

14
2o.º



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE
DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACION**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
MOISES ARREOLA ESPINOSA**

DIRECTOR: ING. BENJAMIN ARREOLA ESPINOSA



MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

INDICE GENERAL

PROLOGO		vii
CAP.1	SISTEMAS DE INFORMACION	1
CAP.2	CONCEPTOS GENERALES DE ADMINISTRACION	39
CAP.3	ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE	71
CAP.4	EL FACTOR HUMANO EN EL DESARROLLO DE S.I.	165
CAP.5	CASO PRACTICO	201
CONCLUSIONES		266
BIBLIOGRAFIA		

PROLOGO

*"Ha de considerarse que no hay cosa más difícil de emprender, ni de resultado más dudoso, ni de más arriesgado manejo que ser el primero en introducir nuevas disposiciones, porque el introductor tiene por enemigos a todos los que se benefician de las instituciones viejas, y por tibios defensores, a todos aquellos que se beneficiarán de las nuevas; tibieza que procede en parte, de la incredulidad de los hombres, quienes no creen en ninguna cosa nueva hasta que la ratifica una experiencia firme".
Nicolas Maquiavelo, El príncipe, 1517*

En las lecturas dedicadas al tema de Sistemas de Información (S.I.) basados en computadoras, invariablemente se menciona la dificultad para implantar con éxito estos sistemas, o sea que satisfagan eficientemente los requerimientos de los usuarios. Los que estamos en el área de sistemas reconocemos que existe esta dificultad con tendencia a incrementarse.

Los humanos somos unas criaturas extrañas; parece que obedecemos una ley que dice que un problema debe alcanzar sus proporciones críticas antes de que empecemos a resolverlo. La contaminación ambiental, la sobrepoblación, la injusticia racial, el abuso de las drogas y otros males permanecen sin control, hasta que se manifiestan en una forma tan enérgica que tenemos que ponerles atención.

Los proyectos de Sistemas de Información no constituyen una excepción a esta "ley". En un proyecto típico, los meses transcurren y los problemas comienzan a crecer; todo

mundo sabe que están ahí. Llega la fecha de una entrega importante, y no hay nada que entregar.

Es cierto que los sistemas que ahora se desarrollan son de mayor magnitud que los de hace unos ocho o diez años, pero también es cierto que ahora se cuenta con una tecnología más poderosa que la de aquellos años.

La dificultad consiste en que, aunque hemos adoptado la tecnología cambiante de las máquinas computadoras, no nos hemos desarrollado en lo administrativo que esta tecnología cambiante requiere. Sigue habiendo problemas con los usuarios a nivel operativo (que son la fuente de datos para los sistemas) y dejamos que esto afecte negativamente a las solicitudes que se reciben por parte de las personas que toman las decisiones, quienes requieren que los resultados que se produzcan por medio de las computadoras sean oportunos, veraces y compactos. Seguimos sin documentar nuestros sistemas (cuando los desarrollamos y cuando les damos mantenimiento). Seguimos sin buenos controles en la operación de los sistemas y en la protección de la información. Seguimos convirtiendo sistemas obsoletos de una máquina vieja a una nueva, sin detenemos a considerar que sería más benéfico desarrollar un nuevo sistema o incluso comprar un paquete a un proveedor de software de aplicaciones. El control del avance de proyectos sigue siendo deficiente, lo que provoca los conocidos retrasos en la liberación de los sistemas.

Todo lo anterior ha provocado que se tenga la necesidad de contar con una metodología para realizar el trabajo que además permita controlar y hacer congruentes los esfuerzos de todo el personal del área de sistemas entre sí y con el personal usuario (y propietario) de los sistemas que se desarrollen e implanten.

Esta metodología puede variar de una compañía a otra en cuanto al detalle, pero en lo general es similar y se fundamenta en las fases del ciclo de vida de desarrollo de sistemas; sin embargo, el seguir alguna metodología establecida no nos asegura el éxito de un proyecto de Sistemas de Información, pero sí incrementa las posibilidades para lograrlo. Existen otros factores importantes que rodean a cualquier desarrollo de S. I. Se ha observado que un común denominador es la carencia general de habilidad en las empresas o instituciones para administrar eficientemente los recursos asignados a los proyectos de sistemas. Se requiere de un conjunto de normas estructurales que incorporen controles efectivos en cada una de las fases del desarrollo y se debe considerar un nivel de calidad confiable.

¿Qué podemos hacer? Hagamos a un lado estas situaciones inapropiadas. El único peligro es que podríamos terminar con un proyecto fastidioso. No habrá grandes crisis; no habrá llamadas de atención; ningún momento embarazoso. Sólo la perspectiva de hacer, para variar, un buen trabajo.

El objetivo de esta tesis es el de presentar una metodología para la realización de sistemas de información eficaces, orientados a la realización del ser humano. La integración temática se puede dividir en tres rubros: Sistemas de Información; Administración de Proyectos y Calidad Total. Cada uno se puede leer de forma independiente, pero sin dejar de guardar una continuidad y consistencia, de tal manera, que si se desea comprender la Teoría de Sistemas de Información (cap.1), considerando una metodología de desarrollo apoyada en el aspecto administrativo (caps. 2 y 3), y orientada hacia la filosofía de Calidad Total (cap.4) se puede hacer. Lo anterior contribuye con un proceso de aprendizaje y cambio de mentalidad, no sólo desde un punto de vista teórico, sino práctico (cap.5). Como decía Confucio: "oigo y olvido, veo y recuerdo, hago y comprendo".

1.SISTEMAS DE INFORMACION.

1. SISTEMAS DE INFORMACION.

1.1	ANTECEDENTES.	4
1.1.1	EVOLUCION DEL DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACION.	
1.1.2	PROBLEMAS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACION.	
1.2	EL ENFOQUE SISTEMICO Y EL DESARROLLO DE SOFTWARE.	13
1.2.1	EL ENFOQUE SISTEMICO.	
1.2.2	APORTACIONES RECIENTES.	
1.3	DEFINICION DE SISTEMA DE INFORMACION.	17
1.3.1	OBJETIVOS Y METAS.	
1.3.2	CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCION.	
1.3.3	TOMADOR DE DECISIONES.	
1.3.4	CONTEXTO O AMBIENTE DEL SISTEMA.	
1.3.5	MEDIDAS DE EFICIENCIA.	
1.3.6	USUARIO.	
1.3.7	BENEFICIARIOS.	

**1.4 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS
DE INFORMACION.**

22

1.4.1 DEFINICION DEL ESTUDIO.

1.4.2 DISEÑO PRELIMINAR.

1.4.3 DISEÑO DETALLADO.

1.4.4 PREPARACION DE LOS PROCESOS.

1.4.5 PRUEBAS.

1.4.6 CONVERSION E INSTALACION.

1.4.7 OPERACION COTIDIANA, ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO.

1. SISTEMAS DE INFORMACION.

Introducción.

Este capítulo tiene como propósito exponer la problemática actual que se presenta en los Sistemas de Información Automatizados (S.I.), haciendo énfasis en un enfoque metodológico con base en la Teoría General de Sistemas, y aplicado durante el ciclo de vida de los S.I. como una solución a esta problemática.

Además de mostrar cómo ha evolucionado el desarrollo de sistemas, en este capítulo se hace hincapié en una definición más formal de S.I. apoyada en un enfoque sistémico. Con base en esta definición se enuncian las actividades que a nuestro juicio es conveniente realizar en cada una de las fases del ciclo de vida. Es importante mencionar que el profundizar en cada fase de dicho ciclo cae fuera del alcance de este estudio, ya que existe literatura especializada para tal fin.

1.1 ANTECEDENTES

El uso de computadoras proviene aproximadamente desde 1950, orientado fundamentalmente para la implantación de Sistemas de Información en empresas e instituciones con el objetivo de satisfacer necesidades de información y apoyo para la toma de decisiones mediante el procesamiento de datos.

1.1.1 EVOLUCION DEL DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACION

Los primeros Sistemas de Información por lo regular se diseñaban e implantaban sin tomar en cuenta su interdependencia con otros. Este procedimiento desde luego

minimizaba los costos de diseño, pero complicaba futuros cambios a los programas cuando se identificaban nuevas funciones que podían ser computarizadas y que se deseaba integrar al sistema.

Esta metodología producía programas aislados, que resultaba imposible ensamblar en un sistema general de manejo de información, dando margen a la necesidad de reprogramar todos los sistemas, los que ahora, dentro de un contexto integral, podrían clasificarse con mayor acierto como subsistemas.

En estos primeros esfuerzos se dedicaban los mayores recursos a la codificación y prueba de la programación. Generalmente, a raíz de este proceder, se obtenían productos que no satisfacían las necesidades del usuario o bien no se terminaba en el tiempo estipulado, es decir que, por un lado, los requerimientos del programa de computadora eran distintos de los objetivos logrados por el programador y, por otra parte, el tiempo de desarrollo de programación se extendía mas allá de lo planeado.

A medida que fueron evolucionando los sistemas de cómputo y ampliándose los objetivos que deberían satisfacer, fueron cambiando las técnicas de diseño.

Como principal herramienta de diseño durante este período inicial, anterior a la década de los sesenta, pueden mencionarse los "diagramas de flujo", una forma esquemática de registrar, desde su fuente, la lógica y la operación del programa, pasando por los diferentes procesos de operación hasta llegar al producto final. Estos diagramas de flujo dan una imagen gráfica de las operaciones que hay que realizar y, al nivel de programación, representan en detalle todos los pasos lógicos que tiene que realizar la computadora con objeto de llegar al resultado deseado. Sin

embargo, estos diagramas no ayudan a darle a los programas la estructura y flexibilidad que se requiere en la actualidad; Satisficían posiblemente los requerimientos de información solicitados por la administración, pero el empleo irrestricto de ramificación no estructurada (GO TO) producía programas con una lógica imposible de descifrar.

Siguiendo esta metodología tradicional, pronto se llegó a lo que se conoce actualmente como la "La crisis en el desarrollo de programación" o "Crisis del Software", que afecta no solamente programación antigua, sino también a la nueva programación. Diseños erróneos, errores tipográficos, técnicas tradicionales y codificación no normalizada, crearon sistemas que durante toda su vida útil presentaban serios problemas en su mantenimiento y actualización. Los usuarios, ante programas mal estructurados y por lo tanto difíciles de mantener, frecuentemente caían en la tentación de rediseñarlos y reprogramarlos totalmente. No era, por lo tanto de extrañarse que los costos de mantenimiento del programa llegasen del orden del 90% del costo total de su ciclo de vida útil.

También se encontraban serios problemas en la administración de proyectos de programación. La base de la administración es planear, organizar y controlar. Planear y organizar son conceptos fáciles de entender, pero el problema de controlar el desarrollo de un programa de computación escapaba a la metodología de la época. Lo clásico era el "Síndrome del 90%": los programadores informaban a los administradores que un sistema estaba terminado en un 90% y de ahí en adelante resultaba que era necesario emplear, por lo menos, otro tanto de los recursos ya usados para terminar la programación.

A principios de la década de los sesenta surgió lo que se llamó Plan para el Estudio de la Organización. Este esquema definía tres conjuntos básicos: datos generales, información estructural y elementos operacionales. Los primeros contenían básicamente información histórica de la empresa. El conjunto de información estructural incluía detalles sobre sus productos materiales, mercados, situación financiera y personal, entre otros. Finalmente, los elementos operacionales proveían los datos que describían la operación del sistema, como diagramas de flujo y distribución total de los recursos dentro de las actividades operativas de la empresa. Esta técnica muestra con claridad la preocupación por el flujo de información dentro de un sistema, característica de las técnicas modernas de programación.

En esta misma dirección se ideó lo que se denomina "Sistemas exactamente desarrollados". Esta técnica distingue varios pasos formales: al principio se definen las salidas y las entradas necesarias para crearlas; a continuación se identifican las necesidades de cómputo para convertir las entradas en las salidas necesarias, incluyendo desde luego, restricciones y relaciones significativas entre los diferentes procesos de cómputo; posteriormente, se determinaba la información que debería ser guardada para los pasos subsecuentes y, al final, se requería una definición formal de relaciones lógicas en forma de una tabla de decisión. Además, se seguía una técnica "exacta" para referir los datos: cada vez que un dato era empleado, se le ligaba a su referencia o fuente previa a fin de crear una cadena para cada elemento y se indicaba claramente el flujo desde la entrada a la salida. podemos considerar que estas ideas fueron base de las técnicas que surgieron en la década de los setenta y que se conocen como diseño de arriba hacia abajo (TOP-DOWN).

1.1.2 PROBLEMAS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACION

la evolución del software de los sistemas de cómputo se puede resumir como sigue:

Las primeras experiencias en la construcción de grandes sistemas de software mostraron que las metodologías de desarrollo de software hasta entonces existentes eran inadecuadas. No podía hacerse una simple ampliación a escala de las técnicas aplicables a los sistemas pequeños. Varios proyectos importantes se retrasaron (algunas veces años), costaron mucho más de lo previsto en principio y resultaron poco confiables, difíciles de mantener y de pobre rendimiento. El desarrollo del software estaba en una situación de crisis. Los costos del hardware caían, mientras que los del software aumentaban con rapidez. Había una urgente necesidad de nuevas técnicas y metodologías que permitieran controlar la complejidad inherente a los grandes sistemas de software.

A continuación se presentan las principales causas o problemas existentes en el desarrollo de productos de software que contribuyen a elevar sus costos.

1. La causa principal en la falla de proyectos de software reside en la pobre e ineficiente definición del nuevo producto o sistema, por lo que es necesario determinar las funciones, interrelaciones, limitaciones de diseño y especificación detallada de programas, antes de iniciar su programación e implantación respectiva.

El proyecto debe incluir diferentes fases, con su revisión respectiva en cada una de ellas. Inicialmente el trabajo se enfoca a la planeación y viabilidad del

proyecto, el paso subsecuente es el desarrollo (implica análisis, diseño, programación y prueba) y, finalmente, la fase de evaluación y mantenimiento del sistema en operación.

2. Existe también falta de control en los cambios y mantenimiento de sistemas; esto ocasiona que los costos se eleven considerablemente.

El impacto varía de acuerdo con la etapa en que el campo es introducido; para evitar incrementos en los costos se requiere desarrollar las fases del ciclo de vida en forma eficiente y efectiva tratando de evitar cambios que pudieran trascender y trastornar el desarrollo del proyecto.

3. Aumentar personal en los proyectos de software no necesariamente implica que el proyecto se termine con mayor oportunidad, el desarrollo de sistemas computacionales no es un proceso mecánico como los de manufactura.

Se dice que aumentar gente a un proyecto de software retrasado provoca que éste se retrase aún más, adicionar personal implica tiempo de aprendizaje, de entendimiento y de comunicación. Podrá adicionarse nuevo personal al proyecto sólomente si se realiza en forma planeada y coordinada.

4. Algunos administradores de proyectos de software consideran la entrega de programas como lo más importante, olvidando que la programación es sólo una parte del proyecto y que éste debe desarrollarse y documentarse en cada una de sus fases.

La documentación es un elemento fundamental para desarrollar en forma eficiente y eficaz los proyectos de software; asimismo, representa un soporte indispensable durante la fase de mantenimiento y evaluación.

5. La falta de capacitación y experiencia del personal también es un problema serio en el desarrollo de proyectos de software, probablemente sea el factor principal que ocasiona las fallas anteriormente mencionadas. Por ello es necesario contar con personal perfectamente capacitado y con experiencia suficiente, tanto a nivel gerencial, para planear, controlar y dirigir el proyecto, como en las fases de análisis, diseño y programación para desarrollar e implantar en forma eficiente y eficaz dicho proyecto.

Los costos reales del desarrollo de software son inmensos. Aunque es muy difícil proporcionar cifras actualizadas, se ha estimado que en 1977 los costos del software en EEUU sobrepasaron los 50,000 millones de dólares. Esto representó más del 3% del PNB en dicho año. Puede estimarse sin lugar a dudas que ahora estos costos han aumentado más del doble y son comparables en otros países desarrollados. Por tanto, es posible que incluso pequeñas mejoras en la productividad del software dan como resultado una significativa reducción de los costos absolutos.

