Modificar sistemas - Instalar modificaciones - Actualizar planeación de sistemas - Control de calidad - Sistemas Actualizados - Documentación Actualizada - Planeación Actualizada |
| RESULTADOS | | | <ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones de Programas - Procedimientos - Material de Entrenamiento - Programas Listos | | |

Sobre el uso e importancia de cada una de las etapas de la metodología:

PLANEACIÓN DE SISTEMAS

Es muy común encontrar en el medio a empresas que se quejan de que sus departamentos de sistemas "viven en otro mundo". Una de las principales razones de estas situaciones es que las Gerencias de Sistemas no tienen conocimiento formal de los planes y objetivos de la empresa a los que pretenden soportar. En las escasas ocasiones en que este conocimiento existe, "Sistemas" no reconoce la necesidad de efectuar una planeación a largo plazo formal y de comunicarla efectivamente a la dirección de la empresa.

Los resultados de esta problemática son un escaso apoyo gerencial a las actividades de sistemas y una administración inefectiva de los recursos de sistemas.

El apoyo gerencial a los sistemas es indispensable para poder disponer de información verídica que permita un buen análisis y para implementar los sistemas en la organización.

Para la administración el carecer de planes de sistemas implica dificultad para controlar y evaluar las actividades de sistemas.

DISEÑO PRELIMINAR

Según la complejidad del sistema, un diseño preliminar permite obtener especificaciones técnicas y funcionales y estimados del costo/beneficio, antes de entrar al desarrollo del sistema. de omitirlo, los problemas empiezan a surgir con un desarrollo caótico en el que se hace trabajo innecesario, se duplican las funciones, los planes no se cumplen y la calidad del trabajo disminuye al no satisfacer los requerimientos del negocio.

En el diseño preliminar, se estudia la organización para definir el problema de una manera lógica que facilite el análisis y el planteo de una solución adecuada, se estima el costo y los beneficios tangibles e intangibles que rendirá la solución y, finalmente, se traza un plan adecuado para el desarrollo e instalación del sistema.

DESARROLLO

Esta es la etapa que representa un mayor costo, ya que en ella participan un mayor número y variedad de recursos: programadores, analistas, personal departamental, recursos del computador, etc. Los puntos claves a considerar para un buen desarrollo son:

- Especificaciones funcionales y técnicas claras y precisas que permitan un diseño detallado y una programación y elaboración de procedimientos efectivos.
- Usar metodologías de documentación y programación que permitan una comunicación eficiente entre el personal que desarrolla el sistema, así como un criterio para ejercer un control de calidad efectivo.

- Técnicas de planeación y control de proyectos que permitan administrar con acierto los recursos disponibles y tomar medidas correctivas cuando se requieran.
- Lograr una involucración e identificación de los usuarios y la administración de la compañía con el sistema. De esta manera se facilitará una instalación sin contratiempos.

El producto final del desarrollo es un sistema listo para su instalación, incluyendo la programación del computador ya probada, procedimientos para usuarios ya documentados y un plan de instalación.

INSTALACIÓN

Es clásico que las instalaciones y arranques de sistemas, aspectos críticos no reciben la atención que merecen. Esto acarrea una cantidad importante de fracasos. Por ejemplo hay ocasiones en que se pretende que el personal de sistemas no deba involucrarse en el diseño de procedimientos manuales de control, o que el personal usuario, sin el entrenamiento requerido, pueda operar un nuevo sistema.

Es también muy común que las instalaciones duren demasiado en realizarse, no alcanzando los sistemas nunca un estado de operación apropiado, o lográndolo solo después de incurrir en costos excesivos.

Es muy importante la instalación controlada de un sistema, ya que si el personal que lo operará no lo tomará en serio si no está convencido de su bondad y está favorablemente impresionado por la instalación.

SOPORTE DE SISTEMAS EN PRODUCCIÓN

Es esencial reconocer que la práctica de sistemas no termina al instalarse un sistema dado, así como también reconocer que un sistema puede requerir cambios o expansiones tan radicales que afecten a la planeación estratégica y táctica de un departamento de sistemas.

Existen un buen número de técnicas para llevar las etapas y funciones que hemos expuesto, sin embargo, en los últimos 15 años la metodología del Desarrollo Estructural de Sistemas. Esta técnica fue desarrollada por Jean Dominique Warnier, matemático francés y profesor del Institut Française de Gestión, quien trabaja para Honeywell-Bull en Francia. Recientemente, Kenneth T. Orr, consultor norteamericano con amplia experiencia, ha impulsado dicha metodología.

Para explicar esta técnica recordemos la definición de sistema: un conjunto de elementos que, ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a un determinado objetivo.

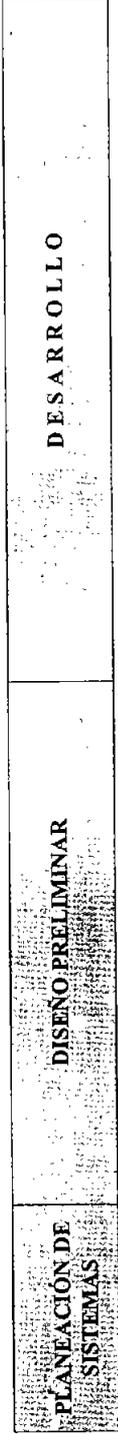
La esencia del Desarrollo Estructurado de Sistemas es la identidad entre elementos de datos ordenadamente relacionados entre sí, o sea estructurados (una estructura es "algo formado por partes independientes siguiendo un patrón definido").

Un buen sistema es aquel que ejecuta el conjunto de acciones adecuadas sobre los conjuntos de datos adecuados, en el tiempo adecuado. Si el sistema se desarrolla estructurando de manera lógica las acciones, en función del tiempo, los objetivos, y los datos en función a los procesos en que participan, nos rendirá grandes ventajas al permitir:

- Definir clara y lógicamente el problema a resolver.
- La solución podrá ser planteada en relación directa a la problemática, ya que dependerá de la estructura del problema mismo.
- El planteamiento de la solución permitirá deducir claramente el diseño detallado del mismo, además promoverá de bases para definir las pruebas a las que se deberá someter el sistema antes de su puesta en funcionamiento.
- Si el diseño del sistema y sus datos son estructurados, la aplicación de programación estructurada será mas fácil y sus ventajas más obvias.

Una visión general del Desarrollo Estructural en función de las etapas de la metodología de desarrollo de sistemas se muestra en la Figura 5:

ETAPAS:



FUNCIONES:



COMPONENTES DE LA TÉCNICA DE DESARROLLO ESTRUCTURADO:



FIGURA 5 – Visión Global del Desarrollo Estructurado de Sistemas

un sentido estructurado, permitiendo ser completamente explícito. El diagrama estructurado tiene una relación muy evidente con la programación estructurada, de tal manera que es evidente como del primero se puede llegar a la segunda.

La programación estructurada se basa en el postulado de que estructurando un programa en base a tres funciones (o figuras, ver Tabla 3 en la siguiente página) básicas se pueden lograr ventajas significativas en el trabajo de programación en cuanto a:

1. MAS CALIDAD

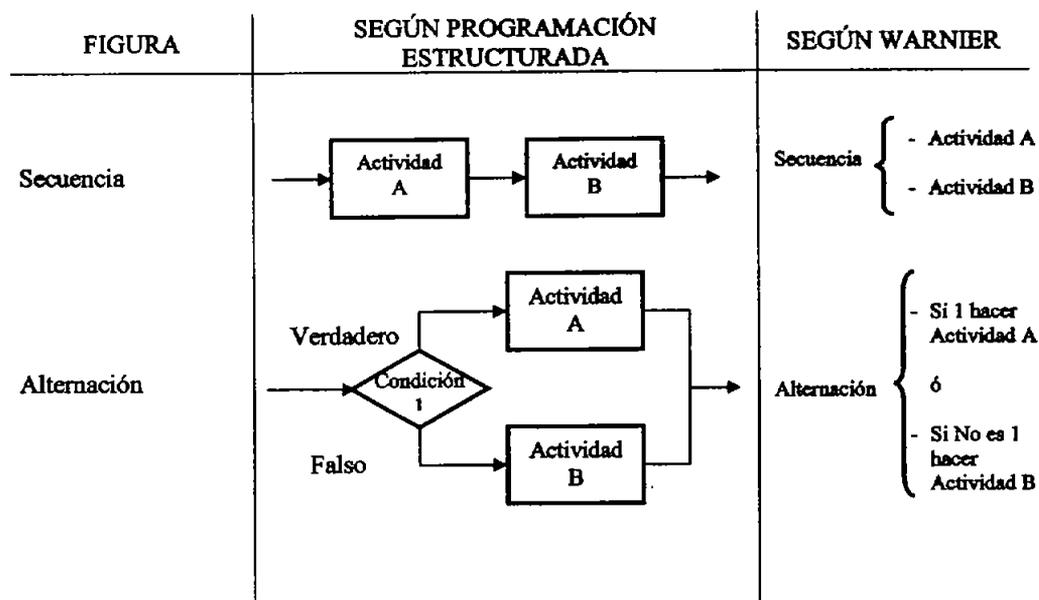
La calidad mejora al poder deducir fácilmente de un diagrama estructural los datos con que se deberá probar el programa y permitirá una mejor supervisión y control del trabajo al haberlo dividido en pequeñas unidades más manejables.

2. MEJOR MANTENIMIENTO

Esto se logra debido a que un programa bien estructurado esta constituido de módulos independientes entre si, lo que permite que la modificar alguno, los restantes no sean afectados. También permite una mejor manera de determinar donde y como se debe modificar un programa en caso de requerir mantenimiento.

3. MAYOR INDEPENDENCIA

Como todos los programas son diseñados y documentados de la misma manera, un programador o analista puede tomar el trabajo de otro sin una disrupción fuerte en el desarrollo del trabajo.



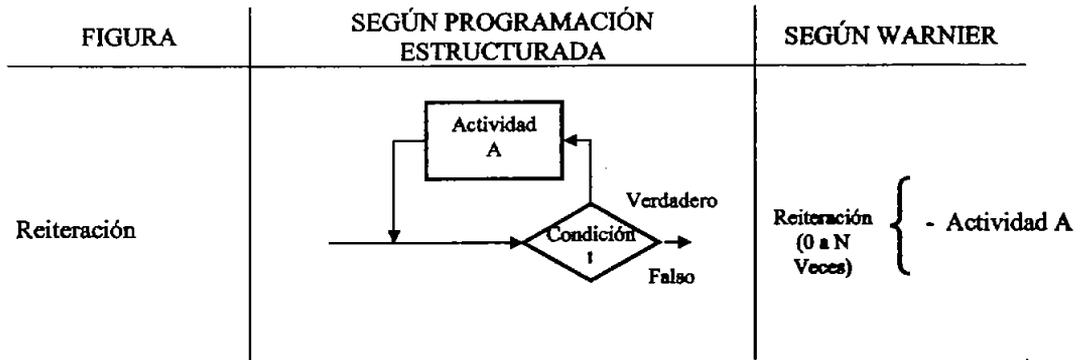
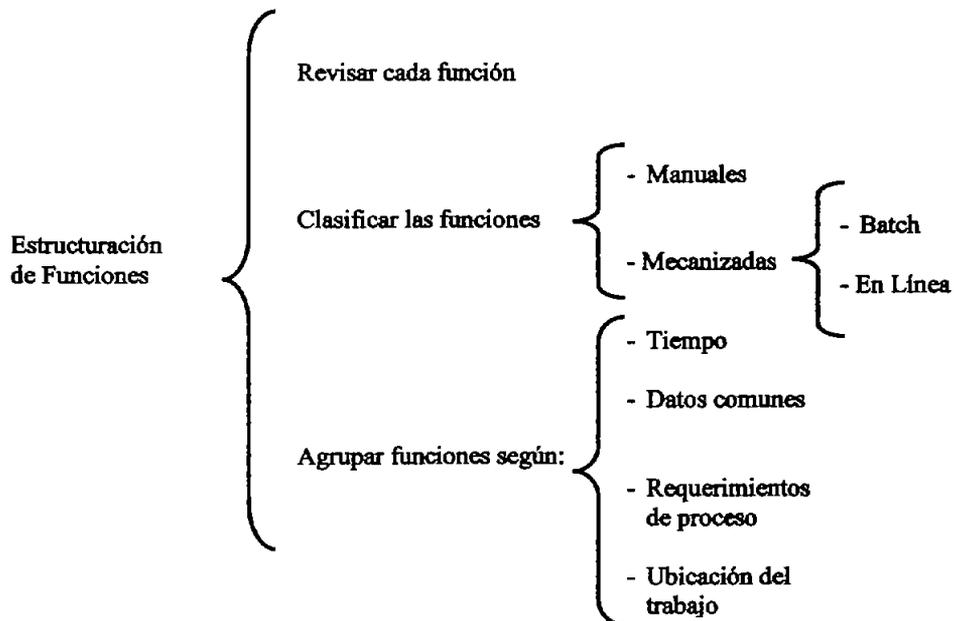


TABLA 3 – Figuras Básicas de Programación Estructurada

Nótese que en los diagramas de programación estructurada todas las figuras tienen un solo punto de entrada y uno de salida, lo que permite modularidad. Cada figura (o unidad) es independiente del resto del programa. También es de interés como estas proveen un criterio válido para probar el programa, ya que cada figura con sus subconjuntos es probable por separado.

Una vez que la función ha sido descrita, es necesario determinar sus requerimientos de información y de proceso, o sea determinar que información con que frecuencia se requiere, que información generará la función, con que cálculos basados en que parámetros.

El proceso de definir funciones y sus entradas y salidas es un proceso reiterativo en el cual se van refinando las funciones por medio de combinaciones y divisiones de funciones, hasta lograr una descripción razonable, siguiendo los pasos a continuación:



2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Definición: describir, por una función data, la información requerida identificándola y determinando sus relaciones entre si empleando representaciones gráficas para denotar su jerarquía.

El análisis de datos determina jerárquicamente que información se requiere por cada función, usando el concepto de agregado de datos. Un agregado de datos se define como un conjunto de elementos de información pertinente a un objeto, evento o transacción.

Estos agregados de datos tendrán un papel muy importante al servir de base para diseñar programas y procedimientos estructurados, así como para definir archivos, registros y bases de datos en el computador.

Una visión global del análisis de datos y su relación con el análisis de y diseño estructurado es como sigue:

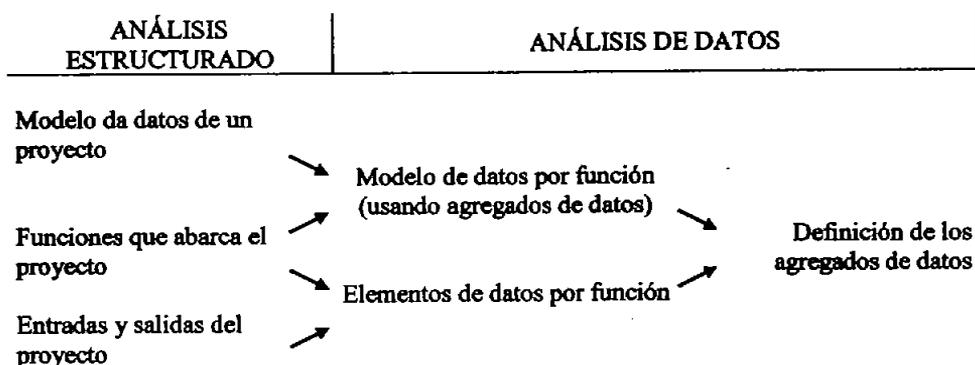


TABLA 4 – Relación entre Análisis Estructurado y Análisis de Datos

Por medio de ejemplos ilustramos los conceptos de Modelo de Datos de un proyecto o sistema, de una función, agregados de datos y elementos de datos por agregado.

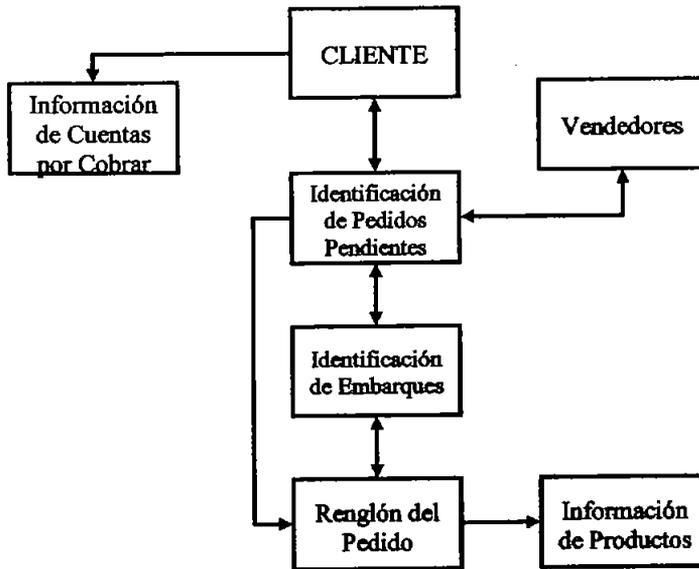


FIGURA 6 – Modelo de Datos del Sistema de Facturación

Cada cuadro es un agregado de datos. Nótese que el modelo define la interrelación que existe entre los agregados de una manera estructurada, puesto la identificación del cliente es el agregado de mayor jerarquía, seguido de vendedor, identificación de pedidos e información de cuentas por cobrar en los siguientes niveles.

Un diagrama de Venn para el modelo de datos anterior aparece en la figura 6a, considerando un solo cliente con un vendedor que lo atiende, un solo embarque con un pedido pendiente de efectuar que consta de dos productos diferentes, cada uno en dos renglones separados del pedido.

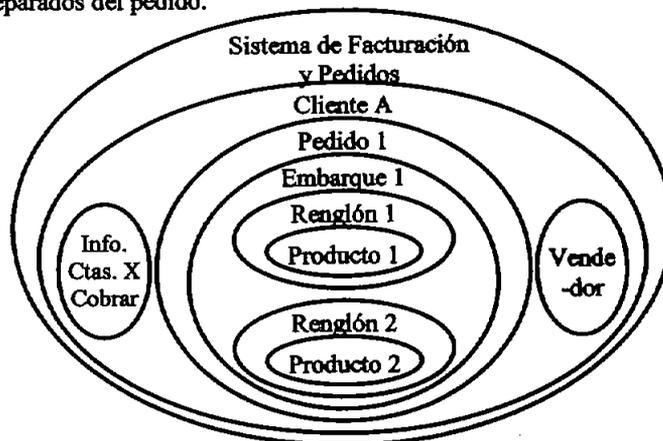


FIGURA 6ª- Diagrama Venn de un Sistema de Facturación y Pedidos

Cada función que soporta el sistema tiene sus propios requerimientos de información. Ya que la función es un subconjunto de la totalidad del sistema, su modelo de datos debe ser un subconjunto del modelo de datos del sistema. Así la función de calculo y elaboración de facturas para una empresa mayorista podría ser:

FUNCIÓN: FACTURACIÓN

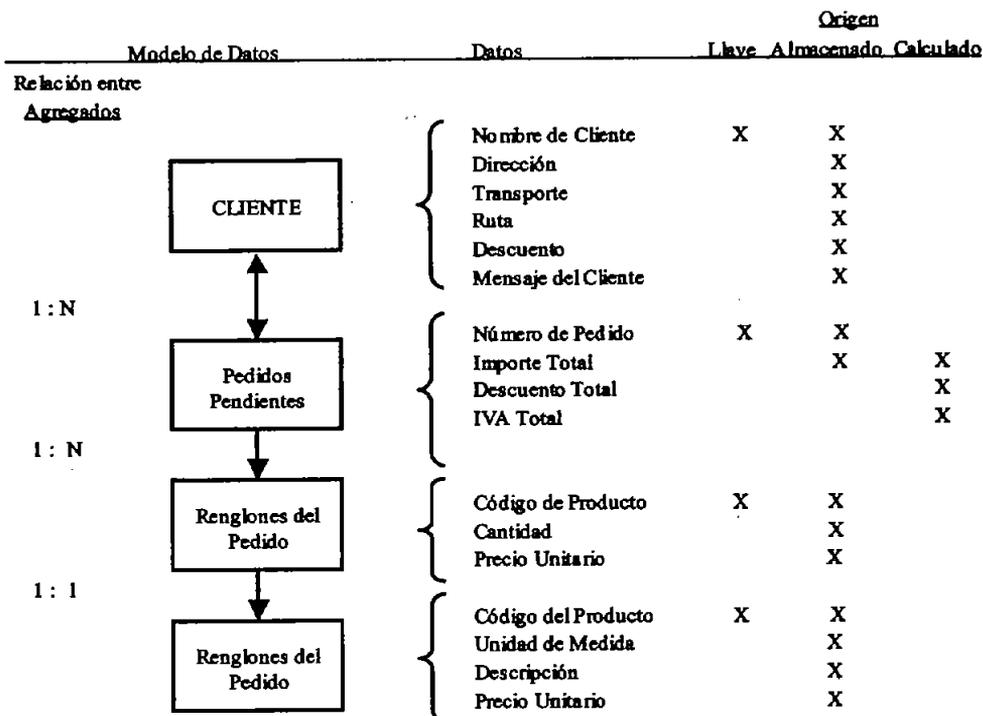


FIGURA 7 – Modelo de Datos de una Función, Incluyendo Elementos de Datos

Además de definir cada elemento de información hay aquí que considerar su origen, si proviene de la transacción, si forma parte de la información permanente del sistema (residiendo en archivos maestros o permanentes), o si es calculado por el sistema.

También es necesario considerar si un dato puede servir de llave, o medio de acceder algún otro dato en el sistema, como podría ser el dato código de producto en la Figura 7, pues se puede usar para obtener desde el agregado Renglón de Pedido los datos generales del producto que se encuentran en el agregado Información de Producto.

El modelo de datos también muestra con se relacionan entre si los agregados de datos, aspecto que juega un papel importante al decidir el diseño físico de los datos, o sea como se

encontrará la información en el computador para poder satisfacer los requerimientos de proceso del sistema.

En la Figura 7 se muestra como la relación entre el agregado Cliente y el agregado Pedidos Pendientes es 1:N (uno a N) y la flecha que los une indica ambos sentidos. Esto significa que cada cliente puede tener más de un pedido pendiente y los pedidos pueden accederse para cada cliente. La flecha en ambas direcciones y el hecho de que Pedidos Pendientes contenga el dato "Número de Pedido", el cual es llave de acceso, implican que se pueden acceder pedidos por su número, sin saber a que Cliente corresponden. Si se accesa un pedido de esta manera, este tendrá un solo cliente, ya que la relación 1:N siguiendo la flecha hacia arriba así lo indica.

Considerando en un proceso analítico de los modelos ejemplificados, se llegan a determinar finalmente los agregados de datos y su contenido en elementos de información. Este proceso analítico se conoce como Normalización de Datos y consiste en tres pasos:

1. Primera normalización: se obtiene una primer versión de los agregados de datos, estos son divididos en agregados menores buscando eliminar aquellos grupos de datos que se repitan.

En el ejemplo de facturación, nótese como el agregado de datos Renglón del Pedido, que se puede repetir varias veces en un pedido, es un agregado separado de Pedidos Pendientes.

2. Segunda normalización: Aquí se eliminan los de los agregados aquellos datos que no dependan de la llave de acceso del mismo.

Una llave de acceso, repetimos, es aquel conjunto de datos usado para encontrar o acceder datos en el computador. Por ejemplo: para obtener los datos de un renglón de una factura, será necesario:

- Conocer el número del pedido, para poder revisar todos sus renglones, o
- Conocer el código del cliente para revisar entre sus pedidos y sus renglones correspondientes, o
- Revisar todos los clientes, incluyendo sus pedidos y renglones correspondientes.

Se puede observar el papel que desempeñan las llaves de acceso al relacionar y procesar la información de cada función del sistema, de ahí la necesidad de suprimir la información que no dependa de las llaves de acceso de los agregados de datos.

3. Tercera normalización: básicamente es una repetición de a normalización anterior. Se trata de eliminar los datos independientes de partes de la llave de acceso, en caso de que se permita acceder datos conociendo solo parte de la llave de acceso.

El producto de la normalización son agregados de datos, con sus elementos bien definidos y sus relaciones establecidas, de tal manera que permitan satisfacer los requerimientos de información de cada función que realiza el sistema.

En la etapa de Planeación de Sistemas, la función de los agregados de datos va encaminada a que el sistema soporte los requerimientos de información, a determinar la secuencia del proyecto de sistemas y a identificar interfaces entre distintos sistemas. En el diseño preliminar, serán útiles para el diseño de los registros de los diferentes archivos, diseñar las rutas lógicas de acceso en bases de datos y finalmente para diseñar la arquitectura de los programas de computadora.

2.6 DISEÑO Y PROGRAMCIÓN ESTRUCTURADOS

Definición: el transformar para un sistema las funciones y requerimientos de información en especificaciones técnicas y después programas operacionales en un proceso estructurado y bien definido.

Este paso representa la culminación del proceso de desarrollo estructurado de sistemas, ya que es el que general el producto final: el sistema.

Existen cinco decisiones básicas a tomar en este paso:

1. Tipo de Proceso:

Batch: El sistema espera que se acumulen y validen todas las transacciones para procesarlas de una sola vez, lo que implica mayor tiempo de respuesta pero a la vez una mayor capacidad de procesar volúmenes masivos de información. Por lo general en este tipo de proceso en control de la información es centralizado.

En línea: El usuario procesa directamente las transacciones en sus punto de generación, los que implica menor tiempo de respuesta, mayor requerimiento de recursos de computación y una descentralización del control del sistema opuesto a la centralización data en el proceso batch.

2. Estructura de Archivos

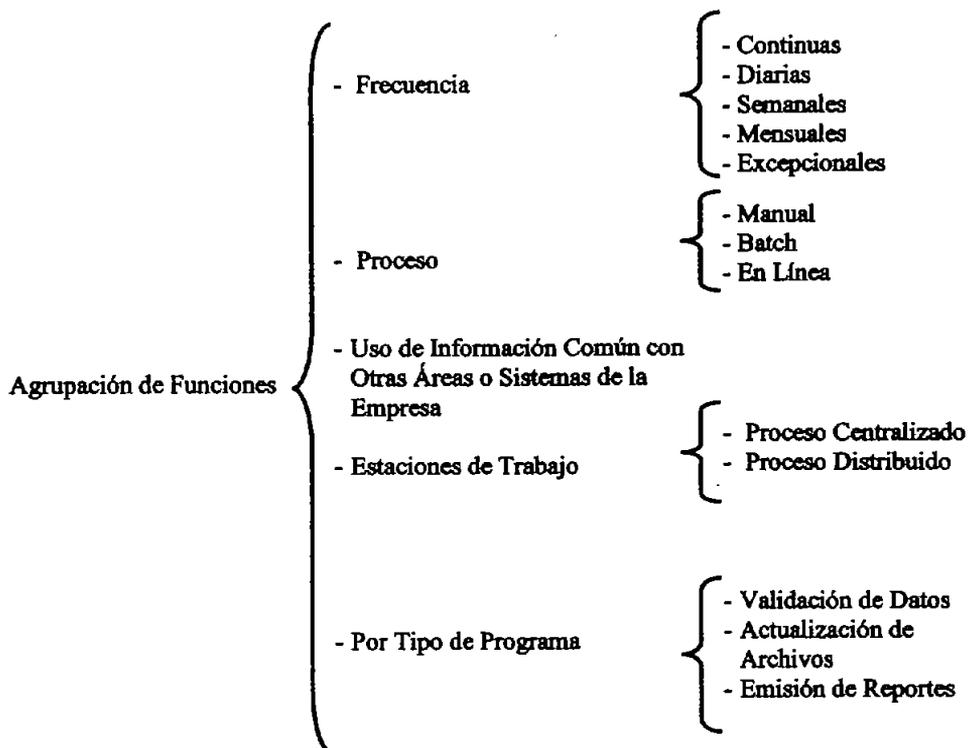
Usando archivos convencionales: Lo cual implica que los aspectos de seguridad, definición y acceso ala información, deberán ser manejados por el software de aplicación. Esto generalmente hará que el sistema tenga menor mantenibilidad, asimismo habrá una mayor redundancia de información en el computador. Por otro lado, existen ventajas del empleo de archivo convencionales vs. bases de datos, como la posibilidad de deterioro en tiempo de respuesta resultante de las funciones técnicas de soporte a la base de datos adicionales que debe procesar el computador.

Usando bases de datos: Una base de datos está compuesta por grupos de archivos físicos cuya información esta relacionada entre sí usando varias técnicas de acceso. Esto permite

que los programas usen "rutas de acceso" provistas por la base de datos, eliminando las funciones de definición y de relación entre la información de los programas de aplicación.

3. Distribución del Proceso de Información

La base para todas estas decisiones se puede rastrear a la clasificación de funciones en los siguientes términos:



y sus resultados serán especificaciones técnicas para programas batch y en línea, según el caso, o para procedimientos manuales si la función no se lleva a cabo en el computador.

Es interesante diferenciar estos dos tipos de programas mencionados, no solamente por las diferencias ya mencionadas al describir cada tipo de proceso, sino también por la mayor dificultad de los programas de computación en línea debido a que estos, además de su proceso de la información deben soportar un diálogo con el usuario que los opera por medio de su terminal.

Para definir un programa batch, basta con determinar su proceso de manera estructurada, pero en el caso de un programa en línea, es necesario determinar además la estructura de la conversación que se llevará con el usuario, incluyendo las pantallas (formatos que

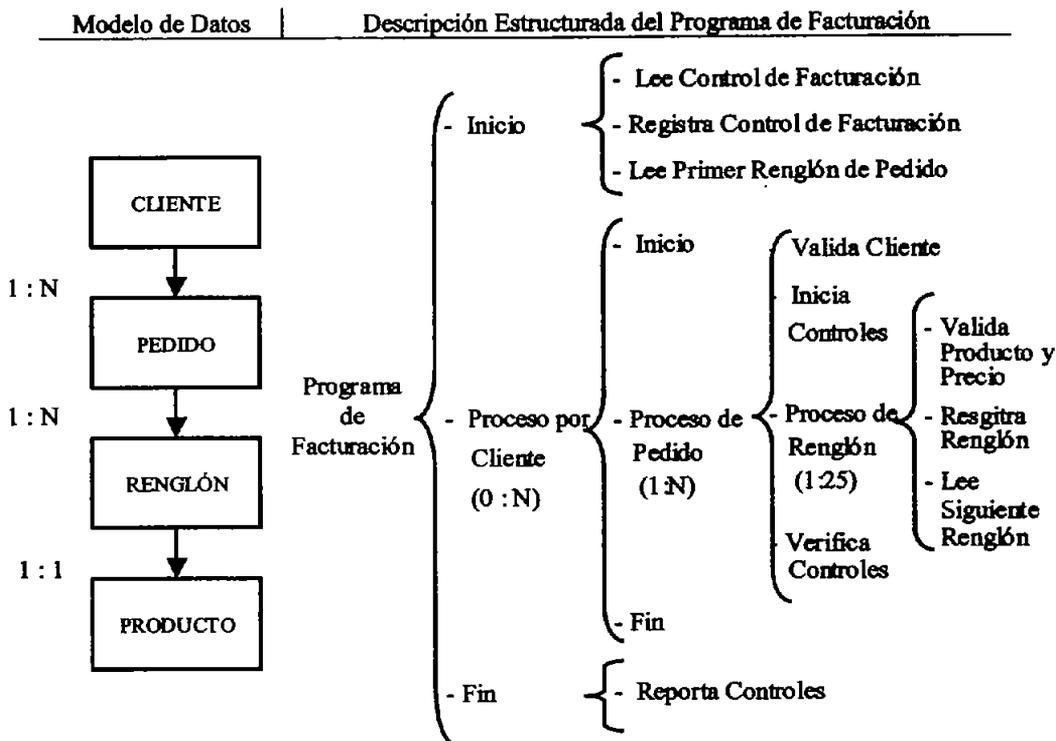
aparecerán en la terminal), mensajes (como reaccionará el computador en cada circunstancia), las teclas de función (usadas por el operador de la terminal para darle instrucciones al computador).

Una vez definidos los programas y su arquitectura, las especificaciones estructuradas son fácilmente convertibles a programas estructurados, además de proveer un criterio muy eficaz para elaborar datos de prueba que permitan probar extensivamente cada programa.

Continuemos con el ejemplo de facturación presentando un diagrama que muestra como a partir del modelo de datos para facturación y las descripciones de las funciones:

- Validar la facturación
- Controlar la Facturación
- Registrar y Reportar la Facturación

se estructura un programa batch que procesa la facturación que masivamente se acumula a lo largo de un día.

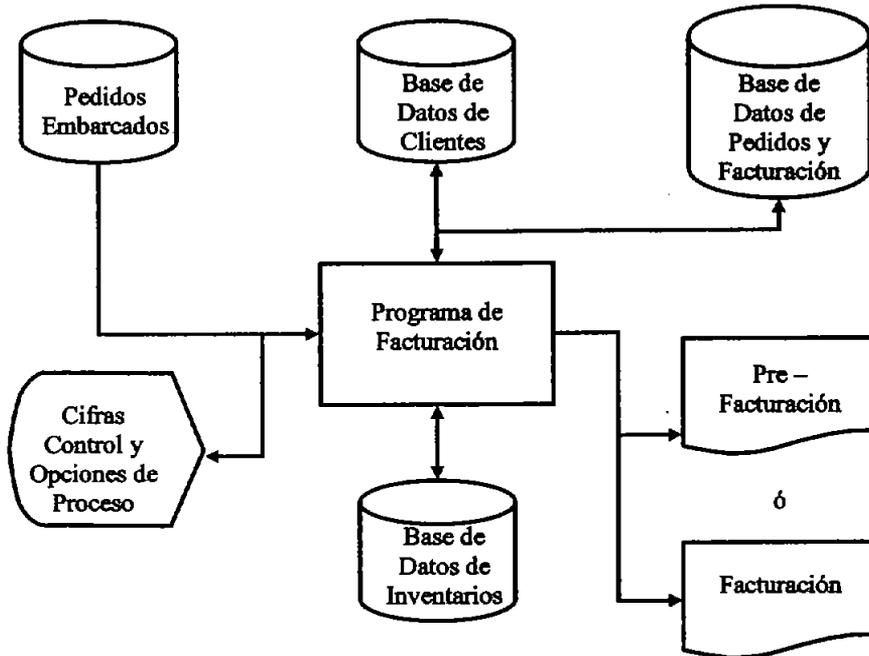


Nótese que la estructura del modelo de datos (cliente, pedido, renglón, producto), es la misma que la de la descripción del programa (lea el renglón las largo del diagrama).

El programa es comparable a un diagrama de árbol con todas las posibilidades que pueden ocurrir con la información, y el proceso que ocurrirá en cada caso.

Una vez identificado los anterior, se dispone de herramientas para desarrollar el diseño técnico detallado:

Ejemplos de Documentación de Diseño Técnico:



| Base de Datos de Clientes | | |
|----------------------------------|----------|--------------|
| Registro: Información de Cliente | | |
| Campo | Longitud | Tipo |
| Clave de Cliente | 6 | Alfanumérico |
| Nombre del Cliente | 35 | Alfanumérico |
| | | |
| Etc. | | |

| Esquema de Acceso de base de Datos | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Validación de Crédito de Clientes | | |
| Llave | Descripción | Tipo |
| Si | Cod. De Cliente | Alfanumérico |
| | Limite de Crédito | Número |
| | Saldo por Cobrar | Número |

Ejemplos de Documentación de Diseño Técnico (continua):

| 21/12/1981 Reporte de Facturación | | | | | |
|--|---------|-------------------------|----------|--------|-----------------|
| Cliete | Factura | Producto | Cantidad | Unidad | Pecio Extendido |
| ACERMEX | IL8-21 | 124 - Acero Templado | 3 Ton. | | 5,000,000.00 |
| Totales del Día: | | | | | |

| Procedimiento de Facturación | |
|------------------------------|---|
| Responsable | Acción |
| Recepcionista de Bodega | Recibe pedidos de cliente al mostrador Valida existencia de productos solicitados, consultando en la conversación ECK - 1 |

El diseño técnico detallado servirá de base para efectuar un análisis costo-beneficio, obtener la probación gerencial y de los usuarios y para desarrollar el sistema.

Para lograr sus objetivos, este trabajo describe las técnicas PERT/CPM, así como otras técnicas conexas útiles para el control de proyectos (Capítulo 3).

En el Capítulo 4 se revisa la problemática administrativa y los requerimientos de información generales de empresas que trabajan en proyectos en la industria de la construcción.

En el Capítulo 5 se presentan los reportes principales que proporcionará el sistema para planeación y control de proyectos y, a manera de conclusión, presenta un análisis general de las funciones que realizará dicho sistema. Por cada una de las funciones principales se presentan los sistemas, los objetivos y descripciones generales de los mismos, acompañados de los modelos de datos aplicables.

3.

PERT - CPM

3.1 INTRODUCCIÓN

Las técnicas PERT-CPM han demostrado en la práctica sus capacidad de obtener los siguientes beneficios en la administración de proyectos:

1. Su aplicación correcta ha demostrado que las estimaciones de la duración de un proyecto son altamente confiables.
2. La terminación mas temprana de proyectos comparada con la aplicación de métodos menos formales. Esta ventaja es importante ya que aumenta la confianza de un cliente que espera la terminación de un proyecto.
3. El uso de redes PERT-CPM asiste eficazmente en la preparación de estimaciones de costos para un proyecto, debido a que se disminuye el riesgo de que se olviden recursos de alto costos al preparar el estimado.
4. Un control y seguimiento de costos incurridos puede ser sumamente beneficioso. Sistemas con este fin han demostrado ser útiles para vigilar la rentabilidad de los proyectos.
5. Se pueden planear por adelantado los requerimientos de recursos humanos y se puede lograr una mejor utilización de los mismos en los diferentes proyectos.
6. Se pueden programar las recepciones y entregas de materiales, de manera tal que este esté disponible a tiempo, pudiendo optimizar la inversión en inventarios.
7. Estos métodos requieren y promueven el pensamiento lógico. Para poder dividir un proyecto en términos de una red de actividades y recursos, se requiere determinar la dependencia y secuencia de las actividades. Eso minimiza la posibilidad de omitir información importante.
8. El análisis de redes bien estructuradas permite otorgar mayor atención a aquellas actividades críticas, de las que dependen las demás actividades para su realización.
9. El proceso de seguimiento del proyecto se puede realizar con efectividad usando redes para ello.
10. El reprogramar o modificar los planos del proyecto se puede realizar con efectividad usando redes.
11. Las redes son útiles para pronosticar las actividades de un proyecto de manera razonable.

Este capítulo tiene como objeto determinar la información que se usa par aplicar las siguientes técnicas:

- PERT/CPM
- Asignación y Control de Recursos
- Análisis de Punto de Ruptura
- Paquetes de Trabajo

No se pretende dar una explicación detallada del PERT/CPM por ser esta una técnica conocida y con amplia documentación disponible en el mercado, sin embargo, se enumeran sus conceptos principales y se explica en mayor detalle la asignación y control de recursos usando redes, la técnica de análisis de punto de ruptura para optimizar el uso de recursos en el proyecto, y el uso de paquetes de trabajo para la planeación y control de proyectos.

3.2 CONCEPTOS GENERALES PERT/CPM

PERT

El PERT (Project Evaluation and Review Technique) Técnica para Evaluación y Revisión de Proyectos, fue desarrollada conjuntamente por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los Estados Unidos y por consultores de la firma Booz Allen & Hamilton, con el objeto de controlar y cuantificar el programa para los proyectiles balísticos "Polaris" lanzados desde submarinos. El proyecto PERT tenía como meta desarrollar, probar y hacer operativa una metodología que proporcionara a la dirección del programa "Polaris" una evaluación integrada y cuantitativa de:

- a) El progreso a la fecha y las proyecciones del plan de dotar a la marina norteamericana de un proyectil ballístico disparado desde submarinos.
- b) La validez de los planes y tiempos programados para lograr los objetivos propuestos.
- c) Los efectos de los cambios que pudieran suceder respecto a los planes establecidos.

Por otro lado, surgió la técnica "gemela" del PERT: el Método de la Ruta Crítica, conocido por las siglas CPM (Critical Path Method). El CPM es el resultado de los esfuerzos de la compañía Dupont, iniciados en 1957 para mejorar los métodos existentes de planeación y asignación de recursos en un proyectos determinado.

En la actualidad, PERT y CPM son una sola técnica, ya que las diferencias entre sí son solo históricas:

Determinación de la Ruta Crítica y Tiempos Flotantes Usando Teoría de Redes

Si consideramos a un proyecto como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales deben ser efectuadas en cierto orden para poder terminar la tarea, la aplicación

de la teoría de redes pretende básicamente describir la interrelación lógica que la secuencia de actividades implica, ya que algunas actividades no podrán empezar hasta que actividades antecedentes estén terminadas. De esta manera, las actividades son vistas como trabajos que requieren de tiempo y recursos para su realización.

Antes de la aplicación de PERT/CPM la herramienta más usada para determinar la duración de proyectos era la gráfica Gantt, en la que se representa en el eje X el tiempo y en el eje Y cada una de las actividades que componen al proyecto, las cuales proyectan su duración a los largo del eje X.

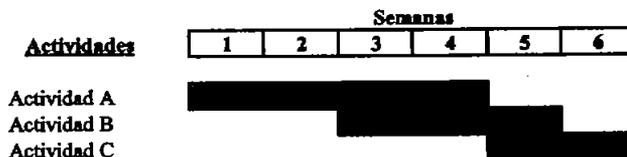


FIGURA 8 – Gráfica Gantt

La desventaja de la gráfica Gantt es que no denota la interdependencia entre las actividades, los que le impide ser una herramienta útil para optimizar el tiempo total en que se desarrollará el proyecto.

Revisando la figura 8 notamos que, a pesar que la actividad C esta programada para empezar después de terminada la actividad A, esto no nos asegura que el inicio de C dependa efectivamente de la terminación de A. Si esta relación no fuera cierta, podríamos iniciar la actividad C antes, en la semana 4 por ejemplo, lo que acortaría la duración del proyecto por una semana.

PERT/CPM son métodos orientados hacia el tiempo, ya que ambos permiten determinar un cronograma u "horario" del proyecto. La diferencia primordial entre ambos métodos se basa en que para CPM la estimación del tiempo es determinista, mientras que el criterio de PERT es probabilístico.

El control de proyectos con PERT/CPM consiste en tres fases básicas: Planeación, Programación y Control.

PLANEACIÓN

La fase de planeación se inicia al dividir el proyecto en actividades separadas. Los estimados de tiempo para cada una se determinan a continuación para construir una gráfica cuyas ramas representan las actividades y los nodos eventos, o sea el momento en que termina una actividad y empieza otra. La gráfica completa representa las interdependencias entre las actividades del proyecto.

La construcción del diagrama en la fase de planeación tiene la ventaja de permitir estudiar los distintos trabajos en detalle, facilitando la introducción de mejoras al plan antes de que inicie el proyecto.

PROGRAMACIÓN

El objeto ultimo de la etapa de programación es construir una gráfica en función del tiempo que muestre el inicio y el final de cada actividad, así como la relación entre las distintas actividades. Adicionalmente, la programación debe denotar aquellas actividades críticas, en función del tiempo, ya que en función directa de su ejecución descansará la duración total del proyecto. Esto hace que estas actividades requieran atención especial en su ejecución, para que el proyecto sea terminado a tiempo.

Para las actividades no críticas el plan debe mostrar su margen para convertirse en críticas, o tiempo flotante, mismo que resulta sumamente útil cuando se retrasan las actividades, permitiendo ejercer el control requerido para evitar un retraso del proyecto en sus totalidad, o para permitir retrasar o adelantar actividades, tratando utilizar más eficientemente recursos limitados.

CONTROL

La fase final es el control, en el cual se usa el diagrama de flechas, o gráfica, para la elaboración de reportes periódicos de progreso. La red puede ser actualizada de esta manera y analizada para poder tomar nuevos cursos de acción en lo que resta del proyecto.

De acuerdo con la Figura 9, definimos los conceptos útiles en la técnica PERT/CPM:

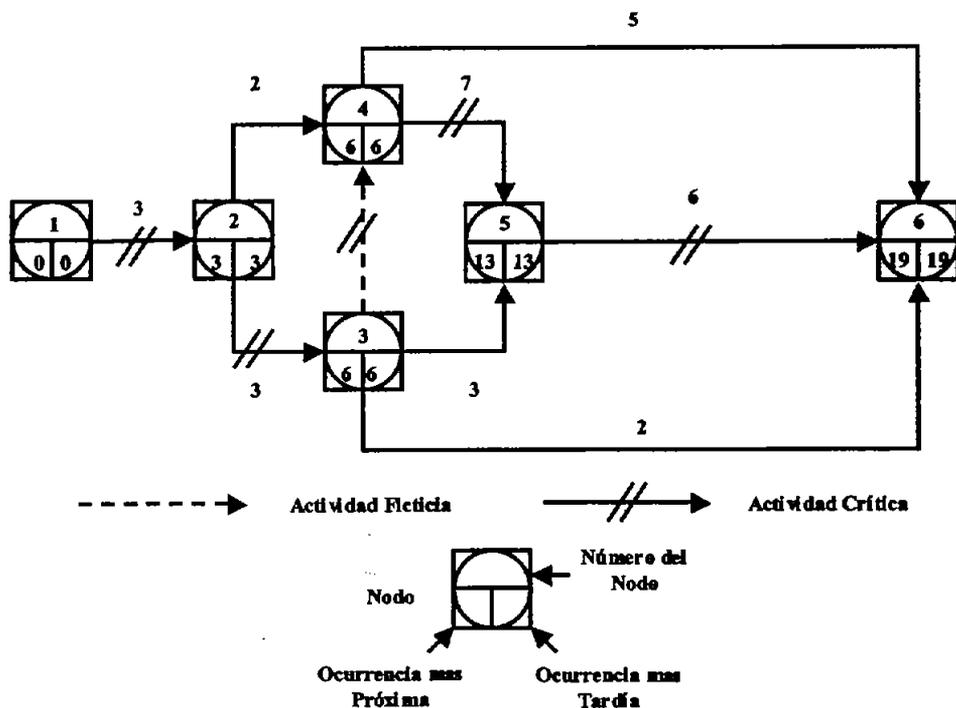


FIGURA 9 - Gráfica o Red de Actividades con Estándares de Dibujo Propuestos (vea en la página anterior)

NODO: Punto de inicio, fin o unión entre flechas en un diagrama de flechas o gráfica. En PERT/CPM los nodos representan eventos, por ejemplo iniciación o terminación de un o varias actividades.

RAMA o FLECHA: líneas que unen los nodos en la gráfica. En PERT/CPM representan las actividades específicas de un proyecto. Cada actividad debe tener asignada como mínimo su duración. En casos más complejos se asignan los requerimientos de recursos.

RUTA: conjunto de RAMAS que nos llevan desde el inicio al final de la gráfica. En el ejemplo anterior, una ruta es la que comprende los nodos 1, 2, 4, 6.

RUTA CRÍTICA: aquella ruta cuya duración total es igual a la del proyecto. Las actividades de la ruta crítica determinan la duración total del proyecto.

ACTIVIDADES CRÍTICAS Y NO CRÍTICAS: son actividades que están, o no están, respectivamente en la ruta.

HOLGURA: que tanta duración le falta a una actividad para convertirse en crítica.

OCURRENCIA MÁS PRÓXIMA DE UN NODO: el momento más temprano al que se puede cumplir un evento

OCURRENCIA MÁS TARDÍA DE UN NODO: el momento más tardío en que puede ocurrir un evento sin retardar el proyecto.

HOLGURA TOTAL DE UNA ACTIVIDAD: la diferencia entre la terminación más tardía y la iniciación más temprana.

HOLGURA LIBRE DE UNA ACTIVIDAD: suponiendo que todas las actividades empiezan lo más pronto posible, la holgura libre toma en cuenta la duración de la actividad adicionalmente a la holgura total.

La tabla 4 muestra un sumario típico del cálculo de rutas críticas. Nótese que solamente las actividades críticas tienen holgura total de cero, requisito indispensable para sus criticalidad. Asimismo, la holgura libre debe ser cero también para todas las actividades con holgura total de cero, sin embargo, el caso contrario no es necesariamente cierto, lo que implica que una actividad que no es crítica puede tener una holgura libre de cero. En nuestro ejemplo todas las actividades tienen la misma holgura total y holgura libre, lo cual no es siempre cierto y se cumple en nuestro caso debido a que todos los nodos o eventos de la red son tocados por la ruta crítica.

TABLA 4 - CÁLCULO DE HOLGURAS

| CRÍTICA | ACTIVIDAD (i,j) | DURA- CIÓN D_{ij} | INICIOS | | TERMINACIÓN | | HOLGU- RA TOTAL | HOLGU- RA LIBRE |
|---------|--------------------|---------------------------|---------|--------|-------------|--------|-----------------------|-----------------------|
| | | | PRÓXIMO | TARDÍO | PRÓXIMO | TARDÍO | | |
| Si | (1,2) | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| Si | (2,3) | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| | (2,4) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 1 |
| Si | (3,4) | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| | (3,5) | 3 | 6 | 10 | 9 | 13 | 4 | 4 |
| | (3,6) | 2 | 6 | 17 | 8 | 19 | 11 | 11 |
| Si | (4,5) | 7 | 6 | 6 | 13 | 13 | 0 | 0 |
| | (4,6) | 5 | 6 | 14 | 11 | 19 | 8 | 8 |
| Si | (5,6) | 6 | 13 | 13 | 19 | 19 | 0 | 0 |

3.3 ASIGNACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS

Una vez programado un proyecto en función de la duración de sus actividades, la asignación de recursos representa el segundo factor principal que afectará dicha programación, ya que las limitaciones en recursos pueden hacer que las actividades planeadas como concurrentes no se puedan relajar de esa manera.

En este punto sobresale el uso de holguras totales para las actividades no críticas, puesto que al mover una actividad hacia adelante o hacia atrás, dentro de la holgura permitida entre su inicio próximo y su terminación tardía, se pueden retrasar o adelantar los requerimientos de recursos de la actividad.

Aunque no existan limitaciones de recursos, es práctica común usar las holguras totales para nivelar el consumo de recursos durante el proyecto. Esto permitirá mantener una fuerza de trabajo estable, evitando contrataciones y despidos significativos de personal.

Usemos ejemplos para demostrar la asignación de recursos, mismos que se basan en la misma red que la tabla 4, para la cual en la siguiente tabla mostramos la mano de obra requerida para cada actividad:

| ACTIVIDAD | NÚMERO DE HOMBRES | ACTIVIDAD | NÚMERO DE HOMBRES |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| 1,2 | 5 | 3,6 | 1 |
| 2,3 | 7 | 4,5 | 2 |
| 2,4 | 3 | 4,6 | 5 |
| 3,5 | 2 | 5,6 | 6 |

En las siguientes gráficas mostramos en la gráfica superior las actividades del proyecto contra una escala de tiempo donde las actividades críticas aparecen en el nivel superior con sus nodos o eventos. Abajo de cada actividad crítica aparecen las actividades no críticas que tienen lugar concurrentemente a cada actividad crítica. Cada una de las actividades no críticas se muestran en tres renglones, el primero representa la actividad iniciándose en el punto más próximo, el segundo renglón en línea punteada muestra la holgura total en cada caso: desde el inicio más próximo hasta la terminación más tardía, lo que representa el margen en el que se pueden desplazar las actividades; finalmente, el tercer renglón indica la actividad iniciándose en su punto más tardío.

Contra esta gráfica principal de actividades contra tiempo, mostramos los recursos humanos requeridos por el proyecto. La primer gráfica muestra el caso en que las actividades se inician en su punto más próximo y la segunda se inician en su punto más tardío. En ambos casos aparecen con líneas punteadas los recursos requeridos por las actividades críticas, mismos que se mantienen iguales en ambos casos, debido a que dichas actividades no tienen holgura.

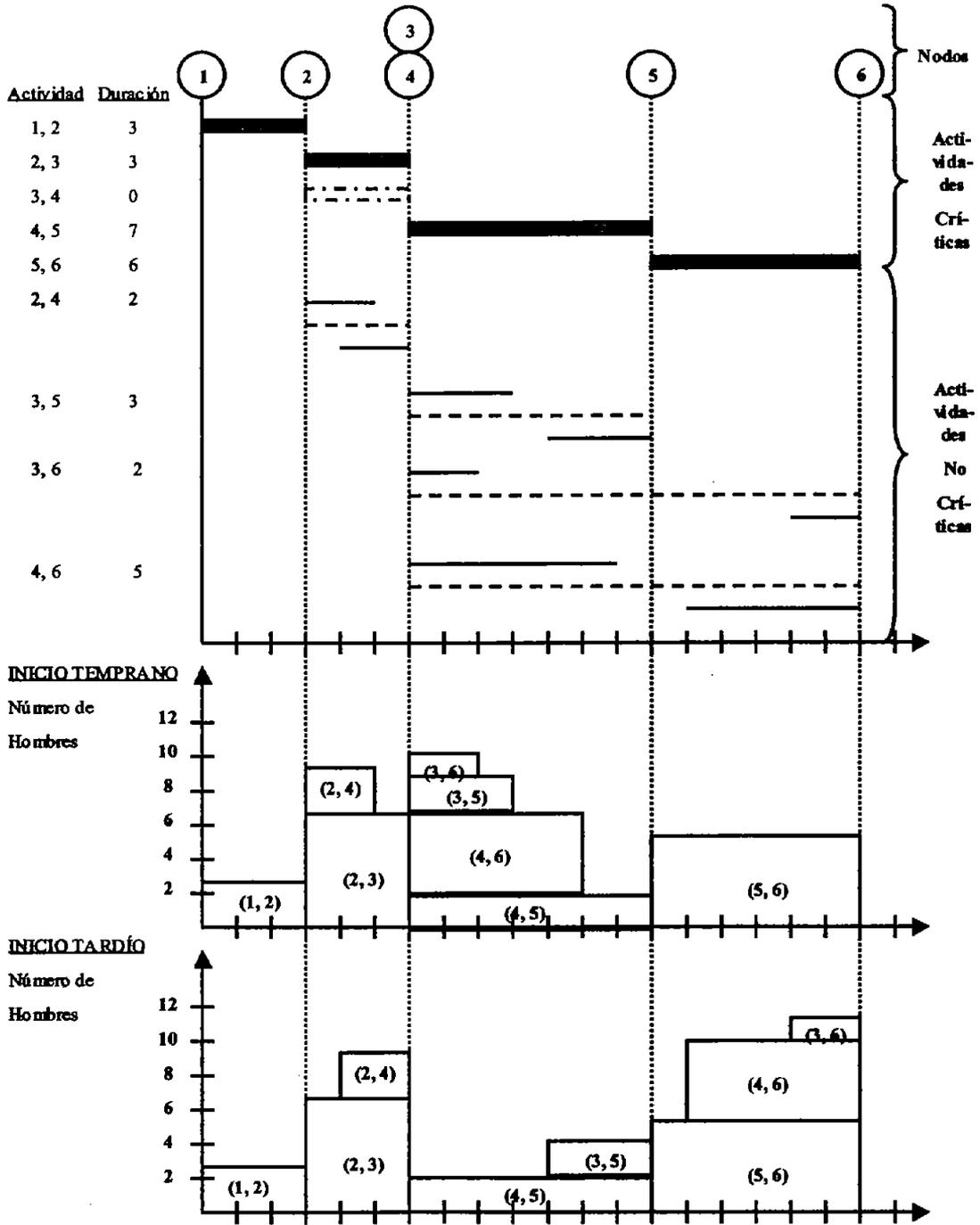


FIGURA 12 – Efecto de Tiempos Flotantes en la Asignación de Recursos

Nótese que el proyecto necesitaría 7 hombres como mínimo, tal como lo demanda la actividad (2,3). La programación basada en los inicios más cercanos de actividades no críticas requiere un máximo de 10 hombres, mientras que el plan basado en los inicios más tardíos requiere de el máximo de 12 hombres. Este caso ilustra como los requerimientos máximos de recursos dependen del uso que se dé a las holguras totales en las actividades no críticas. A pesar de que se obvio en este ejemplo, los requerimientos mínimos nunca bajarán de diez, debido a que la actividad (2,4) coincide con la actividad crítica (2,3) a lo largo de sus holgura total.

La técnica PERT/CPM no solo puede servir para determinar los recursos máximos requeridos, sino que puede asistir a un buen administrador de proyectos para lograr una utilización de recursos más uniforme, haciendo uso de las holguras procurando que el uso de recursos crezca gradualmente, llegue a un máximo, para después decrecer gradualmente también.

En algunos proyectos se puede requerir el mantener el nivel de algún recurso abajo de un tope específico. Esto no se puede lograr con el manejo de holguras descrito, sino que también requerirá de aumentar la duración de las actividades críticas al signarles una menor cantidad de recursos.

3.4 CONSIDERACIONES DE COSTOS EN LA PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS - ANÁLISIS DE PUNTO DE RUPTURA

El aspecto de costos también influye en la programación de proyectos al definirse la relación costo-duración para cada actividad del proyecto. Esta relación solamente incluye costos directos, debido a que los indirectos como administración, supervisión, etc., no tienen efecto en la duración de un actividad específica. En la etapa final de este análisis incluiremos costos indirectos para llegar a los costos totales del proyecto. La Figura 13 muestra gráficamente la relación costos-duración.

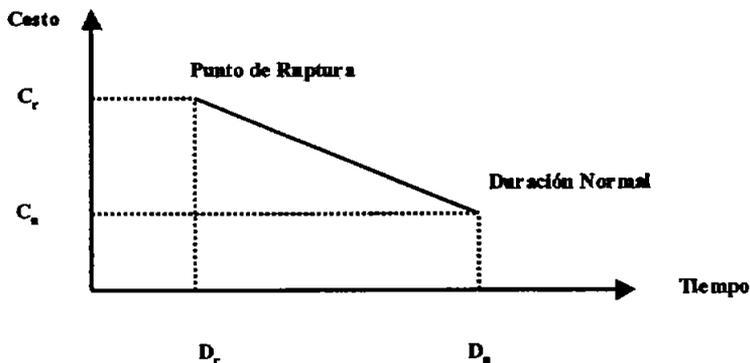


FIGURA 13 – Relación Costo – Duración Para una Actividad Dada

En esta gráfica, el punto (D_n, C_n) la duración normal de una actividad y su costo relacionado (C_n) bajo condiciones normales. La duración normal puede ser reducida asignando una cantidad mayor de recursos a la actividad, lo que implica aumentar su costo directo. Sin embargo, hay un límite a partir del cual no se puede reducir la duración de la actividad aunque se aumente el costo. Este punto se conoce como Punto de Ruptura, el cual se representa en la figura 13 como punto (D_r, C_r) .

En la práctica, la línea recta no se cumple en la relación costo-duración debido a la ley de rendimientos decrecientes, sin embargo, esta relación es usada por conveniencia, ya que se puede determinar una recta fácilmente, conociendo los puntos por los que pasa la curva, asumiendo que el error es despreciable. En la práctica existen excepciones a este procedimiento como se muestra en la figura 14. En este método se determinan puntos intermedios en la curva, al dividir la actividad en subactividades menores. Nótese el aumento de la pendiente entre la recta conforme se va desde el punto normal al de ruptura. Si esta condición no se satisface, la actividad no se puede dividir como se plantea.

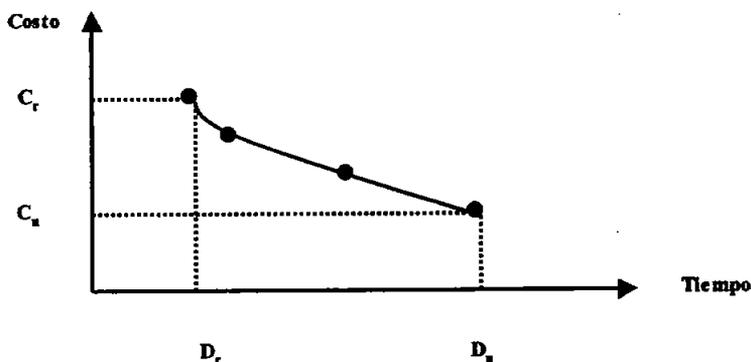


FIGURA 14 – Curva Costo – Duración para una Actividad Dividida

Después de definir las relaciones costo-duración para las actividades, se considera el proyecto bajo duraciones normales. La ruta crítica se calcula bajo condiciones normales, así como los costos totales directos del proyecto.

El paso siguiente será considerar una reducción en la duración del proyecto. Un proyecto se reduce en tiempo reduciendo la duración de sus actividades críticas, en ellas se debe centrar la atención inicialmente. Para reducir la duración a un costo mínimo, se debe tratar de reducir al máximo las actividades críticas con la menor pendiente en sus relaciones costo-duración.

La reducción máxima que podrá sufrir una de estas actividades estará determinada no solo por su punto de ruptura, sino que también intervendrán las duraciones de las rutas no críticas en el momento inicial, debido a que al reducir la ruta crítica esta puede dejar de serlo, en función de las holguras de otras rutas que se pueden convertir en críticas como se discute más adelante.

Suponiendo que la actividad con la menor pendiente en su recta costo-duración sea comprimida correctamente, el resultado de esta compresión la puede convertir en no crítica, a la vez que el costo del proyecto ha aumentado, por lo que la gráfica resultante deberá ser considerada para compresiones mayores en cuanto a su duración. El resultado final de este proceso será obtener curvas costo-duración para todos los programas y sus costos correspondientes.

El beneficio del procedimiento se muestra en la figura 15. Es lógico suponer que al reducir la duración de un proyecto, los costos indirectos se reducirán también. Los costos indirectos parecen en la figura mencionada como una línea punteada, la cual sumada a los costos directos producen la tercer curva del costo total.

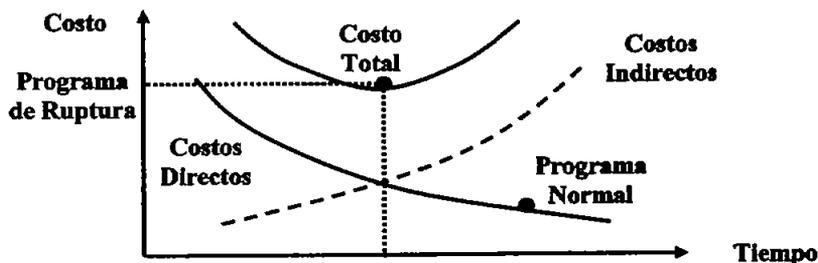


FIGURA 15 – Costos de un Proyecto

El costo total de un proyecto se comporta en los términos mostrados en la figura 15. Al aumentar los costos directos de un proyecto reduciendo su duración, se puede llegar a un costo total óptimo.

Ilustremos con un ejemplo el análisis de punto de ruptura. Supongamos una red de actividades como se muestra en la figura 16, donde aparecen el costo y la duración total del proyecto, así como la ruta crítica con inicios próximos y tardíos de cada nodo siguiendo las convenciones expuestas anteriormente.

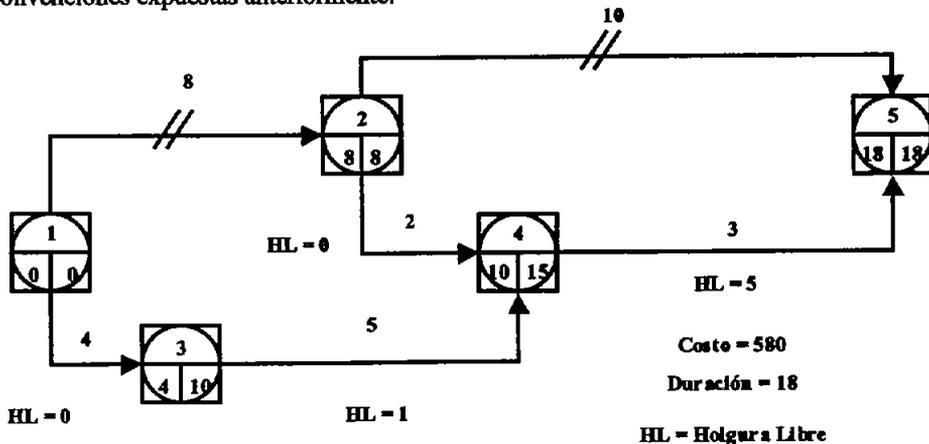


FIGURA 16 – Red de Actividades (ver página anterior)

Adicionalmente, en la tabla 6 se muestran costos y duraciones por actividad.

TABLA 6. Costos y Duraciones por Actividad

| ACTIVIDAD | NORMAL | | PUNTO DE RUPTURA | |
|-----------|----------|-------|------------------|-------|
| | Duración | Costo | Duración | Costo |
| (1,2) | 8 | 100 | 6 | 200 |
| (1,3) | 4 | 150 | 2 | 350 |
| (2,4) | 2 | 50 | 1 | 90 |
| (2,5) | 10 | 100 | 5 | 400 |
| (3,4) | 5 | 100 | 1 | 200 |
| (4,5) | 3 | 80 | 1 | 100 |

Para empezar la optimización es necesario calcular las pendientes de las curvas costo-duración para todas las actividades, utilizando la fórmula clásica para encontrar la pendiente de una recta que pasa por dos puntos conocidos:

$$\text{Pendiente} = \frac{Cr - Cn}{Dn - Dr}$$

Donde:

Cr = Costo de Ruptura
 Cn = Costo Normal
 Dr = Duración de Ruptura
 Dn = Duración Normal

Su aplicación arroja los siguientes resultados:

| Actividad | Pendiente |
|-----------|-----------|
| (1,2) | 50 |
| (1,3) | 100 |
| (2,4) | 40 |
| (2,5) | 60 |
| (3,4) | 25 |
| (4,5) | 10 |

Una vez determinados la duración del proyecto, su costo total y su ruta crítica, suponiendo costos y duraciones normales, empieza el proceso de comprimir al máximo posible la actividad crítica con pendiente costo-duración menor, que en este caso es (1,2), con pendiente de 50. De acuerdo con los datos costo-duración, la actividad puede ser comprimida hasta 2 unidades tiempo, sin embargo, debemos notar que el comprimir un actividad crítica hasta su punto de ruptura no necesariamente implica que la duración de todo el proyecto será reducida de manera equivalente, ya que al comprimir una actividad así puede hacer que otra ruta se convierta en crítica. De producirse este caso, se debe cambiar de ruta para continuar el proceso bajo las mismas bases.