Los problemas que se presentan en la construcción de grandes sistemas de software no son simples versiones a gran escala de los problemas de escribir pequeños programas de computadora. La complejidad de los programas pequeños es tal que una persona puede comprenderlos con facilidad y retener en la mente todos los detalles de diseño y la construcción. Las especificaciones pueden ser informales y el efecto de las modificaciones evidenciarse de inmediato. Por otro lado, los grandes

sistemas son tan complejos que resulta imposible para cualquier individuo recordar los detalles de cada aspecto del proyecto. Se necesitan técnicas más formales de especificación y diseño; debe documentarse apropiadamente cada etapa del proyecto y, es esencial una cuidadosa administración.

A medida que crecieron los requerimientos que se imponían a la programación, aumentaron los problemas en su desarrollo, operación y mantenimiento: sobrecostos, retrasos en la entrega, insatisfacción del usuario, baja confiabilidad y dificultad en el mantenimiento.

Una vez reconocido que existen problemas en el desarrollo de proyectos de software, el siguiente paso es utilizar una metodología eficiente y eficaz durante las fases del ciclo de vida del sistema, incluyendo la capacitación del personal informático y áreas usuarias para que conozcan y apliquen la metodología bajo una disciplina ingenieril.

Si se considera que los sistemas de proceso electrónico de datos son una herramienta indispensable para la obtención de información útil y necesaria , tanto para la realización de operaciones como para la toma de decisiones de una organización, resulta importante que el desarrollo de sistemas sea tratado bajo una disciplina ingenieril con el fin de desarrollar e implantar sistemas realmente eficaces, eficientes y acordes con los objetivos primordiales de dichas organizaciones.

Este tratamiento debe cumplir con cada uno de los siguientes objetivos básicos:

- 1. Definir una metodología adecuada como soporte de las actividades de planeación, desarrollo y mantenimiento de sistemas computacionales.**

2. **Determinar el ciclo de vida de los sistemas, para lograr su desarrollo y documentación en fases bien definidas.**
3. **Establecer los controles que se requieren en la revisión y aprobación de documentos durante el ciclo de vida, en la liberación y utilización del sistema.**

Siendo un programa un sistema complejo, no es de extrañarse que la problemática del desarrollo de programación se haya ido resolviendo aplicando la metodología sistémica.

Si bien no existe una definición universalmente aceptada del término sistema (todo autor que escribe sobre el tópico tiene la suya), podemos sin embargo afirmar, que una definición intuitiva adecuada sería la siguiente: un sistema es un agrupamiento de componentes cuyo comportamiento depende, tanto del de las partes, como de la forma en que éstas interaccionan.

Desde luego, resulta obvio que un producto de programación es un sistema, ya que el comportamiento del mismo, no solamente depende de cómo trabaja cada una de sus partes, sino de la forma en que éstas interaccionan. Por esta razón, no es de extrañarse que los avances que se han obtenido en el desarrollo de programación estén basados en la aplicación de la metodología sistémica a este tipo de trabajos.

1.2 EL ENFOQUE SISTEMICO Y EL DESARROLLO DE SOFTWARE

Originalmente el desarrollo de sistemas de información no se iniciaba con una exhaustiva fase de planeación y definición de requerimientos. Se trataba de producir sistemas sin considerar que éstos, en un futuro, deberían integrarse en un sistema generalizado de información. Los problemas de integración hacían que el sistema, en el mejor de los casos, trabajara ineficientemente. Se olvidaba que para poder planear en forma adecuada un sistema de gran tamaño, es necesario emplear el enfoque sistémico.

1.2.1 EL ENFOQUE SISTEMICO

El enfoque de sistemas es una filosofía que se emplea ampliamente en la actualidad para dirigir la estructuración global de las actividades del procesamiento de datos, necesarias para satisfacer las necesidades de información en las organizaciones modernas.

Que es y cómo se define un sistema de información?. El término apenas se comienza a utilizar en el año 1961 y rápidamente se extiende en diversas ramas del conocimiento científico y tecnológico.

Remontándonos apenas unas décadas atrás, nos encontramos con aportaciones hechas por estudiosos de la Teoría General de Sistemas. Una de dichas aportaciones es la realizada por Ludwig von Bertalanffy, estudioso de la filosofía y de la biología desde sus orígenes, desarrollo y problemas de su tiempo en la materia; él propuso en

1920: "...Puesto que el carácter fundamental de las cosas vivientes es su organización, la investigación acostumbrada de las partes simples y de los procesos, no puede proporcionar una explicación completa de los fenómenos vitales. Esta investigación no nos dá información sobre la coordinación de las partes y sus procesos. Entonces, la tarea principal de la biología deberá ser descubrir las leyes de los sistemas biológicos (a todos los niveles de organización). Creemos que los esfuerzos para encontrar un fundamento para la biología teórica, serán la base de un cambio en la concepción del mundo. Este enfoque, considerado como un método de investigación, lo llamaremos Biología Organísmica..."

La propuesta fue aceptada con entusiasmo. Tiempo más adelante, generalizó su propuesta en los siguientes términos: "...Las propiedades y modos de acción de los niveles superiores, no son explicables por la suma de las propiedades y modos de acción de sus componentes considerados aisladamente. Si además conocemos la interconexión de los componentes y las relaciones que existen entre ellos, entonces los niveles superiores se derivarán de los componentes..."

En 1930, a la luz de los estudios y reflexiones en matemáticas y, del conocimiento de los problemas de forma, contenido y métodos de las ciencias de su tiempo, propuso la tesis: "...Existen modelos, principios y leyes que se aplican a los sistemas generalizados o a sus subclases, con independencia de su clase. Postulamos una nueva disciplina que se llama Teoría General de Sistemas (T.G.S.). La T.G.S. es un campo lógico-matemático, cuya tarea es la formulación y derivación de aquellos principios generales que son aplicados en los sistemas en general. De esta manera es realizable, de manera exacta, la formulación de términos tales como 'totalidad', 'suma', 'diferenciación', 'mecanización progresiva', 'centralización', 'orden de

jerarquía', 'finalidad', 'finalidad idéntica', etc. términos que ocurren en todas las ciencias cuyo objeto son 'sistemas' y se plantea su homologación...".

Este autor fue el primero en formular casi completamente los principios básicos de la T.G.S. Al poco tiempo se supo de otros que trabajaban ya en algunos de los problemas tratados por él. Años después, Bertalanffy estableció la descripción matemática de algunas propiedades por él establecidas. En su momento, reconoció tres especialidades de desarrollo de su teoría: Mathematic Systems Theory, Systems Technology y Systems Phylosophy. Dentro de la especialidad Systems Technology, C.W. Churchman y R.L. Ackoff son algunos de los autores más recientes.

1.2.2 APORTACIONES RECIENTES

Aportaciones de Ackoff en materia de tecnología de sistemas. Nos propone que:

"Las condiciones necesarias y suficientes mínimas para tener un problema son:

- . Un individuo que tiene el problema: el tomador de decisiones.
- . Un resultado que es deseado por el tomador de decisiones (objetivo).
- . Al menos dos cursos de acción de eficiencia diferente y que tienen la misma oportunidad de alcanzar el objetivo deseado.

- . Un estado de duda del tomador de decisiones, sobre cual curso de acción elegir.
 - . Un ambiente o contexto del problema.
- En 1962 Ackoff publicó su obra Scientific Method, de donde se han tomado las definiciones anteriores. Trata con todo detalle las diferentes situaciones o características de las componentes y las soluciones a los problemas que plantea mediante un tratamiento matemático adecuado.

Otras aportaciones

Alguien propuso que, en materia de Sistemas de Información, a los componentes de Ackoff se agregaran: Usuarios y Beneficiarios del sistema de información.

1.3 DEFINICION DE SISTEMA DE INFORMACION

Hay distintas definiciones de un sistema de información, pero más que definirlo indican para qué se utilizan, o repiten que un sistema de información es un sistema.

En otros casos se menciona la definición por medio de las funciones que debería realizar.

Es conveniente utilizar dos definiciones de sistema de información, una cuantitativa y otra cualitativa.

La definición cuantitativa es muy parecida a la que dan de sistema los glosarios comunes de computación: es el conjunto de subsistemas, sus procedimientos y procesos (manuales y automatizados) los programas y módulos computarizados combinados de acuerdo a una secuencia lógica preestablecida para lograr un fin.

La definición cualitativa es el conjunto de objetivos y metas, cursos de acción alternos, contexto o marco de referencia, tomador de decisiones, medidas de eficiencia, usuarios y beneficiario. Pero éstos son apenas los componentes separados. la definición dice así: un sistema de información es una combinación organizada de un Curso de Acción que realizan los Usuarios bajo la conducción del Tomador de Decisiones, con eficiencia, en un contexto determinado para el logro de ciertos Objetivos y Metas, redundando en resultados o productos que utilizan los Beneficiarios.

A continuación se tratarán algunos aspectos de relevancia desde el punto de vista práctico, de cada uno de los componentes mencionados en la definición anterior

1.3.1 OBJETIVOS Y METAS

Los objetivos representan el aspecto cualitativo, diciendo que expresan la orientación general, el rumbo, los lineamientos, o la dirección por la que se desempeñan los cursos de acción. Generalmente se asocian a los planteamientos sobre los asuntos estratégicos, o los planes de trabajo a largo plazo.

Las metas, por el contrario, representan el aspecto cuantitativo, se dice que expresan los resultados por obtener. Generalmente se identifican con los asuntos de tipo tácticos y representan los resultados de los planes de trabajo a corto o mediano plazo.

Las metas son de dos tipos: determinadas o indeterminadas. Las primeras, son aquellas que se pueden establecer mediante medidas fijas que acepta el tomador de decisiones; las indeterminadas son aquellos resultados cuya probabilidad de ocurrencia sólo se pueden establecer mediante rangos o intervalos. Ambos tipos de metas pueden representarse en forma numérica o no numérica.

Al momento de determinar los objetivos de un sistema se debe tener cuidado de no caer en el error muy usual, de confundirlos con las funciones (o sea los procedimientos generales de los cursos de acción). Es muy importante recordar que entre los objetivos y las metas existe una relación, consistente en que las metas son la expresión cuantitativa de los resultados en el proceso dinámico de avanzar hacia el logro de los objetivos. Estos últimos son constantes en el largo plazo en tanto que las metas son variables; en contraposición a las metas, se dice que los objetivos nunca se alcanzan.

1.3.2 CURSOS ALTERNATIVOS DE ACCION

Son las formas de proceder o el conjunto de métodos para llevar a cabo las acciones ordenadas y alcanzar las metas orientadas en la dirección de los objetivos. Los cursos de acción serán por tanto, dos o más y serán distintos en cuanto a la eficiencia de cada uno en el alcance de las metas y logro de los objetivos; esto es, uno será más eficiente que los demás. Los métodos y procedimientos manuales así como los procesos y programas automatizados y el proceso de toma de decisiones son los componentes de los cursos de acción.

1.3.3 TOMADOR DE DECISIONES (proceso de toma de decisiones)

Durante la realización de los cursos de acción, se presenta la necesidad de decidir sobre los procedimientos alternos a seguir en la consecución de las actividades. Las decisiones del curso de acción de un sistema pueden ser simples, medias y complejas; desde el punto de vista de logro de las metas suelen ser relevantes para el sistema.

El conjunto de las decisiones de un sistema, suele integrarse en un procedimiento estructurado que usualmente se denomina Manual de Políticas y Normas. Una *politica* es una decisión no programada, expresa un lineamiento o directriz que orienta la realización de las acciones, dentro de márgenes o rangos de amplitud; una *norma* es una decisión programada que identifica a las instrucciones específicas y rígidas que conducen a las actividades por rutas fijas. En otras palabras, las políticas son flexibles en tanto que las normas son rígidas; es posible que una política se pueda dividir en varias normas.

El tomador de decisiones identifica al ente, llámese individuo o grupo que toma las decisiones supremas del sistema, por ejemplo, si conviene cambiarlo o no, o sobre sus aspectos más relevantes de su operativa. Las políticas podrán ser generales cuando se refieren a las directrices que guían a las funciones generales del sistema o bien a los procesos que componen una función; serán específicas cuando se refieran a los aspectos detallados de los procedimientos o de las actividades mismas.

1.3.4 CONTEXTO O AMBIENTE DEL SISTEMA

Es el conjunto de factores y situaciones que influyen o interactúan con el sistema afectando sus resultados, metas u objetivos. El contexto debe ser precisado separadamente en dos aspectos, el externo y el interno. El primero incluye los factores que no controla el tomador de decisiones y que, siendo ajenos al sistema, lo afectan; el segundo comprende a los factores complementarios... a los componentes del sistema, que sí controla o puede controlar el tomador de decisiones. Se trata en este caso de asuntos tales como el estado cultural de los empleados, la situación que guardan los recursos materiales de la empresa respecto a su presentación y aprovechamiento.

1.3.5 MEDIDAS DE EFICIENCIA

Por eficiencia entenderemos en términos generales, la aptitud para lograr un efecto determinado. Por consiguiente, la eficiencia de un sistema será la capacidad de sus componentes combinados para lograr las metas.

Desde el punto de vista de la eficiencia, se debe revisar y comprobar que los objetivos y metas de todo sistema sean viables o realizables conforme a las condiciones y circunstancias de los restantes componentes. En otras palabras, desde el punto de vista de la eficiencia los objetivos y metas deberán ser congruentes con los demás componentes. Se debe recordar que las metas indican los resultados tangibles por obtener, y si su expresión no es la adecuada, medir la eficiencia del sistema será muy difícil.

En general, tomando como referencia la eficiencia, todos los componentes de un sistema se deben comparar con el objeto de determinar que son congruentes entre si.

1.3.6 USUARIO

Se entiende por tal a todas las personas físicas u organizacionales que interactúan con el sistema desde el punto de vista operacional del curso de acción o del proceso de toma de decisiones, en otras palabras, comprende a todos aquellos que trabajan en la operatividad del sistema de manera directa o indirecta.

1.3.7 BENEFICIARIOS

Comprende a las personas físicas u organizacionales que aprovechan los resultados del sistema, ya sea como productos o servicios terminados o bien como resultados intermedios o insumos para alimentar a otros sistemas.

1.4 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACION

La metodología para el análisis y diseño de sistemas de información que aquí se presenta, fue desarrollada tomando en consideración los lineamientos y definiciones generales presentadas en el libro *System Development Methodology* de Turner, Langerhorst, Hice, Eilers y Uijttbroek, de la editorial North Holland PANDATA.

Las fases de la vida de un sistema de información presentadas como eje fundamental de la obra citada, no fueron creación de los autores. En lo esencial, las están manejando otros autores y empresas en la literatura especializada que se inició allá por el año 1960. El mérito de nuestros autores radica en la sistematización de los conceptos, en la formulación unificada de definiciones exactas y, ante todo en el desarrollo detallado y presentación de ejemplos prácticos que ilustran la aplicación de la metodología.

En primer lugar definiremos los componentes utilizados en la definición cuantitativa de un sistema de información, al que por brevedad nos referiremos de aquí en adelante como sistema o indistintamente. Es recomendable señalar que el lector deberá tener presente la definición cualitativa o la relación de los componentes cualitativos si le es más fácil y recordar que los sistemas deben concebirse como "algo con vida" y que por consiguiente están sujetos a un ciclo conformado por "nacimiento", desarrollo, crecimiento, declinación y "muerte".

Por subsistema entenderemos a la agrupación organizada de procesos cuyo fin es materializar o "realizar" un conjunto de funciones independientes -en lo fundamental- del resto de los subsistemas que componen un sistema.

Una función es la expresión concentrada oral y/o escrita de un subgrupo de actividades homogéneas -en cuanto a su finalidad- de un curso de acción. Las funciones pueden ser generales o específicas.

Un proceso es la representación organizada y lógica -de acuerdo a un fin- de cómo realizar un subconjunto de actividades definidas por una o más funciones por una o más funciones. Los procesos podrán referirse a actividades totalmente manuales o totalmente automatizadas o bien a una combinación de ambos tipos.

Los procesos automatizados se descomponen en programas de computadoras; éstos a su vez, se desagregarán en módulos y los módulos en instrucciones. Los procesos manuales se descomponen en métodos o procedimientos, éstos se desagregan en labores o tareas y éstas en actividades básicas.