Una manera de predecir si alguna ruta se transformará en crítica antes de alcanzar el punto de ruptura en la actividad que se comprime, es considerar la holgura libre para las actividades no críticas. Por definición estas holguras son independientes de los tiempos de iniciación de las actividades restantes, por lo tanto, si durante la compresión de alguna actividad alguna holgura positiva se convierte en cero, entonces se dice que la actividad crítica no puede seguir siendo comprimida sin que exista la posibilidad de que la nueva actividad con holgura cero se haya convertido en crítica.

Además de considerar el "límite de ruptura" hay que considerar al "límite de holgura libre".

Para determinar el límite por holgura libre es necesario reducir la actividad crítica en una unidad de tiempo, para después, al volver a calcular la holgura libre para todas las actividades no críticas, se puede detectar cuales han reducido su holgura libre en una unidad. La actividad con la menor holgura libre antes de la reducción determina el límite buscado.

Aplicando este concepto al caso que ejemplificamos, al reducir la actividad (1,2) en una unidad, la actividad (3,4) reduce su holgura libre de uno a cero, mientras que la holgura de la actividad (4,5) se mantendrá en 5. Esto significa que el límite de holgura es 1, menor que el límite de punto de ruptura que es 2. El límite de compresión es el menor de los dos, o sea = 1. En la figura 17, mientras que el nuevo costo total es igual al costo anterior del proyecto más el costo de comprimir, o sea $580 + ((18-17) \times 50) = 630$. Nótese que a pesar que se ha llegado al límite de compresión la ruta crítica sigue siendo la misma, lo que ilustra que no siempre es cierto que al llegar al límite de compresión cuando este se debe al límite por holgura libre.

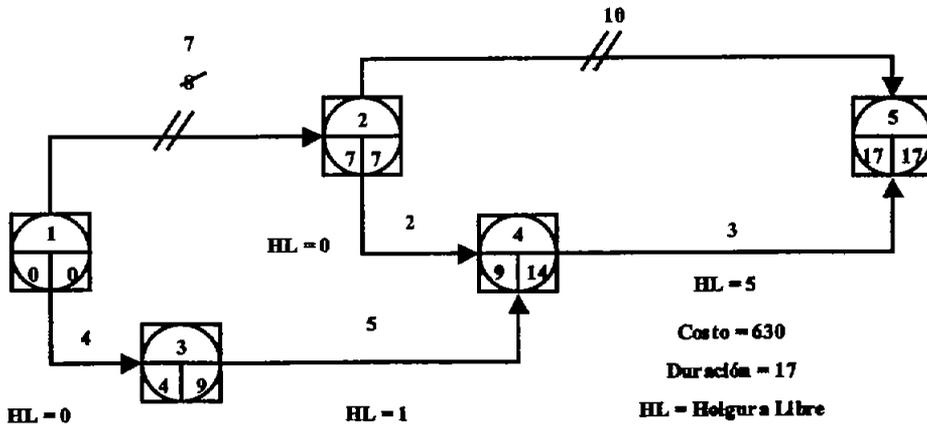


FIGURA 17 – La Red Después de su Primera Compresión

Debido a su punto de ruptura y al límite por holgura libre, la actividad (1,2) sigue siendo la mejor candidata para compresión, al ser el límite por punto de ruptura 1, no es necesario preocuparse por el límite de holgura libre, debido a que la menor holgura libre positiva será 1 también. Al ser comprimida (1,2) llega a su punto de ruptura dando como resultado la red de la figura 18, donde la ruta crítica sigue siendo la misma y la duración del proyecto es de 16 y su costo es $630 + ((17-16) \times 50) = 680$.

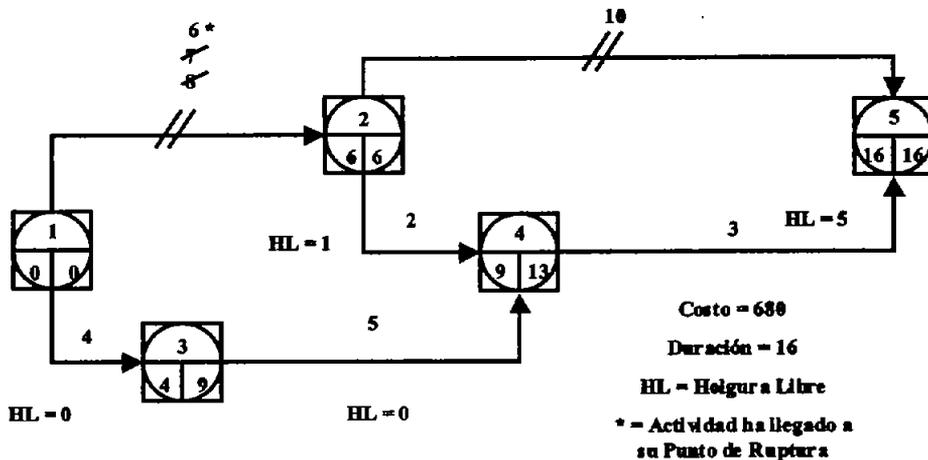


FIGURA 18 – La Red Después de su Segunda Compresión

Siguiendo el mismo método, es la actividad (2,5) la mejor candidata a compresión, solo que ahora el límite de ruptura será $10-5=5$, mientras que la menor holgura positiva mayor que cero será 4, en la actividad (4,5), por lo que el límite de compresión será 4.

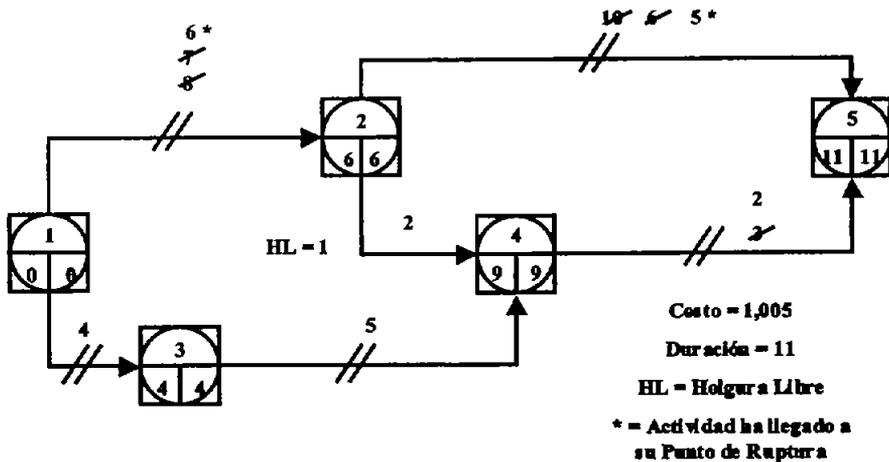


FIGURA 20 : La Red con su Mínima Duración

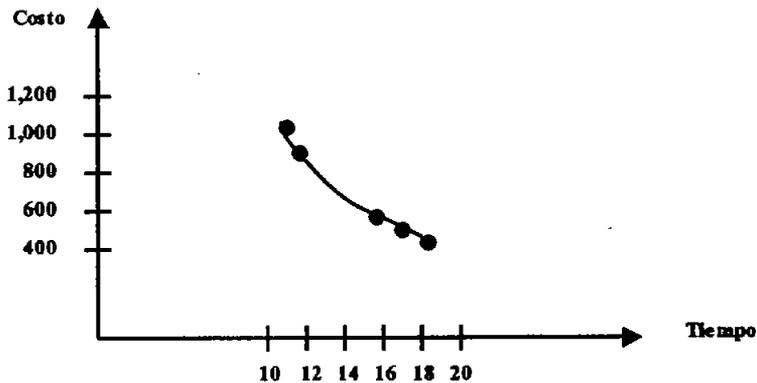


FIGURA 21 - Curva Costo Directo - Duración

3.5 PAQUETES DE TRABAJO

En muchos tipos de proyectos existen actividades o grupos de actividades que se repiten de proyecto en proyecto. Esto permite aplicar cierto grado de estandarización en ellos.

Una red se puede dividir en módulos de actividades, conocidos como paquetes de trabajo. Dichos módulos involucran una serie de actividades cuya información puede ser manejada efectivamente con el uso de redes con el objeto de soportar funciones de presupuestos y análisis de operaciones.

El uso de redes también puede reeditar al ser empleado como criterio de control en proyectos de bajo valor, que por lo general son la mayoría del número de proyectos totales en un ambiente multi-proyectos.

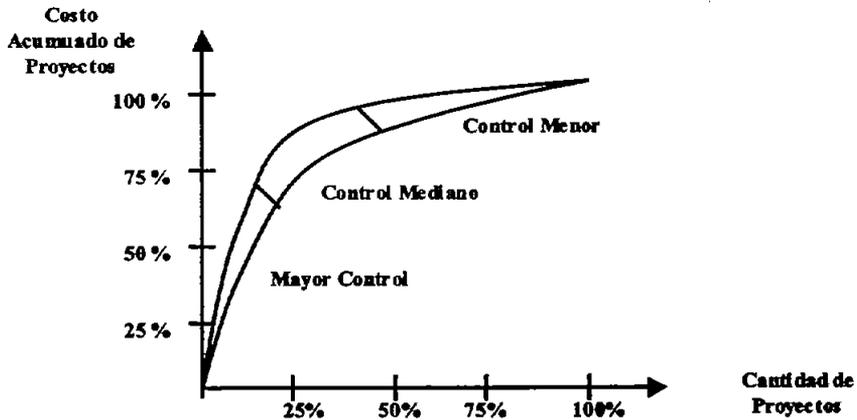


FIGURA 22 – Los Controles en una Ambiente Multi – Proyecto

Los paquetes de trabajo son aplicables como herramienta de control en el rango de proyectos con menor control. Es importante mencionar que la gráfica anterior no muestra el único criterio para selectividad de proyectos.

Para plantear los módulos actividades que componen un paquete de trabajo basta aplicar una estructura que permita dividir al proyecto. Supongamos un proyecto sencillo en el que se construye un garaje. El proyecto podrá estructurarse según sus funciones, según la estructura del producto del proyecto, o según algún otro criterio que se considere aplicable.

La página siguiente ejemplifica la estructura propuesta para dicho proyecto:

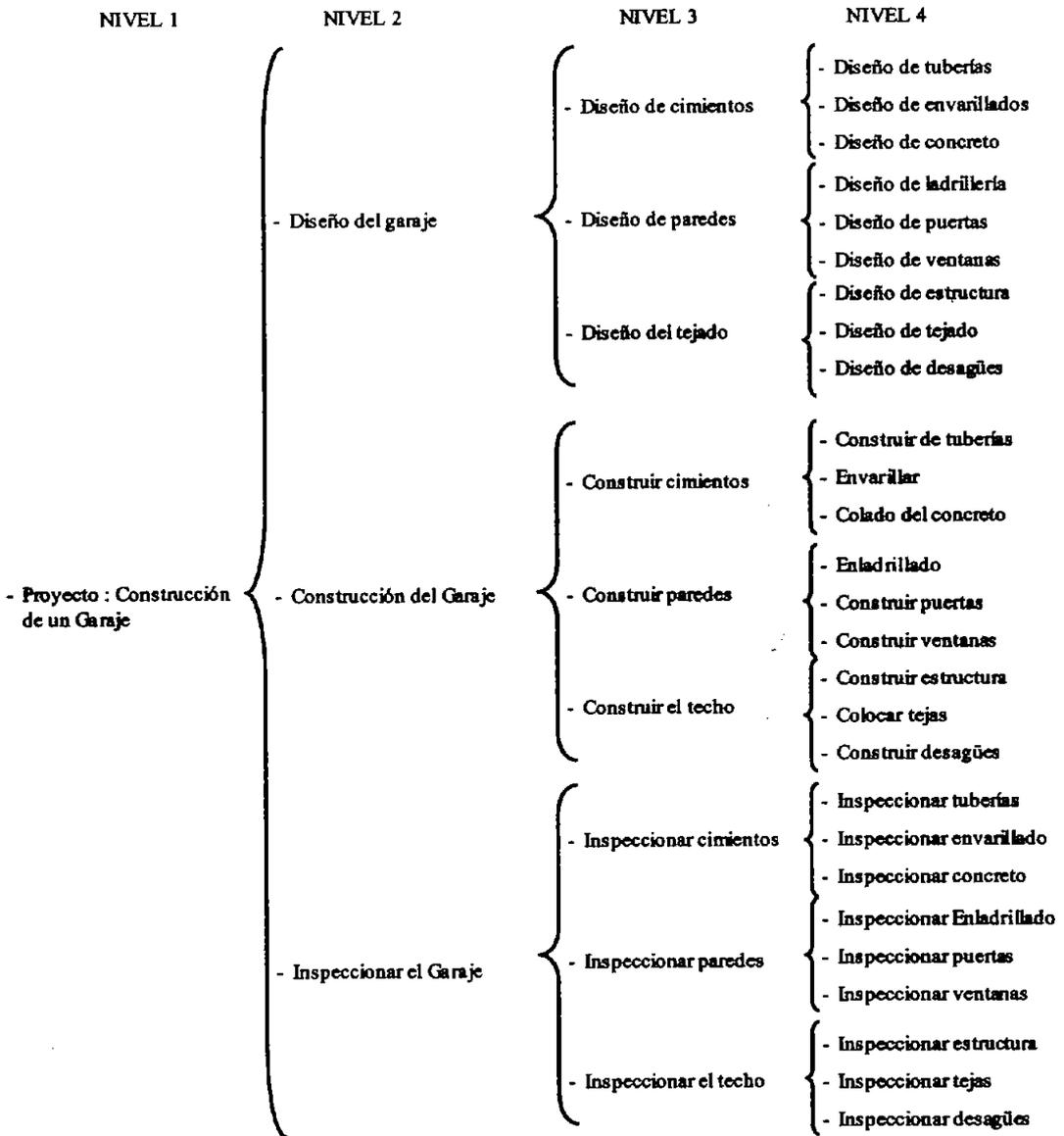


FIGURA 23 – Estructura Funcional de un Proyecto

El convertir una estructura así en una red de actividades depende que de las relaciones entre las actividades a nivel menor no entren en conflicto con las actividades a nivel superior. En estos casos es deseable que los paquetes sean modulares, o sea que tengan un solo nodo de entrada y uno de salida para facilitar el control, así como su colocación dentro

del proyecto. Una red con estas características la llamaremos red estructurada y constará de varios niveles como se muestra en la figura anterior.

Entre las ventajas de una red con estas características mencionamos el permitir que nuevos proyectos aprovechen las experiencias de proyectos anteriores en forma de paquetes estándar, mismos que son actualizados en cada ocasión.

4 ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL USUARIO

4.1 INTRODUCCIÓN

Para este trabajo se ha seguido la práctica de analizar el problema de la Administración de Proyectos de Construcción a partir de su problemática general descrita en la bibliografía de este trabajo, aunada a mi experiencia personal en la administración de proyectos de sistemas de información.

Para realizar el análisis de requerimientos de usuarios, por lo tanto, dividimos al proceso de administración de proyectos en etapas, compuestas por fases que a su vez constan de funciones específicas. En este nivel inferior, llegaremos a la descripción funcional y de sus requerimientos de información y de proceso de la misma. A nivel fase, denotaremos los problemas de negocios que típicamente las afectan.

La administración de proyectos de construcción la dividimos en cuatro etapas básicas, emulando en cierta manera el ciclo de la administración:

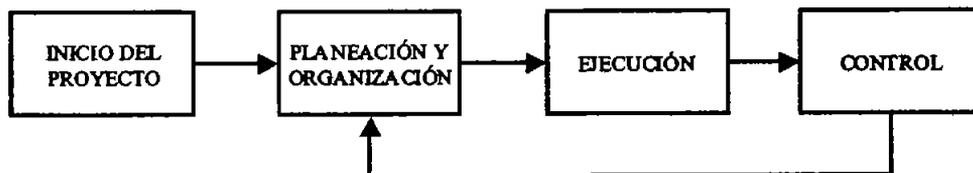


FIGURA 24 – Etapas de la Administración de Proyectos

La estructura básica de las organizaciones que funcionan en base a proyectos y disponen de presupuesto para requerir sistemas mecanizados de administración de proyectos pueden tener estructuras organizacionales como la mostrada en la figura 25.

Los recursos y funciones varían según se requiera en cada proyecto en función de su complejidad y los términos en que se contrate.

Esta estructura es muy adaptable, ya que puede abarcar situaciones muy variadas que permitan manejar la información del proyecto con mayor alcance que de una compañía. Esta situación es muy común pues una compañía o entidad estatal pueden ser dueños de un proyecto en el que un gran número de compañías pueden intervenir en varios niveles de responsabilidad.

Administrativamente un proyecto de grandes dimensiones requiere de un control contable y gerencial propio, esto debido a la gran cantidad de recursos que en él intervienen, lo que a su vez produce que las responsabilidades y funciones varíen en cada caso.

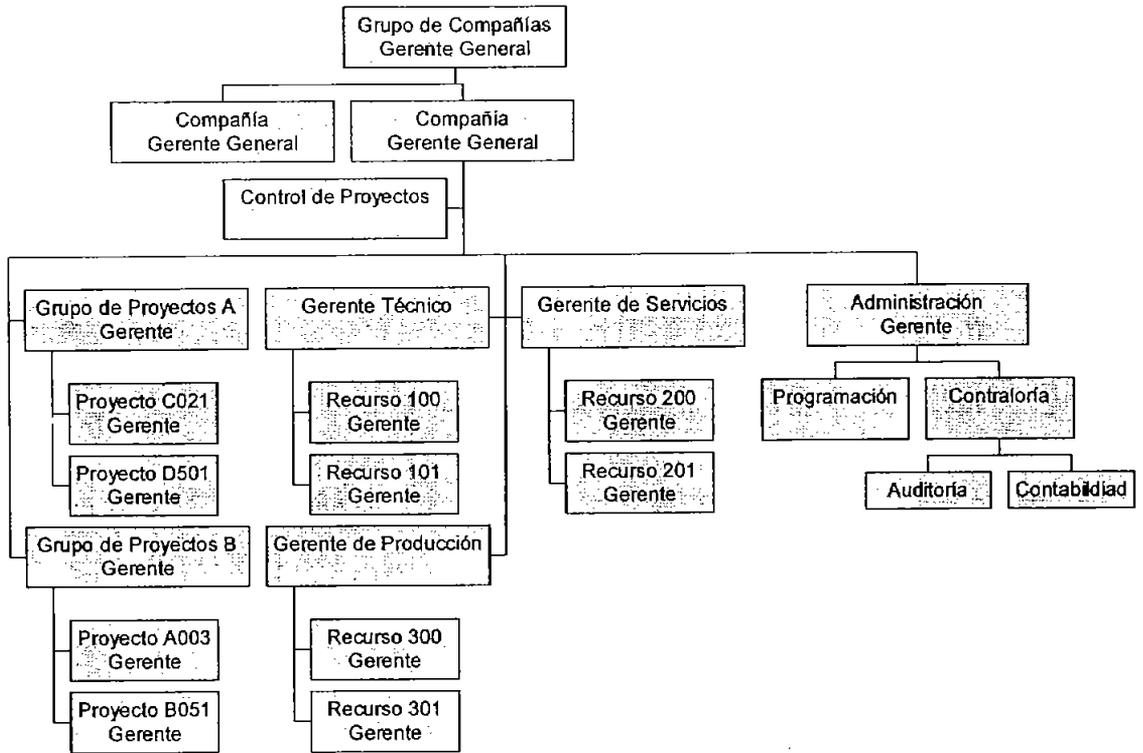
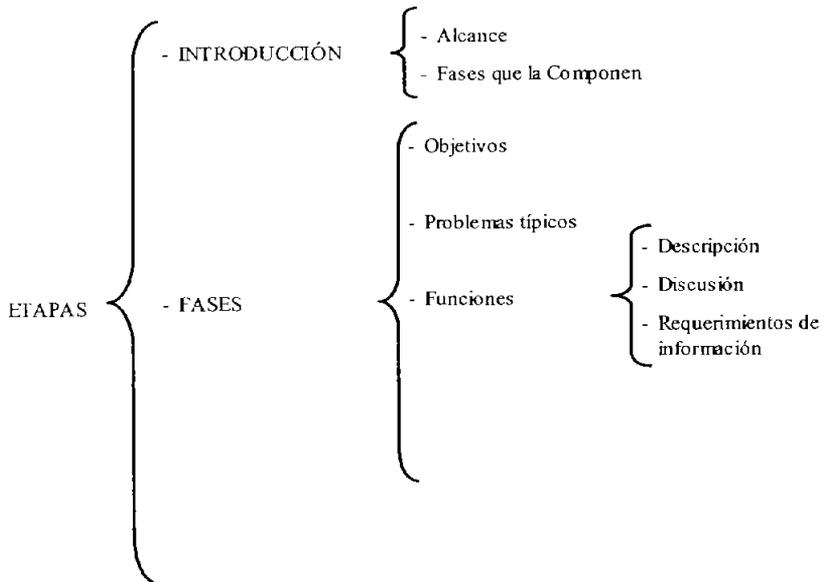


FIGURA 25 – Organigrama de Compañías Orientadas a Proyectos

A continuación analizaremos las etapas que comprenden la administración de proyectos. El contenido y estructura de dicho análisis es como sigue:

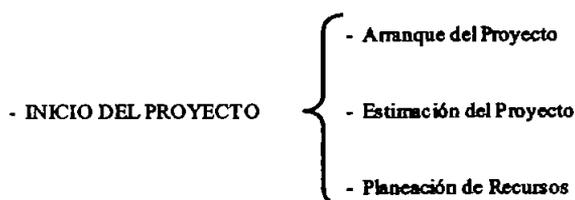


Según el tópico figuran o no el contenido de cada función. Los requerimientos de información se muestran usando diagramas Warnier, mismos que sirven de base para los reportes propuestos en el Capítulo V.

4.2 ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO

Esta etapa incluye actividades requeridas para empezar el proyecto. No contiene actividades de planeación, ya que estas requieren de actividades previas que permiten llevar a cabo una planeación realista que pueda servir como escala de medición del desempeño en la etapa de control del proyecto. Estas actividades previas incluyen la integración del equipo que realizará el proyecto, de manera que aporten información más confiable para la planeación.

La etapa se divide en las siguientes fases:



4.2.1 Fase de Arranque del Proyecto

Objetivos:

1. Establecer y difundir claramente las funciones y responsabilidades dentro y entre las organizaciones que participan en el proyecto de manera que se eviten duplicación de esfuerzo, traslape de responsabilidades y responsabilidades no asignadas.
2. Establecer metas generales en cuanto a costo y fechas de terminación.
3. Establecer los requerimientos de control de manera que se pueda dar seguimiento a los planes gerenciales, cumpliendo con los objetivos establecidos.

Problemas Típicos:

1. Confusión en la administración del proyecto que puede causar no cumplir con fechas establecidas, o incurrir en costos sin anticipación, debido a un mal entendimiento de funciones y responsabilidades y funciones entre los participaciones principales.
2. Falta de cumplimiento en cuanto a programas y costos debido a una falta de definición de requerimientos crítica en etapas iniciales del proyecto.

3. Falta de definición de un sistema de control y reportes operacionales debido a una mala definición inicial de requerimientos de control.
4. Retrasos o incrementos en costos debido a que no se inician arreglos a tiempo con los participantes principales internos y externos, y con proveedores de requerimientos importantes con tiempos de entrega grandes.

ARRANQUE DEL PROYECTO

- Definir Organización y Responsabilidades
- Formalizar Estimados de Tiempo y Recursos
- Determinar Requerimientos de Control
- Efectuar Contactos Iniciales con Contratistas y Proveedores

4.2.1.1 Definir Organización y Responsabilidades

DEFINIR ORGANIZACIÓN Y REPONSABILIDADES

- Identificar Tipo de Proyecto
- Definir Organización Interna
- Definir Principales Contratistas y Proveedores
- Determinación Inicial de Responsabilidades

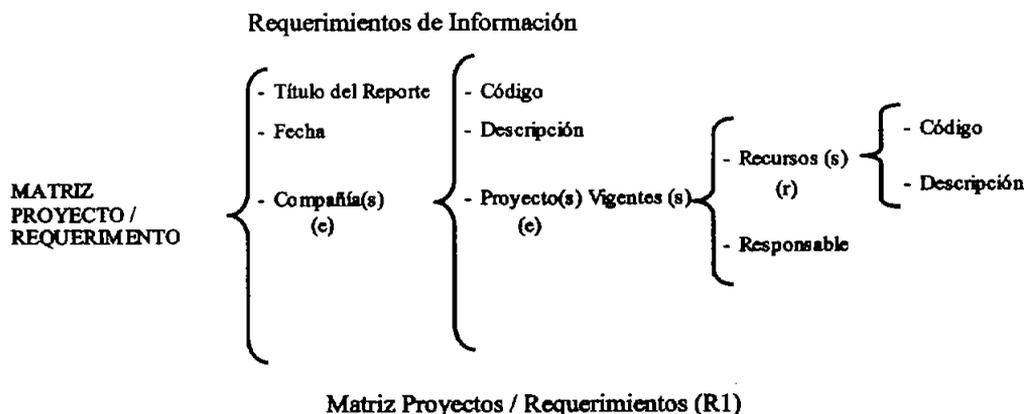
Requerimientos de Información

- Una estructura de proyectos útil. Si es aplicable puede ser por tipo de producto u otro criterio.
- Actividades principales al nivel mayor en el proyecto.
- Recursos principales atendiendo a su costo y su disponibilidad.
- Contratistas y/o proveedores de los recursos principales.
- Una estructura organizacional bien definida.

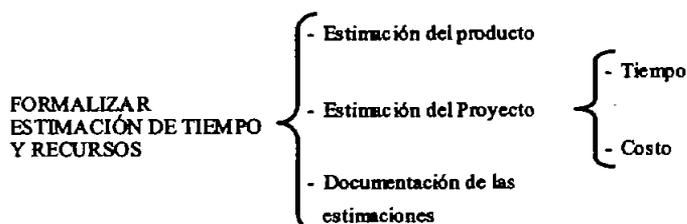
Discusión

Las actividades descritas son a nivel gerencial o dueño del proyecto. Son determinantes el conocimiento técnico y experiencia personal, así como la información disponible en el momento de hacer contacto con las organizaciones que soportarán las responsabilidades principales.

En esta función existe poco que convenga sistematizar, exceptuando tal vez una base de datos con la información descrita arriba.



4.2.1.2 Formalizar Estimaciones de Tiempo y Recursos



Requerimientos de Información:

- Descripción del Producto
- Experiencia anterior en el Ramo: con proyectos similares o la existencia de paquetes de trabajo aplicables.

Discusión

Las estimaciones en etapas de arranque de un proyecto deben ser lo suficientemente detalladas para permitir negociaciones a nivel gerencial entre los participantes principales.

Pueden ser útiles para el personal que las realiza el disponer de información estandarizada, siempre que la naturaleza del proyecto y la disponibilidad de suficiente experiencia los permitan. En realidad a este nivel se trabaja con actividades generales, mismas que se descompondrán en etapas posteriores para su

mejor análisis. En la etapa de la programación de un proyecto discutiremos a más detalles esta proceso.

Requerimientos de información:

- Planes técnicos iniciales del producto
- Estimación inicial del plan de trabajo
- Presupuesto inicial del proyecto
- Documentación de los supuestos en que se basa la estimación.
- Procedimientos:
 - Estándares para elaboración de presupuestos iniciales.
 - Estándares de documentación de presupuestos.

4.2.1.3 Determinar Requerimientos de Control

DETERMINAR
REQUERIMIENTOS DE
CONTROL

- Determinar riesgo del proyecto
- Determinar tipo de contrato
- Definir controles del proyecto

Requerimientos de Información:

- Evaluación de Contratistas
- Evaluación de Especificaciones y Planos del Producto.

Discusión

Siempre es deseable el poder determinar el nivel de control que requerirá un proyecto para poder definir la complejidad que requerirá su sistema de control.

Esto significa el poder segmentar niveles de control según el riesgo involucrado. Dicho riesgo determina la posibilidad que algo vaya mal con un contrato y en función a él se determina quién absorberá y en que grado la pérdida o ganancia que genere el proyecto en relación su presupuesto.

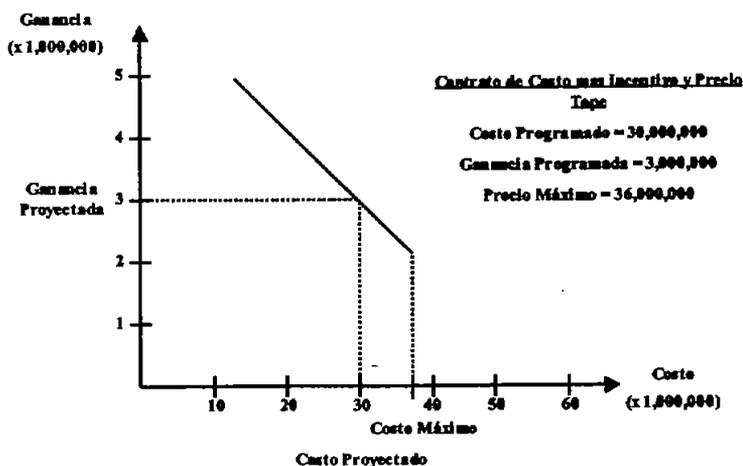
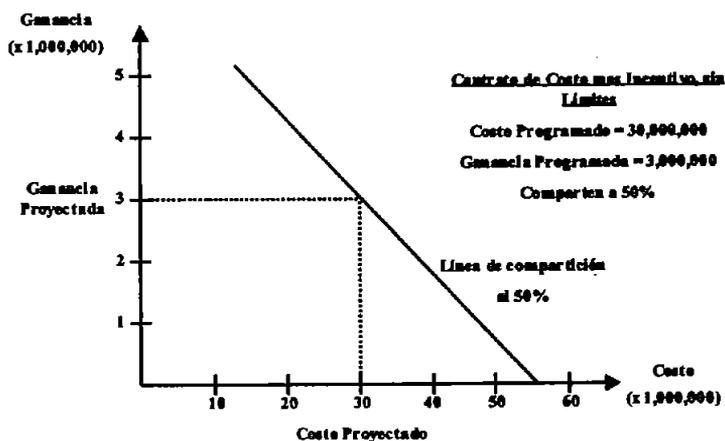
| TIPO | RIESGO | CONTROLES | | | |
|------|----------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Control de Cambios | Control a Nivel Paquete | Auditorias de Registros | Auditorias Detalladas |
| A | Mínimo | | | | |
| B | Moderado | | | | |
| C | Máximo | | | | |

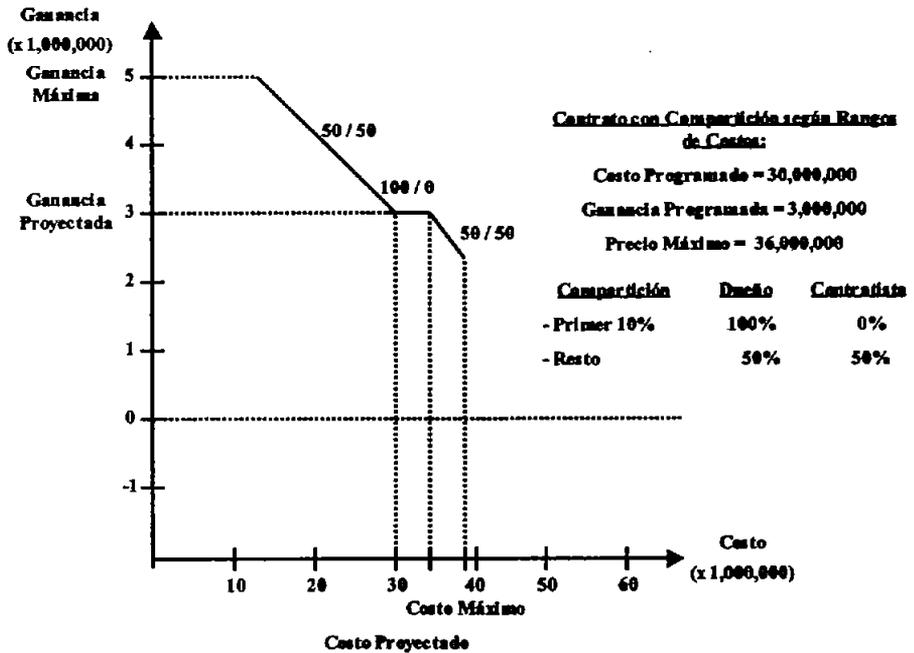
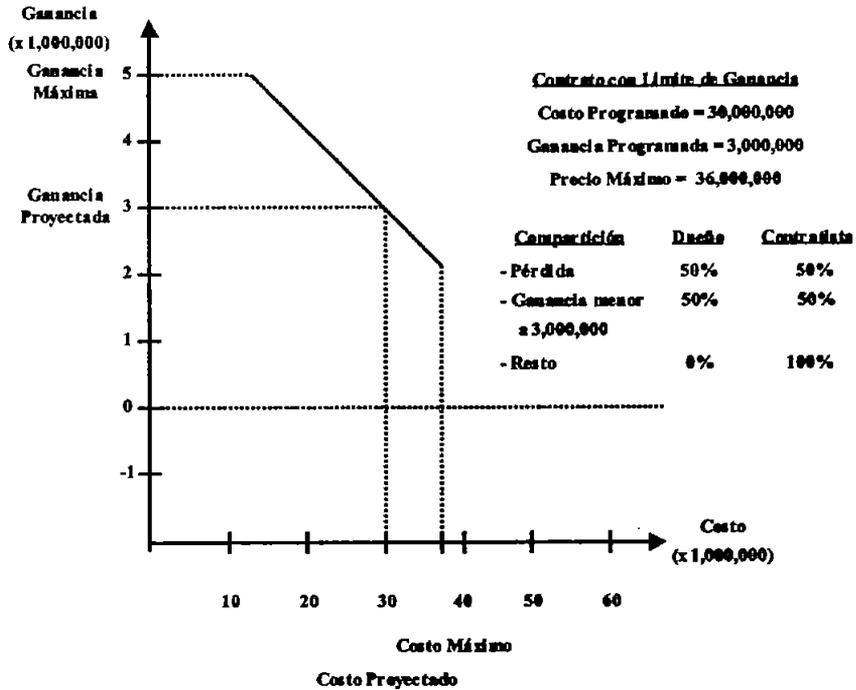
FIGURA 27 – Controles Selectivos Según el Riesgo (página anterior)

El riesgo de un proyecto se determina de acuerdo con el prestigio de los contratistas que participen, la calidad de las especificaciones técnicas del producto, la naturaleza del proyecto y sus costo, y a pesar de que no existen métodos determinantes de la medición del riesgo en esta etapa de un proyecto, lo principal a considerar es que probabilidad existe para que el proyecto tenga pérdida, y quién y en que porcentaje la absorberá.

Por lo general el contrato de un proyecto debe especificar esta problemática, y por lo tanto será una herramienta importantísima para manejar cada caso.

Los tipo de contrato más comunes se muestran en las siguientes gráficas costo-ganancia con sus propias implicaciones.





Como se podrá notar, los términos de un contrato deben servir como incentivo al contratista para que su productividad quede dentro de un rango específico de

acuerdo a los requerimientos del dueño o contratista principal, el riesgo del proyecto y el estado de la economía.

Una visión general de los controles y su segregación desde el punto de vista del dueño se muestra a continuación:

Controles Tipo C

Riesgo Mínimo

- Contrato a precio fijo
- Buenos contratistas
- Buenos diseños técnicos

Control Mínimo

- Control a nivel contrato
- Concurso para otorgar contrato
- Control de cambios al proyecto

Controles Tipo B

Riesgo Moderado

- Contratos a precio fijo
- Buenos contratistas
- Diseños aceptables
- Contrato con reembolso de costo
- Contrato de bajo valor

Control moderado

- Control a nivel contrato
- Concursos para otorgar contratos
- Control de cambios en el proyecto
- Revisar, controlar ya auditar los registros del contratista

Controles Tipo A

Riesgo Grande

Contrato con reembolso de costo (alto valor)

- Contrato a precio fijo
- Contratistas nuevos
- Proyecto de alto valor
- Proyecto susceptible de sufrir cambios grandes

Control sofisticado

- Concursos para otorgar contratos

- Control de cambios
- Revisar y auditar registros del contratista
- Dividir el proyecto a nivel de actividades detalladas y auditar reportes.

4.2.2 Fase de Estimación

Objetivos:

1. Lograr estimaciones con exactitud y oportunidad necesarias con un mínimo de esfuerzo
2. Mantener la información requerida para uso en un futuro.
3. La estimación debe soportar la elaboración de presupuestos, la estimación de costos del diseño del producto, el control de cambios del proyecto, el cálculo de requerimientos de recursos, etc.

Problemas Típicos

1. Aplicación de factores de estimación indebidos en lo que se refiere a:
 - a) Costos de personal que no consideran la mezcla de aptitudes requerida, que no considera los niveles de sueldo realistas, y factores geográficos en sueldos y productividad.
 - b) Estimados de materiales sin detallar los tipos de material, importancia, costo, etc.
 - c) Estimados para uso de maquinaria con bases sólidas.
2. Provisión inadecuada de fondos para compensar aumentos en costos y otras contingencias.
3. Provisión inadecuada para gastos indirectos.
4. Bases para estimación sin documentar y sin el detalle para su auditoria. Como resultado el control sobre el otorgamiento de contratos disminuye, ay que no hay manera de controlar la existencia de desviaciones considerables en el costo del proyecto.
5. Estimaciones elaboradas con suposiciones e información inconsistentes, lo que implica la posibilidad de iniciar proyectos incosteables, o la ocurrencia de problemas financieros para resolver costos imprevistos. Finalmente, no es posible identificar cambios en el proyecto, lo que puede producir problemas entre los participantes en el proyecto.

ESTIMACIÓN

- Sumarizar alcance y condiciones del contrato
- Recibir información base para la estimación
- Actualizar información con condiciones del contrato
- Preparar estimado
- Sumarizar suposiciones principales
- Revisión y aprobación gerencial
- Controlar cotizaciones

4.2.2.1 Sumarizar Alcance del Proyecto y Condiciones del Contrato

SUMARIZAR ALCANCE DEL PROYECTO Y CONDICIONES DEL CONTRATO

- Documentar responsabilidades de los participantes
- Documentar estado y calidad de especificaciones del producto
- Documentar evaluación de la experiencia de los participantes en el local
- Documentar términos especiales del contrato como metodología, control de calidad, reportes administrativos, etc.
- Documentar tipo de contrato
- Documentar posibles causas de aumentos en costos
- Documentar condiciones del local
- Documentar otras condiciones relevantes

Discusión

La profundidad del análisis dependerá del grado de definición del proyecto, así como de su complejidad y el método y nivel de detalle que se espere de la estimación. La documentación resultante tendrá gran valor como guía al estimar el proyecto, así como para estimar la confiabilidad del estimado.

Reportes

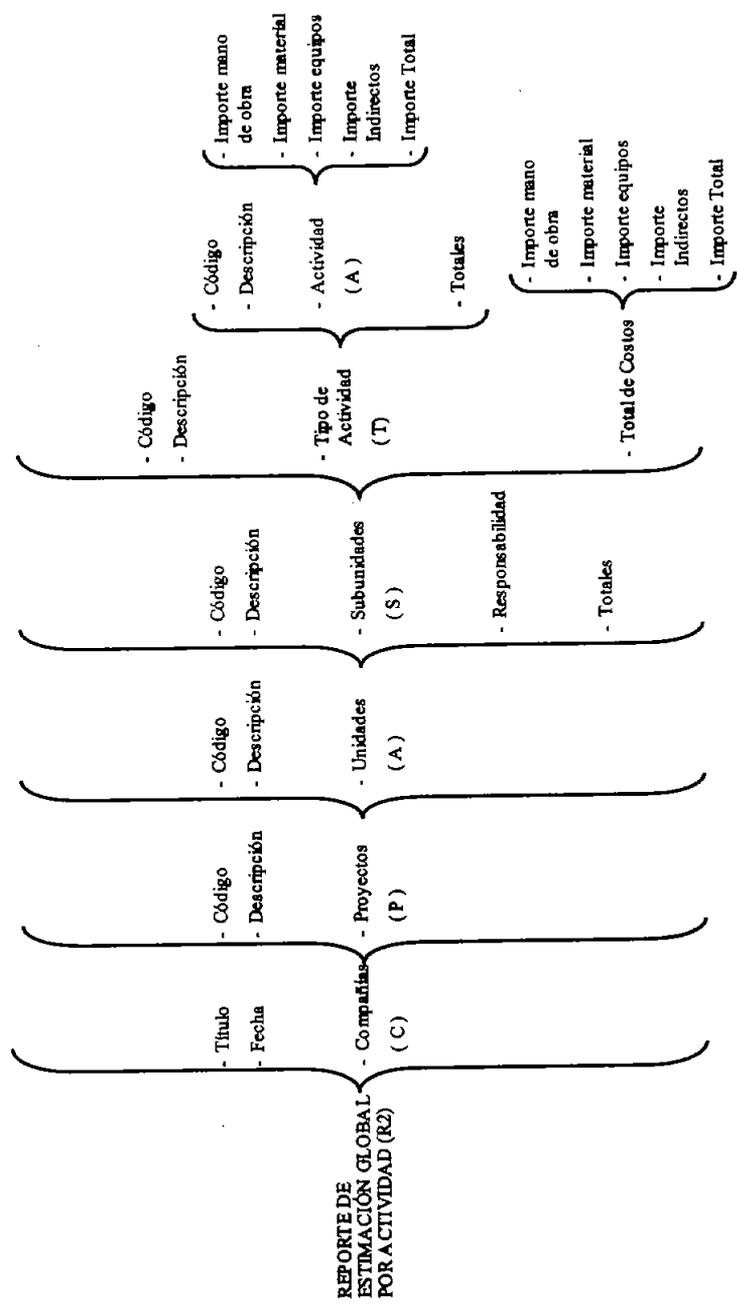
Narrativa descriptiva del alcance y condiciones del contrato.

4.2.2.2 Reunir Información para la Estimación

REUNIR INFORMACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN

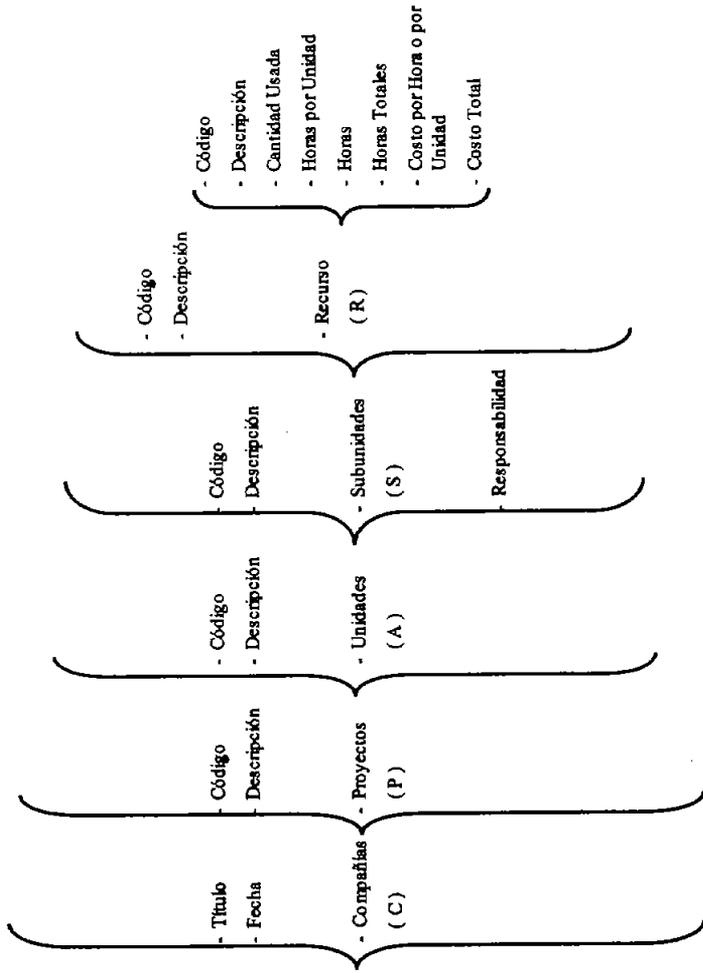
- Reunir información histórica por grupo de proyectos
 - Estimaciones detalladas
 - Evaluación de la estimación
 - Efectuar cambios
- Reunir información histórica por paquete de trabajo
 - Estimaciones
 - Evaluación de la estimaciones
 - Efectuar cambios

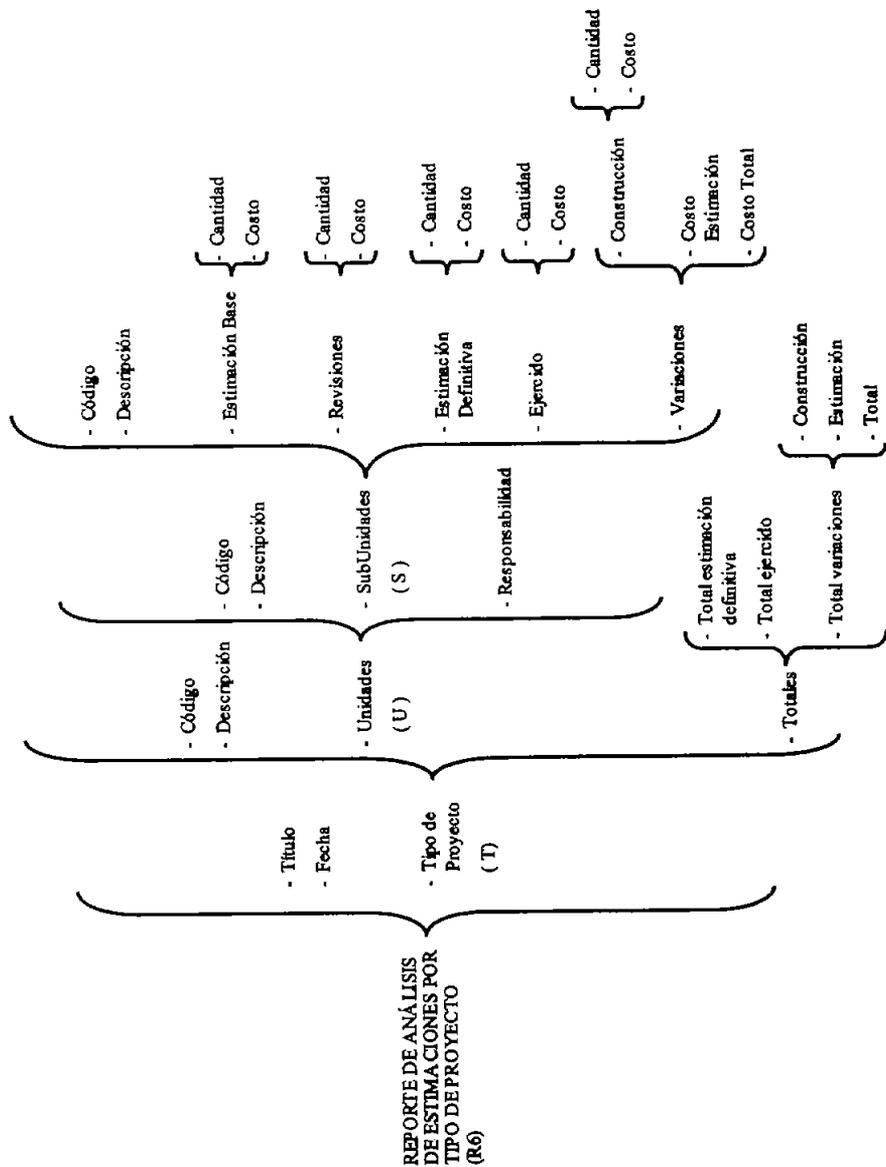
Requerimientos de información:



- Nota: Todos los totales incluyen los mismos conceptos que se reportan a nivel detalle de actividad

REPORTE DE
ESTIMACIÓN
DETALLADA POR
RECURSO (R-5)





**FALLA DE ORIGEN
FALTA PÁGINA**

65

4.2.2.3 Función: Actualizar información con las condiciones del contrato

Discusión

El grupo de estimación de proyectos, según su experiencia, elaborará la estimación partiendo de información histórica de proyectos anteriores. Este proceso puede acelerar la elaboración de la estimación, además de darle mayor confiabilidad al usar la experiencia previa.

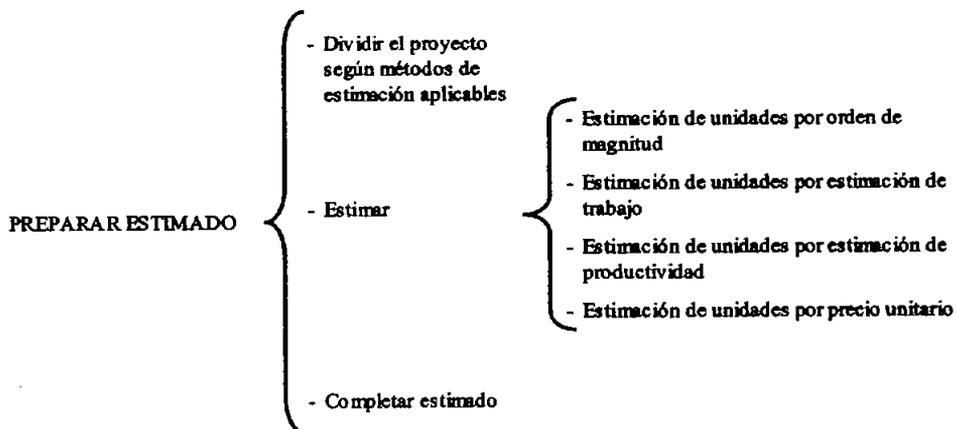
Si el proyecto es tal que no existe experiencia previa, es deseable comenzar a generar historia desde la elaboración de las estimaciones previas hasta la ejecución del proyecto para permitir la disposición futura de información que permita aprovechar experiencias anteriores.

4.2.2.4 Función: Establecer Contacto con Proveedores y Sub contratistas

Discusión

Evidentemente la participación de terceros a cuyo cargo estarán partes esenciales del proyecto, puede proveer información a los cotizadores para lograr estimaciones más realistas. Esto a su vez reditúa en menores diferencias entre lo planeado y la ejecución del proyecto.

1. Función: Preparar Estimado



Discusión

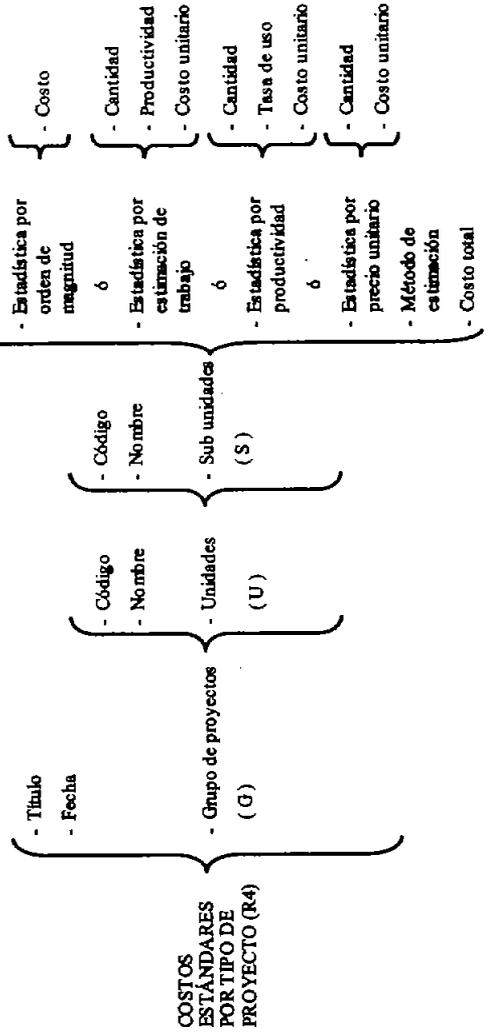
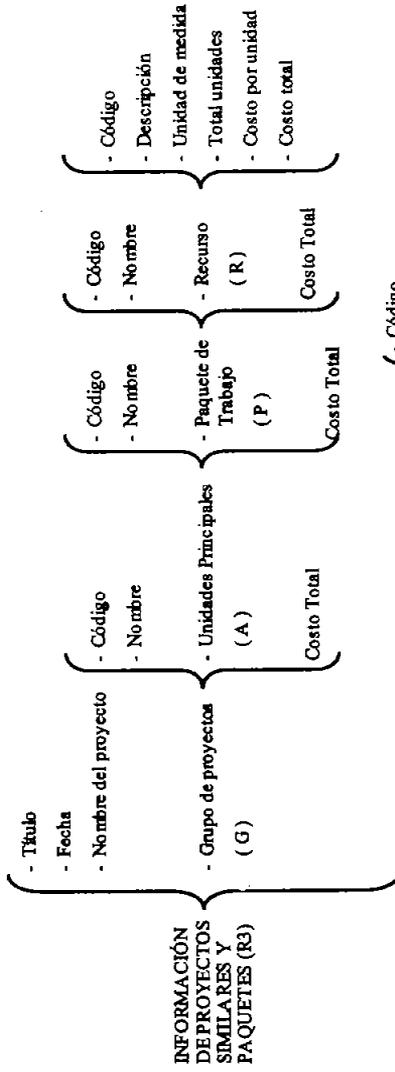
Esta función consiste en la estimación atendiendo a varios métodos, para su posterior sumarización en categorías significativas.

Los principales métodos a emplear son:

- a) Estimado por Orden de Magnitud.- Consiste en dividir el proyecto en base a sus componentes principales, cuyo costo se calcula aplicando factores de ajuste a un trabajo anterior similar.
- b) Estimación de Trabajo.- Consiste en un análisis detallado de los recursos y requerimientos para llevar a cabo una operación de construcción usando una técnica específica. El análisis determina la cantidad y productividad esperada de los recursos principales. El costo unitario del recurso se estima según la productividad que crea poder lograr el estimador.
- c) Estimación de Productividad.- Es un análisis similar al anterior, solo que en vez de determinar la productividad del recurso, el estimador determina la cantidad del recurso requerido para la operación, expresándola en cantidad de recurso por unidad de trabajo.
- d) Precio Unitario.- Técnica similar a la anterior, solo que el estimador calcula directamente el costo por unidad de trabajo.

El proceso de estimación y sumariación se puede mecanizar en varios grados y puede incluir el cálculo de los estimados, el uso de una o varias bases de datos de información para su empleo con modificaciones atendiendo al criterio del estimador. Posteriormente, el computador las sumariza. Es esencial para estos sistemas el disponer de un base de datos de donde se puedan acceder fácilmente datos de proyectos similares, paquetes de trabajo y actividades según su tipo o su producto. En estos casos el criterio de codificación y la base para el análisis son determinares.

Requerimientos de información:



4.2.2.6 Función: Sumarizar Suposiciones

Discusión

Es importante documentar los suposiciones de una estimación para una posterior vigilancia de la veracidad de los mismos, así como poder cambiar o modificar estimados según se requiera.

4.2.2.7 Función: Revisión y Aprobación

Discusión

Si las funciones anteriores se cumplen, la revisión y aprobación por parte de la gerencia serán más expeditos y podrán cumplir la función de control de calidad final.

1. Función: Controlar Presupuestos de Subcontratos

CONTROL DE
PRESUPUESTOS DE
SUB CONTRATOS

- Entregar especificaciones técnicas a subcontratistas
- Supervisar elaboración de presupuestos
- Reportar al equipo de estimación

Discusión

Las estimaciones iniciales son muy importantes, ya que en base a éstas se discuten y firman los contratos entre los participantes principales en un proyecto. Debido a su importancia, es deseable que determinar la bondad con que se realizan las estimaciones iniciales separando claramente las causas de desviaciones relacionadas a falles en las estimaciones de las relacionadas a fallas en la construcción, de una forma similar a la presentada en el Reporte de Análisis de Estimaciones por Tipo de Proyecto de la función de Reunir Información para el Estimado de esta misma etapa. El disponer de un criterio realista para evaluar los estimados puede tener repercusiones favorable a largo plazo.

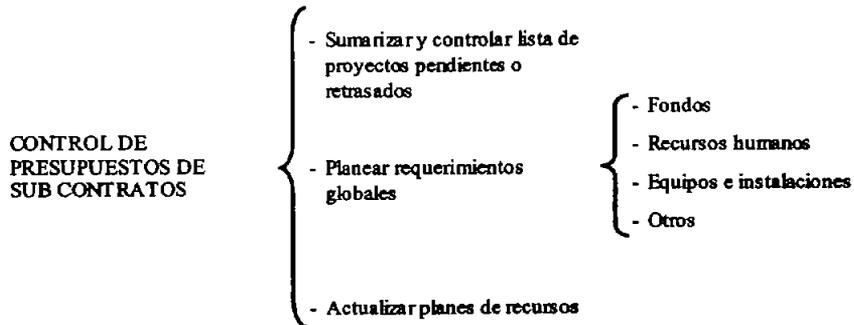
4.2.3 FASE: Planeación de Recursos

Objetivos:

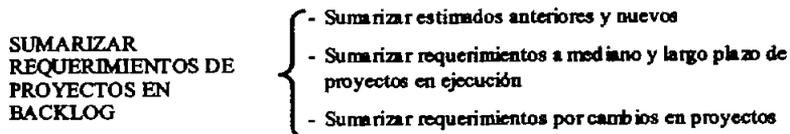
1. Asegurar que los recursos disponibles sean aprovechados de la manera más eficiente.
2. Vigilar que los recursos estén disponibles cuando se requieran.

Problemas Principales:

1. El no planear los recursos en detalle suficiente desde un principio, puede resultar en aumentos en el costo del proyecto o en retrasos en su terminación.



4.2.3.1 Función: Sumarizar Requerimientos para Proyectos Pendientes (en Backlog)

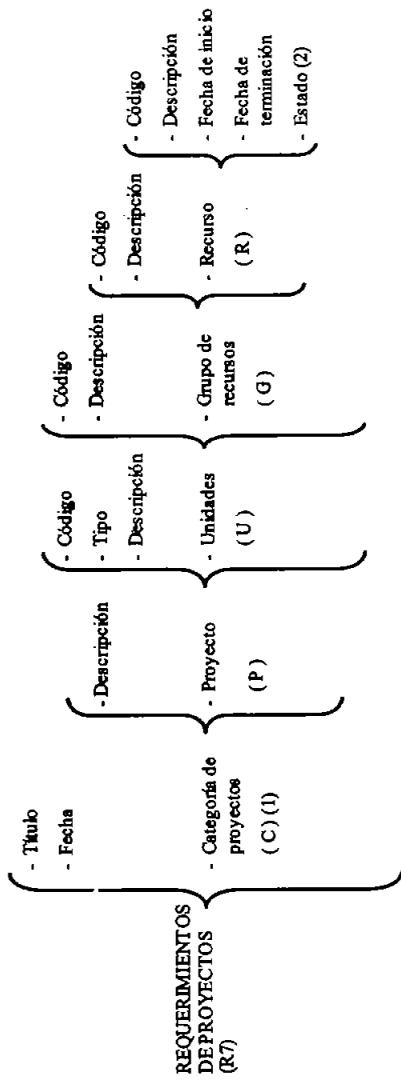


Discusión

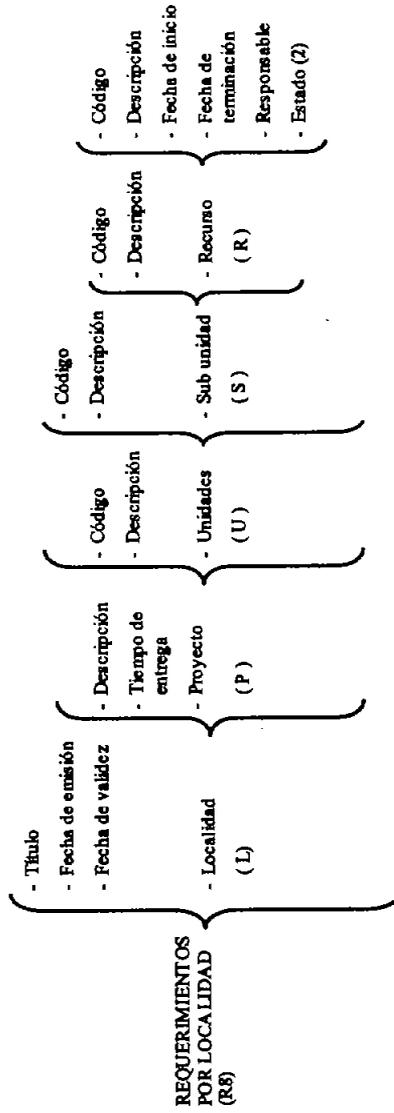
En un ambiente multiproyectos, es una tarea pesada el mantener actualizada la planeación de requerimientos pero también es vital para el éxito.

La sumarización de requerimientos previstos y previstos de proyectos en proceso y en negociación es vital para poder llevar una planeación realista.

Requerimientos de Información:



- (1) Categorías de proyectos: En proceso, cambios a proyectos, en negociación
 - (2) Estados de recursos: Asignado o por asignar.



4.2.3.2 Función: Pronosticar Requerimientos de Nuevos Proyectos

PROPOSTICO DE
REQUERIMIENTOS DE
NUEVOS PROYECTOS

- Revisar estimados y documentación
- Pronosticar requerimientos principales por unidad
- Sumarizar requerimientos

Discusión

Esta función determina requerimientos al nivel de detalle posible según el avance de los estimados. Su grado de computarización dependerá de los volúmenes de proyectos y de su información, así como de la aplicabilidad de estandarización y de paquetes de trabajo.

4.2.3.3. Función: Elaborar Pronostico Global

Discusión

Esta función consiste en sumarizar los requerimientos por tipo, fechas y criticidad.

4.2.3.4 Función: Actualizar Planes de Recursos

4.3 ETAPA DE PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

Hay proyectos grandes donde pueden darse situaciones determinadas por la naturaleza única del proyecto mismo, como puede ser el requerir desarrollar la propia tecnología y productos particulares del proyecto. Estas situaciones pueden requerir que la etapa de Planeación y Organización requiera en sí misma una cantidad de recursos humanos y de otros tipos muy considerables respecto al proyecto en su totalidad. Por esta razón, consideramos esta etapa por separado compuesta de las siguientes fases:

PLANEACIÓN Y
ORGANIZACIÓN DEL
PROYECTO

- Programación del proyecto
- Administración del proyecto
- Ingeniería
- Especificaciones técnicas

4.3.1 FASE: Programación del Proyecto

Objetivos:

1. Establecer un plan lógico para el proyecto usando redes que describan la secuencia e interrelación entre las distintas actividades que lo componen (PERT/CPM).

2. Determinar los recursos requeridos por actividad para poder planear requerimientos con la finalidad de terminar el proyecto en el plazo establecido.
3. Obtener una programación base para poder controlar el progreso de las actividades críticas del proyecto.
4. Determinar las rutas críticas basándose en experiencias previas.
5. Simular cambios en el proyecto con la finalidad de poder evaluar cursos alternativos de acción en cuanto a duración y costos del proyecto.

Problemas típicos:

Históricamente, los proyectos de construcción a largo plazo han fracasado significativamente respecto al cumplimiento de fechas previstas, ejemplos clásicos se producen en las industrias espacial y de armamentos, dándose en esta última casos en que tanto fechas como costos no se han cumplido, como el submarino Tridente de los Estados Unidos. Asimismo, se han producido casos en que el retraso ha sido tal que se han suspendido varias veces los programas, como el bombardero B1 del mismo país.

Los sistemas de información basados en redes no han asistido efectivamente al administrador de proyectos para terminar estos a tiempo debido a la práctica muy común de no mantener a la red lo suficientemente actualizada, lo que a su vez origina que esta caiga en desuso por parte del personal del proyecto.

PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- Recolectar información (interfase con otras etapas)
 - Preparar eventos principales
 - Desarrollo de redes
 - Evaluar asignación de recursos
 - Desarrollo y mantenimiento de programas
 - Mantener contacto con actividades de control y reporte
 - Seguimiento de control
- Recursos humanos
 - Instalaciones y equipo
 - Materiales
 - Fondos

4.3.1.1 Función: Programa de Actividades Principales

Discusión

Estructurando el proyecto según criterios de funcionales o atendiendo a su estructura, se pueden detectar las actividades principales del proyectos, mismas que a su vez son divididas a un nivel de detalle conveniente. Las actividades principales son las bases sobre las que se elaboran las estimaciones iniciales, mismas que se utilizan en las fases de ingeniería del Producto, Administración de Proyectos y Requerimientos de Materiales con fines específicos en cada caso.

Los estimados burdos iniciales generarán posteriormente los programas detallados.

4.3.1.2 Función: Desarrollo de Redes

DESARROLLO DE
REDES
(N Veces)

- Identificar y describir actividades
- Determinar la secuencia e interrelación entre las actividades
- Incluir restricciones externas
- Determinar la duración de las actividades
- Determinar los recursos de las actividades
- Delinear responsabilidades
- Cálculo de la red

Discusión

El desarrollo de las redes es un proceso iterativo en el que se producen redes y programas que son gradualmente expandidos y optimizados.

Se inicia planteando en una red las actividades principales y se las subdivide hasta el nivel necesario. Así se logran los dos primeros pasos: identificación y determinación de secuencia de la secuencia e interrelación de las actividades. Al incluir las restricciones externas se puede modificar el plan original por situaciones tales como disponibilidad de materiales o inspecciones y aprobaciones.

Todo este planteamiento producirá una red con nodos y actividades identificadas según se expuso en el capítulos PERT/CPM. El siguiente paso es incluir recursos, primeramente el tiempo como recurso base del método PERT/CPM, seguido de materiales, mano de obra, etc.