La intervención de los analistas diseñadores de sistemas ocurre cuando así lo solicita el tomador de decisiones del sistema objeto del estudio, para mejorarlo o cambiarlo por otro nuevo.

Los participantes en el estudio deberán tener presente la metodofogía Ciclo de Vida de un Sistema de información, el que se integra con las fases:

1. Definición del Estudio;
2. Diseño Preliminar;
3. Diseño Detallado;
4. Preparación de los Procesos (Implantación);
5. Pruebas del Sistema Nuevo;

6. Conversión e Instrumentación;

7. Operación Cotidiana, Administración y Mantenimiento.

A continuación trataremos los asuntos más relevantes de cada fase en los siguientes términos:

- I). El propósito general de la fase y las macroactividades que la componen.**

- II). La secuencia ordenada de las actividades más relevantes a realizar.**

1.4.1 DEFINICION DEL ESTUDIO

Propósito: Precisar el problema del tomador de decisiones, conocer el sistema presente, bosquejar el sistema nuevo (si es necesario) o determinar la magnitud de la intervención en el sistema, y preparar el estudio de Costo/Beneficio.

Macroactividades: Definir con claridad la situación problemática del usuario por voz del tomador de decisiones y su plana mayor; conocer con precisión el estado actual de la operativa o funcionamiento de los componentes cuantitativos y cualitativos del sistema en uso y emitir un diagnóstico sobre su vida restante y las características sobresalientes más probables de su funcionamiento; transformar las ideas iniciales que presentó el tomador de decisiones sobre el problema y las soluciones, en definiciones precisas sobre el alcance del proyecto; preparar los estudios de viabilidad y costo/beneficio del nuevo proyecto.

Actividades:

- a) En colaboración con la plana mayor del área usuaria, establecer una primera definición del problema general y establecer el alcance del estudio.
- b) Obtener los documentos que se refieren o definen el contexto del sistema en uso.
- c) Conocer los objetivos y metas históricas del sistema actual, así como el estado de la eficiencia de sus componentes.
- d) Obtener la documentación vigente e integrar los manuales de:

Organización**Métodos y procedimientos (manuales y automatizados)****Formas e instructivos****Políticas y Normas**

- e) **Obtener la documentación sobre el proceso de toma de decisiones del sistema en uso.**
- f) **Estudiar y documentar las características principales y el estado operacional de los recursos materiales (equipos de oficina, computadoras, medios de comunicación, etc.).**
- g) **Determinar las características de los usuarios (recursos humanos) y beneficiarios del sistema en uso.**
- h) **Estudiar detenidamente toda la documentación obtenida hasta el punto anterior. Determinar con objetividad la eficiencia de cada componente, sus ventajas y limitaciones, su obsolescencia o actualidad, su cantidad y calidad, el rendimiento en cuanto al logro de las metas y viabilidad o restricciones para el cambio y, por último, las condiciones realistas y objetivas para su transformación o desecho.**
- i) **Elaborar el informe sobre estado presente del sistema, delineando sus características conforme a lo señalado en el punto anterior.**
- j) **Describir y documentar el contexto del sistema nuevo.**

- k) **Establecer los objetivos y rangos de las metas del sistema nuevo.**
- l) **Configurar el diseño general preliminar de los cursos de acción viables para el sistema nuevo: las formas para medir la eficiencia teórica de cada uno y los principales resultados cualitativos de cada uno. Analizar las ventajas y desventajas, las capacidades, las limitaciones, las elasticidades, etc.**
- m) **Definir los aspectos principales del nuevo proceso de toma de decisiones para cada curso de acción seleccionado.**
- n) **Describir los requerimientos principales para la transformación de los recursos humanos (usuarios) en cantidad y calidad, para cada curso de acción elegido.**
- c) **Definir las nuevas relaciones con los beneficiarios del sistema.**
- p) **Establecer los cambios necesarios en los recursos materiales que utilizará cada curso de acción.**
- q) **Preparar los anteproyectos (sintetizados) por cada curso de acción elegido.**
- r) **Evaluar para cada anteproyecto las inversiones, tiempo de realización, recursos humanos requeridos, recursos materiales y equipos.**
- s) **Elegir el anteproyecto más viable para los realizadores del estudio y elaborar el plan de trabajo más detallado que sea posible.**

- t) Preparar el estudio general de Viabilidad (económica, técnica, recursos humanos y materiales, etc), y el análisis de costo/beneficio para el anteproyecto elegido en comparación con el sistema en uso.

- u) Preparar el informe definición de estudio.

- v) Presentar al tomador de decisiones el informe del estudio y buscar la definición sobre qué alternativa elegir.

1.4.2 DISEÑO PRELIMINAR

Propósito: transformar las definiciones generales de los componentes del sistema establecidos en la primera fase, en definiciones y especificaciones concretas y semidetalladas, que definan íntegramente al sistema nuevo con más precisión.

Actividades

- a) Definir funcionalmente los subsistemas, su entorno o ambiente, su estructura modular de proceso y las características funcionales y operacionales de estos, todos los recursos materiales y humanos que intervendrán.
- b) Describir lo más preciso y detallado que sea posible, el proceso de toma de decisiones de los subsistemas y procesos.
- c) Describir lo más preciso y detallado que sea posible, las características cualitativas y cuantitativas de los recursos materiales, técnicos, de equipos, comunicaciones y transportes que se utilizarán en los procesos y subsistemas.
- d) Definir y describir detalladamente la capacitación normal y especializada que deberá impartirse a los recursos humanos.
- e) Establecer las formas de medir y cuantificar la eficiencia de los subsistemas y procesos, definiendo en concreto las magnitudes de las cuotas mínima y máxima por componente.

- f) **La definición inicial de los objetivos y la cuantificación de las metas asociadas; establecer el(los) rango(s) de la probabilidad de su realización, referenciados con lo tratado en los puntos del a) al e) de esta fase.**
- g) **Revisar la documentación del contexto para afinar si es el caso, las definiciones conceptuales y las características de su operativa; comprobar que los subsistemas y procesos cubren los requerimientos.**
- h) **Sintetizar e integrar los componentes hasta aquí definidos, para estructurar una primera configuración más detallada del sistema nuevo. Simular la operatividad del anteproyecto del sistema nuevo, combinando de manera dinámica todos los componentes, modificando sus requerimientos y capacidades, para detectar las restricciones y elasticidades.**
- i) **Con base en la prueba anterior, identificar y definir las causas de las fallas y sus efectos en la operativa. Prevenir para aquellos aspectos neurálgicos los soportes o medidas de excepción que aseguren la continuidad de la operativa manteniendo un nivel aceptable de eficiencia.**
- j) **Identificar y describir las condiciones para la Expansión o Contracción del sistema, sus causas y efectos en la operativa.**
- k) **Describir y graficar los subsistemas y procesos desde el punto de vista de: entradas, cálculo y salidas.**

Interfases

Técnicas de comunicación y acceso**Bases de datos**

- l) **Diseñar la estructura lógica de la base de datos del sistema.**
- m) **Establecer la configuración detallada del equipo de cómputo y del software.**
- n) **Hacer el diagrama general del sistema.**
- o) **Preparar el Plan de Trabajo para el desarrollo de la siguiente fase.**
- p) **Elaborar el informe sobre el Diseño Preliminar.**
- q) **Presentar el informe al tomador de decisiones y su plana mayor, obteniendo la autorización para continuar con la siguiente fase.**

1.43 DISEÑO DETALLADO

Propósito: definir hasta el último detalle los componentes del sistema nuevo.

Actividades

- a) **Describir y graficar los componentes cuantitativos y cualitativos de la versión definitiva del sistema nuevo.**
- b) **Preparar los Manuales de Organización y de Políticas y Normas (Toma de decisiones).**
- c) **Preparar los Manuales de los Métodos y Procedimientos y el Catálogo de formas e Instructivos de llenado y uso.**
- d) **Diseñar las formas especiales de entrada de datos al computador.**
- e) **Preparar la descripción detallada de la base de datos y los procedimientos de acceso.**
- f) **Describir al detalle el diseño, medios de almacenamiento, técnicas de organización y acceso y respaldo de todos los archivos utilizados en la computadora (movimientos, maestros, históricos, de reportes, etc.).**
- g) **Preparar los diagramas de flujo de los procesos, programas y módulos.**

- h) Definir los programas de utilerías y las rutinas comunes que se deben usar.**
- i) Preparar la descripción detallada de cada programa y módulo.**
- j) Describir en detalle los dispositivos, medios, procedimientos y medidas organizativas para la protección del sistema en momentos neurálgicos o desastres.**
- k) Elaborar el Informe sobre el Diseño Detallado y hacer la presentación.**

1.4.4 PREPARACION DE LOS PROCESOS

- a) Contratar los equipos nuevos o adicionales de cómputo, entrada y salida, así como los restantes recursos materiales autorizados.
- b) Contratar los nuevos programas de usos generales.
- c) Preparar los locales e instalaciones para los nuevos equipos.
- d) Elaborar la descripción detallada de las tareas o labores y demás responsabilidades de cada puesto en la nueva organización y simular su aplicación práctica.
- e) Preparar, probar y documentar los procesos automatizados.
- f) Diseñar y documentar los cursos de capacitación, las ayudas audiovisuales.
- g) Integrar y editar los manuales de:
 - Organización
 - Métodos y procedimientos
 - Políticas y Normas
 - Catálogo de formas e instructivos de llenado y uso
- h) Elaborar el informe de actividades de la fase y presentarlo a las autoridades del área de sistemas y usuarios.
- i) Preparar el plan de trabajo para la siguiente fase.

1.4.5 PRUEBAS

Propósito: Hacer las pruebas integrales del sistema y con base en los resultados, hacer los ajustes finales.

Actividades.

- a) **Preparar el plan detallado de las pruebas y los procedimientos para su realización.**
- b) **Recibir el equipo de cómputo nuevo o adicional, instalarlo y probarlo.**
- c) **Hacer pruebas de los cursos de capacitación.**
- d) **Realizar las pruebas de los procesos automatizados.**
- e) **Realizar la prueba de los procesos manuales.**
- f) **Integrar los resultados de ambas pruebas, analizarlos y describir los ajustes finales y hacer los cambios.**
- g) **Preparar el plan de trabajo para la conversión de datos e implantación.**
- h) **Elaborar el informe de actividades de la fase y presentarlo a los usuarios.**

1.4.6 CONVERSION E INSTALACION**Actividades**

- a) **Capacitar al personal en la aplicación de los procesos manuales y combinados.**
- b) **Capacitar al personal en el uso de los equipos y recursos materiales y en la aplicación operativa de los procesos manuales y combinados.**
- c) **dar a conocer a los beneficiarios del sistema las facilidades del sistema nuevo para que interactúen con él.**
- d) **Comprobar la existencia de todos los apoyos documentales para la conversión e inicio de operaciones.**
- e) **Realizar la conversión de datos y archivos y crear la base de datos inicial.**
- f) **Apoyar y asesorar al personal operativo en el uso y aplicación cotidiana del sistema.**
- g) **Operar el sistema nuevo en paralelo con el anterior.**
- h) **Observar las desviaciones en la aplicación del sistema nuevo y aplicar las medidas correctivas del caso.**

- i) Llegado el momento de estabilización inicial del sistema nuevo y cuando al menos produce los mismos resultados que el sistema anterior, se suspende el paralelo de operaciones cancelando el sistema anterior.
- j) Documentar la conversión de datos e instalación del sistema nuevo y la cancelación del anterior. Protocolizar la entrega del sistema nuevo.

1.4.7 OPERACION COTIDIANA, ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO

Actividades

- a) Entrenar al personal encargado de dar el mantenimiento a los procesos automatizados, manuales y combinados. Se entrega oficialmente toda la documentación del sistema.
- b) Entrenar al personal encargado de la administración del sistema.
- c) Operación diaria.
- d) Mantenimiento.

Comentario Final

Las actividades de cada fase se establecieron de acuerdo a un orden lógico. No necesariamente de acuerdo a un orden cronológico. Se puede establecer en cada fase una red de actividades y optimizarla mediante la Ruta Crítica.

No necesariamente toda intervención de sistemas implica que se deba hacer un sistema nuevo. En ocasiones tan sólo se trata de hacer algunas adecuaciones para optimizar el sistema en uso.

La aplicación de las actividades de las fases no es obligatoria. Para ello se hace en esta propuesta un especial énfasis en que se debe definir con el tomador de decisiones el alcance del Proyecto o Estudio, con el fin de evitar malos entendidos.

2. CONCEPTOS GENERALES DE ADMINISTRACION Y PROYECTOS.

2. CONCEPTOS GENERALES DE ADMINISTRACION Y PROYECTOS.

2.1 ADMINISTRACION.

42

2.1.1 DEFINICION DE LAS TEORIAS ADMINISTRATIVAS.

2.1.1.1 ENTORNO HISTORICO ADMINISTRATIVO.

2.1.1.2 TEORIA CLASICA.

2.1.1.3 TEORIA DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA.

2.1.1.4 TEORIA DE LA BUROCRACIA.

2.1.1.5 TEORIA DE LA ADMINISTRACION HUMANISTICA.

2.1.1.6 TEORIA DE LA ADMINISTRACION MODERNA.

2.1.2 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION MODERNA.

2.1.3 PLANEACION.

2.1.4 ORGANIZACION.

2.1.5 DOTACION DE PERSONAL.

2.1.6 DIRECCION.

2.1.7 CONTROL.

2.2 GESTACION DE UN PROYECTO.

55

2.2.1 INICIO DEL PROYECTO.

2.2.2 ANALISIS DEL PROYECTO.

2.2.3 RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

2.2.4 ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

2.2.5 ASPECTOS INTERDEPENDIENTES DEL CONTENIDO DE UN PROYECTO.

2.2.6 SISTEMAS DE PLANEACION Y SISTEMAS DE PROYECTOS.

2.2.7 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROYECTOS.

2.2.8 CARTERA DE PROPUESTAS DE PROYECTOS.

2.2.9 METODOLOGIA DE UN PROYECTO.

2.2.10 OBSERVACIONES FINALES SOBRE EL PROYECTO.

2.1 ADMINISTRACION.

Introducción.

La Administración puede definirse como la tarea de crear y conservar un ambiente adecuado para que grupos de personas puedan trabajar eficiente y eficazmente en el logro de objetivos comunes. En pocas palabras, la Administración sirve para tomar las medidas que permitan a cada individuo contribuir en la mejor forma posible a la obtención de objetivos establecidos.

2.1.1 DEFINICION DE LAS TEORIAS ADMINISTRATIVAS.

2.1.1.1 ENTORNO HISTORICO ADMINISTRATIVO.

La evolución de las estructuras sociales se ha gestado en función a la relación en el trabajo.

Sedentarismo.

Esclavismo.

Grupos artesanales familiares.

Gremios.

Revolución Industrial.

Taylorismo.

Movimientos orientados a las relaciones humanas.

Sistemas Socio-Técnicos.

Calidad total.

En el transcurso de la historia de las teorías de organización se han presentado como esquemas acordes a los recursos administrativos y necesidades de su época.

CLASICA: Enfatiza la racionalidad y la estructura.

"TEORIA DE LA ADMINISTRACION CLASICA"

"TEORIA DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA"

"TEORIA DE LA BUROCRACIA"

NEOCLASICA: Se orienta a los factores humanos.

"TEORIA DE LA ADMINISTRACION HUMANISTICA"

MODERNA: Asentua el concepto de los sistemas sociales.

(Como resultante de la Clásica y Neoclásica)

2.1.1.2 TEORIA CLASICA.

Se interesa por la estructura en las organizaciones, la planeación, la estandarización, la eficiencia laboral y las reglas prácticas.

PRINCIPIOS DE DIRECCION:

- División del trabajo.
- Autoridad y responsabilidad.
- Disciplina.
- Unidad de mando y dirección.
- Subordinación del interés individual al general.
- Remuneración del personal.
- Centralización.
- Cadena jerárquica.
- Orden.
- Equidad.

- Estabilidad del personal.
- Iniciativa.
- Espíritu de trabajo.

2.1.1.3 TEORIA DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA.

Se preocupa por aplicar en la administración el Método Científico por medio de estudios de tiempos y movimientos, motivación e incentivos, especialización en las funciones, desarrollando al personal, midiendo la eficiencia y calculando la rentabilidad.

PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA.

- Recopilación de información.
- Análisis y codificación de la información.
- Cuidadosa selección de personal.
- Motivación y adiestramiento del personal.
- Organización gerencial.
- Mecanización de las funciones.
- Procesos impersonales.
- Interés por los aspectos puramente técnicos.
- Cooperación en las operaciones.
- Promueve costos bajos y salarios altos.
- Sobrevalúa la racionabilidad.
- Establece procesos repetitivos.

2.1.1.4 TEORIA DE LA BUROCRACIA.

Es un modelo administrativo que enfatiza en las estructuras organizacionales mediante la especialización, la estructuración, la racionalidad, la democracia, la predicción y sobre todo la estabilidad.

PRINCIPIOS BASICOS DE LA BUROCRACIA.

- Jerarquía ordenada.
- Especialización.
- Asignación de puestos por cualidades.
- Énfasis en la seguridad y carrera del empleado.
- Regulación y procedimientos.
- Estructuración de la autoridad.
- Promoción de la filosofía de poder.
- Estabilidad.
- Productividad.
- Formas democráticas.
- Grupos cerrados.
- Énfasis en los controles.
- Alto grado de cumplimiento a procedimientos.

2.1.1.5 TEORIA DE LA ADMINISTRACION HUMANISTICA.

Humaniza las estructuras impersonales y los elementos científicos, enfatizando las necesidades del ser humano y de los grupos de trabajo, así también, critica como demasiado rígidos y racionales a las teorías Clásica y a la Científica.

TEORIAS X-Y: - Adversión Vs. necesidad de trabajo.

- Necesidad de control y castigo Vs. autodirección y autocontrol.
- Evitar la responsabilidad y deseo de seguridad Vs. satisfacción de autorrealización y logro de objetivos, creatividad, alto grado de ingenio.

2.1.1.6 TEORIA DE LA ADMINISTRACION MODERNA.

Establece que tanto los modelos Clásicos como los Humanísticos caen en excesos, por lo cual, se hacen cada vez más inefectivos para su correcta aplicación en forma total o aislada.

Considera la integración del conocimiento por medio de niveles jerárquicos de los sistemas, proponiendo el diseño en forma contingente o situacional, además de interrelacionar diversos medios ambientes de manera fuertemente humanística, aprovechando las aportaciones de las otras teorías administrativas, dando origen a la filosofía administrativa llamada Calidad Total.

2.1.2 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACION.

Una de las formas de clasificación de los elementos de la Administración es: planeación, organización, nombramiento del personal (staffing o reclutamiento), dirección y control. Esta clasificación permite distinguir claramente entre las labores propias del administrador y las del técnico o especialista.

Planeación. Involucra la selección de objetivos, de estrategias, políticas, programas, y procedimientos que se ejecutarán con el fin de alcanzarlos, bien sea, para el proyecto en su totalidad o para cualquier parte organizada del mismo.

Organización. Involucra el establecimiento de una estructura calculada en funciones a través de la determinación y enumeración de las actividades requeridas para alcanzar las metas preestablecidas. La estructura de la organización debe ajustarse a la tarea y debe reflejar cualquier compromiso y las limitaciones impuestas por las funciones organizacionales.

Staffing o Reclutamiento. Consiste en hallar los agentes necesarios para la constitución del personal (cuerpo social), que debe ser capaz de desempeñar las funciones esenciales que provee la estructura de la organización. Las consecuencias de una mala elección se hallan en relación directa con la categoría del agente, y la dificultad de la elección aumenta con el nivel de jerarquía del mismo.

Dirección. Una vez constituido el cuerpo social es menester hacerlo funcionar: es esta la misión que debe cumplir la dirección, además de establecer la armonía entre todos los actos de un proyecto a manera de facilitar su funcionamiento y procurar el buen éxito.

Control. Consiste en verificar si todo se realiza conforme al programa adoptado, ordenes impartidas y a los principios admitidos. Tiene la finalidad de señalar las faltas y los errores, a fin de que se pueda repararlos y evitar su repetición.

2.1.3 PLANEACION.

La planeación es la mas importante de las funciones de la Administración puesto que requiere una elección de entre varias alternativas de acción. La planeación debe reflejarse en las otras cuatro funciones de la Administración, por tanto, un

administrador organiza, maneja al personal, dirige y controla para asegurar que se alcancen los objetivos de acuerdo con lo planeado.

La naturaleza esencial de la planeación puede entenderse a través de cuatro principios básicos:

- 1) **Contribución a los objetivos.** El propósito de cada plan y de todos los planes derivados es facilitar la consecución de los objetivos.
- 2) **Prevalencia de la planeación.** La planeación precede a la ejecución de todas las otras funciones de la Administración.
- 3) **Extensión de la planeación.** El carácter y la amplitud de la planeación varían según la autoridad con la naturaleza de las políticas y planes derivados por su superior.
- 4) **Eficiencia de los planes.** La eficiencia de un plan se vende por el monto de su contribución a los objetivos, como compensación de los costos y otras inesperadas consecuencias requeridas para formularlo y hacerlo funcionar.

Por otra parte, la planeación tiene una importancia muy grande ya que permite: a) eliminar la incertidumbre y el cambio; b) enfoca la actuación hacia los objetivos; c) se hace a una operación económica; y d) facilita el control.

Los pasos a seguir en la planeación pueden enumerarse de la siguiente manera:

- 1) **Tener conciencia de la oportunidad,** ya que de esta toma de conciencia depende la formulación de objetivos realistas.
- 2) **Formulación de los objetivos.**
- 3) **Establecimiento de premisas.**

- 4) Determinación de más alternativas de acción.
- 5) Evaluación de más alternativas.
- 6) La elección de una vía o curso de acción.
- 7) La formulación de planes derivados.

2.1.4 ORGANIZACION.

Para que un grupo de personas pueda trabajar efectivamente en la realización de ciertas tareas, debe existir una estructura explícita de funciones. este es el propósito fundamental de la organización.

Para que se justifique y tenga sentido la existencia de cualquier cargo o posición individual se requiere:

- Que tenga objetivos ciertos y precisos;
- Un entendimiento de las relaciones de esta posición con otros con los que requiere coordinarse; y
- Que haya un entendimiento del área de autoridad de cada persona de tal manera que cada quien sepa que puede hacer para obtener los resultados deseados.

Además, para hacerlo completamente operativo, estos requisitos estructurales deben complementarse con el suministro de la información que requiera.

Se puede afirmar que organizar es agrupar las actividades necesarias para alcanzar ciertos objetivos, asignar a cada grupo un administrador con la autoridad necesaria para supervisarlos y coordinar tanto en sentido horizontal como vertical toda la estructura.

Aunque la realización de los fines propuestos es la razón última de toda actividad común, se pueden listar los primarios que rigen el establecimiento de una organización efectiva:

- a) Principio de unidad de objetivo. Una estructura de organización es efectiva si permite la contribución de cada individuo a la obtención de los objetivos.
- b) Principio de eficiencia. Una estructura de organización es eficiente si facilita la obtención de los objetivos deseados, con el costo mínimo o con el menor número de imprevistos.

Resumiendo, el propósito esencial de la organización es crear una estructura que permita laborar efectivamente y una red de centros de comunicaciones de la decisión desde los cuales se asegure la coordinación del esfuerzo individual hacia las metas del grupo.

Sin embargo, para que la estructura organizacional opere, es necesario evitar ciertos errores frecuentes (planeación inadecuada, falta de clarificar las relaciones, no delegar autoridad, etc), ciertas inflexibilidades y conflictos (pòder reorganizar, necesidad del reajuste y el cambio) que se presentan en la práctica. La estructura debe ser comprendida y los principios de la organización deben ponerse en práctica.

2.1.5 DOTACION DE PERSONAL (STAFFING)

Toda empresa debe prestar especial atención a la calidad de sus empleados, especialmente a la de los administradores. La función de dotación de personal se ocupa de conseguir individuos para la organización de tal manera que se asegure el

funcionamiento competente de la misma. Se trata, en particular, de escoger, evaluar y desarrollar correcta y efectivamente al personal para que desempeñe las funciones inherentes en la estructura de la organización.

Aunque el administrador deberá planear, controlar y organizar eficazmente, estas funciones pueden considerarse esencialmente objetivas y aún algo mecánicas en el sentido que sus procesos se ciñen con relativa facilidad a los dictados de la lógica y los principios. En cambio, las funciones de dotación y dirección de personal tratan casi exclusivamente con elementos humanos, y ello conlleva enormes complejidades que no siempre se apegan a la lógica.

La responsabilidad inmediata por el desempeño eficiente de esta función corresponde a cada administrador en todos los niveles. La responsabilidad en la dotación del personal corresponde al funcionario ejecutivo principal y a los subalternos inmediatos suyos que comparen el grupo ejecutivo que formula políticas internas.

La necesidad de desarrollar personal al nivel máximo es tan importante en los programas de dotación personal como en cualquier otro, además de tener presente de que la función de dotación de personal se efectúa con miras al futuro.

La función administrativa de staffing, con frecuencia descuidada, puede ejecutarse convenientemente por medio del examen permanente de las necesidades en este sentido. De esta manera, los administradores logran tener personal administrativo de nivel de preparación necesario en el momento necesario y pueden trasladar a otros

lugares a aquellos funcionarios que tengan capacidades para ascenso, antes de que resuelvan cambiar de área.

2.1.6 DIRECCION.

Para dirigir a sus subordinados con efectividad, un administrador debe basarse en la motivación, la comunicación y el liderazgo. Una dirección defectuosa puede anular completamente todo el esfuerzo que se haya puesto en la organización y asesoría de la empresa (staffing), y puede hacer que sea imposible el logro de los objetivos.

La dirección es el aspecto interpersonal de la Administración por medir de la cual los subordinados pueden comprender y contribuir con efectividad y eficiencia al logro de los objetivos del proyecto.

2.1.7 CONTROL.

El control es necesario con el objeto de lograr las metas deseadas. Esto se refiere a los planes anticipados de trabajo, a formular la política, predeterminación de los objetivos, delegación de autoridad y responsabilidad para la realización de dichos objetivos y a la comparación y valorización de los resultados obtenidos con las metas predeterminadas. El control utiliza las normas, reglas y patrones para identificar las realizaciones exitosas de acuerdo a los reportes de resultados.

Controlar es comprobar con eficacia para estar seguro que cada cosa se realiza conforme a lo planeado. El supervisor u otros que sean responsables pueden ejecutar algunas de estas comprobaciones. Si se les dan instrucciones, ellos pueden dar los informes que se requieran y tomar las medidas necesarias para corregir las

condiciones poco satisfactorias donde y cuando sea necesario. En pocas palabras, se asegura de que lo realizado corresponda a lo planeado.

El establecimiento de controles siempre involucra cierto grado de incertidumbre sobre los resultados finales. Pueden surgir condiciones inesperadas. Siempre hay, también, un elemento de experimentación, de examen y prueba en cualquier método de control.

En resumen, la Administración puede sustentarse en una serie de principios como:

- 1) División del trabajo. Uso eficiente del factor trabajo.
- 2) Autoridad y responsabilidad.
- 3) Disciplina. "Respeto por los acuerdos que tienen como fin lograr obediencia, aplicación, energía y señales exteriores de respeto".
- 4) Unidad de mando. Cada empleado no debe recibir ordenes de más de un superior.
- 5) Unidad de dirección. Las actividades que tengan un mismo objetivo, deben tener un sólo jefe y un sólo plan.
- 6) Subordinación del interés individual al interés general.
- 7) Remuneración. Debe ser justa.
- 8) Centralización. Grado en que la autoridad debe concentrarse o dispersarse.
- 9) Línea de autoridad. Debe seguirse un conducto regular desde los niveles más altos a los más bajos, pero que pueda modificarse saltando algunos niveles cuando sea necesaria.
- 10) Orden. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".

- 11) **Equidad.** Obtener lealtad y devoción, por medio de cortesía y justicia.
- 12) **Estabilidad en el trabajo.** Evitar los cambios frecuentes de personal.
- 13) **Iniciativa.** Creación y ejecución de un plan.
- 14) **Espíritu de grupo.** Es una extensión del principio de la unidad de mando.

Muchas autoridades consideran a la coordinación como una función separada del administrador. Parece más preciso, tomarla como la esencia de la Administración, puesto que el logro de la armonía del esfuerzo individual hacia la consecución de las metas del grupo es el propósito de la Administración.

La mejor coordinación ocurre cuando los individuos ven como contribuyen sus tareas a los fines denunciados establecidos.

2.2 GESTACION DE UN PROYECTO

Introducción.

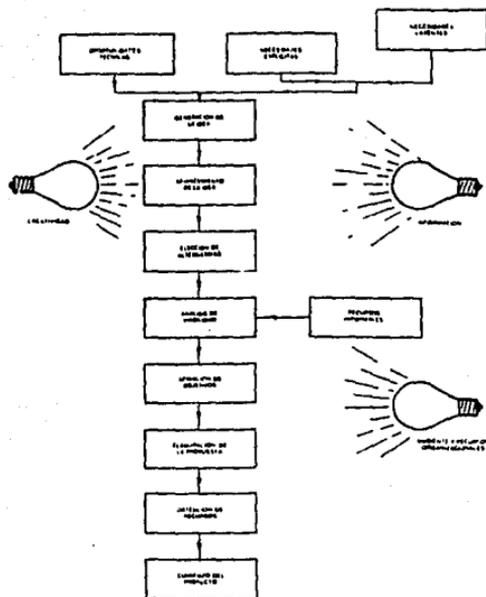
En su significado básico, el proyecto es el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo. Como plan de acción, el proyecto supone también la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen.

El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no sólo desde el punto de vista económico sino también técnico, financiero, administrativo; por lo tanto, la gestación de un proyecto se refiere a todo el proceso que va desde la detección de necesidades y oportunidades, hasta que el proyecto se inicia formalmente, una vez que le fue aprobada la asignación de recursos.

2.2.1 INICIO DEL PROYECTO.

Para el inicio de un proyecto exitoso debe de existir un ambiente propicio para su desarrollo: a) el de la creatividad de los participantes, b) la existencia de un ambiente y de recursos organizacionales adecuados para los fines perseguidos, y c) el de acceso a la información, a través de medios efectivos de comunicación.

La creatividad es la habilidad para vencer ideas fijas y obsoletas, buscar nuevos caminos para resolver los problemas, y reconocer el potencial de nuevas ideas. Dicho de otra forma, la generación de ideas es un acto en el cual se manejan elementos conocidos o desconocidos para producir ideas más valiosas que las anteriormente existentes.



Sobre todo en sus primeras etapas, la gestión del proyecto requiere de un adecuado clima de trabajo, que ha sido definido como "la calidad del ambiente organizacional que perciben subjetivamente los miembros de la institución, en términos de estructura, responsabilidades, riesgos, recompensas, soporte individual, conflictos, calidez, y estándares".

El tercer elemento es la existencia de una actitud positiva y de adecuados canales de comunicación relacionados con la búsqueda de información sobre nuestra idea o proyecto, y el acceso a canales expeditos de obtención de dicha información.

Dos órdenes de consideraciones económicas se plantean al enfocar el estudio de un proyecto: las que se refieren a la implantación, y las que se refieren a su objetivo final. Las consideraciones del primer tipo atañe a la ejecución del proyecto y las del segundo a su operación.

2.2.2 ANALISIS DEL PROYECTO.

El proyecto puede presentarse como el eslabón final de una cadena de decisiones, donde los planes y programas son antecedentes. El análisis del empleo de recursos y de los resultados que se obtendrán con los proyectos, debe garantizar, en la medida de lo posible, el futuro éxito del programa que constituye el objetivo final de cada proyecto.

La finalidad del proyecto, como documento de análisis, es aportar elementos de juicio para tomar decisiones sobre su ejecución o sobre el apoyo que se debería prestar a su realización.