Si la red se pretende usar como herramienta de control, el responsabilizar a la organización en base a las actividades o recursos específicos puede tener utilidad para establecer un sistema de responsabilidad compartida, tanto para la planeación como para el control. La aplicabilidad de este principio depende de la madurez de administrativa del personal.

Es responsabilidad de la administración determinar la asignación de responsabilidades y el grado de descentralización a utilizar.

Requerimientos de información:

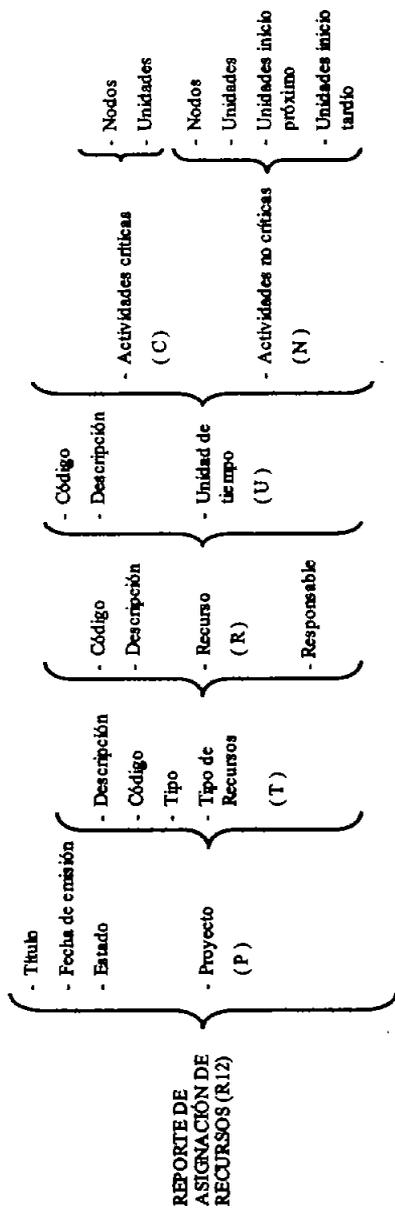
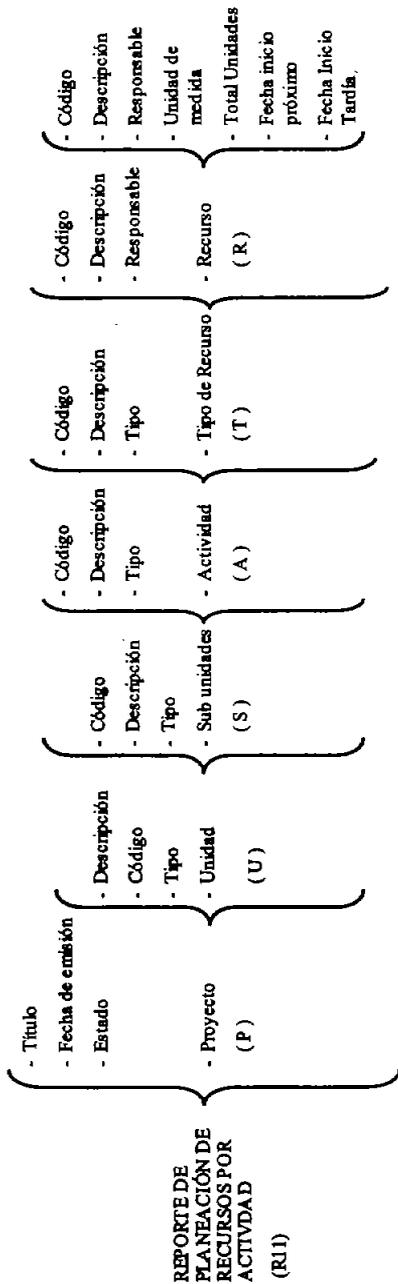
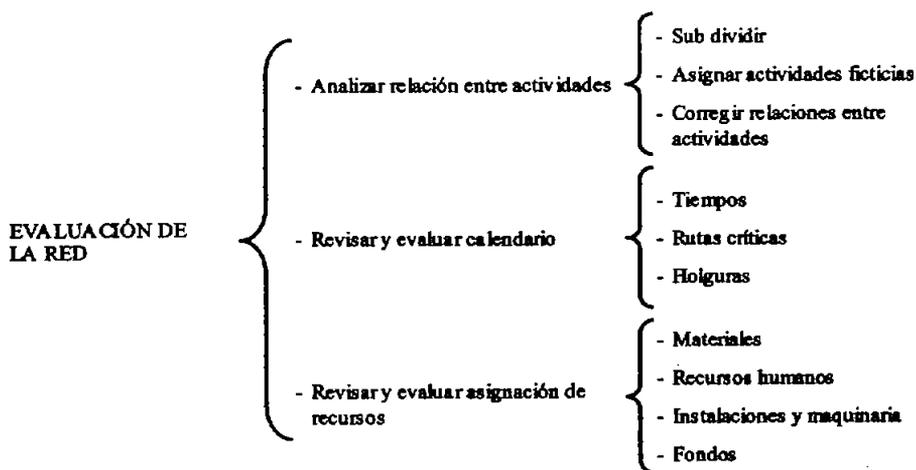


Diagrama de Red (R13) – Según se plantea en los diagramas del capítulo PERT/CPM (ver figura 9, en la página 38, por ejemplo).

4.3.1.3 Función: Evaluar la Red, sus Cálculos y Asignación de Recursos



Discusión

Los dos primeros pasos de esta función dependen del pensamiento lógico de los encargados de la programación. El tercero es de gran importancia y requiere un manejo de grandes volúmenes de información. La herramienta principal para este análisis es el reporte de Asignación de Recursos, expuesto en la función anterior. Dicho reporte requiere de volúmenes considerables de información para ser redituable como herramienta. Claro está que dependiendo de dichos volúmenes está su mecanización.

4.3.1.4 Función: Desarrollo y Mantenimiento de Programas

Discusión

La programación requiere de actividades manuales por parte del personal de programación y del personal operativo. Dichas actividades consisten en la revisión y el análisis para permitir una ponderación juiciosa de los resultados previos. El objetivo final de la función es de permitir determinar las fechas de los eventos del plan. Es común que grupos de actividades del plan reciban atención especial al estar relacionados con áreas o funciones del proyecto que requieran un control más detallado de su duración y consumo de recursos.

4.3.1.5 Función: Control del Proyecto

Discusión

Para que la red de actividades siga siendo una herramienta útil a lo largo del desarrollo del proyecto, es vital que sea actualizada, ya sea con una frecuencia predeterminada, o en función a los reportes de avance que se produzcan.

Esta actualización debe ser controlada y registrada de manera que las diferencias contra los planes originales puedan ser atribuidas a deficiencias en planeación, o a deficiencias en la ejecución.

Requerimientos de información:

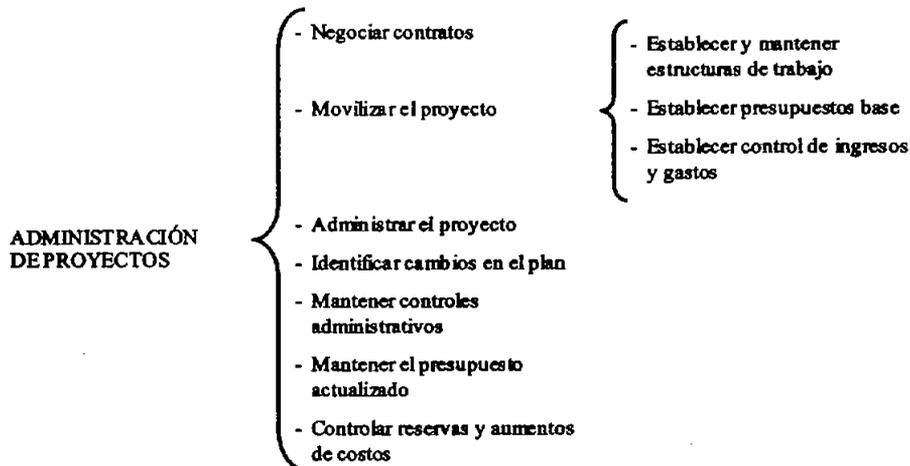
PLAN MAESTRO
DE PROYECTOS
(R14)

- Título
- Fecha de emisión
- Descripción
- Responsable
- Proyecto (P)
- Área de responsabilidad (A)
- Código
- Descripción
- Fecha de inicio programada
- Fecha de terminación programada
- Fechas de reporte de avances
- Último reporte
- Siguiente reporte

REPORTE DE
FECHAS
NOTABLES (R15)

- Título
- Fecha de vigencia
- Proyecto (P)
- Código
- Descripción
- Responsable
- Cliente
- Actividad excepcional (A)
- Nodos (N)
- Descripción
- Responsable
- Fecha de terminación
- Nodo inicial
- Nodo Final
- Programada
- Último estimado
- Mas tardía

4.3.2 Fase de Administración de Proyectos



Objetivos:

1. Coordinar al personal y actividades del Proyecto
2. Desarrollar y aplicar técnicas de control selectivo
3. Controlar el alcance del trabajo realizado
4. Controlar cambios en el contrato
5. Generar acciones gerenciales necesarias para mantener el proyecto dentro del presupuesto

Problemas Típicos

La administración de proyectos es frecuentemente uno de los aspectos menos controlados y organizados de un proyecto, generando las siguientes malas prácticas administrativas:

1. Responsabilidades fragmentadas y mal definidas
2. Contratos inapropiados para el tipo de trabajo realizado
3. La aplicación de las mismas técnicas de control a distintas unidades de un proyecto, sin importar el riesgo involucrado
4. Aumento en costos resultantes de cambios o malos contratos
5. El plan base del proyecto, contra el cual se evalúa este, cambia constantemente por lo que disminuye sus utilidad
6. Los paquetes y elementos de trabajo no han sido estructurados para soportar los diferentes niveles de reporte (control, presupuestos, activos, etc.)
7. Las pérdidas o ganancias reconocidas no se pueden relacionar con el avance del proyecto.
8. Mala estimación de los recursos requeridos para el control eficaz de los costos.

4.3.2.1 Función: Negociar el Contrato

Discusión

Además de las condiciones de pago, compartición de riesgos, etc., los contratos deben incluir otros aspectos muy importantes como los requerimientos de control de reporte de avance, así como una definición adecuada de responsabilidades de los participantes. En realidad, las negociaciones entre los contratantes debe continuar a lo largo del mismo, pues los cambios en alcance y especificaciones son muy comunes y deben ser convenientemente discutidos aprobados .

4.3.2.2 Función: Movilización del Proyecto

Discusión

Esta función incluye las asignación inicial del personal, asignando la autoridad de los principales participantes para discutir el alcance y modus operandi del proyecto. También es en este punto cuando se distribuyen políticas y procedimientos y se inician los reportes de avance.

4.3.2.3 Subfunción: Definir y Mantener Estructura de Trabajo

DEFINIR Y MANTENER ESTRUCTURA DE TRABAJO

- Identificar objetivos de control del sistema
- Revisar estructura organizacional
- Revisar información técnica relevante a la estructura del proyecto
- Definir sistema de codificación de responsabilidades
- Mantener la estructura actualizada

4.3.2.4 Función: Administración de Subcontratos

ADMINISTRACIÓN DE SUB CONTRATOS

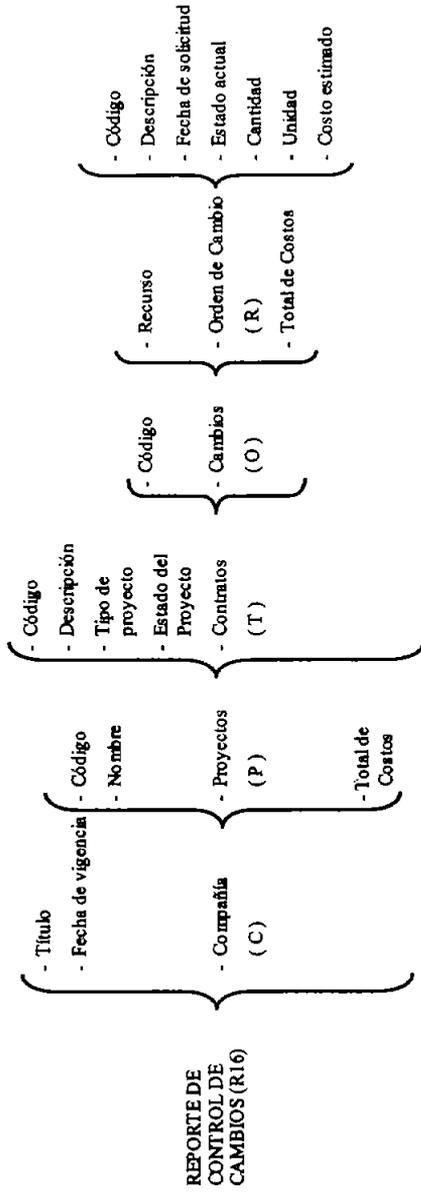
- Establecer y mantener control de documentación y correspondencia
- Revisión de cumplimiento de términos y condiciones de contrato
- Desarrollo y comunicación de políticas del proyecto
- Expedir la resolución de cambios requeridos al contrato
- Coordinar con consejeros legales los aspectos del contrato
- Asegurar cumplimiento de reglamentos aplicables al proyecto
- Mediación de disputas

4.3.2.5 Función: Identificación y Control de Cambios

IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

- Establecer documentación y procedimientos para cambios
- Establecer procedimientos de aprobación
- Asegurar la identificación del impacto del cambio
- Efectuar análisis de alternativas
- Estimar el costo de los cambios
- Revisar reportes de avance para detectar posibles cambios
- Establecer controles para cambios sin costo
- Auditar cumplimiento de políticas y procedimientos

Requerimientos de información:

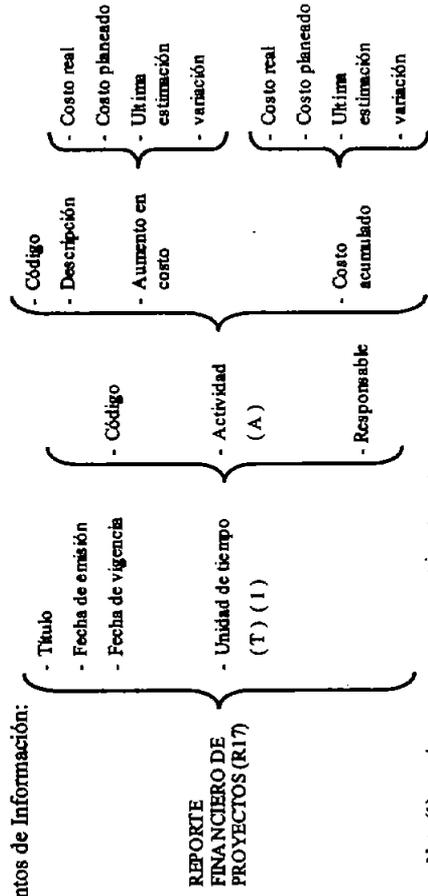


4.3.2.6 Función: Establecer y Mantener Control de Costos e Ingresos

Discusión

Siguiendo del concepto de control selectivo, sus unidades deben reportar según se requiera.

Requerimientos de Información:



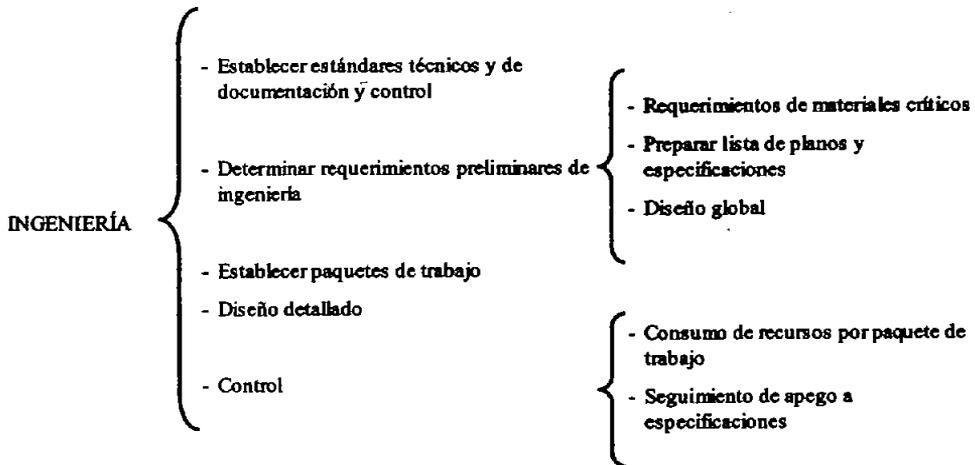
Nota (1): puede ser semanas, meses, trimestres, etc.

Las funciones restantes consisten en el inicio de fases posteriores, su problemática se discute posteriormente en detalle.

Aquí resumimos las consideraciones a tomar para determinar los sistemas, políticas y procedimientos para la administración de sistemas.

1. Estructura actual de las organizaciones involucradas
2. Capacidad del personal que participa en el proceso
3. Uso de servicios externos o subcontratistas
4. Requerimientos de información de la compañía
5. Logística
6. Prácticas de la industria
7. Grado en que el proyecto represente un avance en el estado del arte o tecnología.

4.3.3 Fase: Ingeniería



Objetivos:

1. Producir planes y especificaciones técnicas que permitan la planeación y control de requerimientos de materiales, recursos humanos, equipo e instalaciones y administración de subcontratos.

Problemas Típicos:

1. Problemas de diseño pueden generar retrasos en el proyecto y exceso de gastos. En ocasiones estos efectos son detectables desde el diseño del producto, en vez de hasta el momento en que el sistema de información reporta las desviaciones contra el plan.

2. Retrasos en el diseño del producto tienden a producir retrasos y gastos excesivos de mayor repercusión en etapas posteriores.
3. Cambios en el diseño o especificaciones del producto que no sean oportunamente comunicados a los participantes causan duplicación de esfuerzos debido a que el producto no cumple especificaciones importantes.
4. Durante la construcción en el campo, es frecuente que surjan mejoras o diferencias contra las especificaciones originales. El no documentar o difundir planos reales de la construcción puede generar aumentos en costos y fricciones entre los participantes.
5. Especificaciones no claras o erróneas en cuanto a calidad de materiales, etc. pueden tener repercusiones en los planes y costos debido a reparaciones o retrabajos no previstos.

4.3.3.1 Función: Establecer Estándares Técnicos y de Documentación

Discusión:

Es esencial tener estándares claros para que la documentación técnica sea un medio de comunicación entre participantes de un proyecto. Es deseable, siempre que sea posible, un control entre paquetes de trabajo y planes, así como un control de versiones de estos últimos.

4.3.3.2 Función: Establecer Paquetes de Trabajo

Discusión:

Se deben establecer paquetes de trabajo para los tres tipos de trabajo que intervienen en un proyecto: trabajo conocido, trabajo dependiente del tiempo y trabajo excepcional, siendo este último tipo de trabajo del que no hay experiencia previa.

Para definir buenos paquetes, es necesario considerar:

- Que cada paquete tenga una duración relativamente corta
- El paquete debe considerar como se efectuará el trabajo en la práctica, o sea las relaciones entre las actividades, etc.
- Cada paquete debe ser responsabilidad de una entidad definida.

4.3.4 Fase: Especificaciones Técnicas

**ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS**

- Revisar especificaciones
- Establecer programa de control de calidad
- Evaluación de contratistas
- Control de apego a especificaciones

- Inspección de instalaciones
- Inspecciones de campo

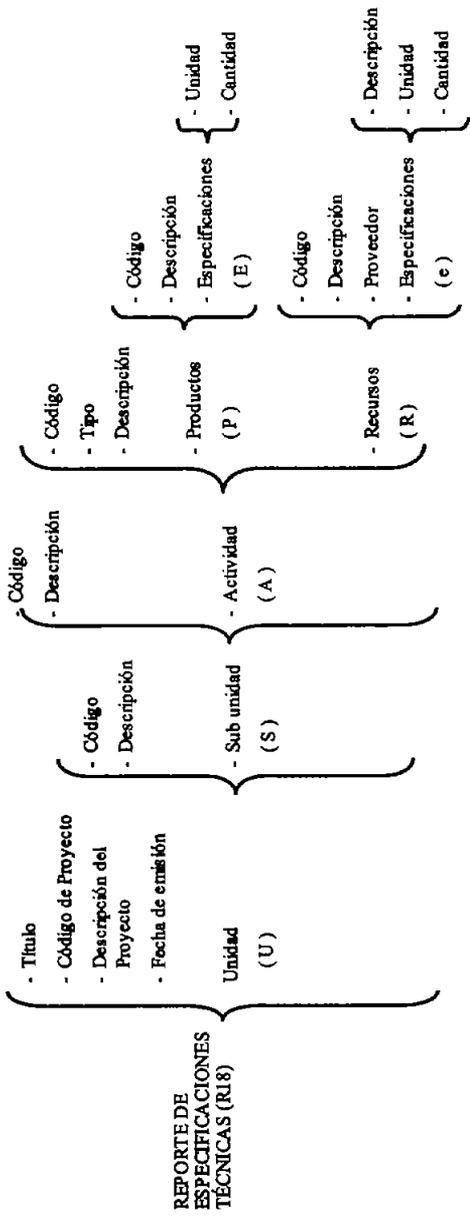
Objetivos:

1. Asegura que se desarrolle un programa de control de calidad que garantice apego a las especificaciones técnicas, reglamentos oficiales, etc.

Problemas Típicos:

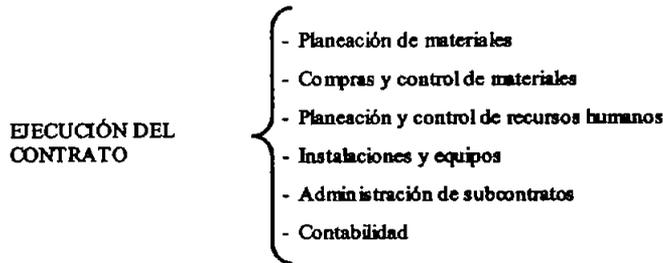
1. Frecuentemente ocurre que subcontratistas, al verse presionados por aumentos de costos o retrasos, realizan trabajos de menor calidad que la contratada.

Requerimientos de información:

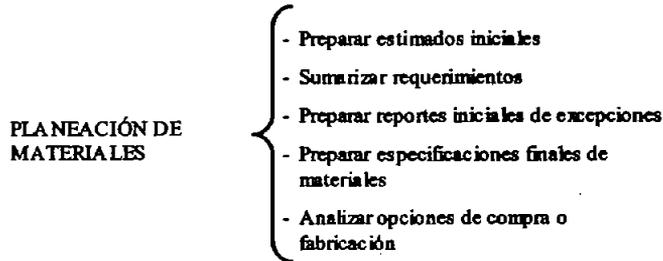


4.4 ETAPA DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Esta etapa es la más reconocible de un proyecto. En la práctica el hecho de no reconocer la labor requerida en etapas anteriores para su preparación, ocasiona fuertes contratiempos en su desempeño al faltar una planeación efectiva que sirva para medir el desempeño de la ejecución.



4.4.1 Fase: Planeación de Materiales



Objetivos:

1. Asegurar presupuestos iniciales y la sumarización de requerimientos de materiales suficientemente exactos.
2. Detectar a tiempo posibles problemas en costos de materiales al costear requerimientos iniciales.
3. Considerar especialmente los requerimientos de materiales escasos o con tiempos de entrega largos.
4. Considerar las alternativas de compra contra fabricación para disminuir costos.
5. Proveer de información de materiales a otras fases.

Problemas Típicos:

1. La dificultad de controlar un proceso de cálculo y estimación complejo a veces hace que los presupuestos iniciales contengan errores de cálculo.

2. Inexactitudes en los costos de materiales pueden causar que las estimaciones sean más inexactas aun.
3. Al no contemplar un sistema de planeación de materiales integrado al proceso general de administración de proyectos, se pueden dar duplicación de funciones, costos excesivos y retrasos en el plan.

4.4.1.1 Función: Preparar Estimados Iniciales

Discusión:

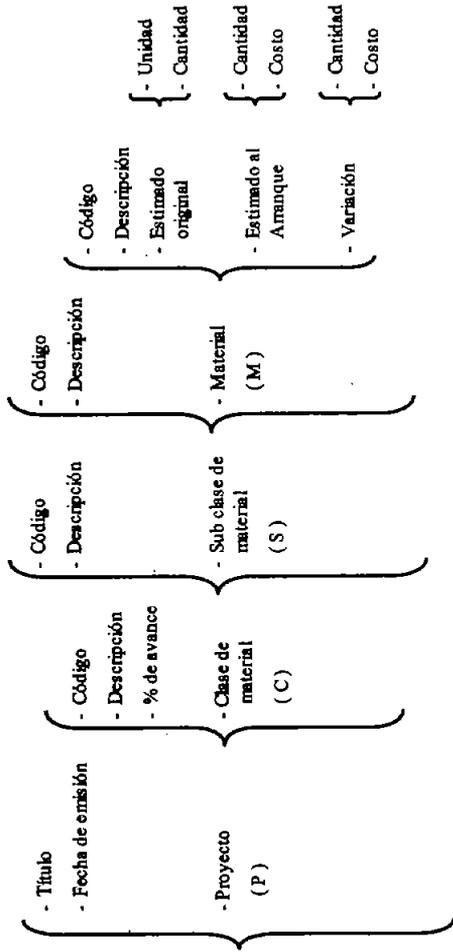
La participación del computador se justifica por:

- a. Mayor velocidad de proceso y exactitud al calcular cantidades y costos.
- b. Facilidad de mantenimiento de la información de costos de materiales, aunado a la facilidad de recalcular.
- c. Llevar a cabo análisis complejos para evaluar alternativas de compra contra fabricación.

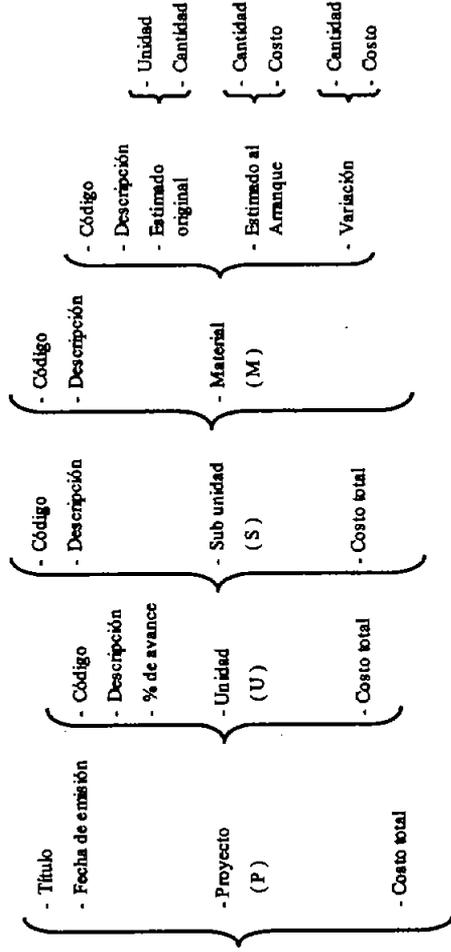
En la actualidad existen sistemas de soporte para realizar el diseño técnico de los productos y a la vez producir estimados de requerimientos de materiales.

Requerimientos de información:

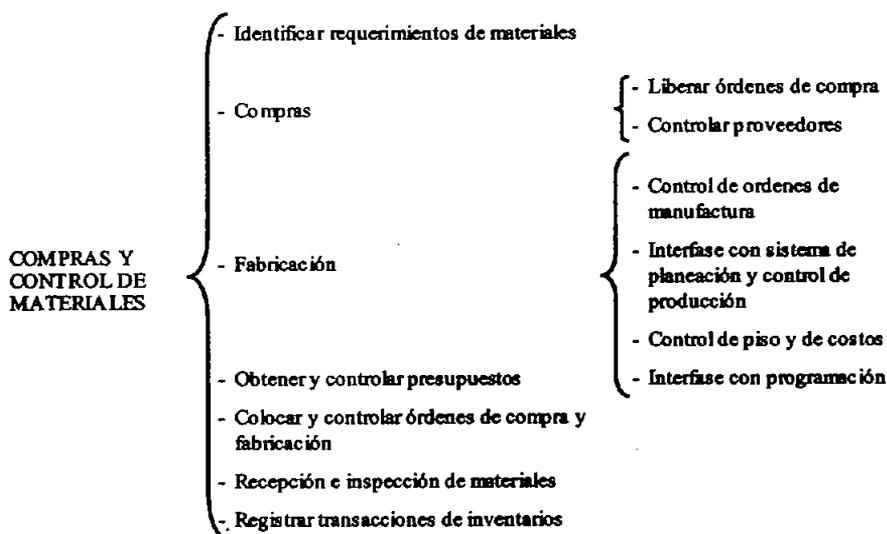
REPORTE DE MATERIAL POR CLASE (R19)



REPORTE DE COSTOS MATERIALES POR UNIDAD (R20)



4.4.2 Fase: Compras y Control de Materiales



Objetivos:

1. Controlar la compra o fabricación, recepción y asignación de materiales para asegurar su disponibilidad en cuanto a tiempo y calidad.
2. Reportar el registro de costos de material comparándolo con los presupuestos originales.
3. Asistir a los administradores de materiales a obtener el material adecuado al menor costo posible, llevando registros históricos de materiales y proveedores para este fin.
4. Evaluar a los proveedores.

Problemas Típicos:

1. Falta de un sistema eficiente que reporte costos comparándolos contra presupuestos, separando los efectos de variaciones en cantidad y costo.
2. Un mal criterio de fechas de corte, fechas de reporte y de diseño de reportes generan resultados inconsistentes y de poca credibilidad. Es frecuente que los reportes con estas deficiencias contengan demasiado detalle, lo que los hace poco manejables por la gerencia.

3. Mala asignación de responsabilidades en cuanto a procurar los materiales necesarios, así como la carencia de un sistema que centralice la información, no permite que la administración del proyecto tener una visión real de la situación.
4. Falta de información y asignación deficiente de responsabilidades para la obtención de materiales de partes subcontratadas del proyecto no permiten un control adecuado de las mismas.
5. Al no considerar existencias actualizadas de materiales en una o varias compañías puede resultar en costos excesivos.
6. Técnicas inadecuadas de control de inventarios en las localidades pueden generar sobre ordenes o aumentos de costos y retrasos en el proyecto.
7. Falta de integración entre los sistemas de control de piso en fábricas que producen partes a emplear en las localidades del proyecto, y los requerimientos de cada local por avance de obra, pueden generar retrasos en la obra.

Discusión:

Considero que esta fase no debe extenderse para analizar sus funciones por separado. En realidad representa en sí misma un sistema integrado de control de manufactura con las siguientes funciones:

- a. Recepción del programa del proyecto, sus requerimientos de materiales en unidades y fecha de uso.
- b. En base a este plan, el sistema agrega tiempos de entrega o de fabricación y determina planes de compra y producción para cada caso, tomando en cuenta los inventarios, material en tránsito y en proceso para llegar a requerimientos netos en los que se basará el plan.

Consideraciones importantes en este sistema pueden ser el criterio selectivo de control al utilizar el análisis ABC para determinar el grado de control requerido por tipo de material.

Requerimientos funcionales para que un sistema así funcione son lograra un 99% de exactitud en las especificaciones ingenieriles del producto y un 95% de exactitud en el control de inventarios.

Requerimientos de información:

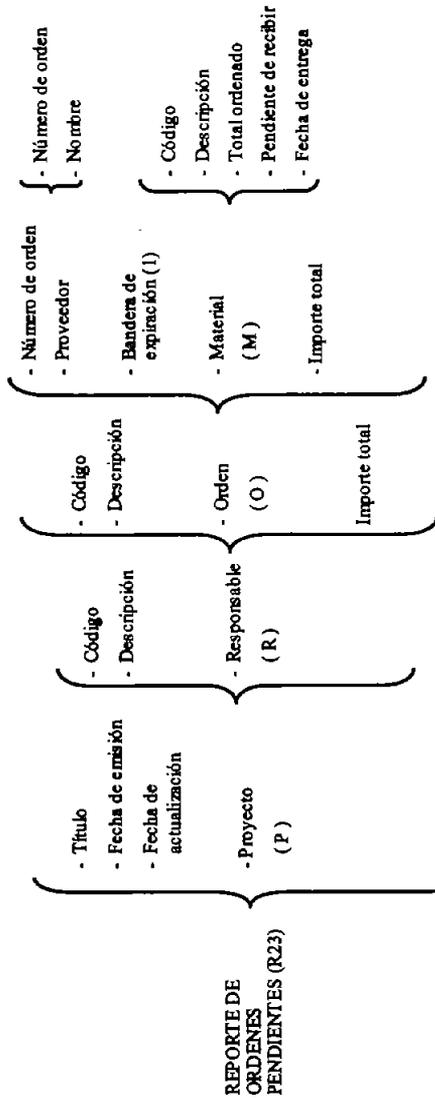
REPORTE DE TENDENCIAS DE COSTOS DE MATERIALES (R21)

- Título
- Fecha de emisión
- Fecha de actualización
- Proyecto (P)
- Código
- Descripción
- Costo estimado original
- Costo estimado al arranque del proyecto
- Tipo de material (T)
- Uso del material
- % de variación
- % del total
- Cantidad planeada
- Cantidad real

REPORTE SUMARIO DE COSTOS DE MATERIALES (R22)

- Título
- Fecha de emisión
- Fecha de actualización
- Proyecto (P)
- Costo Total
- Código
- Descripción
- Estimado original
- Estimado al arranque
- Compras
- Material utilizado
- Proyección de uso al terminar
- Diferencia contra presupuesto al terminar
- Bandera de variación significativa (1)
- Tipo de material (T)

Nota (1): Señala si al terminar el proyecto, del tipo de material tiene variación significativa en porcentaje



Nota (1): Indica que el tiempo de entrega restante a la fecha de entrega es menor al tiempo de entrega del material

4.4.3 Fase: Planeación y Control de Recursos Humanos

PLANEACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HUMANOS

- Movilización y organización en el sitio
 - Definir paquetes de trabajo
 - Finalizar planes de recursos humanos
 - Analizar opciones de usar recursos humanos propios o externos
 - Controlar presupuestos por paquete de trabajo
 - Controlar gastos reales y asignación de mano de obra
 - Reportes de avance
- Interfases: {
- Nómina
 - Programación

Objetivos:

1. Definir claramente el trabajo a realizar y las organizaciones responsables.
2. Integrar la información de recursos humanos a la fase de programación
3. Mejorar la visión administrativa del estado del proyecto
4. Facilitar medidas que mejoren la productividad y reduzcan gastos.

Problemas Típicos:

1. Gastos excesivos en mano de obra son un mal evitable.
2. Los sistemas de este tipo están más orientados a resolver necesidades contables y de registro, en vez de dar información a los supervisores para administrar mejor sus recursos.
3. Mucha información de costos en personal termina en las áreas de ingeniería y producción, dificultando su análisis en términos financieros.
4. La distribución contable de estos gastos no permite una segregación apropiada que permita detectar problemas.

4.4.3.1 Función: Movilizar organización en el sitio

Discusión:

A diferencia de los casos de producción continua, un proyecto requiere de una mayor organización para iniciar cada asignación. Este proceso empieza generalmente antes que las funciones de estimación de ingeniería de lleven a cabo. Sin embargo, cabe enfatizar que la efectividad con que se haga uso de la mano de obra depende de la calidad de los planos y especialmente del producto.

4.4.3.2 Función: Definición de paquetes de trabajo

Discusión:

Rara vez en un proyecto los estimados originales se mantienen al nivel de paquete de trabajo. En realidad sus determinación y actualización son un proceso iterativo en el que se va detallando el plan de trabajo del proyecto para servir de guía para el control de sus actividades.

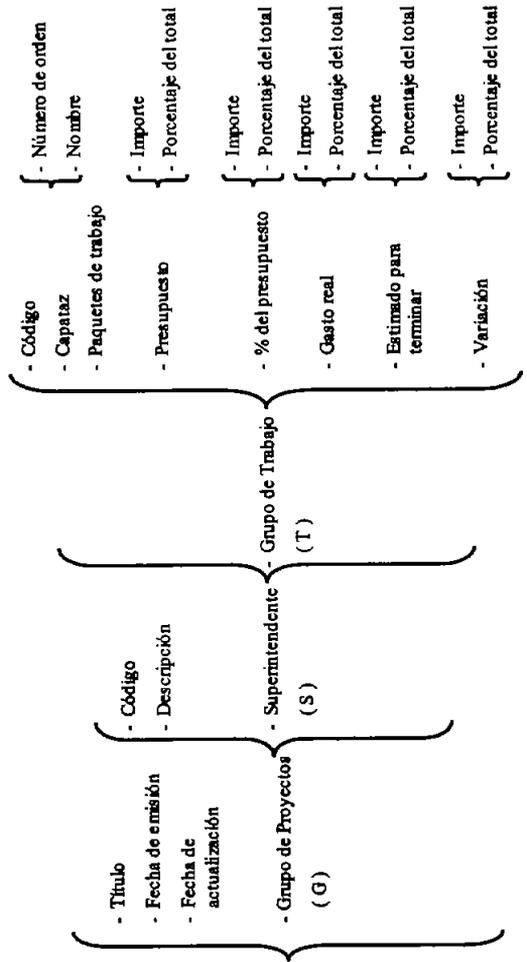
4.4.3.3 Función: Reportes de Avance

Requerimientos de información:

REPORTE DE PRODUCTIVIDAD POR ÁREA DE RESPONSABILIDAD (R24)

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Título - Fecha de emisión - Fecha de actualización | <ul style="list-style-type: none"> - Código - Descripción | <ul style="list-style-type: none"> - Código - Descripción | <ul style="list-style-type: none"> - Proyecto (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Departamento (D) | <ul style="list-style-type: none"> - Supervisor (S) | <ul style="list-style-type: none"> - importe total | <ul style="list-style-type: none"> - Código - Puesto - Nombre | <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en proceso (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de terminación - Presupuesto - Gasto incurrido - Gasto pendiente - Total Proyecto - Variación - Importe - Porcentaje |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Terminaciones anteriores (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Paquete de trabajo (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de terminación - Presupuesto - Gasto incurrido - Gasto pendiente - Total Proyecto - Variación - Importe - Porcentaje |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Pendiente (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Paquete de trabajo (P) | <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de terminación - Presupuesto - Gasto incurrido - Gasto pendiente - Total Proyecto - Variación - Importe - Porcentaje |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Total | | <ul style="list-style-type: none"> - Total Proyecto - Variación - Importe - Porcentaje |

REPORTE DE
RESPONSABILIDAD
POR
SUPERINTENDENTE
(R2.5)



4.4.4 Fase: Administración de Subcontratos

Objetivo:

1. Asegurarse que se usen los controles necesarios para medir el desempeño de subcontratos.

Problemas Típicos:

1. Al no evaluar el riesgo en función de la importancia relativa de la actividad a subcontratar, no se generan especificaciones ni planos lo suficientemente detallados para que se realice un buen trabajo.
2. Es frecuente que el dueño o contratista principal pierdan el contacto con las actividades de los subcontratos.

4.4.4.1 Función: Sumarización de Requerimientos del Subcontrato

Discusión:

Es necesario determinar el grado de control y de requerimientos claves para llevar a cabo el subcontrato. El disponer de políticas y formatos guía para documentar estos requerimientos puede rendir buenos resultados al proveer de mejor comunicación intercompañía, y al servir al dueño o contratista principal como criterio para determinar los requerimientos de control.

4.4.4.2 Función: Evaluar los Riesgos del Subcontrato

Discusión:

Existen puntos clave a considerar el realizar esta función:

- Estado de los planes y especificaciones
- Experiencia y prestigio del subcontratista
- Tipo de contrato
- Valor del trabajo
- Importancia del trabajo en el contexto total del proyecto.

4.4.4.3 Función: Establecer Controles Selectivos y Negociar Contrato

Discusión:

Son esenciales para determinar controles selectivos, ciertos aspectos que se negocian en el contrato. Los principales son:

- Definir los gastos a reembolsar al contratista
- Proveer o no derechos a realizar auditorias
- Definir requerimientos de reporte: como son frecuencia y contenido
- Definir procedimientos para cambios
- Definir la programación que se requerirá

Como ejemplos de controles selectivos citamos los controles principales para dos casos:

1) Subcontrato de bajo riesgo:

Asegurarse que el precio sea razonable, lo cual generalmente es cierto si se concursa el subcontrato.

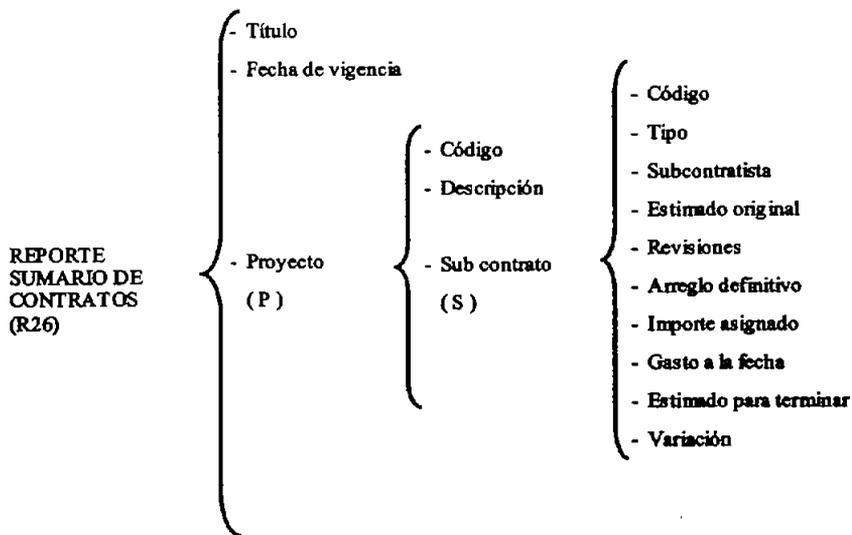
Control efectivo de cambios.

2) Subcontrato con riesgo elevado:

- Definición y control extensivo de paquetes de trabajo para los elementos de mayor riesgo.
- Control físico en el local por parte del dueño o contratista principal.
- Definición conveniente de costos reembolsables.
- Control de las compras realizadas por el subcontratista y control físico de materiales.
- Auditoria de los costos que se carguen al contrato.

4.4.4.4 Función: Control del Subcontrato

Requerimientos de Información:



4.4.5 Fase: Instalaciones y Equipo



Objetivos:

1. Asegurar que los requerimientos de instalaciones y equipo estén constantemente definidos.
2. Considerar aspectos económicos al analizar opciones de compra o fabricación y compra contra renta.
3. Asegurar la disponibilidad de instalaciones y maquinaria con un plan de mantenimiento adecuado.

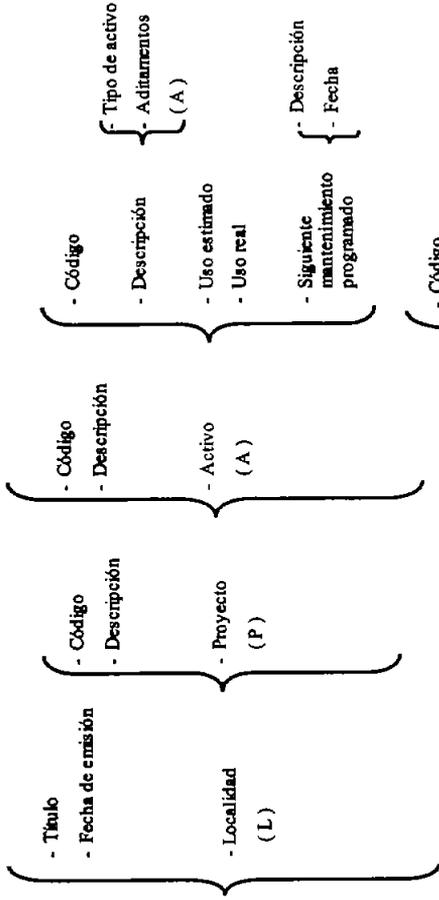
4. Controlar y reportar el uso y estado de la maquinaria.
5. Proveer de información al respecto a otras fases del proceso de administración de los proyectos.

Problemas Típicos:

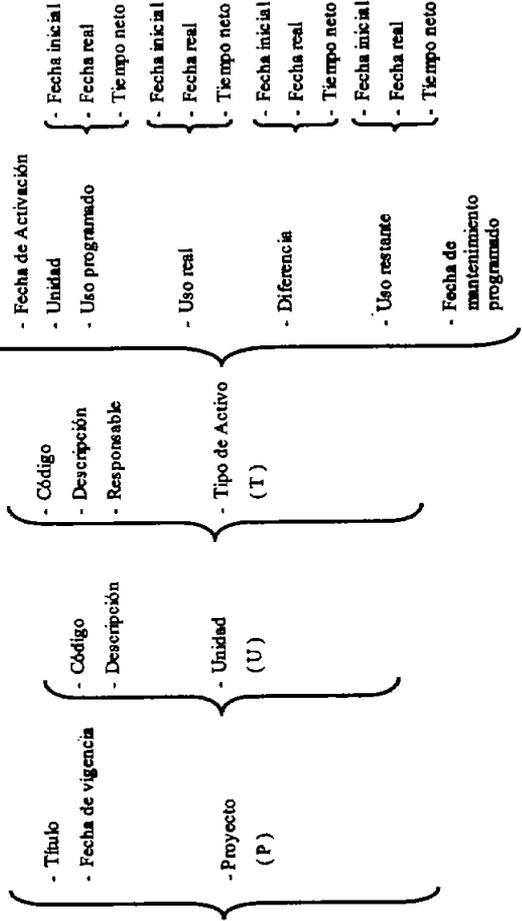
1. Generalmente los costos por instalaciones de soporte se consideran como parte de gastos varios, produciendo sorpresas más adelante al no considerarse adecuadamente.
2. Generalmente no se consideran costos de mantenimiento en las estimaciones de los proyectos. Esto tiene como consecuencia aumentos en costos y retrasos la no mantenerse los equipos de manera adecuada.

Requerimientos de información:

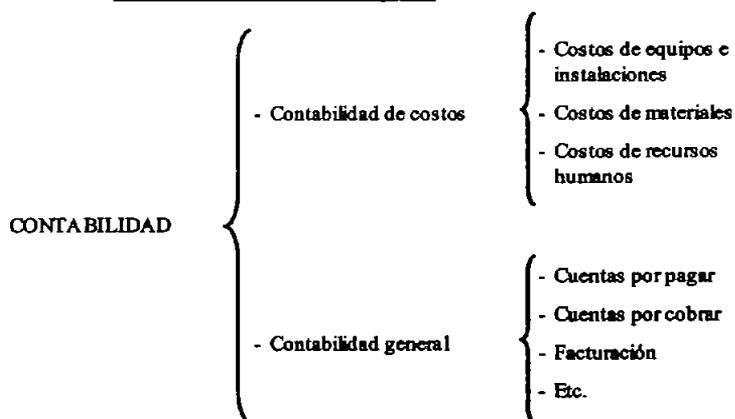
REPORTE DE REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (R27)



REPORTE DE USO DE MAQUINARIA (R28)



4.4.6 Fase Contabilidad del Proyecto



Objetivos:

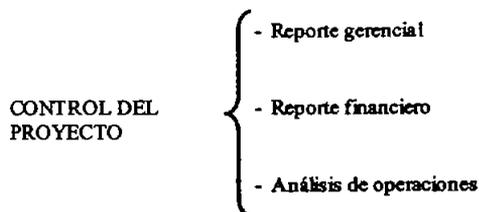
1. Proveer de la información a nivel sumario adecuado para los reportes contables y gerenciales, mediante una codificación de catalogo de cuentas contables adecuado.
2. Mantener puntos de auditoria que soporten los reportes sumariados.

Problemas típicos:

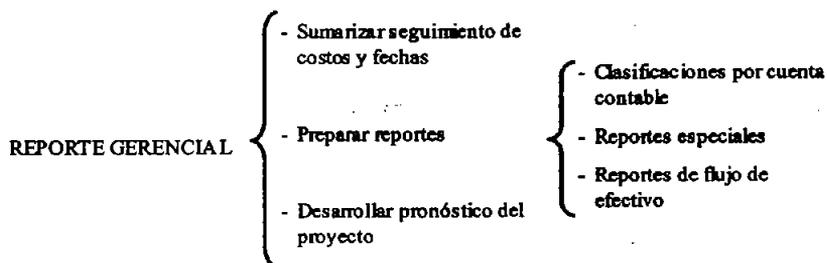
1. El uso de equipos no se factura adecuadamente debido a falta de reportes requeridos.
2. Falta de control en los cargos por materiales debido a que no se reporta adecuadamente.
3. Los costos de proyectos no son rastreables hasta las actividades específicas del proyecto.
4. Existen dos sistemas para reportar los gastos por personal de obra y administrativo, lo que no permite una segregación de gastos adecuada.
5. Compras y otros gastos no se registran a tiempo ni a nivel de detalle suficiente para su control.
6. El proceso de centralizar la información es demasiado tardado, lo que genera retrasos en facturación y cobranzas.

4.5 ETAPA DE CONTROL DE PROYECTO

Además de las funciones de control de cada una de las fases de la etapa de ejecución, esta etapa implica las fases requeridas para el control a mediano y largo plazo, las cuales retro alimentan su información a la etapa de organización, determinando las acciones gerenciales requeridas para continuar con el proyecto.



4.5.1 Fase: Reporte Gerencial



Objetivos:

1. Proveer a la administración con información exacta y a tiempo para identificar problemas, de manera que se actue según se requiera.
2. Proveer información útil para actualizar estimados base.
3. Proveer información para la preparación de reportes de costos.
4. Preparar reportes excepcionales según se requiera.
5. Convertir información de estados de proyectos en información útil para planeación financiera.

Problemas típicos:

1. La información es inexacta y no esta disponible a tiempo.
2. La información permanece fragmentada en los distintos departamentos.

3. No concuerda la información de reportes administrativos con la información contable.
4. Existencia de sistemas de información duplicados que frecuentemente usan información y suposiciones diferentes.
5. Detalle y volúmenes excesivos en los reportes gerenciales.
6. Las comparaciones reales vs. presupuesto no toman en cuenta las modificaciones hechas a lo largo del proyecto, lo que puede dar resultados inútiles.
7. Las variaciones y sus causas no son identificadas.
8. El desglose de costos no es suficiente para un análisis significativo.
9. Las redes detalladas no denotan las actividades principales del proyecto.
10. Los reportes no están estructurados de acuerdo con las áreas de responsabilidad.
11. Los controles para recibir información y producir reportes son inconsistentes.
12. No se identifican propiamente las contingencias del proyecto.
13. La reclasificación de costos en cuentas múltiples es primitiva y arbitraria.
14. Aumentos en costos se ignoran o no se reportan adecuadamente.
15. Los reportes de flujo de efectivo no incluyen cambios o modificaciones a los proyectos, por lo que son inútiles.
16. La asignación de recursos no se reporta de manera adecuada.
17. Los estimados de utilidades no son realistas por lo que no pueden ser empleados para medir la actuación real.

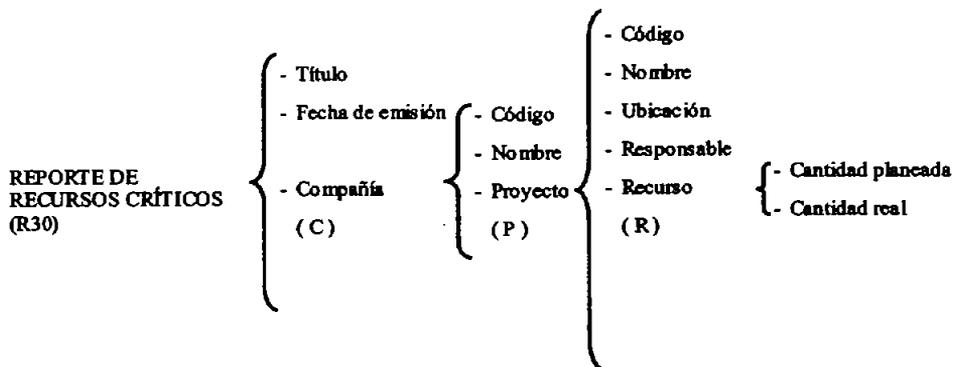
Factores clave de control:

1. Visitar la obra con frecuencia para asegurar que los reportes concuerdan con el avance físico.
2. En cuentas ya cerradas, comparar los resultados finales contra los pronósticos hechos mientras el trabajo se realizaba.
3. Relacionar de manera similar el flujo e efectivo.
4. Controlar la oportunidad de los reportes.

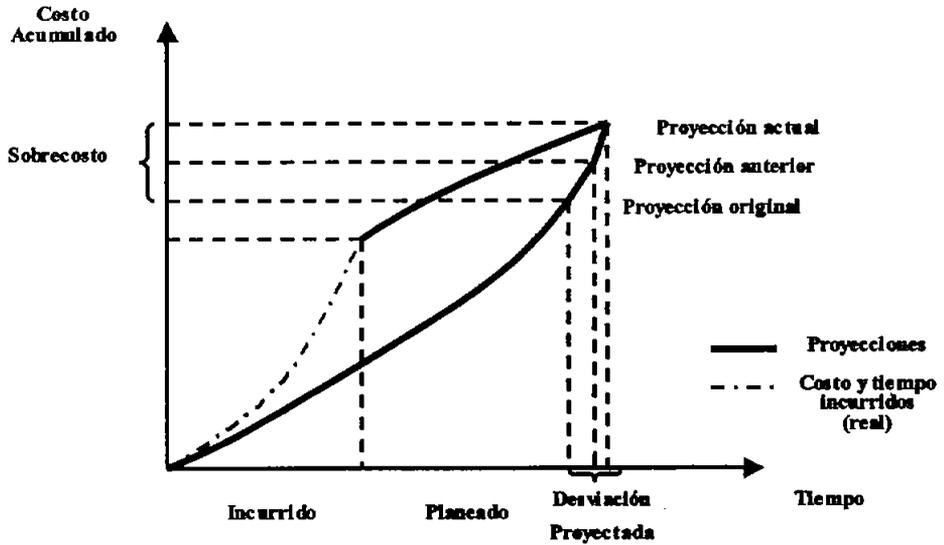
5. Determinar si hay reportes manuales informales que presenten información formal y reportada por el sistema formal.
6. Revisar el uso real que los responsables dan a los reportes del sistema.
7. Reconciliar con periodicidad la información de los reportes del sistema contra los registros contables.
8. Identificar cuentas sin movimiento reciente e investigar.

Requerimientos globales de información:

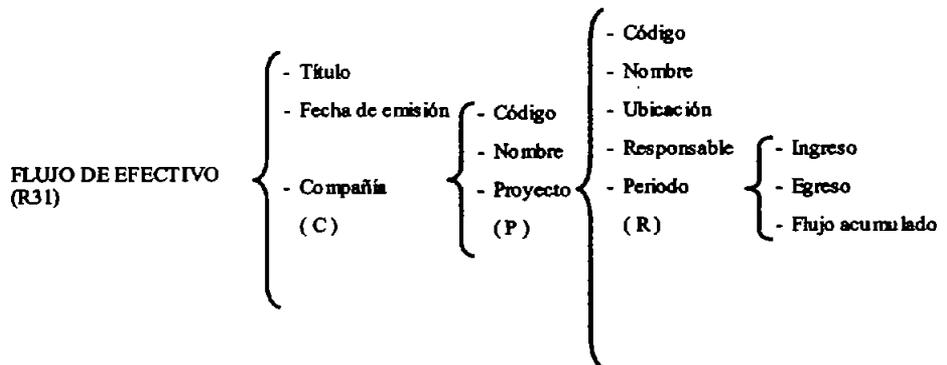
1. Reportes de estado del proyecto: narrativa con hechos principales.
2. Diagrama Gantt con actividades principales.
3. Estado de Pérdidas y Ganancias del proyecto (R28)
4. Análisis de tendencia del costo acumulado.
5. Reporte sumario de recursos humanos (ver fase de planeación y control de requerimientos de recursos humanos).
6. Reporte de recursos críticos:



7. Reporte sumario de costos.

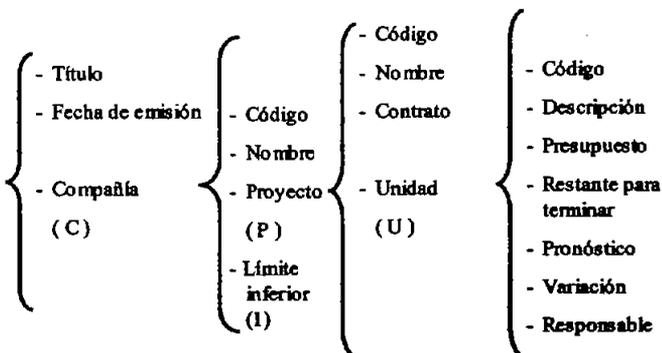


8. Sumario de flujo de efectivo



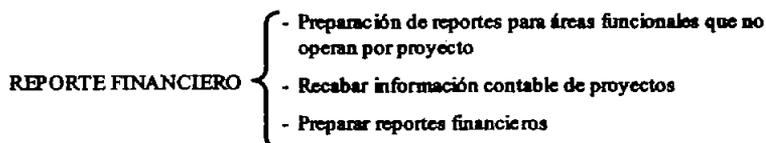
9. Análisis sumario de variaciones (continúa en la siguiente página).

ANÁLISIS SUMARIO
DE VARIACIONES
(R31)



Nota (1): Se refiere a la variación mínima en costos para los proyectos de una compañía aparezcan en el reporte.

4.5.2 Fase: Reporte Financiero



Objetivos:

Resumir la información en formato de estados financieros.

Esta fase debe por lo tanto reunir información de gastos directos del proyecto, así como gastos de indirectos de las compañías involucradas para poder consolidar el valor de los activos fijos en construcción.

Problemas típicos:

Las deficiencias mas serias se relacionan al mantenimiento de la información financiera, lo que impide a la administración tomar medidas a tiempo.

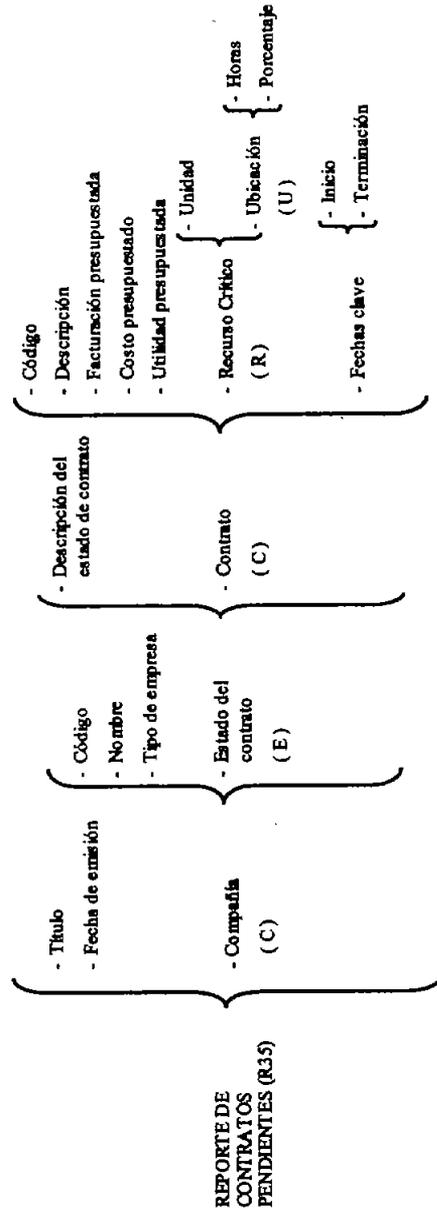
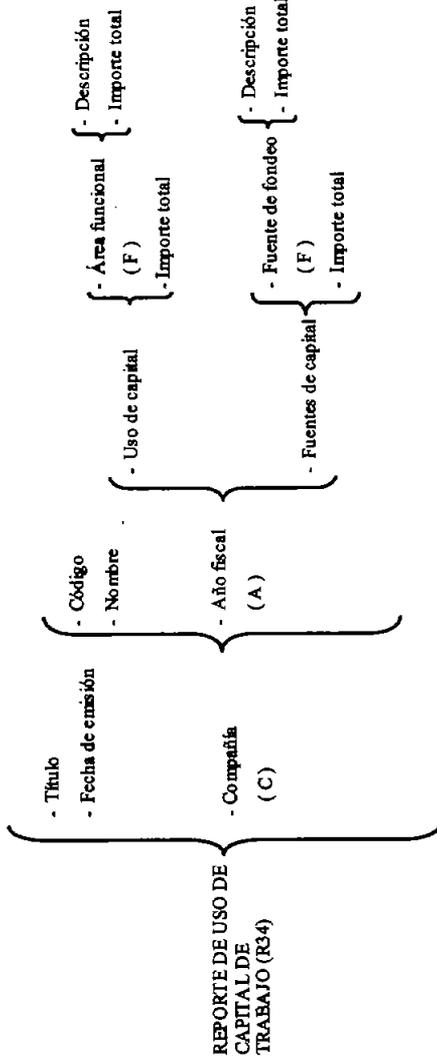
Estos problemas tienen efectos considerables. Ya que es importante tener una visión global del entorno de la inversión y las partes aun pendientes de facturar y cobrar en cada proyecto.

Requerimientos de información:

- Código
- Descripción
- Presupuesto
 - A la fecha
 - Total
- Estimado para completar
 - Costo
 - Fecha de terminación
- En proceso
 - Gasto total de actividades en proceso
 - Gasto asignado
- Remanente
- Variación autorizada
 - Porcentaje
 - Importe

- Título
- Fecha de emisión
- Código
- Nombre
- Proyecto (P)
- Compañía (C)

REPORTE SUMARIO
DE CONSTRUCCIÓN
EN PROCESO (R33)



4.5.3 Fase: Análisis de Operaciones

- ANÁLISIS DE OPERACIONES
- Analizar reportes de avance
 - Revisiones de campo
 - Determinar tendencias
 - Realizar estudios de costos
 - Sumarizar áreas problema
 - Controlar acciones correctivas
 - Generar información estadística

Objetivos:

Alertar a tiempo a la gerencia de situaciones especiales en que el proyecto que los pueden desviar de sus metas, así como coordinar el esfuerzo correctivo que se genere.

En los casos en que los proyectos permiten que se aprovechen experiencias de contratos anteriores y para fines de presupuesto, programación y control es parte de esta función la generación y el control de la información resultante de los proyectos.

Problemas típicos:

Si los reportes son revisados por el personal de línea solamente, la posibilidad que problemas importantes se escapen de la atención de la gerencia.

Los reportes de costos y avance pueden contener errores significativos en relación al trabajo realizado en la práctica.

Los reportes pueden contener información muy voluminosa, lo que a veces puede evitar la posibilidad de tener una perspectiva adecuada de lo que sucede.

La capacidad de la gerencia para determinar las fuentes de problemas, es limitada por sus escasa capacidad de llevar a cabo estudios específicos de costos y analíticos.

Discusión general:

Es difícil generalizar los requerimientos específicos de cada tipo de proyecto y más generalizar respecto a este tópico. Solo mencionaremos que esta fase es más expedita que cumplir efectivamente los requerimientos de las fases restantes del sistema.

La computación puede representar ventajas, si se tienen la capacidad de producir reportes por excepción usando lenguajes de consulta o generadores de reportes.

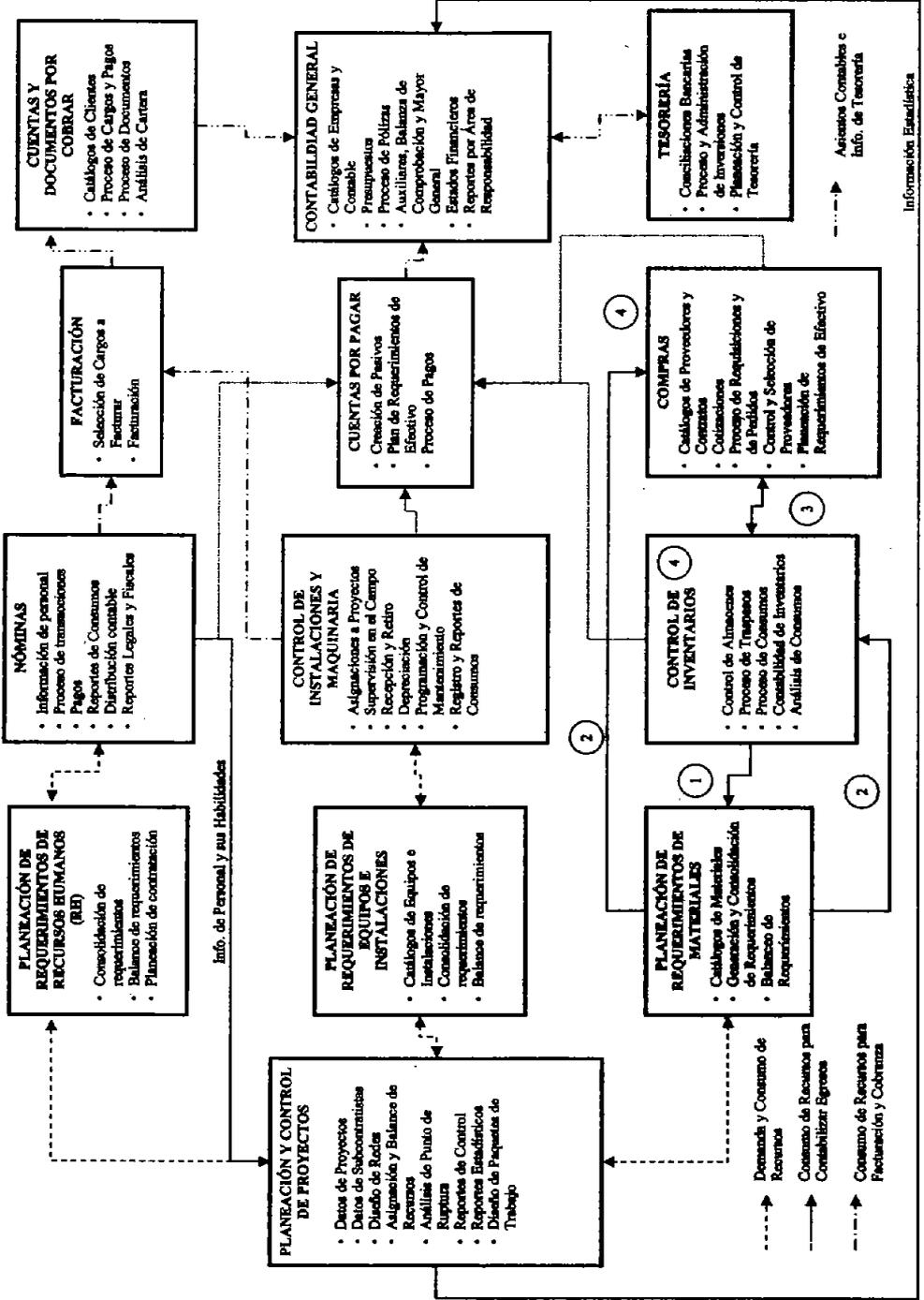
5. DISEÑO FUNCIONAL Y DE DATOS

5.1 ESQUEMA DE SISTEMAS

En este capítulo se plantea un "macro sistema" que puede resolver los requerimientos expuestos en el capítulo 4.