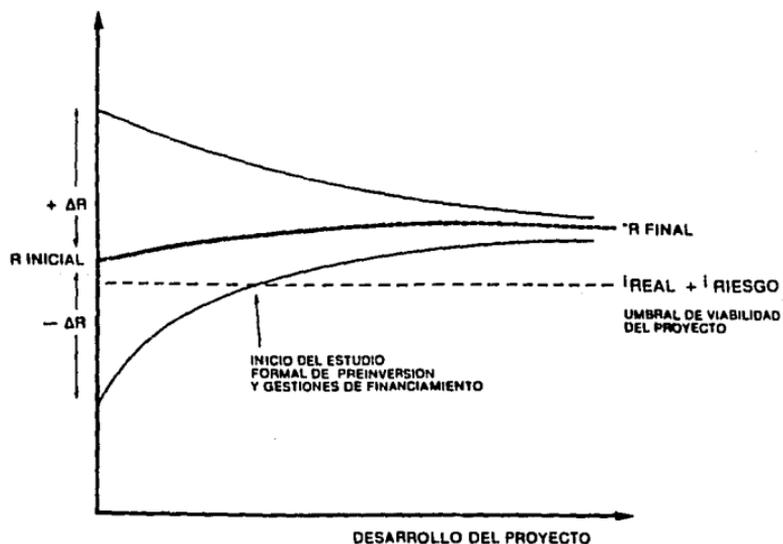
Por ello deben analizarse problemas técnicos, económicos, financieros, administrativos. Estos diversos aspectos se correlacionan en cada estudio parcial que compone la justificación del proyecto. Al llegar a la etapa de anteproyecto definitivo, todos esos problemas deben haberes aclarado de modo que se pueda tomar una decisión con respecto a la idea original implicada en el proyecto. Ello requiere haber pasado por dos etapas previas: a) identificación de la idea; y b) anteproyecto preliminar.

La primera etapa trata de reconocer, basándose en la información existente e inmediatamente disponible, si hay o no alguna razón bien fundada para rechazar de plano la idea del proyecto.

La segunda etapa también se conoce como estudio previo de factibilidad. Se trata de verificar que por lo menos una de las alternativas de solución es rentable, además de ser técnica y económicamente viable.

2.2.3 RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

Durante la gestación de un proyecto, y durante su ejecución, es fundamental considerar la tasa interna de retorno o la rentabilidad del proyecto como una variable, que va cambiando a lo largo del tiempo.



Este pequeño estudio de factibilidad, que a veces puede reducirse a algunas estimaciones y cálculos menores, sirve entre otras cosas, para resolver un aspecto crucial en la conceptualización del proyecto: la identificación de las dimensiones del mismo.

La rentabilidad del proyecto, es decir su atractivo económico de última instancia, suele depender en forma muy intensa del valor que asuman un número reducido de estas dimensiones. Al iniciar el proyecto, cada una de estas dimensiones -y también la rentabilidad- tiene un margen de incertidumbre alto, que disminuye con el tiempo. A medida que transcurre el proyecto se puede decir de la rentabilidad del proyecto, que debe ser continuamente reevaluada, e ira variando como se muestra en la fig. xx.

2.2.4 ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

Al probarse que existe por lo menos una solución técnicamente viable y económicamente rentable, se puede justificar la decisión de profundizar los estudios, lo cual supone incurrir en mayores gastos, cuya recuperación depende de la efectiva realización del proyecto. Esta pronunciación da origen a una tercera etapa: anteproyecto definitivo, en la cual se precisan los elementos y formas de la inversión.

En el anteproyecto definitivo debe justificarse cabalmente la opción hecha por una de las referidas alternativas y caracterizar otras que le siguen en orden de relación para justificar la elección hecha frente a los criterios aceptados para evaluar el proyecto.

Este pequeño estudio de factibilidad, que a veces puede reducirse a algunas estimaciones y cálculos menores, sirve entre otras cosas, para resolver un aspecto crucial en la conceptualización del proyecto: la identificación de las dimensiones del mismo.

La rentabilidad del proyecto, es decir su atractivo económico de última instancia, suele depender en forma muy intensa del valor que asuman un número reducido de estas dimensiones. Al iniciar el proyecto, cada una de estas dimensiones -y también la rentabilidad- tiene un margen de incertidumbre alto, que disminuye con el tiempo. A medida que transcurre el proyecto se puede decir de la rentabilidad del proyecto, que debe ser continuamente reevaluada, e ira variando como se muestra en la fig. xx.

2.2.4 ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

Al probarse que existe por lo menos una solución técnicamente viable y económicamente rentable, se puede justificar la decisión de profundizar los estudios, lo cual supone incurrir en mayores gastos, cuya recuperación depende de la efectiva realización del proyecto. Esta pronunciación da origen a una tercera etapa: anteproyecto definitivo, en la cual se precisan los elementos y formas de la inversión.

En el anteproyecto definitivo debe justificarse cabalmente la opción hecha por una de las referidas alternativas y caracterizar otras que le siguen en orden de relación para justificar la elección hecha frente a los criterios aceptados para evaluar el proyecto.

En el momento en que, considerando los márgenes de incertidumbre, la rentabilidad del proyecto rebase el umbral de la viabilidad financiera del proyecto, se podrá iniciar un estudio formal de predilección así como las gestiones preliminares para obtener el financiamiento.

El análisis preliminar de viabilidad permite establecer las dimensiones críticas del proyecto, y determinar cuales son los objetivos principales y secundarios, en función de la competitividad que se quiera dar al producto final. Con esto, se esta en condiciones de formular la propuesta del proyecto, tanto para obtener recursos, ya sea internos o externos, como para tener una herramienta de planeación y control de las actividades.

2.2.5 ASPECTOS INTERDEPENDIENTES DEL CONTENIDO DEL PROYECTO.

Los principales aspectos bajo los cuales se estudia un proyecto se refieren a los problemas técnicos, económicos, financieros que pueden plantearse con distinto acento en cada estudio parcial que lo compone. Estos estudios parciales corresponden a análisis presentados separadamente, que constituyen los sucesivos capítulos del documento: estudios de mercado, técnico y financiero, evaluación económica y plan de ejecución.

En cada estudio parcial, los aspectos distintos bajo los cuales deben analizarse los problemas tienen una importancia relativa diferente y característica, y son interdependientes.

a) Aspectos técnicos.

Cualquiera que sea la naturaleza, la importancia y los objetivos del proyecto, su realización implica poner en práctica algún tipo de conocimiento técnico.

b) Aspectos financieros.

Los recursos para sufragar los gastos en que deberá incurrir la entidad responsable del proyecto, en sus fases de preparación, ejecución y funcionamiento, y los resultados financieros que dará constituyen los elementos básicos del análisis.

c) Aspectos económicos.

El análisis económico del proyecto debe ser esencialmente cuantitativo, partiendo de los elementos que aportan los análisis técnico y financiero. La evaluación económica del proyecto se hace para demostrar que es rentable y que la productividad económica en el empleo de los factores utilizados se considera satisfactorio, ya sea según criterios económicos o criterios de política social adoptados por las autoridades que aprobarán el proyecto.

d) Aspectos administrativos.

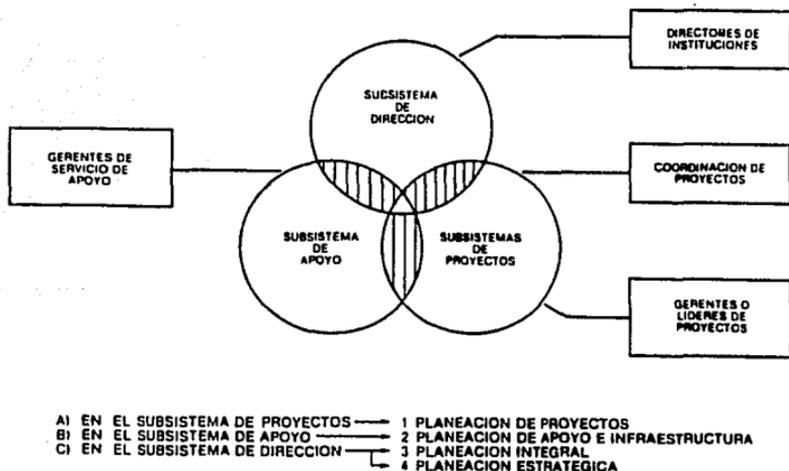
En todo proyecto existe la posibilidad de elegir entre varias alternativas de organización y administración. Conviene distinguir dos etapas sucesivas en la consideración de este aspecto: el período de ejecución y el período de vida útil del proyecto.

Como parte importante para una fácil negociación del proyecto, el documento debe contener una descripción sumaria del mismo.

2.2.6 SISTEMAS DE PLANEACION Y SISTEMAS DE CONTROL DE PROYECTOS.

Los sistemas de planeación son particularmente útiles para poder discriminar en la cartera de proyectos, para evaluar probabilidades de éxito asociadas a plazos y costos, para negociar con los usuarios, y como instrumento de comunicación interna en la organización.

Es importante recalcar que existen varios niveles de planeación, en lo que destaca la planeación de proyectos, la de apoyo de infraestructura, la planeación integrativa de la institución, y la planeación estratégica.



En general, vale la pena invertir en los sistemas de planeación una cantidad de recursos consistente con la magnitud del proyecto. Se debe también recordar permanentemente que estos sistemas son una ayuda -no un sustituto- del líder del proyecto para lograr la buena marcha del mismo. La imposición desde arriba de sistemas formales de planeación y control generalmente fracasa, si no se considera que el propósito básico de estos debe consistir en proveer la atmósfera adecuada para que el líder del proyecto y su equipo sean honestos consigo mismos.

Un sistema de control es un sistema para guiar el trabajo hacia el desarrollo de un objetivo final. Un sistema de control deberá tener actividades básicas siguientes:

- Ejecución de la planeación.

La planeación involucra un análisis de los trabajos que serán requeridos para producir el proyecto. Esto requiere la estimación de tiempos y recursos requeridos para esas tareas, asignación de recursos y establecimiento de puntos de control. Se ponen metas para cada trabajo en particular y se coordinan con los objetivos del proyecto. Todo lo anterior basado en la existencia de estándares de desempeño establecidos.

Cabe aclarar que muchas veces se dice que se tienen problemas con el control de un proyecto, cuando la dificultad radica en un inadecuado trabajo de planeación.

- Observar la ejecución actual

Es necesario dividir los procesos complejos en un gran número de pequeñas tareas y monitorearlas por separado, efectúandose para el caso observaciones que bien

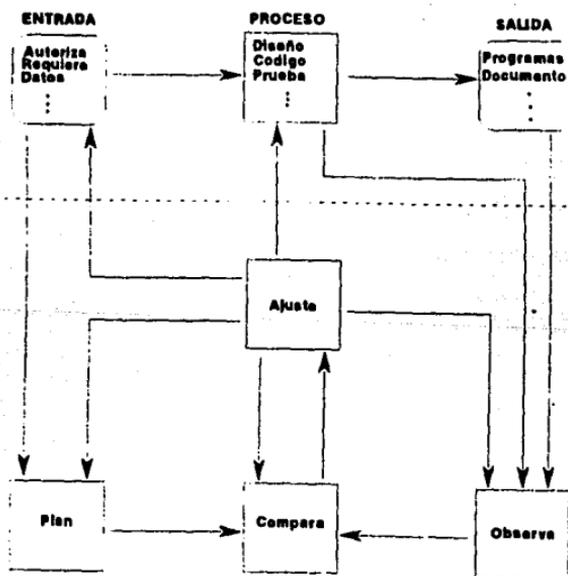
pueden ser efectuadas individualmente o en grupo, y reportadas en diferentes formas de registros.

- Comparar la ejecución actual con la planeada.

El método de comparación de la ejecución actual del plan depende de si se puede o no cuantificar la tarea.

Para cuantificar aspectos tales como tiempo consumido y recursos utilizados, la comparación es usualmente hecha por el cálculo de la varianza. Esto es la diferencia entre la ejecución planeada y la ejecución actual.

Tareas básicas del proyecto.



Tareas de planeación y control.

Ciertos aspectos de trabajo no pueden ser cuantificados, o al menos, no se tienen medios efectivos para hacerlo en el presente. Muchas características de calidad caen en esta categoría. Para aspectos de trabajo no cuantificables la ejecución actual debe ser registrada en base a dos alternativas: el producto es satisfactorio o no lo es.

- Ajustes requeridos.

Para determinar cuando un ajuste debe ser hecho y cuando no, la varianza del plan actual es comparada con los estándares predeterminados. Si la varianza es excesiva, entonces la respuesta es requerida.

2.2.7 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROYECTOS.

La descripción de un sistema de control para un proyecto de procesamiento de datos es complicada por tres factores:

- 1) La dificultad para distinguir entre el trabajo básico y el proceso de control. La existencia de actividades que pueden ser a la vez actividad de control y actividad tradicional en los proyectos y considerada como parte del trabajo.
- 2) El concepto de autocontrol. Implica que si el trabajador es responsable de controlar su propio trabajo, entonces cada tarea es una combinación de tarea básica y función de control.
- 3) Los diferentes niveles de control. La visión que tienen las personas del control es diferente dependiendo del nivel de jerarquía en el proyecto.

Las tareas básicas deben incluir:

- Especificaciones.

- Análisis.
- Diseño.
- Codificación.
- Pruebas.
- Revisión del trabajo.
- Conversión.
- Documentación.
- Entrenamiento, y
- Habilitación del centro.

Las tareas de planeación y control deben incluir:

- Estimaciones.
- Planes.
- Asignaciones.
- Rastros y reportes de progresos.
- Revisiones, y
- Revisiones de planes.

Debe señalarse, en especial, la importancia de los sistemas de planeación y control del proyecto. Estos sistemas son de gran utilidad, puesto que la mayoría de las veces los beneficios que se pudieran derivar de uno (o varios) proyectos son inciertos, y tal vez no materialicen nunca. Por ello, los sistemas de monitoreo y control deben poder detectar rápidamente los cambios significativos que ocurren respecto a lo previsto originalmente para tomar acciones correctivas, y si es necesario, abandonar el proyecto.

2.2.8 CARTERA DE PROPUESTAS DE PROYECTOS.

El concepto de cartera integral de propuestas es vital para el buen desempeño de una institución y de sus integrantes. Existe, por ejemplo, resistencia entre los investigadores a abandonar su proyecto, aún cuando la lógica indique que se están consumiendo mucho tiempo y recursos, que las probabilidades de éxito técnico y/o comercial disminuyen, que la rentabilidad no alcanza un nivel crítico aceptable o que las condiciones externas cambian lo suficiente como para disminuir su justificación. El fracaso de un proyecto tiende a asociarse con el fracaso personal, y conduce a arrastrar indefinidamente situaciones frustrantes, consumiendo recursos valiosos.

En cambio, en una institución sana, se maneja razonablemente una cartera de proyectos, tanto los que están en operación como los suspendidos, y aquellos a punto de iniciarse. La decisión de abandonar o no un proyecto se inscribe entonces en la continua reevaluación y priorización de la cartera, reasignándose los recursos humanos, financieros y materiales de la organización de acuerdo a sus estrategias y criterios.

2.2.9 Metodología de un Proyecto.

Fase 1.1 Identificación del problema. El propósito de esta fase es hacer una rápida evaluación de la factibilidad del proyecto; muy pocos recursos deberán ser desplegados en esta actividad.

Fase 1.2 Especificación de requerimientos. Se determina el alcance del sistema y se obtienen especificaciones detalladas y claras de las necesidades del usuario (resultado del análisis).

Fase 1.3 Definir la solución. El objetivo de esta fase es definir la arquitectura de un diseño funcional. Preferiblemente este deberá ser hecho por un equipo relativamente pequeño, por que esto simplifica la comunicación y promueve la comprensión.

Fase 2.1 Diseño del producto. En esta fase se diseñaran los trabajos que habrán de realizarse : diseño del sistema, diseño del plan de pruebas, diseño de la Conversión y plan de instalación. La mayor decisión en esta fase es optar por diseño a nivel de programa o de módulo.