El sistema propuesto se compone de 13 sistemas con sus funciones específicas y los enlaces requeridos, en la forma del Esquema de Sistema propuesto a continuación:

ESQUEMA DE SISTEMAS



Las notas que aparecen en la página anterior aplican a lo siguiente:

- 1- La interfase entrega información de consumos y existencias de materiales con la finalidad de que el sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales pueda proyectar los requerimientos netos de los mismos, disponiendo de disponibilidad neta de materiales.
- 2- La interfase consiste en hacer disponible a los sistemas de Control de Inventarios y Compras la información de requerimientos de materiales.
- 3- La interfase entre el módulo de compras permite que el sistema de Control de Inventarios disponga de información de pedidos fincados al procesar las recepciones de compras en los almacenes. Desde la perspectiva de Compras, dicho sistema recibe la información de requerimientos de materiales, generados con criterios diferentes a los generados por el Sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales, como pueden ser técnicas de punto de reorden.
- 4- No se muestran interfases entre los sistemas de Control de Inventarios y Compras, generando información de consumos de recursos para facturación y cobranzas al sistema de Facturación. Esta omisión se hizo con fines de mejorar la legibilidad del diagrama.

También es importante mencionar que no se muestran como interfases la compartición de catálogos de información básica entre los sistemas, con la misma finalidad de mejorar la legibilidad del diagrama. Un ejemplo de esta compartición de información son los catálogos de empresas y contables, mismos que se muestran en el sistema de Contabilidad General y que se usan en todos los sistemas restantes.

A continuación se analizan las funciones esenciales que realiza el sistema principal del macrosistema" propuesto.

5.2 SISTEMA DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS

5.2.1 Objetivos del Sistema

Este sistema permite definir los proyectos desde su identificación inicial, la definición de unidades o subcontratos que lo componen, la definición de las actividades que lo forman y su interrelación.

El sistema se vale de paquetes de trabajo estándares, obtenidos del análisis estadístico de proyectos anteriores, a su vez resultantes de las funciones de control de proyectos del propio sistema.

Una vez definido el proyecto y sus datos generales, el sistema permite la asignación de tiempos y recursos validos de los sistemas de planeación de requerimientos por tipo de recurso y de los sistemas de catálogos de materiales y equipos e instalaciones y la nómina.

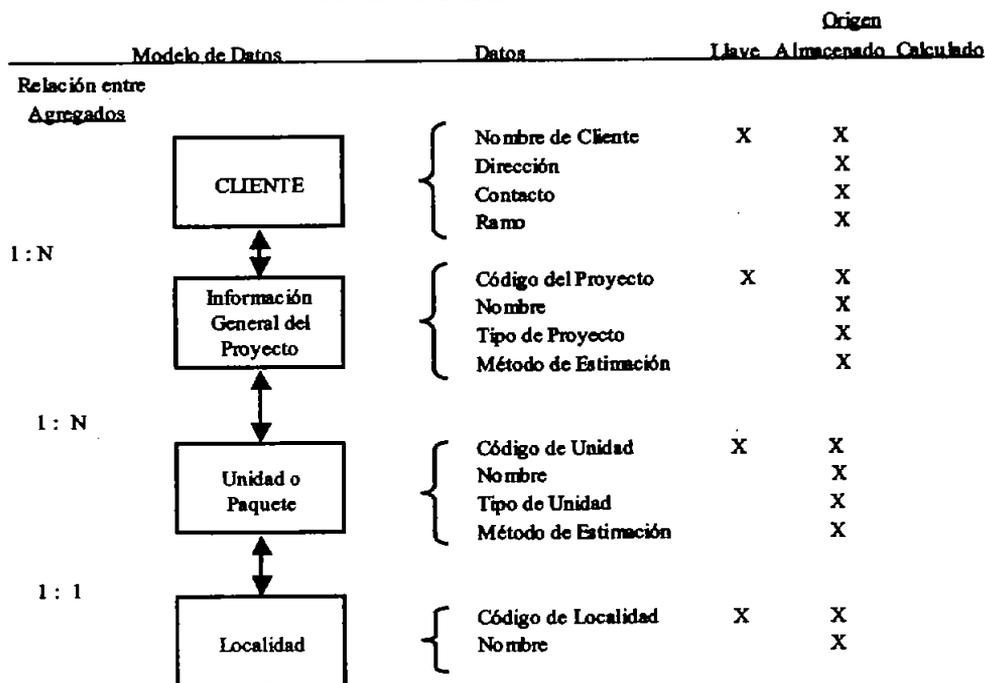
Después de la asignación inicial de recursos, el proyecto puede ser optimizado usando las funciones de balanceo de recursos y análisis de punto de ruptura (ver capítulo 3 sección 5). Para controlar el proyecto en su ejecución, el sistema usa las funciones de reportes de

control y estadísticas, herramientas útiles para corregir el rumbo del proyecto o para negociar con clientes y/o contratistas los cambios que se requieran.

Función: Datos del Proyecto o Subcontrato

La función registra la información general del proyecto con la finalidad de identificarlo desde el contacto inicial, hasta su análisis posterior a la terminación. La información puede variar significativamente según la naturaleza del proyecto.

FUNCIÓN: DATOS DEL PROYECTO

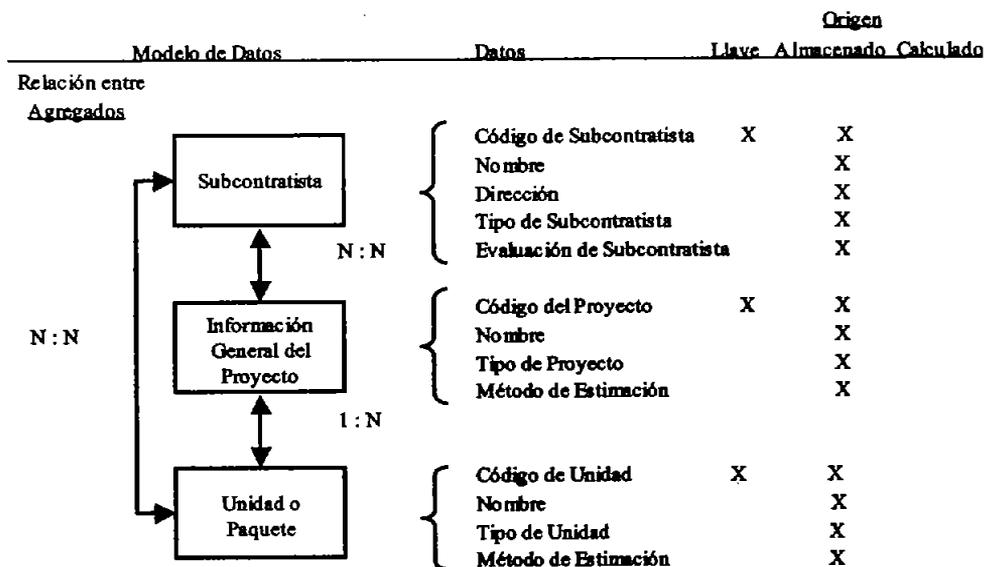


GRÁFICA 5. 1

Función: Datos de Subcontratistas

Los objetivos de esta función son registrar y proporcionar información general e histórica de subcontratistas o de otros participantes en los proyectos, de tal manera que la administración utilice dicha información para la selección de participantes en los proyectos, así como para respaldar negociaciones que se requieran al inicio y durante la duración del proyecto.

FUNCIÓN: DATOS DEL SUBCONTRATISTAS

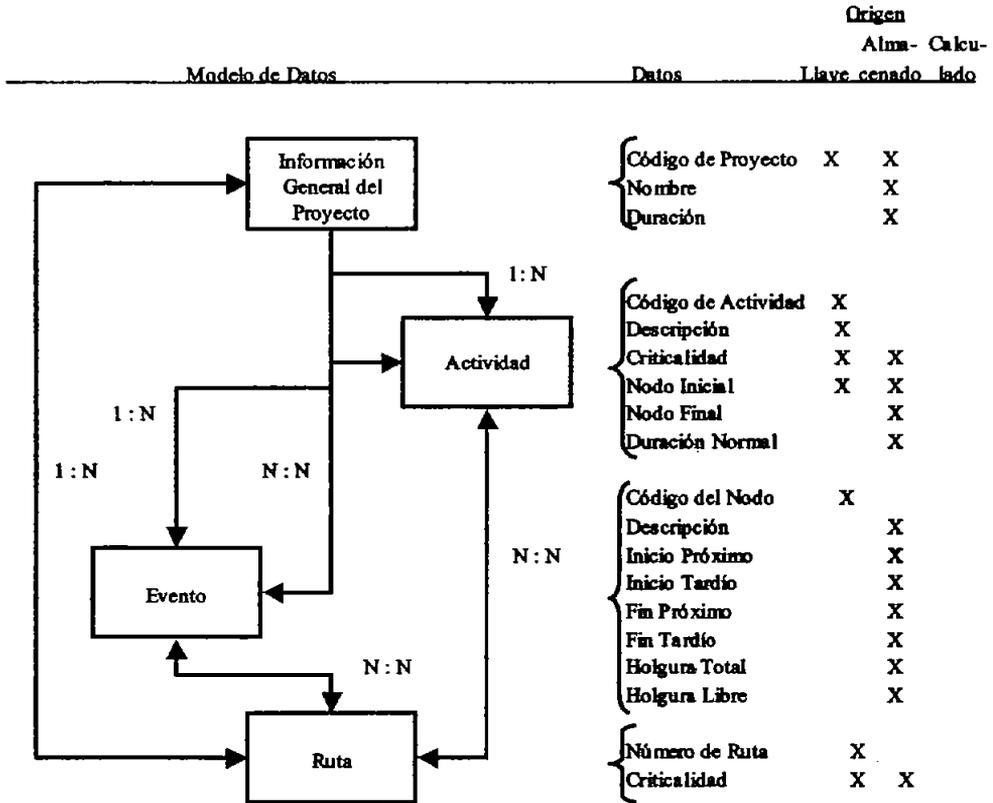


GRÁFICA 5.2

Función: Diseño de Redes

Aquí se compila y mantiene actualizada la información general de las actividades que forman cada proyecto y cada unidad o paquete. Como aun no se puede llegar a determinar los recursos requeridos por las actividades, aquí solo se definen estas, la interrelación entre sí y el factor tiempo.

FUNCIÓN: DISEÑO DE REDES



GRÁFICA 5.3

Funciones: Asignación y Balanceo de Recursos y Diseño de Paquetes de Trabajo

Aquí se asignan los recursos requeridos en cada actividad, después de haber fijado fechas de inicio y terminación del proyecto. Esta función requerirá interfases con los siguientes sistemas:

SISTEMA

REQUERIMIENTOS DE LA INTERFASE

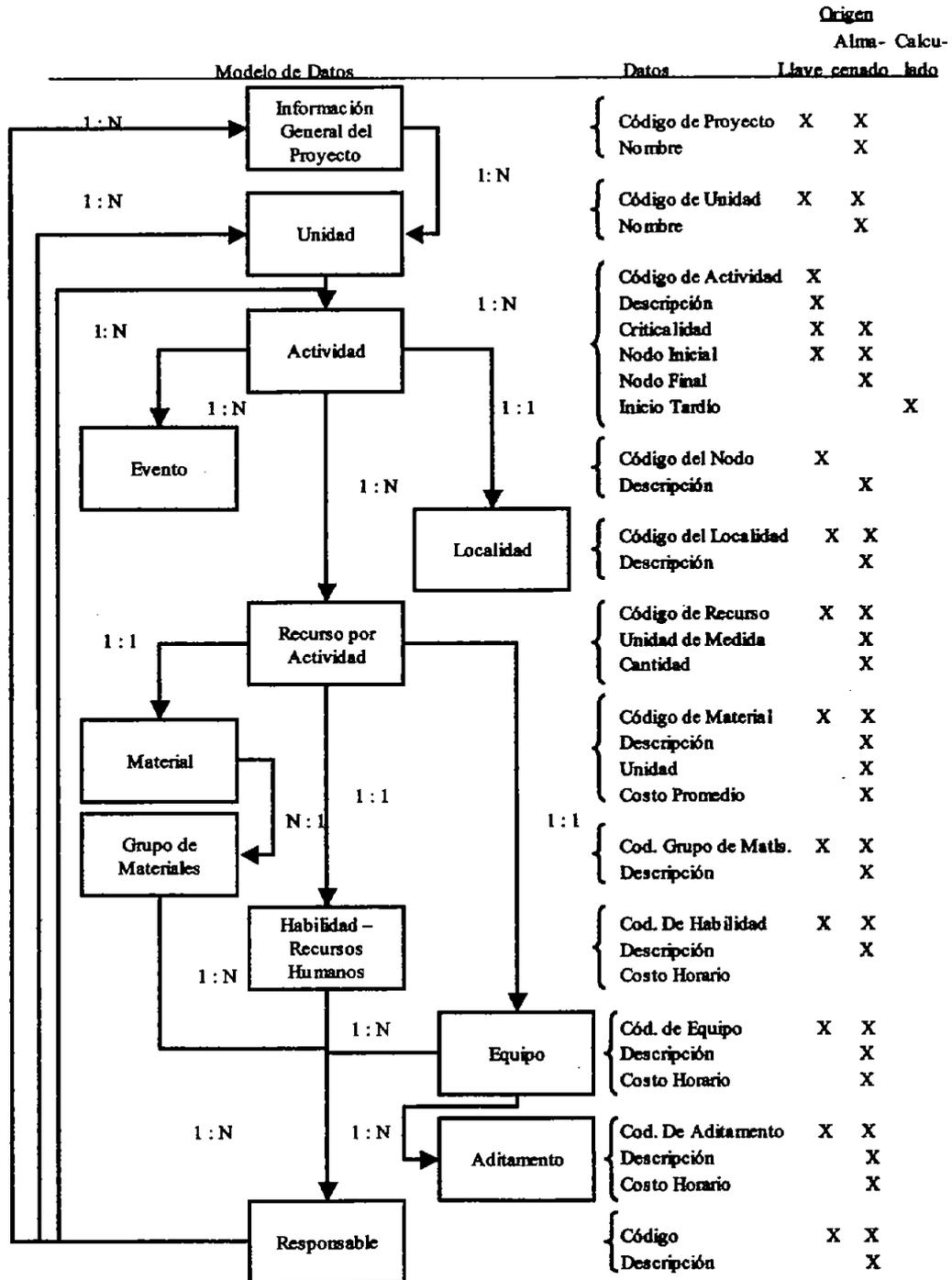
Nóminas
 Catalogo de equipos
 Catálogo de materiales

Disponibilidad de personal por habilidad
 Información de equipos e instalaciones
 Información de materiales

Nótese que en este sistema la asignación y balanceo de recursos se realiza a nivel proyecto, mientras que la consolidación de requerimientos por compañía y la resolución de

posibles conflictos se realizan en los sistemas de planeación de requerimientos de cada recursos principal.

FUNCIONES: ASIGNACIÓN Y BALANCEO DE RECURSOS Y
DISEÑO DE PAQUETES DE TRABAJO



Función: Análisis de Punto de Ruptura

Para optimizar costo en un proyecto, el sistema de planeación puede efectuar el análisis de punto de ruptura (Capítulo 3, Sección 5). Existen varias opciones para su ejecución:

1. El sistema, en base a duraciones y costeo relacionados a cada actividad, proporciona los límites de compresión por holgura libre para que el planeador decida las compresiones a realizar en la red.
2. El sistema realiza por sí mismo la compresión hasta llegar a la compresión máxima en la red. Esto se puede realizar en base a condiciones especificadas por el usuario, pudiendo producir información resultante de cada compresión.
3. El caso más complejo, el usuario dispone de ambas alternativas.

Por medio del análisis de punto de ruptura el usuario puede llegar a un costo mínimo, o a alguna opción intermedia que desee, al aumentar los costos directos del proyecto para poder producir una disminución en su duración total, misma que logra ahorros en los costos fijos mayor al aumento requerido en los costos directos.

FUNCIÓN: ANÁLISIS DE PUNTO DE RUPTURA

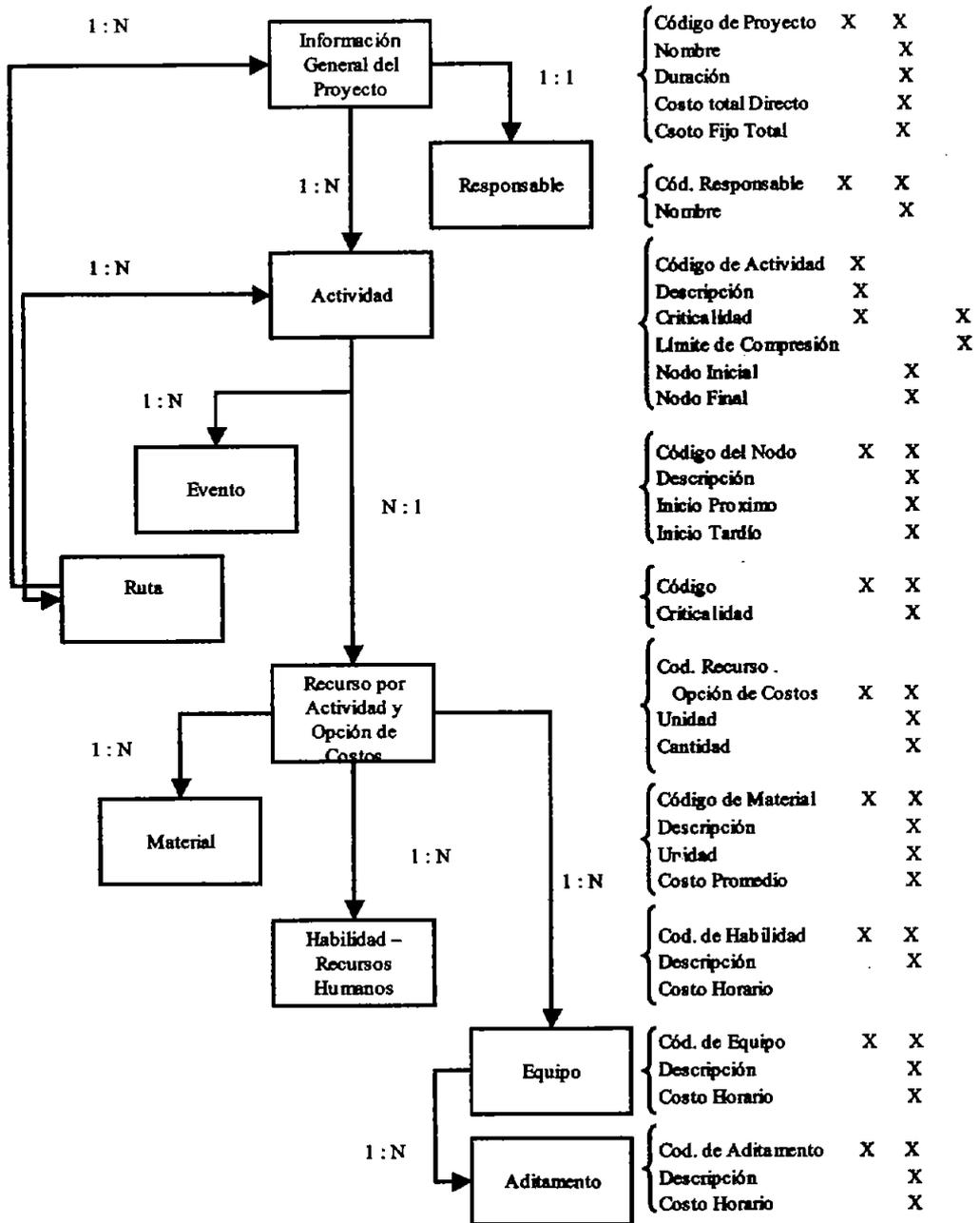
Origen

Alma- Calcu-

Llave cenado lado

Modelo de Datos

Datos

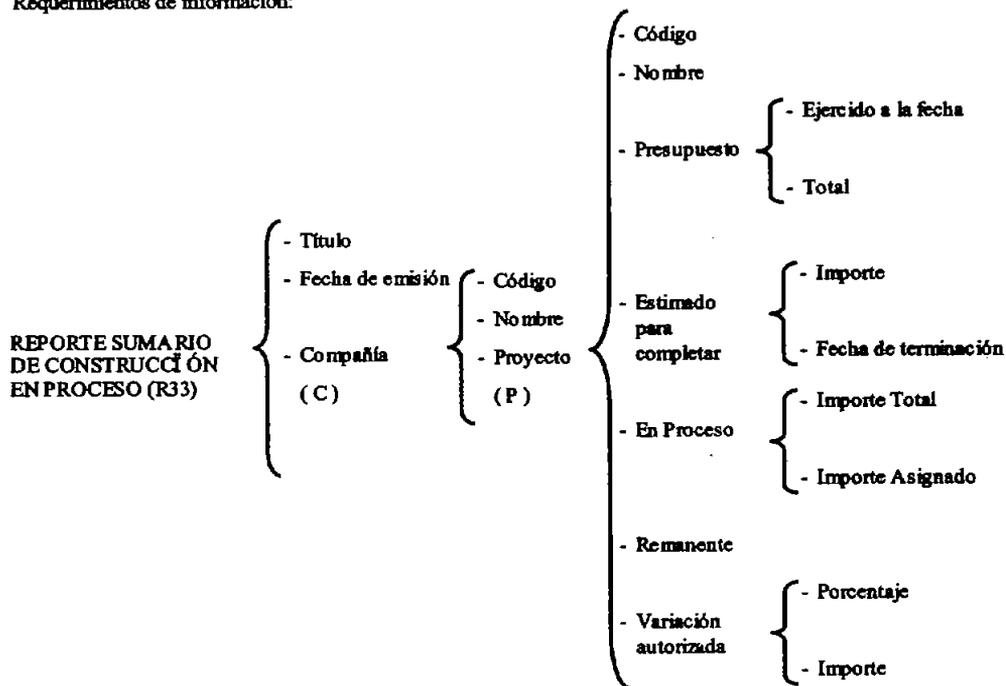


Fuciones: Reportes de Control y Estadística

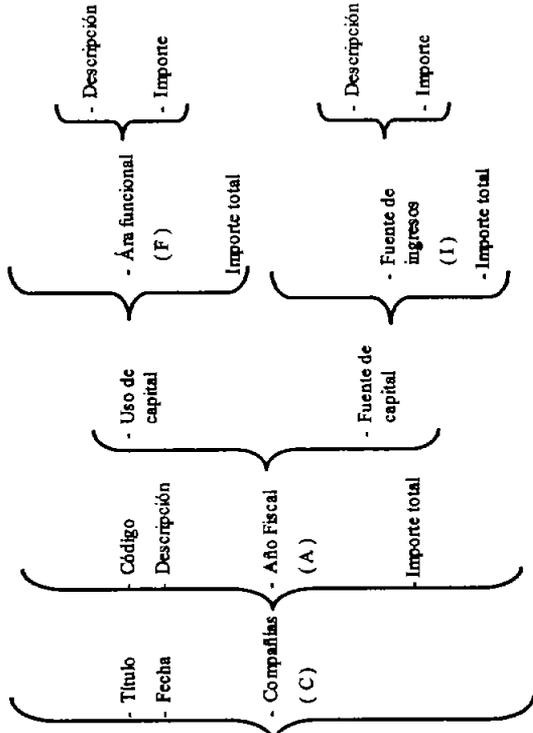
Consiste en reportar las diferencias entre la planeación y la ejecución real. También produce proyecciones, tomando en cuenta información real para las actividades transcurridas a la fecha del proyecto, e información estimada para el resto.

Para realizar esta función se requiere que los sistemas de proceso de transacciones (nóminas, control de equipamiento e instalaciones y control de inventarios), sean capaces de recolectar y controlar la información con el tiempo de respuesta que se requiera.

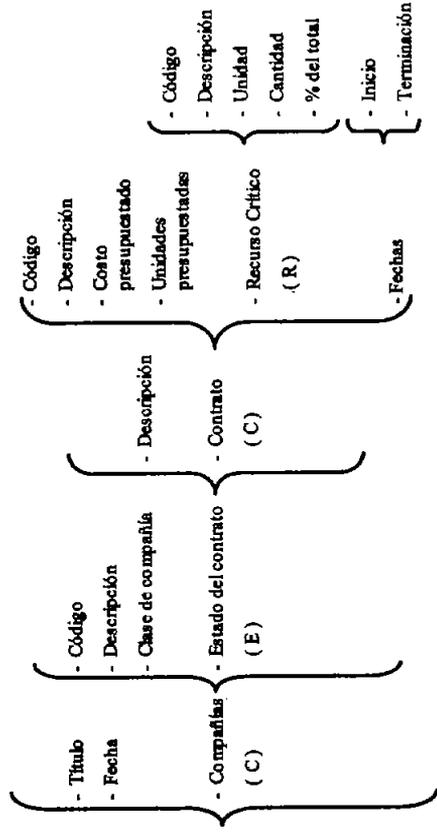
Requerimientos de información:



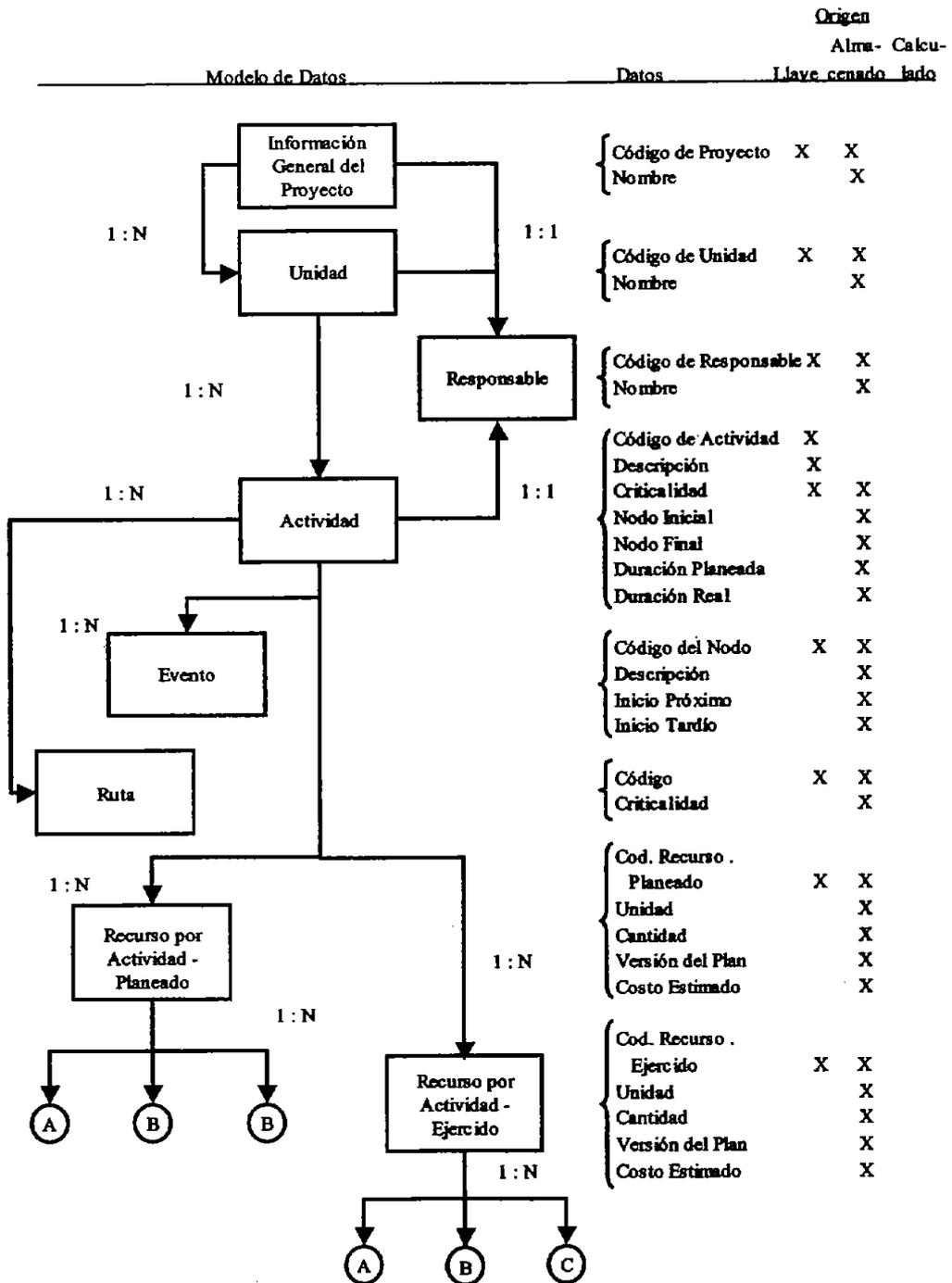
REPORTE DE USO DE CAPITAL DE TRABAJO (R34)



REPORTE DE CONTRATOS PENDIENTES (R34)



FUNCIÓN: REPORTES DE CONTROL Y ESTADÍSTICAS



Continúa en la siguiente página

FUNCIÓN: REPORTES DE CONTROL Y ESTADÍSTICAS (Continua)

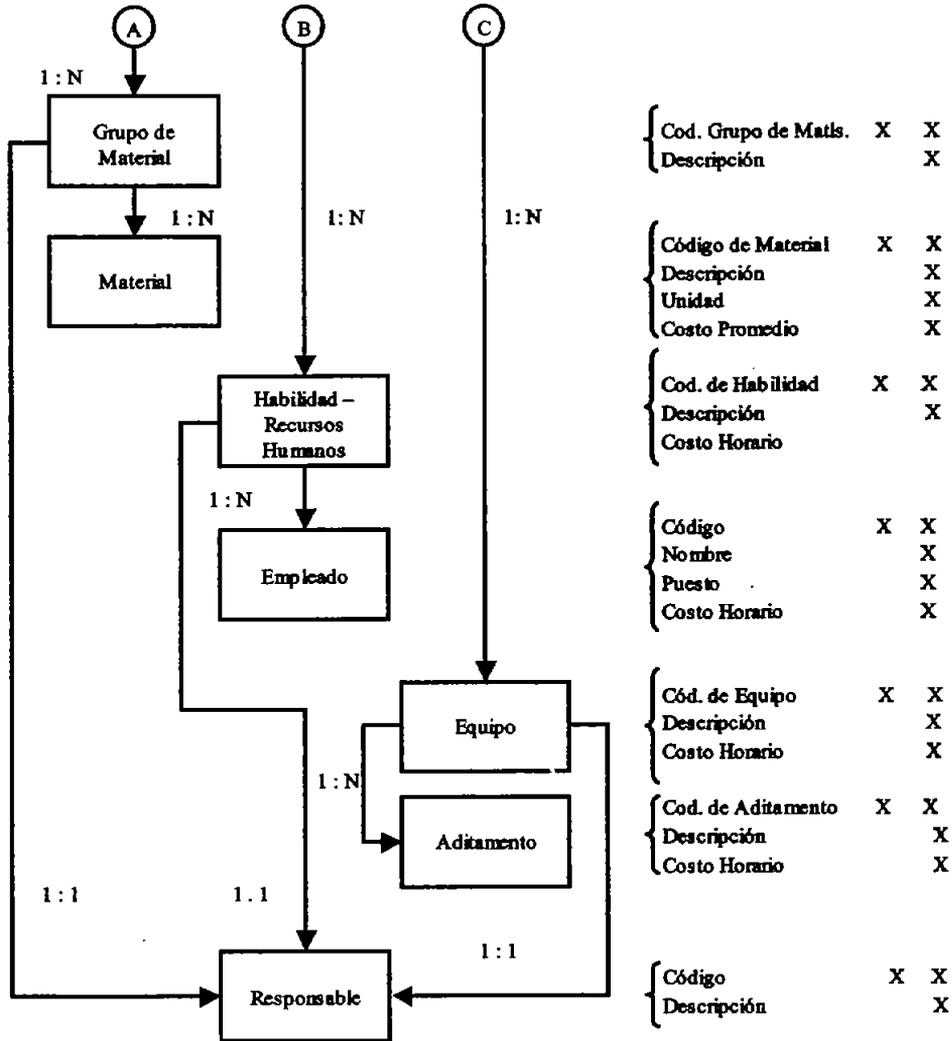
Origen

Alma- Calcu-

Modelo de Datos

Datos

Llave cenado lado



5.3 DISEÑO DE REPORTES

A continuación se presentan diseños de formatos de los reportes principales del Sistema de Planeación y Control de Proyectos. Estos ejemplos pueden ser incompletos pero incluyen los datos clave necesarios para cumplir sus propósitos.

Los reportes están descritos en la sección de requerimientos de usuario, aquí se presentan sus formatos por fase, tal como se detectaron en la sección antes mencionada.

5.3.1 Inicio de un Proyecto

| R1 | | Matriz de Recursos por Proyecto | | Fecha 99/99/9999 | | Página 1 | |
|---------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|----------|--|
| <u>Código</u> | <u>PROYECTO</u> | | <u>RECURSOS</u> | | <u>Responsable</u> | | |
| | <u>Descripción</u> | | <u>Código</u> | <u>Descripción</u> | | | |
| F - 320 | Planta Frigorífica | | 203 | Varilla | Ing. Felipe Reyes | | |
| | | | 504 | Mano de Obra | Ing. Jorge Ramírez | | |
| | | | | | Ing. Luis Álvarez | | |
| F - 321 | Estacionamiento Bancomer | | 101 | Cemento | Ing. Felipe Reyes | | |
| | | | 407 | Madera | Ing. Fernando Ocampo | | |
| | | | 504 | Mano de Obra | Ing. Enrique Álvarez | | |
| | | | | | Ing. Luis Álvarez | | |

| R2 | | Estimación Global por Actividad | | Fecha : 99/99/9999 | | Página 1 | |
|--------------------------------|--------|---------------------------------|--------------|--------------------|------------|------------|--|
| | | Constructora ABC | | | | | |
| Grupo de Actividades | Código | Actividad | Mano de Obra | | | Total | |
| | | | Materiales | Equipos | Indirectos | | |
| Proyecto: | | AB1 Sucursal 34 Comermex | | | | | |
| Unidad: | | 01 Estacionamiento | | | | | |
| Sub Unidad: | | 010 Cimientos | | | | | |
| Duración: | | 7 Semanas | | | | | |
| 1 Excavación | | | | | | | |
| 01 - Excavación mecánica | | 54,150.00 | 75,000.00 | 9,999.00 | | 139,130.00 | |
| 02 - Carpintería | | 10,850.00 | 33,500.00 | 20,540.50 | 15,900.00 | 80,790.50 | |
| Total Excavación | | 65,000.00 | 108,500.00 | 30,520.50 | 15,900.00 | 219,920.50 | |
| Total Cimientos | | 65,000.00 | 108,500.00 | 30,520.50 | 15,900.00 | 219,920.50 | |
| Total Estacionamiento Comermex | | 65,000.00 | 108,500.00 | 30,520.50 | 15,900.00 | 219,920.50 | |

| R3 | | Información de Proyectos y Paquetes Similares | | | | Fecha 99/99/9999 | | Página 1 | |
|--------------------------------|------|---|---------------------|----------|------------------|------------------|-------|-----------|-----------|
| Sub Unidades | Cod. | Descripción | Paquetes de Trabajo | Recursos | Unidad | Costo | | Totales | |
| | | | | | | Unidad | Costo | Unidades | Costo |
| Grupo de Proyectos: | | Instalaciones Bancarias | | | | | | | |
| Unidad: | | Estacionamientos Mayores | | | | | | | |
| 10 Cimientos | | 20 Excavación | 01 - Varilla | | Mt. | 999.99 | | 9,999.99 | 9,999.99 |
| | | | 04 - Cemento | | Mt. ² | 999.99 | | 9,999.99 | 9,999.99 |
| | | | 28 - Peones | | Hr. - Hombre | 999.99 | | 9,999.99 | 9,999.99 |
| Total Excavación | | | | | | | | 28,999.97 | 28,999.97 |
| Total Cimientos | | | | | | | | 28,999.97 | 28,999.97 |
| Total Estacionamiento Bancomer | | | | | | | | 28,999.97 | 28,999.97 |

| Información de Costos Estándar por Tipo de Proyecto | | | | | | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|---|----------------------------------|--------|----------------|---------------|-------------|------------|--------------------------------|----------|----------|--|
| Recurso | Método de Estimación | Costo | Costo Unitario | Productividad | Tasa de Uso | Cantidad | Importe Total | | | |
| Grupo de Proyectos: Instalaciones Bancarias | | | | | | | | | | |
| Unidad: Estacionamiento Bancomer | | | | | | | | | | |
| Sub Unidad: Rampa de Acceso | | | | | | | | | | |
| 02 - Elevador | Estadística por Magnitud | 999.99 | | | | | 999.99 | | | |
| 25 - Acero | Estadística p/Estimac. de Tiempo | | 99.99 | 99 Tons./Hr. | | 99 Tons. | 98.99 | | | |
| 30 - Mano de Obra | Estadística por Productividad | | 999.99 | | 99.99 | 99 | 999.99 | | | |
| 42 - Cubierta Galvanizada | Estadística Precio Unitario | | 999.99 | | | 99.99 Mts. | 999.99 | | | |
| | | | | | | | Total Cimlentos | 3,099.96 | | |
| | | | | | | | Total Estacionamiento Bancomer | 3,099.96 | | |

| Estimación Detallada por Recurso | | | | | | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|----------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|-------------------|--|----------|--|
| Recurso Código | Descripción | Cantidad Usada | Horas por Unidad | Horas Totales | Costos Unitario | Costos Total | | | | |
| Unidad: Estacionamiento | | | | | | | | | | |
| Sub Unidad: 001 - Cimlentos | | | | | | | | | | |
| AF06 | Superintendente General | 1 | 99 | 999 | 9.99 | 9980.01 | | | | |
| AF02 | Mezcladora | 2 | 99 | 999 | 9.99 | 9980.01 | | | | |
| AF04 | Grúa | 1 | 99 | 999 | 9.99 | 9980.01 | | | | |

Fecha: 99/99/9999 Página 1

Análisis de Estimación por Tipo de Proyecto

| Código | Unidad Descripción | Estimación Base | | Revisiones | | Estimación Definitiva | | Completada | | En Proceso | | Estimación Total | |
|------------------|--------------------|-----------------|----------|------------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------------|-----------|
| | | Cantidad | Costo | Cantidad | Costo | Cantidad | Costo | Cantidad | Costo | Cantidad | Costo | Cantidad | Costo |
| A-02 | Embarillado | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 |
| B-15 | Estructura | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 | 999.00 | 9,999.99 |
| Total Sub Unidad | | | | 1,998.00 | 19,999.98 | 1,998.00 | 19,999.98 | 1,998.00 | 19,999.98 | 1,998.00 | 19,999.98 | 1,998.00 | 19,999.98 |

Unidad: Camientos - U1
 Sub Unidad: Ala Norte - U101
 Responsable: Ricardo Ruiz

Fecha: 99/99/9999 Página 1

Requerimientos de Proyectos
Constructora ABC

| Código | Unidad Descripción | Grupo de Recursos | RECURSOS | |
|---|--------------------|-------------------------|------------|-------------|
| | | | Inicio | Terminación |
| Estado del Proyecto: Negociado y Aprobado | | 15 Ingeniero Supervisor | 13/02/1981 | 13/04/1981 |
| Proyecto: Escoltera de Tampico | | 20 Geólogo | 13/02/1981 | 13/04/1981 |
| 1 | Estudio Geológico | 10 Recursos Técnicos | | Pendiente |

Fecha: 99/99/9999 Página 1

Reporte de Requerimientos por Localidad
Constructora ABC

| Código | Sub Unidad Descripción | RECURSOS | | Responsable | Asignación |
|--|---------------------------|-----------|------------|-------------|----------------------------|
| | | Inicio | Fin | | |
| Localidad: Escoltera Tampico, Tamps. | | | | | |
| Proyecto: Remodelación de Puertos de Golfo | | | | | |
| Unidad: Estudio Geológico | | | | | |
| 1 | Muestreo del Suelo Marino | 120 Draga | 13/02/1981 | 21/02/1981 | Dragas de Tampico SA de CV |

5.3.2 Planeación y Organización del Proyecto

R9

Fecha: 99/99/9999 Página 1

Reporte de Actividades
 Constructora ABC
 Vigencia al 99/99/9999

| Unidad Codi. | Unidad Descripción | Sub Unidad | | Actividad Descripción | Tipo | Nodos | | Duración (Días) | | Horas | | Crite- rialidad | | |
|-----------------|-----------------------|------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|-------|-------|--------------------|---|----|
| | | Codi. | Descripción | | | Inicial | Final | Normal | Ordinista | Total | Libre | | | |
| 1 | Estudio de Suelos | 10 | Organización | 1 | Asignar Personal | Organización | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | SI |

R10

Fecha: 99/99/9999 Página 1

Reporte de Nodos

Proyecto: Shampoo Anticaspa - 032

| Codi. | Unidad Descripción | Sub Unidad | | Nodo Código | Nodo Código | Ocurrencias | Descripción |
|--|-----------------------|------------|----------------------|----------------|----------------|-------------|---|
| | | Codi. | Descripción | | | | |
| 7 | Material de promoción | 100 | Escenario televisión | 342 | 13/02/1981 | 17/02/1981 | Finalizar revisión escenarios disponibles |
| Actividades Previas: Diseño general de material promocional Aprobación gerencial de diseño general de material promocional | | | | | | | |
| Actividades Posteriores: Elaborar requisiciones de material para escenarios de televisión. | | | | | | | |

R11

Planeación de Recursos por Actividad
 Constructora ABC
 Vigencia al 99/99/9999

Fecha: 99/99/9999

Página 1

RECURSOS

| Sub Unidad Cod. | Descripción | Actividad | | Tipo | | Recurso | | Unidad de | | Inicio | |
|---|---------------------|-----------|--|------|----------------------|---------|--|-----------|----------|------------|------------|
| | | Cod. | Descripción | Cod. | Descripción | Cod. | Descripción | Medida | Cantidad | Temprano | Tardío |
| Proyecto: Biblioteca de Universidad del Noroeste - 3301 Unidad: Ventanería - 300 | | | | | | | | | | | |
| 316 | Ventanería ala Izq. | 10 | Control de Calidad Perfiles de Aluminio | 5 | Perfiles de Aluminio | 511 | Perfiles de aluminio A - 345 - 2 Reynolds | Mt. | 320 | 14/06/1981 | 25/06/1981 |
| | | | | | | 532 | Perfil I - 38 Reynolds | Mt. | 123 | 14/06/1981 | 25/06/1981 |
| | | | | 8 | Espacio de Almacén | 801 | Racks Tipo L 38 | Mt. | 840 | 14/06/1981 | 25/06/1981 |

| R12 | | Reporte de Asignación de Recursos | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | | | |
|---|--------------------------|-----------------------------------|---|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Constructora ABC | | | | | | | |
| Proyecto: | Central de Aduanas - 021 | Tipo: | Obras de Gobierno - 020 | | | | | | |
| Tipo de Recurso: | Mobiliario de Oficinas | Responsable: | Dirección de Compras Centrales, México DF | | | | | | |
| Recurso: | Sillas Rotativas | Unidades: | Unidades | | | | | | |
| | | Abril '92 | Mayo '92 | | | | | | |
| | | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
| Criticas | | | | | | | | | |
| 1110 - Control de Calidad de Muebles | 32 | | | | | | | | 32 |
| 7194 - Instalar Mobiliario en oficinas | | | | | | | | | 32 |
| No.Criticas | | | | | | | | | |
| 7196 - Instalar Muebles en 1er. Piso | | 82 | | | | | | | 82 |
| 3198 - Instalar Muebles en 2ndo. Piso | | | | | | | | | 82 |
| Total Asignado con Inicio Temprano | 32 | 82 | | | | 82 | | 32 | 32 |
| Total Asignado con Inicio Tardío | 32 | | | 82 | | | | | 32 |

R13 Gráfica de Red Fecha: 09/09/09090 Página 1
 Constructora ABC
 Proyecto: Extensión de Casa Habitación Cliente: Lic. Demetrio Rodriguez Ref: ABH/Be: 421

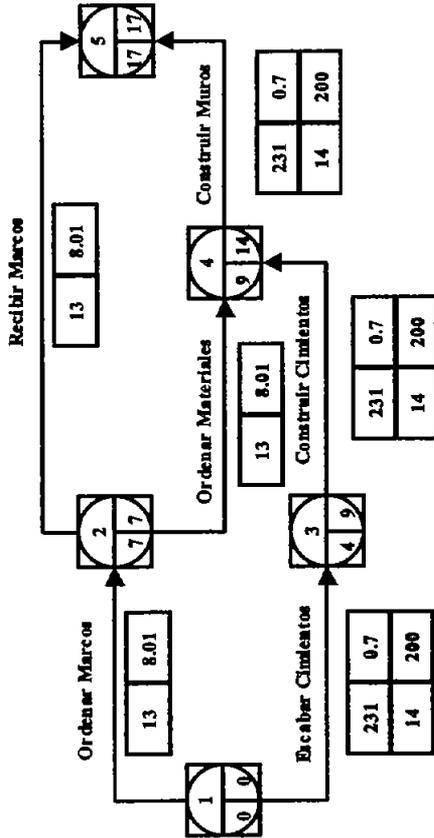


Tabla de Recursos

| Cod. | Descripción | Unidades |
|------|-------------|-------------|
| 13 | Recurso A | Hrs. Hombre |
| 14 | Recurso B | Kgms. |
| 231 | Recurso C | Mts. |

Plan Maestro de Proyectos
 Constructora ABC
 Vigencia a : 99/99/9999
 Planeación

| Unidad | 1983 | | | | | | | | | | | | Reporte | | | |
|--------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|------------|------------|------------|
| | E | E | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | | | |
| 321 Casa 321 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 010 - Diseño | | | | | | | | | | | | | | 03/01/1982 | 28/02/1982 | 15/01/1982 |
| 020 - Construcción | | | | | | | | | | | | | | 10/04/1982 | 27/07/1982 | 15/04/1982 |
| 030 - Entrega | | | | | | | | | | | | | | 01/08/1982 | 30/08/1981 | 10/08/1982 |

Proyecto: Conjunto Habitacional
 Responsable: Área Norte - 020 - Ing. Bouchard

Reporte de Fechas Notables
 Cosméticos Dulzura SA
 Vigencia al 99/99/9999

| Inicio | Final | Actividad | Descripción | Cod. | Responsable | Fecha de Terminación | | | Acción |
|--|-------|----------------------------|-------------|-------|----------------------|----------------------|-------------------|------------|--------------------------|
| | | | | | | Programada | Última Estimación | Más Tardía | |
| Proyecto: Instalación de Sistema de Control de Inventarios - 0102 Responsable: Lic. Milton - 00413 | | | | | | | | | |
| 120 | 121 | Instalar Censores | | 202 | Ingeniería | 30/12/1981 | 31/01/1982 | 13/02/1982 | Revisar especificaciones |
| 216 | 217 | Adaptar Cuarto de Máquinas | | 113 | Mantenimiento | 15/01/1982 | 16/02/1982 | 28/02/1982 | |
| 346 | 347 | Instalar Computador | | 10043 | Informática Nacional | 15/02/1982 | 13/02/1982 | 15/11/1982 | |
| 461 | 462 | Probar Computador | | 501 | Telesistemas México | 17/02/1982 | 19/02/1982 | | |

R16

Reporte de Control de Cambios Fecha 99/99/9999 Página 1

Constructora ABC
Vigencia: 99/99/9999

| Contrato | Cod. | Unidad Descripción | Número | Fecha | Orden de Cambio | | Estado | Cantidad | Unidad | Costos | |
|--|---------|-----------------------|--------|------------|-----------------|------------------------|-------------|----------|------------------|----------------|----------------|
| | | | | | Número | Descripción | | | | Unidad | Costo Estimado |
| Proyecto: Casa Avenida Palmas - 234 | | | | | | | | | | | |
| Tipo: Casa Habitación Estado: Programación de Recursos | | | | | | | | | | | |
| AB534AK-7 | 1234312 | Tubería Hidráulica | 124188 | 99/99/9999 | | Alamamiento Especial | Negociación | 3000 | Mts ³ | | 90,000.00 |
| | 1234318 | Tubería Hidráulica | 124189 | 99/99/9999 | | Cambio de Diseño | Negociación | 1000 | Mts. | | 370,000.00 |
| AB54CK-19 | 643211 | Alumbrado | 19332 | 99/99/9999 | | Luminarias de Halógeno | Ordenado | 70 | Unidades | | 7,000.00 |
| | | | | | | | | | | Ordenado | 7,000.00 |
| | | | | | | | | | | Negociación | 460,000.00 |
| | | | | | | | | | | Total Proyecto | 467,000.00 |

R17

Reporte Financiero Fecha: 99/99/9999 Página 1

Constructora ABC
(Miles de Pesos)
Vigencia: 99/99/9999
Aumento en Costos

| Tiempo | Actividad | Responsable | Real | Planeado | Estimación Última | Variación | Real | Planeado | Estimación Última | Costo Acumulado | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|----------|----------------------|-----------|------|----------|----------------------|-----------------|-----------|
| | | | | | | | | | | Planeado | Variación |
| Proyecto: Mantenimiento Carretera México Querétaro - 3421 | | | | | | | | | | | |
| 1er. Trim. '82 | Terracería | Maquinaria Soso | 70 | 51.2 | 62.8 | 11.6 | 20 | 17 | 18 | | 18 |
| | Pavimentación | Maquinaria Soso | 20 | 16 | 18 | 2 | | | | | |
| | | | Total Trimestre | | | | 20 | 17 | 18 | | |

5.3.3 Ejecución del Contrato

| R19 | | Materiales por Clase | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|--|------------------|---------------------------------|-----------|--------------------------------|------------|-----------------------|-----------|
| | | Constructora Naval de Occidente | | | | | |
| Proyecto: Remolcador de Alta Mar - 024 | | Avance: 20% | | | | | |
| Subclase de Material | Unidad de medida | Estimado Original Cantidad | Costo | Estimado al Inicio Cantidad | Costo | Variación Cantidad | Costo |
| Clase de Material: Aislantes - 4500 | | | | | | | |
| 4530 - Aislante Térmico | Mt ³ | 500 | 50,000.00 | 670 | 100,000.00 | 170 | 50,000.00 |
| Total Aislantes | | | 50,000.00 | | 100,000.00 | | 50,000.00 |

| R20 | | Costos de Materiales por Unidad | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | | |
|--|-------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|---------------|-----------|---------------|
| | | Constructora Naval de Occidente | | | | | | |
| | | Vigencia: 99/99/9999 | | | | | | |
| Unidad | Descripción | Código | Materiales Descripción | Unidad | Original | | Estimados | |
| | | | | | Cantidad | Precio | Cantidad | Precio |
| Proyecto: Remolcador de Alta Mar - 014 | | | | | | | | |
| 1 | Casco | 1002 | Acero Inoxidable | Tonelada | 200 | 50,000,000.00 | 260 | 54,000,000.00 |
| | | 1003 | Tubería de Acero Inoxidable | Mt. | 1090 | 7,000,000.00 | 830 | 5,000,000.00 |
| Total de Unidad 1 | | | | | | 57,000,000.00 | | 59,000,000.00 |
| Total del Proyecto 014 | | | | | | 57,000,000.00 | | 59,000,000.00 |
| | | | | | | | | 2,000,000.00 |
| | | | | | | | | 2,000,000.00 |

| R21 | | Tendencias en Costos de Materiales | | | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|-----------|--|------------------------------------|------------|-----------|----------------|-------------------|--------------|-----------|--------|
| Código | Tipo de Material Descripción | Original | Estimados | | Uso a la Fecha | | Tendencia de | | |
| | | | Revisado | Al Inicio | % | Planeado | Real | Variación | |
| Proyecto: | Plaza de Toros Ermita 01432 | | | | | | | | |
| | 10 Válvulas - Unidad | 20,000.00 | 27,000.00 | | 5.00% | 14,000.00 | 14,600.00 | | 4.29% |
| | 14 Tubería Acero Inoxidable 14" - 100 Mts. | 250,000.00 | 378,000.00 | | 66.00% | 250,000.00 | 300,000.00 | | 20.00% |

| R22 | | Sumario de Costos de Materiales | | | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|----------------------------|--|---------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------|---------------|---------------|
| | | Constructora ABC | | Vigencia: 99/99/9999 | | | | | |
| Tipo de Material Código | Descripción | Original | Al Inicio | Compras a la Fecha | Material Utilizado | Proyección al | | Variación Vs. | |
| | | | | | | Terminar | Terminar | Terminar | Significativa |
| Proyecto: | Plaza de Toros Ermita 01432 | | | | | | | | |
| | 10 Válvulas - Unidad | 20,000.00 | 27,000.00 | 18350 | 17000 | 26780 | 220.00 | | ** |
| | 14 Tubería Acero Inoxidable 14" - 100 Mts. | 250,000.00 | 378,000.00 | 378000 | 300000 | 420000 | 42,000.00 | | * |
| | Total de Materiales del Proyecto | | 405,000.00 | 386350 | 317000 | 446780 | 41,780.00 | | |

R23

Reporte de Ordenes Pendientes
 Constructora ABC
 Vigencia: 99/99/9999

Fecha: 99/99/9999 Página 1

| Área de Responsabilidad Código | Descripción | Orden Número | Proveedor | Indicador de Expiración | Código | Materiales | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------|-----------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | | | | | | Descripción y Unidad | Ordenado Por Recibir Recibido |
| Proyecto: Aeropuerto de Toluca | | 5728 | | | | | |
| 320 Materiales del Centro | | 3424 Spicer | SI | | 34125 Eje tractivo - Unidad | 21 | 6 15 |
| Totales Orden | | 3424 | | | | 21 | 6 15 |

R24

Reporte de Productividad por Supervisor
 Constructora ABC
 Vigencia al 99/99/9999

Fecha: 99/99/9999 Página 1

| Paquete de Trabajo Código Descripción | Número de Paquetes | Fecha de Terminación | A la Fecha | Restante para Terminar | Estimado al Terminar | Variación % |
|---|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|----------------|
| | | | | | | |
| Proyecto: Aeropuerto de Toluca Supervisor: L. González | - 4231 - 0032 | | | | | |
| Departamento: Soldadura - 23 | | | | | | |
| Trabajo en Proceso | | | | | | |
| 101 Paquete A | 200 | May-04 | 120 | 80 | 210 | 10 5.00% |
| 102 Paquete B | 400 | May-04 | 315 | 60 | 375 | -25 -6.25% |
| Total Trabajo en Proceso | 2 | | 435 | 140 | 585 | -15 -1.25% |
| Trabajo Terminado este Periodo | | | | | | |
| 100 Paquete D | 1 | Abr-04 | 100 | 0 | 100 | 0 0.00% |
| Total Trabajo Terminado este Periodo | 1 | | 100 | 0 | 100 | 0 0 |

R25 Reporte de Responsabilidad por Superintendente Fecha: 99/99/9999 Página 1
 Vigencia: 99/99/9999

| Grupo de Proveedores | Capataz | Número | % del Total | Presupuesto | Total | Consumos | | Estimado para Completar | | Variación | |
|--|---------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|------------|-------------------------|-------------|-----------|---------|
| | | | | | | % del Ppto. | a la Fecha | Importe | % del Total | Importe | Importe |
| Superintendente: J. Smith Área: 044 - Decoración | | | | | | | | | | | |
| A | Muniz | 22 | 10.00% | 54,000.00 | 50.00% | 11,000.00 | 56,000.00 | 46.00% | - | 2,000.00 | -3.70% |
| B | Solis | 12 | 1.00% | 300.00 | 0.10% | - | 300.00 | 100.0% | - | - | 0.00% |
| | | | 11.00% | 54,300.00 | 50.10% | 11,000.00 | 56,300.00 | 146.00% | - | 2,000.00 | -3.69% |

R26 Reporte Sumario de Subcontratos Fecha: 99/99/9999 Página 1
 Constructora ABC
 Vigencia: 99/99/9999

| Subcontrato | Código | Descripción | Contratista | Estimado Original | Revisiones | Al Cliente | Asignado a la Fecha | Consumo a la Fecha | Estimado al Terminar | Variación |
|----------------------|--------|-------------|---------------|-------------------|------------|--------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | |
| Aeropuerto en Toluca | | | | | | | | | | |
| 21 - 32 | | Muebles | Muebles Mesón | 300,000.00 | 10,000.00 | 310,000.00 | 150,000.00 | 30,000.00 | 310,000.00 | - 10,000.00 |
| 21 - 34 | | Ventanería | Alcovi SA | 4,000,000.00 | 700,000.00 | 4,700,000.00 | 1,000,000.00 | 1,000,000.00 | 5,100,000.00 | - 1,100,000.00 |

R27

Reporte de Seguimiento de Mantenimiento
 Constructora ABC
 Vigencia 99/99/9999

Fecha: 99/99/9999

Página 1

| Proyecto | Activos | Aditamento | | Uso | Real | Mantenimiento | | | |
|----------------------------|---------------------|------------|-----------------|-------|------|---------------|----------------------------|-------------|------------|
| | | Código | Descripción | | | Unidad | Estimado | Descripción | Cantidad |
| Localidad: Tampico, Tamps. | 0311 Casino Náutico | 1311 | Compresora 0531 | Horas | 700 | 1200 | 34 - Preventivo 1,200 Hrs. | 1 | 99/99/9999 |
| | | 24316 | Tractor IL 9432 | Horas | 2100 | 52 | - Adaptación de Pala | 1 | 99/99/9999 |

R28a

Estado de Pérdidas y Ganancias
 Grupo Urbano
 Vigencia 99/99/9999

Fecha: 99/99/9999

Página 1

| Concepto | Mes a la Fecha | | Año a la Fecha | |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | % | Importe | % | Importe |
| Ingresos Netos | | | | |
| Constructora A | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |
| Constructora B | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |
| Total Ingresos Netos | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |
| Costos | | | | |
| Costos de Obras Constructora A | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |
| Costos de Obras Constructora B | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |
| Total Costos | 999.99% | 99,999,999,999 | 999.99% | 99,999,999,999 |

| Concepto | Mes a la Fecha | | Proyecto a la Fecha | | Año a la Fecha | |
|--------------------------------|----------------|------------|---------------------|------------|----------------|------------|
| | % | Importe | % | Importe | % | Importe |
| | | | | | | |
| Ingresos Netos | | | | | | |
| Constructora A | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 1 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 2 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Constructora B | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 3 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Total Ingresos Netos | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Costos | | | | | | |
| Costos de Obras Constructora A | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 1 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 2 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Costos de Obras Constructora B | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Proyecto 3 | | | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |
| Total Costos | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 | 999.99% | 99,999,999 |

R29b Estado de Pérdidas y Ganancias
Grupo Urbano
Vigencia 99/99/9999 Fecha: 99/99/9999 Página 1

5.3.4 Control del Proyecto

| Proyecto | | Recurso | |
|-----------------------|----------------|---------|-------------------|
| Código | Descripción | Código | Descripción |
| Responsable: G. Goody | | | |
| 50 | Planta Nuclear | 90 | Físicos Nucleares |
| | | | Hora - hombre |
| | | 70,000 | 2,300 |

R30 Reporte de Recursos Críticos Fecha: 99/99/9999 Página 1
Constructora ABC
Vigencia 99/99/9999

| R31 | | Reporte de Flujo de Efectivo | | Página 1 | |
|-------------------|-------------|------------------------------|-------------|----------------------|--|
| | | Constructora ABC | | Vigencia: 99/99/9999 | |
| Conceptos | Periodos | | | | |
| | Anterior | Actual | Siiguiente | | |
| Ingresos | | | | | |
| Cobranza | | | | | |
| Proyecto A | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Proyecto B | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Total Cobranza | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Venta de Acciones | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Total de Ingresos | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Egresos | | | | | |
| Materiales | | | | | |
| Proyecto A | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Proyecto B | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |
| Total Materiales | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | 999,999,999 | |

| R32 | | Análisis Sumario de Variaciones | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|----------------|
| | | Constructora ABC | | Vigencia: 99/99/9999 | | | |
| Unidad | Descripción | Responsable | Presupuesto | Proyecto a la | | Resistente | Variación |
| | | | | Fecha | al Terminar | | |
| Proyecto: Camaronero 234 | | | | | | | |
| Cuota de Variación: 30% | | | | | | | |
| 1 | Casco | Ing. López | 5,000,000.00 | 7,700,000.00 | 2,000,000.00 | 9,700,000.00 | - 4,700,000.00 |
| 2 | Tubería | Tubmex SA | 500,000.00 | 700,000.00 | 20,000.00 | 720,000.00 | - 220,000.00 |
| 3 | Instalación Eléctrica | Electrolito SA | 100,000.00 | 1,000.00 | 60,000.00 | 61,000.00 | 39,000.00 |

| | | | | |
|---------------------------|--|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| R33 | Reporte Sumario de Construcción en Proceso | | Fecha 99/99/9999 | Página 1 |
| | Construtora ABC | | | |
| | Vigencia: 99/99/9999 | | | |
| | <u>Presupuesto</u> | <u>Estimado al Completar</u> | <u>Inventario en Proceso</u> | <u>Variaciones Autorizadas</u> |
| <u>A la Fecha</u> | <u>Total</u> | <u>Costo</u> | <u>Fecha</u> | <u>%</u> |
| | | <u>Gasto Total</u> | <u>Aplicado</u> | <u>Remanente</u> |
| Proyecto: Camaronero 3224 | | | | <u>Importe</u> |
| 71,000,000 | 86,000,000 | 72,000,000 | 60,000,000 | 12,000,000 |
| | | | 8,800,000 | 10.00% |

| | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| R34 | Reporte de Uso de Capital de Trabajo | | Fecha: 99/99/9999 | Página 1 |
| | Construtora ABC | | | |
| | Vigencia 99/99/9999 | | | |
| | <u>Concepto</u> | <u>2001</u> | <u>2002</u> | <u>2003</u> |
| Uso de Capital | | | | |
| Construcciones Gobierno Federal | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Construcción de Torres de Perforación | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Total Uso de Capital | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Fuentes de Capital | | | | |
| Capital de Trabajo | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Emisión de Deuda | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Emisión de Acciones | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Total Fuentes de Capital | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |
| Flujo de Capital | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 | 99,999,999 |

| R35 | | Reporte de Contratos Pendientes | | Fecha: 99/99/9999 | | Página 1 | | |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------|------------|-------------------|------------------|----------|----------|--------|
| | | Construtora ABC | | | | | | |
| | | Vigencia: 99/99/9999 | | | | | | |
| Estado del Contrato | Nombre | Costo | Utilidad | Recurso Crítico | | | | |
| | | | | Código | Descripción | Unidad | Cantidad | % |
| Contacto Inicial | 00023 Remolcador Portuario | 70,000,000 | 20,000,000 | 3451 | Acero Inoxidable | Ton. | 5,000 | 30.00% |
| | 00243 Barco Camaronero | 3,000,000 | 250,000 | 3451 | Acero Inoxidable | Ton. | 790 | 1.30% |
| Negociaciones | 1700N Barco Tiburonero | 3,000,000 | 250,000 | 3451 | Acero Inoxidable | Ton. | 790 | 1.30% |

BIBLIOGRAFÍA

Método de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción

J.M. Antill y R.W. Woodhead

Editorial Limusa

1975

Project Management: Manual de Gestión de Proyectos para Arquitectos, Ingenieros e Interioristas

David Burnstein; Frank Stasiowski

G. Gilli

1997

Project Management and Control

David W.J. Day

Macmillan

1994

Project Management

Mike Field and Laurie Keller

International Thomson Business: The Open University

1998

Operations Research

F.S. Hiller y G.L. Lieberman

Holden Day Inc.

1974

Administración de Proyectos de Construcción

Sydney M. Levy

McGraw-Hill

2002

Project Management

Dennis Lock

Gowler Press

1977

Administración y Control de Proyectos

R.L. Marino

Vol. 1 – Determinación de la Ruta Crítica

Vol. 2 – Planeación de Operaciones Aplicada

Vol. 3 – Asignación y Programación de Recursos

Editora Técnica S.A.

1965

BIBLIOGRAFÍA

Project Management: How to Make It Work
Charles C. Martin
Amacom
1976

Project Management: A Managerial Approach
Jack R. Meredith and Samuel J. Mantel
Wiley and Sons
1995

Ingeniería Industrial
Estudio de Tiempos y Movimientos
B.W. Niebel
Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A.
1975

Structured Systems Design
K.T. Orr
Yourdon Press
1977

Practical Guide to Structured Systems Design
Meilir Page-Jones
Prentice Hall PTR
1988

Design of Project Management Systems and Records
A. T. Peart
Cahners Books
1971

Project Management: Engineering, Technology and Implementation
Avraham Shtub, Jonathan F. Bard, Shlomo Globerson
Prentice Hall
1994

Industrial Engineering Handbook
Kjell B. Zandin and Harold B. Maynard
Mc Graw – Hill Book Co. Professional
5th Edition
2001