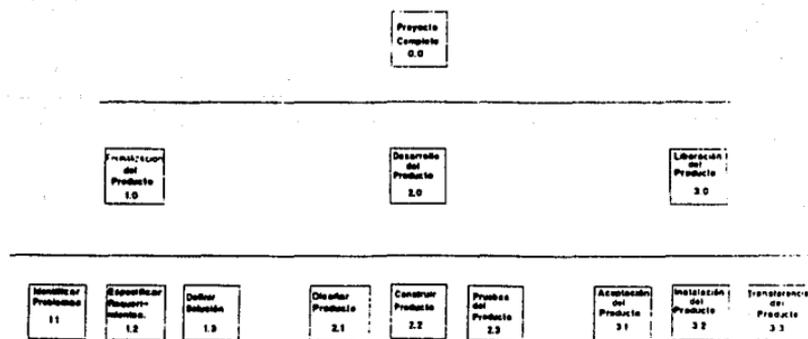
Fase 2.2 Construcción del producto. Producción de la Documentación de programas, ademas de incluirse también la Construcción del paquete de pruebas para el sistema.

Fase 2.3 Prueba del producto. Se realiza la prueba completa del sistema, incluyendo hardware, software y procedimientos. Esto es asegurarse de la calidad del producto y que este de acuerdo con los requerimientos.

Fase 3.1 Aceptación del producto. La Aceptación deberá ser ademas del usuario tradicional por auditoría, por seguridad, etc.

Fase 3.2 Instalación del producto. Se pone en operación al sistema, incluyendo el entrenamiento.

Fase 3.3 Transferencia del producto. Esta fase completa el proyecto por transferencia del sistema completo al "Grupo de Sistemas". Se incluye además una Revisión de la Metodología de trabajo empleada y la ejecución que desarrollo el equipo.



Las fases de un proyecto.

2.2.10 OBSERVACIONES FINALES SOBRE EL PROYECTO.

Formular un proyecto, entonces, significa definir con la mayor claridad y exactitud posible los siguientes puntos:

- 1) La justificación desde un punto de vista económico.
- 2) Los antecedentes existentes.
- 3) Los objetivos principales y secundarios, si es posible, expresados en términos de dimensiones tecnológicas
- 4) Los resultados esperados, y los criterios de éxito.
- 5) El plan de actividades, indicando la manera en que van a alcanzarse estos resultados, y los sistemas de evaluación y control de este plan.
- 6) Los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para ejecutar el proyecto.
- 7) Los arreglos institucionales necesarios, así como la definición de las variables exógenas al proyecto que pudieran afectar el logro de los objetivos. Además, deben describirse los documentos legales y contractuales que se requieren para la ejecución del proyecto y, muy importante, las condiciones y mecanismos de financiamiento del proyecto mismo.

3. ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE.

3. ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE.

3.1 PLANEACION DE UN PROYECTO DE SOFTWARE. 75

3.1.1 OBSERVACIONES SOBRE LA PLANEACION DE UN PROYECTO.

3.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.

3.1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.

3.1.4 RECURSOS.

3.1.5 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DE SOFTWARE.

3.1.6 EL PLAN DEL PROYECTO DE SOFTWARE.

3.1.7 CONSTRUCCION DEL PLAN DEL PROYECTO.

3.1.8 ESQUEMA DEL PLAN DEL PROYECTO.

3.1.9 DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE SOLUCION.

3.1.10 PLANEACION DE UNA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

3.1.11 ESTRUCTURA DEL GRUPO DE PROGRAMACION.

3.1.12 ADMINISTRACION POR OBJETIVOS.

3.1.13 OTRAS ACTIVIDADES DE LA PLANEACION.

3.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE SOFTWARE. 88

3.2.1 DEFINICION.

3.2.2 REQUERIMIENTOS PREVIOS.

3.2.2.1 GRUPO COORDINADOR.

3.2.2.2 GRUPO TECNICO.

3.2.3 ETAPAS DEL ESTUDIO.

3.2.3.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

3.2.3.2 DIAGNOSTICO Y DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS.

3.2.3.3 EVALUACION Y SELECCION DEL SISTEMA DE INFORMACION.

3.3 ESTIMACION DE COSTOS DEL SOFTWARE.

108

- 3.3.1 OBSERVACIONES SOBRE LA ESTIMACION DE COSTOS.
- 3.3.2 FACTORES EN EL COSTO DEL SOFTWARE.
- 3.3.3 MODELO DE ESTIMACION DE PUNTO DE FUNCION.
- 3.3.4 TECNICAS DE ESTIMACION DE COSTOS DEL SOFTWARE.
 - 3.3.4.1 ESTIMACION DEL TAMAÑO DEL SISTEMA.
 - 3.3.4.2 ESTIMACION POR UNIDADES DE COSTO.
 - 3.3.4.3 JUICIO EXPERTO.
 - 3.3.4.4 ESTIMACION DE COSTOS POR LA TECNICA DELFI.
 - 3.3.4.5 ESTRUCTURAS DE DIVISION DEL TRABAJO.
- 3.3.5 TECNICAS DE DESCOMPOSICION.
 - 3.3.5.1 ESTIMACION POR LINEAS DE CODIGO (LDC) Y PUNTOS DE FUNCION (PF).
 - 3.3.5.2 ESTIMACION DEL ESFUERZO.
- 3.3.6 MODELOS DE ESTIMACION EMPIRICA.
 - 3.3.6.1 ESTIMACION JERARQUICA.
- 3.3.7 EL MODELO COCOMO DE ESTIMACION DE COSTOS.
 - 3.3.7.1 COCOMO BASICO.
 - 3.3.7.2 COCOMO INTERMEDIO.
- 3.3.8 ESTIMACION DEL NIVEL DE CONTRATACION.
- 3.3.9 ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE SOFTWARE.
- 3.3.10 HERRAMIENTAS AUTOMATICAS DE ESTIMACION.

3.4 CONTROL DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

140

- 3.4.1 CALIDAD DEL SOFTWARE.

3.4.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL SOFTWARE.

3.4.1.2 GARANTIA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE.

3.4.1.3 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

3.4.2 ESTANDARES DE CALIDAD.

3.4.3 GRUPOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

3.4.3.1 ACTIVIDADES DEL GRUPO DE CONTROL DE CALIDAD.

3.4.4 PRUEBAS DEL CODIGO FUENTE.

3.4.5 OBSERVACIONES FINALES.

3.5 MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

150

3.5.1 OBSERVACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

3.5.2 MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO Y NO ESTRUCTURADO.

3.5.3 CATEGORIAS DEL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

3.5.4 FACTORES QUE AFECTAN A LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO.

3.5.5 MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO.

3.5.6 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DEL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

3.5.7 ADMINISTRACION DE LA CONFIGURACION.

3.5.8 METRICAS DEL CODIGO FUENTE.

3.5.9 OTRAS HERRAMIENTAS Y TECNICAS DE MANTENIMIENTO.

3.1 PLANEACION DE UN PROYECTO DE SOFTWARE

Introducción.

La falta de planeación es la causa principal de retrasos en la programación, incremento de costos, poca calidad, y altos costos de mantenimiento en el desarrollo de productos de programación. Para evitar estos problemas se requiere de una planeación cuidadosa, tanto en el proceso de desarrollo, como en la operación del producto. Uno de los principales propósitos de la planeación es aclarar los objetivos, necesidades y restricciones.

El objetivo de la planificación del proyecto de software es el de suministrar un área de trabajo que permita hacer razonables estimaciones de recursos, costos, y métodos. Estas estimaciones se hacen sin un marco de tiempo limitado al principio de un proyecto de software y deben ser actualizadas regularmente al progresar el proyecto.

3.1.1 OBSERVACIONES SOBRE LA PLANEACION DE UN PROYECTO.

La planificación del proyecto del software combina dos tareas: investigación y estimación. La investigación nos permite definir el alcance del elemento software de un sistema informático. Usando las especificaciones del sistema como guía, cada función principal del software puede ser descrita de un modo determinado.

La segunda faceta de la planificación del software es la estimación, y por tanto, una característica de la planificación del software es la incertidumbre. La estimación conlleva un riesgo inherente, teniendo la complejidad del proyecto un gran efecto en dicha incertidumbre. La complejidad, sin embargo, es una medida relativa que se ve afectada por la familiaridad con anteriores esfuerzos.

El riesgo se mide por el grado de incertidumbre en las estimaciones cuantitativas establecidas para los recursos, costos y métodos. Si el alcance del proyecto se vislumbra pobremente o los requerimientos del proyecto están sujetos a cambios, la incertidumbre y el riesgo llegan a ser peligrosamente altos. El planificador y, más importante, el cliente o usuario deben reconocer que cualquier cambio en los requerimientos del software, significa inestabilidad en el costo y en el método.

3.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.

Lo primero que hay que hacer en la planeación de un proyecto de programación es preparar en la terminología del cliente, un enunciado breve del problema que se solucionará y de las restricciones que existen en su resolución. El enunciado definitivo del problema debe de incluir una descripción de la situación actual y de las metas que debe de lograr el nuevo sistema. La definición del problema requiere de un entendimiento cabal del dominio del problema y del entorno de éste.

El objetivo de la planificación del proyecto de software es el de suministrar un área de trabajo que permita hacer razonables estimaciones de recursos, costos y métodos. Estas estimaciones se hacen en un marco de tiempo limitado al principio de un proyecto de software y deben ser actualizadas regularmente al progresar el proyecto.

3.1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.

El siguiente paso en la planeación de un proyecto de programación es determinar lo apropiado de una solución computacional. Además de ser eficaz en términos de costo, un sistema computacional debe aceptarse social y políticamente. Para ser eficiente en costo, un nuevo producto de programación debe proporcionar los

mismos servicios e información que el sistema antiguo, usando menos tiempo y personal, o proporcionar servicios e información que antes eran inaccesibles. Un sistema que desplace muchos trabajadores puede ser económica y técnicamente posible, pero inaceptable social o políticamente para el usuario.

La función y el rendimiento asignados al software deben ser valorados para establecer un alcance del proyecto que no sea ambiguo ni incompresible. La declaración del alcance del software debe estar delimitada. Por tanto, los datos cuantitativos estarán explícitamente establecidos; las restricciones y/o limitaciones han de ser señaladas; y los factores de mitigación han de ser descritos.

Si la *especificación del sistema* ha sido adecuadamente desarrollada, casi toda la información requerida para la descripción del alcance del software esta disponible y documentada antes de que inicie la planificación del proyecto de software. En casos en que la especificación no ha sido desarrollada, el planificador debe hacer el papel del analista de sistemas para determinar las características y restricciones que influirán en las tareas de estimación.

3.1.4 RECURSOS.

La siguiente tarea de la planificación del desarrollo de software (Ingeniería de Software) es la estimación de los recursos requeridos para acometer el esfuerzo de desarrollo de software: gente y herramientas (hardware y software).

Recursos Humanos. Entre los principales problemas planteados por la crisis del software, ninguno es mas importante que la relativa escasez de recursos humanos capaces para el desarrollo del software. La gente es el requerimiento primario del

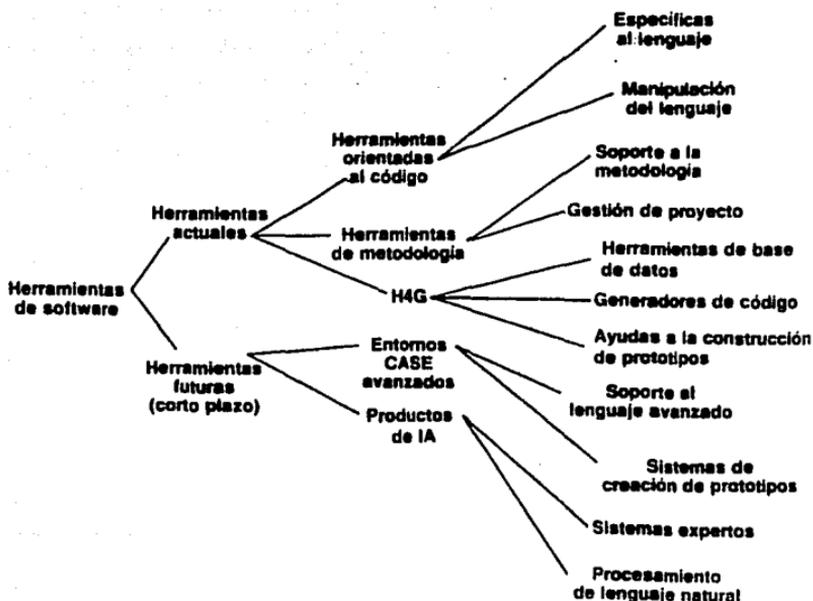
desarrollo del software. Se ha de especificar tanto la posición en la organización como la especialidad.



Recursos de Hardware. Deben considerarse tres categorías de hardware durante la planificación del proyecto de software: el sistema de desarrollo (computadora y periféricos asociados al desarrollo); la máquina objetivo (ejecuta software como parte del sistema); y otros elementos de hardware del nuevo sistema.

Recursos de Software. Al igual que con el hardware, se utiliza el software para ayudar al desarrollo del nuevo software. La figura 3.2 muestra una jerarquía de las herramientas de software.

Las herramientas orientadas al código a menudo son las únicas herramientas disponibles para el desarrollo del software, situación que no es la mejor.



Las herramientas de metodología dan soporte a la planificación del proyecto, al análisis de los requerimientos, al diseño, a las pruebas, a la gestión de configuraciones, al mantenimiento y a otras actividades.

Es importante considerar en este análisis la reusabilidad, o sea, la creación y reutilización de los bloques constitutivos del software.

Cuando el software reutilizable está especificado como un recurso, se debe considerar lo siguiente:

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

1. Si el software existente satisface los requerimientos, adquirirlo. El costo de la adquisición del software existente sera casi siempre menor que el costo de desarrollo equivalente.
2. Si el software existente requiere alguna modificación antes de que pueda ser propiamente integrado en el sistema, proceder con cuidado. El costo de modificar software existente puede a veces ser mayor que el costo de desarrollo de software equivalente.

3.1.5 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO DE SOFTWARE.

La planeación del proceso de desarrollo comprende varias consideraciones importantes. La primera es definir un modelo para el ciclo de vida del producto. Este ciclo incluye todas las actividades requeridas para definirlo, desarrollarlo, probarlo, entregarlo, operarlo y mantenerlo. Diferentes modelos de ciclo de vida hacen hincapié en distintos aspectos del ciclo, pero ninguno es apropiado para todos los productos. Es esencial definir un modelo de ciclo de vida para cada proyecto de programación, puesto que permite clasificar y controlar las diferentes actividades necesarias para el desarrollo y mantenimiento del producto. Un modelo de ciclo de vida entendido y aceptado por las partes interesadas en el proyecto mejora comunicación, permitiendo así una mejor administración, asignación de recursos, control de costos y calidad del producto. Algunos de los modelos de ciclo de vida que más comúnmente se manejan son los de: fases, costos, prototipos y versiones sucesivas.

El ciclo de desarrollo de un producto de programación debe ser combinación de los distintos modelos presentados. Las organizaciones y proyectos especiales pueden

adoptar alguno de estos modelos en particular; sin embargo, ciertos elementos de ellos se encuentran en todo proyecto de programación.

La adopción de un modelo para el desarrollo de un producto proporciona una terminología estándar para el proyecto y aumenta la claridad de los productos, lo cual redundará en calidad, productividad, mejor administración y, en general, mejor ambiente de desarrollo. Contar con un modelo, aunque sea inadecuado o simplista, es mejor que no tener ninguno.

La precisión en la planificación puede a veces ser más importante que la precisión en los cálculos de costos. Pero una falta de programación puede generar clientes insatisfechos y aumentar los costos internos por la existencia de problemas adicionales durante la integración del sistema.

3.1.6 EL PLAN DEL PROYECTO DE SOFTWARE.

Cada paso del proceso de la Ingeniería de Software debe producir algo a entregar que pueda ser revisado y que pueda servir de base para los pasos posteriores. El plan del proyecto de software se produce como culminación de la etapa de planificación. Proporciona una línea base de información de costos y de planificación que se utilizará a lo largo del ciclo de vida del software.

Un buen plan debe ser una guía que permita indicar las diferentes alternativas del proyecto.

- Consta de un escrito, cuyo propósito es establecer la viabilidad del esfuerzo de desarrollo del software.

- Describe específicamente que es el trabajo, como se emprenderá y los recursos necesarios para hacerlo.
- Debe ser legible y de fácil comprensión.
- Es modular y subdividido de una manera lógica, de forma que exista una secuencia razonable, pero de modo que cada sección conserve su identidad y pueda considerarse aisladamente.
- Es lo suficientemente breve para no aburrir a los lectores.
- Tiene un índice.

Los pasos posteriores del proceso se centran en la definición, el desarrollo y el mantenimiento.

3.1.7 CONSTRUCCION DEL PLAN DEL PROYECTO.

La definición del proyecto por lo regular habra sido precedida por cualquier número de actividades de planificación: estudios propios y esfuerzos inherentes a la proposición, etc. Así, la actividad de planificación puede ser considerada como un paso en el proceso evolutivo, y que no termina con la definición; sino que cambiara durante la vida entera del proyecto. Aún así, el plan diseñado debe ser tan completo y autónomo como se pueda en ese momento.

3.1.8 ESQUEMA DEL PLAN DEL PROYECTO.

Consta de varias secciones, pero debe de modificarse por todos los medios, a fin de ajustarlo a las necesidades propias de cada proyecto, y de las personas participantes en él.

- Panorama general.
- Plan de las fases.
- Plan de la organización.
- Plan de pruebas.
- Plan de control de cambios.
- Plan de documentación.
- Plan de adiestramiento.
- Plan de revisión de informes.
- Plan de instalación y operación.
- Plan de recursos y de disponibilidades.
- Índice.

3.1.9 DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE SOLUCION.

A menudo, una composición de las ideas de distintos puntos de vista es la mejor estrategia de solución y esta aparece sólo después de enumerar todas las soluciones obvias. La generación de ideas se da mejor con grupos de personas con experiencia en técnicas de tormentas de ideas.

La factibilidad de cada estrategia de solución propuesta se puede establecer por el análisis de las restricciones de la solución (de tiempo disponible, recursos y tecnología de esa estrategia), siempre y cuando las metas y requisitos del proyecto se puedan satisfacer.

Las técnicas para determinar la factibilidad de una estrategia de solución comprenden el estudio de casos, análisis del peor caso, simulación y construcción de prototipos. Cuando se recomienda una estrategia de solución, es muy importante documentar las razones por las que se rechazan otras estrategias. Esta da justificación a la estrategia recomendada, y puede prevenir revisiones equivocadas en fechas posteriores.

Una estrategia de solución debe incluir una lista con prioridades de las características del producto; existen varias razones para establecer dichas prioridades. Las prioridades de las característica del producto son útiles para indicar la manera en que las capacidades se pueden ir desarrollando en fases dentro de la evolución del sistema. Las prioridades del producto son útiles en la planeación de las versiones sucesivas que se construirán.

3.1.10 PLANEACION DE UNA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

Durante el tiempo de vida de un producto, se deben realizar varias actividades que comprenden planeación, desarrollo, servicios, relaciones, control de calidad, apoyo y mantenimiento. Los métodos para organizar estas tareas pueden ser los formatos de proyecto, el funcional y el matricial.

Estructura del proyecto. El uso de este formato implica la integración de un equipo de programadores que llevan a cabo el proyecto de principio a fin y que realizan la definición, diseño, instrumentación, prueba y revisiones del producto, así como el desarrollo de los documentos de apoyo.

Las técnicas para determinar la factibilidad de una estrategia de solución comprenden el estudio de casos, análisis del peor caso, simulación y construcción de prototipos. Cuando se recomienda una estrategia de solución, es muy importante documentar las razones por las que se rechazan otras estrategias. Esta documentación a la estrategia recomendada, y puede prevenir revisiones equivocadas en fechas posteriores.

Una estrategia de solución debe incluir una lista con prioridades de las características del producto; existen varias razones para establecer dichas prioridades. Las prioridades de las características del producto son útiles para indicar la manera en que las capacidades se pueden ir desarrollando en fases dentro de la evolución del sistema. Las prioridades del producto son útiles en la planeación de las versiones sucesivas que se construirán.

3.1.10 PLANEACION DE UNA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

Durante el tiempo de vida de un producto, se deben realizar varias actividades que comprenden planeación, desarrollo, servicios, relaciones, control de calidad, apoyo y mantenimiento. Los métodos para organizar estas tareas pueden ser los formatos de proyecto, el funcional y el matricial.

Estructura del proyecto. El uso de este formato implica la integración de un equipo de programadores que llevan a cabo el proyecto de principio a fin y que realizan la definición, diseño, instrumentación, prueba y revisiones del producto, así como el desarrollo de los documentos de apoyo.

Formato funcional. En este esquema un equipo distinto de programadores realiza cada fase del proyecto, y los productos, pasan de un equipo a otro conforme van evolucionando requiriéndose una mayor comunicación entre los equipos, pero permitiendo que el personal se especialice en ciertas áreas y que la documentación sea más clara a causa de las necesidades de comunicación.

Formato matricial. Cada función de las descritas tiene su propia administración y un equipo de gente dedicada exclusivamente a dicha función. Cada proyecto de desarrollo tiene un administrador, que organizacionalmente es miembro de la planeación o del desarrollo, y que genera y revisa los documentos y puede participar en el diseño, instrumentación y pruebas del producto. cada grupo funcional participa en cada proyecto.

Cabe añadir que en una organización bien administrada, la carga de trabajo es balanceada de tal manera, que los individuos que regresan a sus funciones se asignan a otros proyectos, o pueden permanecer en su unidad funcional en entrenamiento o en la adquisición de nuevas habilidades.

3.1.11 ESTRUCTURA DEL GRUPO DE PROGRAMACION.

Todo equipo de programación debe de tener una estructura interna, la óptima estructura para un proyecto depende de su naturaleza y la del producto. Las estructuras básicas son: el grupo democrático; el grupo con jefe de programadores; y, por último, el grupo jerárquico.

Grupos democráticos. Las metas y decisiones se definen por consenso, el liderazgo rota de un miembro a otro dependiendo de las tareas que se realicen y de las

capacidades particulares de cada miembro. Los productos se discuten abiertamente y son examinados con libertad por todos los miembros.

Grupos con jefe de programación. El jefe diseña el producto, instrumenta partes críticas de él, y toma las decisiones técnicas importantes; también asigna el trabajo de los programadores y estos escriben el código, lo depuran, documentan y prueban.

Grupos bajo jerarquía administrativa. Esta estructura ocupa un punto intermedio entre los grupos democrático y de jefe. En un grupo jerárquico, el líder de proyecto asigna tareas, asiste a revisiones y recorridos, detecta áreas de problemas, balancea las cargas de trabajo y participa en actividades técnicas.

3.1.12 ADMINISTRACION POR OBJETIVOS.

La administración por objetivos es una técnica en donde los empleados establecen sus propias metas con la ayuda del supervisor, y participan en el establecimiento de los objetivos del supervisor; así pueden evaluarse los logros concretos y explícitos. Esta técnica es adecuada para el esquema de logros y productos intermedios y para ingenieros de programación hábiles y con motivación propia.

3.1.13 OTRAS ACTIVIDADES EN LA PLANEACION.

Otras actividades de planeación son la preparación de estimados preliminares de costos para el desarrollo del producto; el establecimiento de una programación del proyecto; del personal requerido; de estimados preliminares de recursos de cómputo y del personal necesario para operar y mantener al sistema; la administración de la configuración y el control de calidad; la validación y verificación y las herramientas y técnicas de cada fase.

Planeación para la administración de la configuración y el control de calidad. La administración de la configuración se refiere al control de cambios en los productos finales, registro y control de su situación, y mantenimiento de la biblioteca de programas, que es el depósito central de la información del proyecto. El control de calidad desarrolla los estándares del proyecto, y realiza las pruebas de aceptación, a veces con participación del usuario.

Planeación para verificación y validación externas. En los proyectos de programación críticos se puede requerir que una organización externa lleve a cabo la verificación y validación de los productos. La verificación asegura que los productos estén completos y sean consistentes con otros y con las necesidades del cliente. La validación se relaciona con probar la calidad del software en su medio de operación, y suele consistir en la planeación y realización de casos de prueba.

Planeación de la herramienta y técnicas específicas de cada fase. Para el desarrollo de la especificación de requisitos, el diseño estructural y detallado, el código fuente, se pueden emplear herramientas automatizadas, notaciones especializadas y técnicas modernas. Además, en las pruebas de módulos, sistema y de aceptación también pueden ocuparse herramientas automatizadas. Para controlar el desarrollo se utilizan herramientas de administración como el método PERT, gráficas de Gantt, estructuras de división del trabajo, gráficas de personal, etc. El empleo de estas herramientas, técnicas y notaciones necesita tiempo para su uso y para el entrenamiento requerido. Esto debe ser anticipado durante la fase de planeación.

3.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE SOFTWARE.

Introducción.

Procurando un mejor uso de los equipos de cómputo y los sistemas que lo conforman es conveniente definir las estructuras y los procedimientos de análisis para alcanzar con mayor eficacia y eficiencia los objetivos y metas encomendadas que permitan a los profesionales de los diversos sectores económicos y financieros una determinación correcta de sus requerimientos en materia de procesamiento de datos, identificación de la problemática existente, las diversas alternativas de solución y las consecuencias de cada una de ellas, de tal forma que, se pueda decidir si se realiza o no un proyecto en cualquiera de sus etapas.

En la actualidad estas funciones de análisis están debidamente identificadas por la gran mayoría de los usuarios de los servicios de cómputo, sin embargo, sus procedimientos y metodologías empleadas no siempre son las más adecuadas ya que carecen de una estrategia específica de acción, lo cual induce a problemas posteriores para la puesta en marcha de los sistemas en cuestión, así también, es importante aclarar y señalar que no existe un estudio de viabilidad idéntico a otro por lo que cada usuario o analista debe ampliar u omitir algunos conceptos de acuerdo a sus necesidades y metas propuestas.

3.2.1 DEFINICION.

Estudio de viabilidad o factibilidad es un conjunto de investigaciones encausadas al establecimiento de parámetros que sirven como base para la toma de decisiones respecto a la posibilidad y conveniencia de utilizar los sistemas propuestos, o bien, modificar en forma total o parcial los que están en uso, así también, los procedimientos actuales de procesamiento, distribución, captación y uso de la

información para la solución de los problemas planteados, esto es, la integración al proceso de planeación, control, desarrollo y aplicación de los sistemas de información.

3.2.2 REQUERIMIENTOS PREVIOS.

Para la realización de este tipo de estudios es conveniente la integración de equipos de trabajo, la definición de grados de responsabilidad y de ejecución de las diversas etapas del proyecto.

Se diferencian dos importantes grupos, el primero de ellos, debe actuar como coordinador del estudio y el otro como ejecutor del mismo, las funciones y características de los grupos deben ser completamente específicas de acuerdo a las estructuras y objetivos de la organización de la cual se trate.

3.2.2.1 GRUPO COORDINADOR.

Este primer grupo debe estar constituido por algunos ejecutivos de alto nivel y de los responsables de las áreas involucradas, ya que son éstos los encargados de establecer las directrices que habrán de considerarse durante la realización del proyecto. Es recomendable que este grupo se organice en un "COMITE COORDINADOR PARA LA TOMA DE DECISIONES" el cual sea presidido por un ejecutivo de alta jerarquía e integrado por los responsables de las Areas Usuarias y de Sistemas. Las funciones del Comité Coordinador pueden enunciarse de la siguiente manera:

- Definir los objetivos específicos y el alcance del estudio, así como de ponerlos a consideración de los directivos correspondientes.

- Formular la integración del Grupo Técnico que desarrollará el estudio.

- Proporcionar al Grupo Técnico los elementos de apoyo para la correcta realización de sus actividades.

- Servir como enlace y mediador entre las áreas involucradas en la realización del estudio y el Grupo Técnico que lo elabora.

- Dirigir y controlar el desarrollo del estudio.

- Evaluar los resultados parciales para definir si se prosigue o reorienta la tendencia del estudio.

- Analizar los resultados finales del estudio para la toma de decisiones que satisfagan los objetivos y metas planteadas.

3.2.2.2 GRUPO TECNICO.

Grupo técnico o ejecutor, se encarga de las funciones necesarias para la realización del estudio, el cual debe estar constituido preferentemente por especialistas de diversas áreas:

- Analistas de sistemas de Información.
- Técnicos en desarrollo e implantación de sistemas.
- Analistas de sistemas administrativos.
- Soporte técnico.
- Planeación y control de producción de los sistemas.
- Usuarios.

Es recomendable que el responsable de este grupo técnico sea un elemento del área de Informática o de Sistemas Administrativos, además de que forme parte del Comité Coordinador para la toma de decisiones. Las principales funciones de este grupo son las siguientes:

- Elaborar los programas de trabajo para el desarrollo del estudio.
- Determinar las estrategias de acción.
- Llevar a consideración del Comité Coordinador los programas de trabajo, así como, las estrategias de acción.
- Desarrollar las actividades de las diferentes etapas del estudio.
- Documentar las actividades del proyecto.
- Sintetizar e integrar las etapas del estudio incluyendo las posibles alternativas de solución con sus correspondientes características, incluyendo ventajas y desventajas.
- Presentar las alternativas al Comité Coordinador para su análisis y selección.
- Implantar la alternativa solución aprobada por el Comité Coordinador.

3.2.3 ETAPAS DEL ESTUDIO.

Para la realización del estudio de viabilidad es conveniente realizar una serie de actividades en forma ordenada y congruente que permitan precisar los resultados del programa de trabajo, las cuales son:

- Análisis de la situación actual.
- Diagnóstico y determinación de requerimientos.
- Evaluación y selección del sistema de información.

3.2.3.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

Para iniciar esta etapa es conveniente que sea desarrollado un estudio formal en todos los aspectos del área, empresa o institución, de tal manera que se pueda establecer una panorámica amplia de los procedimientos empleados y las carencias o requerimientos actuales, de lo general a lo particular en forma analítica.

- ANALISIS GLOBAL.

- Identificar las funciones y objetivos.
- Ubicarse en el esquema de la estructura orgánica.
- Conocer los alcances y limitaciones implícitos.
- Conciliar con las políticas y procesos administrativos.
- Identificar los recursos humanos, materiales y financieros.
- Comprender y analizar los sistemas de trabajo así como de la organización actual.
- Ubicar las fronteras y traslapes entre las diferentes áreas funcionales.

- DETERMINAR CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION.

- Identificar las áreas involucradas.

i) Areas generadoras de información.

ii) Areas de Usuarios.

A éstas se les debe tomar en cuenta ya que son las que generan la necesidad (origen del proyecto) y las que recibirán el beneficio del mismo.

iii) Areas de procesamiento de datos.

iv) Areas administradoras de la información.

-Conocer la diversidad de información que se maneja en cada una de las áreas, las interrelaciones que existen entre ellas y los flujos de información actuales.

Para organizar la información anterior es necesario emplear herramientas como: matrices de clasificación, referencias cruzadas, esquemas de relación y manuales que correspondan.

- SITUACION ACTUAL DEL AREA DE SISTEMAS.

Es conveniente obtener una imagen exacta de los recursos y requerimientos del área de sistemas ya que su relación e influencia en las demás áreas de la empresa es muy importante, para lograr el diagnóstico adecuado se requiere del análisis de algunos aspectos:

a) Ambiente de trabajo. Este ejerce fuerte influencia en el desempeño de las funciones de los integrantes del área, lo que se refleja en forma positiva o negativa en la productividad y estado de ánimo del personal.

b) Recursos humanos. Será conveniente identificarlos inicialmente por sus niveles de acción (Directivos, Administrativos y Operativos) y por el tipo de funciones (Técnicos o Administrativos), para el caso del personal técnico es necesario clasificarlo por categorías dentro de su especialidad o área.

Para una mejor evaluación del área de informática es conveniente observar las políticas y métodos de contratación, evaluación, capacitación,

actualización, promoción, sustitución, rotación, deserción y motivación, así como, la forma de distribuir el trabajo.

c) Organización.

-Ubicación funcional en la estructura total de la empresa

-Objetivos y funciones establecidas en los reglamentos internos de trabajo

-Estructura administrativa: Planeación, Organización, Programación y Control.

d) Recursos informáticos. Para realizar éste diagnóstico es conveniente que el grupo técnico analice plenamente los siguientes conceptos:

- Configuración del Equipo.

- Sistemas.

- Soporte Técnico.

- Equipos de apoyo.

- Insumos.

e) Servicios externos. En ocasiones resulta más conveniente contratar los servicios de asesoría o consultoría, maquila informática, renta de equipos, servicios de mantenimiento, etc., de forma externa para abatir los costos o simplemente para evitar distraer la atención del personal en otras tareas.

f) Erogaciones. Estas representan los costos directos del área de informática, por ejemplo: las percepciones del personal, renta de los equipos e inmuebles, alquiler de sistemas, alquiler de paqueterías, mantenimiento de equipos y de sistemas, materiales de consumo, consumo de energía eléctrica, y otros.

Además existen también costos indirectos que representan un fuerte compromiso, como son: los servicios externos de consultoría, asesorías, servicios de análisis, programación, procesos de información, captura de datos, capacitación.

g) Evaluación de los servicios de informática. El análisis de este punto debe ser contemplado en forma cuantitativa y cualitativa las características del software y hardware instalado o a instalar.

h) Estadísticas de funcionamiento del equipo.

- Índices de falla de los equipos.
- Causas y tipos de las principales fallas y las más frecuentes.
- Grado y causas de destrucción total o parcial de los archivos.

i) Operación del Sistema de Cómputo.

- Control de recepción y entrega de trabajos.
- Reporte y documentación de fallas e interrupciones.
- Planeación y programación de tiempos de máquina para producción y nuevas aplicaciones.

j) Normas para el desarrollo de sistemas. Debido al constante crecimiento de las necesidades en los sistemas de cómputo es necesario involucrarse en la investigación y aplicación de metodologías que integran la infraestructura técnica que optimice el funcionamiento de los sistemas. Para lo anterior es conveniente poner atención en los siguientes aspectos:

- Metodologías de análisis, diseño, programación y documentación de los sistemas.
- Técnicas y procedimientos para el uso, actualización y optimización del sistema operativo, utilerías, paqueterías y sistemas en general.
- Diseño de paquetes, rutinas específicas y librerías en procesos de uso común y frecuente.
- Sistemas de seguridad y control de los equipos, instalaciones y datos.
- Guías para catalogar programas y uso de los mismos.

- DOCUMENTACION DE LA SITUACION ACTUAL.

Para facilitar el análisis de la problemática del diagnóstico actual es necesario integrar y organizar la información obtenida mediante la documentación siguiente:

- a) Organigramas.
- b) Diagramas de flujo de la información.
- c) Tablas comparativas y de decisiones.
- d) Gráficas de avance.
- e) Documentación integral de las etapas anteriores.

- ANALISIS DE LA INFORMACION.

Durante ésta etapa se debe realizar un estudio detallado de los conceptos investigados, identificando las necesidades y problemas existentes para planear las diversas alternativas de solución que serán presentadas al Comité de Coordinación para su conocimiento y análisis.

Se recomienda emplear formatos para describir los problemas identificados, sus características y posibles causas, además de contemplar cuidadosamente los siguientes conceptos para tomar medidas correctivas:

- a) Duplicidad de información.
- b) Mala difusión de la información.
- c) Deficiencias en la determinación de necesidades en la generación de la información y su captación.
- d) Deficiencias en el proceso de información por carencia de los sistemas o equipos requeridos y por mal uso de los mismos.
- e) Inadecuada presentación de la información y los resultados.

Un punto de gran importancia es el de los costos con que opera el sistema actual, lo que sirve de parámetro para poder determinar la conveniencia del sistema propuesto.

3.2.3.2 DIAGNOSTICO Y DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS.

Con base en la identificación de las necesidades detectadas en el estudio de la situación actual, se habrán de plantear las alternativas de solución con sus respectivos requerimientos para su desarrollo, instalación y operación.

Para definir apropiadamente las alternativas de solución es importante determina las necesidades de cómputo con base en sus costos, para esto es necesario cuantificar los

elementos del Hardware, Software y sus complementarios. Lo cual implica tener una panorámica global de las aplicaciones respaldadas con la siguiente documentación:

- a) Planes y objetivos. Aquí se definen los resultados a obtener en el proyecto.

- b) Flujograma. En el cual se describe la secuencia de la información desde su origen hasta su destino final, debe contener una breve descripción de los bloques principales y los recursos involucrados.

- c) Entradas al sistema. Deben considerarse los diversos medios de captación de información (captura en línea, diskettes, etc.), así como el volumen y su periodicidad.

- d) Salidas del sistema. La periodicidad, el volumen y los diferentes medios de emisión son conceptos necesarios para la cuantificación de recursos, en este caso se deben contemplar otras actividades adicionales como las de desencarbonar, encuadernar.

- e) Características generales de los programas de aplicación.

- f) Requerimientos de almacenamiento. Es necesario determinar las dimensiones de los archivos para los diferentes dispositivos (discos-cintas), así como otras características de vigencia de los mismos.

g) Plan de acción. Determinar la programación de las actividades necesarias para la realización del proyecto. Se incluye la etapa de análisis, diseño, programación, pruebas e implantación.

h) Recursos humanos. El análisis de este concepto es muy importante para determinar cuantitativamente el personal que será necesario en cada una de las etapas del proyecto (análisis, desarrollo, instalación y operación), así como su nivel de preparación y los recursos de equipo y mobiliario que implique la operación de la aplicación.

- ANALISIS DE REQUERIMIENTOS.

En esta fase se deberán determinar las características necesarias, en cantidad y calidad de los equipos (HARDWARE), los sistemas (SOFTWARE), los recursos humanos, servicios internos y externos, materiales, accesorios y tiempos estimados para el desarrollo, implantación y operación del sistema.

Resulta necesario considerar algunos conceptos para el desarrollo de este análisis de requerimientos:

a) Analizar el desarrollo de las aplicaciones actualmente instaladas y la planeación de los tiempos estimados para probar las nuevas aplicaciones, así también, calcular los promedios de memoria requeridos y su distribución para multiproceso y/o multiprogramación.

b) Con base en el volumen de información a procesar se debe determinar el número y tipo de unidades necesarias para la entrada y salida de datos.

- c) Determinar las características y número de unidades magnéticas (cintas-discos) con base en las necesidades propias de las aplicaciones.
- d) Definir la cantidad de unidades, características y distribución de las áreas en disco.
- e) Determinar y definir el tipo y cantidad de unidades especiales de acuerdo al volumen y tipo de información y la frecuencia de uso.
- f) Establecer la cantidad y tipo de equipo de captura de datos en función al volumen y la frecuencia de captación de la información, la habilidad y productividad de los capturistas y sus jornadas de trabajo.
- g) Considerar el número y tipo de terminales de acuerdo a las necesidades de los usuarios, el tipo de aplicación, su ubicación geográfica y los volúmenes de entrada y salida de información.
- h) Determinar el Sistema Operativo requerido con base en los requerimientos de las aplicaciones proyectadas, las características y configuraciones de los equipos, así como la disponibilidad en el mercado.
- i) Definir las necesidades referentes a programas de servicio (utilerías) de acuerdo a los requerimientos de las aplicaciones, grado de eficiencia, facilidad de uso, medios de seguridad, nivel de confianza.

j) Seleccionar los lenguajes necesarios con base en las funciones y características específicas de las aplicaciones, nivel de análisis y revisión, compatibilidad con otros sistemas y equipos, así como la facilidad de programación.

k) Determinar las necesidades de paquetería especial, de acuerdo a las características de las aplicaciones, procesos, archivos y equipos.

l) Calcular los volúmenes de información de entradas y salidas, almacenamiento en los diversos dispositivos, periodicidad y vida útil de la información para estimar los consumos y las existencias de discos, cintas magnéticas, formas continuas, formatos y papelería en general.

m) En caso de ser sistemas de teleproceso es necesario determinar el número y tipo de modems, los canales de transmisión, las características de las líneas de comunicación, los modos de transmisión, el tipo y número de controladores.

n) Definir los Recursos Humanos que se requieren para el desarrollo, la implantación y la operación de las aplicaciones.

o) Conocer las características de las instalaciones del centro de procesamiento de datos.

p) Proponer programa de actividades para la implantación de las aplicaciones, integrando los resultados de los conceptos anteriores,

documentándolos, elaborando calendarios y los tiempos de uso de máquina para determinar si son eficientes los recursos actuales, o bien si será conveniente la contratación de servicios externos.

El análisis de los conceptos anteriores facilitará la selección de la alternativa solución más conveniente.

- ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

Habiendo conocido las necesidades y requerimientos en cuanto a equipo de cómputo se deberán considerar las alternativas siguientes:

- a) Utilizar los recursos y equipos de cómputo actuales.
- b) Incrementar en lo necesario los equipos propios de cómputo para satisfacer los requerimientos de la aplicación.
- c) Sustituir el equipo de cómputo o sistema actual por aquel que reúna las características necesarias para cubrir las necesidades del proyecto.
- d) Controlar los servicios de cómputo adicionales para satisfacer las necesidades.

Con base en las alternativas anteriores es conveniente determinar:

- Las necesidades de incremento y capacitación del personal.
- El incremento de recursos materiales y presupuestales.
- La repercusión en los recursos financieros.

- Requerimientos para nuevas instalaciones.
- Nuevos sistemas de trabajo.

Una vez elaborados los documentos que describen las alternativas, deben ser puestos en consideración al Comité Coordinador quien estudiará las diferentes opciones para tomar la decisión conveniente.

3.2.3.3 EVALUACION Y SELECCION DEL SISTEMA DE INFORMACION.

Cuando las diferentes alternativas de solución son analizadas por el Comité Coordinador es conveniente que se realice el análisis de las características específicas del sistema de cómputo, para lo cual es necesario:

- a) Realizar un estudio de mercado y/o convocar a concurso, a los diversos proveedores existentes.
- b) Analizar las propuestas de los proveedores en cuanto a la configuración, operación, soporte, renta, compra, entrega.
- c) Seleccionar la propuesta que cumpla con la mayor proximidad a las condiciones requeridas.

Es indispensable que las alternativas solución presentadas cubran los aspectos establecidos, con el objeto de hacer más fluido el análisis, para lo cual conviene estudiar los siguientes puntos:

- HARDWARE.

El análisis de la configuración, características y componentes del equipo debe hacerse en función de los requerimientos de las aplicaciones y los proyectos.

- a) Unidad Central de Procesamiento.
- b) Unidades de Entrada.
- c) Unidades de Salida.
- d) Unidades de Captura de Datos.
- e) Unidades de Almacenamiento.

- SOFTWARE.

Los sistemas propuestos deben ser afines al equipo físico (Hardware) en el cual habrán de operarse con el fin de obtener mayor eficiencia y rendimiento del sistema en su conjunto, así también los sistemas que se implanten o desarrollen, de tal forma que satisfagan las necesidades y requerimientos de las aplicaciones de los usuarios.

- a) Sistemas Operativos.
- b) Lenguajes de programación.
- c) Utilerías del S.O.
- d) Utilerías de Servicio.
- e) Paquetería.

- PRESUPUESTO.

La integración de todos los elementos puestos a consideración en los anteriores temas reflejado en el aspecto económico permite visualizar la situación real y con ello garantizar firmemente la toma de decisiones efectuada, considerando para esto, los recursos y los gastos que implica la implantación del sistema en su totalidad sin dejar de considerar los programas y calendarios para ejercer el gasto.

Es evidente que en la gran mayoría de las empresas los recursos económicos son un parámetro fundamental para la toma de decisiones y que resultan limitados para satisfacer las necesidades por completo, ocasionando que los gastos insuficientes o limitados den origen a nuevas demandas económicas posteriores, por lo cual, es necesario hacer una evaluación en forma total de las implicaciones en costos reales.

Los principales conceptos a observar en términos económicos son los siguientes:

a) Recursos humanos.

- Personal técnico.
- Personal administrativo.
- Personal de supervisión.
- Personal de apoyo.
- Personal directivo.

b) Recursos materiales.

- Sistema de cómputo.
- Accesorios del sistema de cómputo.
- Local y accesorios del centro de cómputo (SIDE).
- Mobiliario.
- Equipo y material de oficina.
- Equipos de ambiente y emergencia.
- Bienes de consumo.

c) Gastos diversos.

- Energía eléctrica.

- Instalación.
- Transportación del equipo.
- Impuestos.
- Asesoría.
- Consultoría.
- Capacitación.
- Material didáctico.

- DESARROLLO DEL PRESUPUESTO.

El presupuesto con sus características debe desarrollarse con las siguientes etapas:

- a) Integrar la información relativa a los recursos materiales.
- b) Determinar los recursos humanos necesarios.
- c) Establecer los servicios requeridos.
- d) Efectuar la cotización de los recursos y servicios.
- e) Definir los gastos directos implícitos.
- f) Elaborar el presupuesto con base en la información anterior.
- g) Analizar y revisar el presupuesto formulado.
- h) Documentar el análisis del presupuesto.

- SELECCION DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.

Es importante que habiendo sido identificadas las características e implicaciones de las alternativas propuestas, se interrelacionen los resultados obtenidos para seleccionar la que cumpla completamente con los requisitos y posibilidades que tiene la empresa.

El empleo de tablas comparativas como apoyo de evaluación se deberá considerar para justificar la selección con base en los criterios de eliminación definidos por los comités establecidos.

El proceso de evaluación de las alternativas propuestas consiste en establecer la conveniencia que una alternativa tiene con respecto a las otras.

Es importante resaltar que el objeto del proceso de evaluación no consiste en establecer si una alternativa es conveniente o no, desde el punto de vista económico, sino que refleje un nivel de superioridad en relación a todos los criterios empleados sobre las demás.

Conviene señalar que el procedimiento de evaluación incluye siempre criterios subjetivos, y que los modelos matemáticos pueden presentar frecuentemente un panorama falso carente de objetividad en los resultados logrados. La interrelación de las variables de valuación resulta un conjunto complejo para su análisis, pero no deben evaluarse en forma aislada en ningún caso y necesariamente se debe evitar en incurrir en trampas o desviaciones que polaricen los resultados con cierta tendencia, con el fin de ser imparcial en la toma de decisiones de la alternativa más recomendable.

3.3 ESTIMACION DE COSTOS DEL SOFTWARE.

Introducción.

La planificación del proyecto de software combina dos tareas: investigación y estimación. La investigación permite definir el alcance del elemento software de un sistema informático. Usando la especificación del sistema como guía cada función principal del software puede ser descrita de un modo determinado. La segunda faceta de la planificación del software es la estimación, y por tanto, una característica de la planificación es la incertidumbre.

La estimación de costos de un producto de programación es una de las más difíciles y erráticas tareas de la Ingeniería de Software; es difícil hacer estimaciones exactas durante la fase de planeación debido a la gran cantidad de factores desconocidos en ese momento. Sin embargo, la práctica normal en los contratos implica un firme compromiso monetario como parte del estudio de factibilidad.

Algunas organizaciones utilizan una serie de estimadores de costos; se prepara un estudio preliminar durante la fase de planeación y se presenta en la revisión de la factibilidad del proyecto. La estimación mejorada se muestra en las revisiones de los requisitos de programación y la estimación final se presenta durante la revisión preliminar del diseño.

En ocasiones los clientes financian las fases de análisis y de diseño preliminar en contratos separados para poder alcanzar estimaciones exactas en cuanto a costo y tiempo de entrega. Los contratos para análisis y diseño preliminar a veces se otorgan a diversas empresas de programación por parte del cliente, quien escoge después la

organización que más se ajuste con base en un concurso del análisis y diseño preliminar para que desarrolle el producto.

3.3.1 OBSERVACIONES SOBRE LA ESTIMACION DE COSTOS.

La mayor parte de los costos de un proyecto grande de software son sólo aquellos relativos al pago de la gente que escribe el software. Hay, desde luego, otros costos, como los del hardware, viajes, capacitación, etc., pero éstos son más fáciles de calcular. No se basan en imponderables como la productividad del programador y la estimación del tamaño del programa fuente.

El tamaño del sistema se calcula por medio de un estudio del sistema preliminar para establecer las partes que componen el sistema. Se hace una estimación del tamaño de cada unidad. Después se suman las estimaciones para obtener el tamaño calculado del sistema total.

A medida que crece el tamaño, la interdependencia entre los distintos elementos del software crece rápidamente. La descomposición del problema, se hace más difícil dado que los elementos descompuestos pueden seguir siendo todavía enormes.

Este método se base en la suposición de que se puede predecir la productividad del programador para una parte dada del sistema. También supone que el diseño preliminar no está simplificado en demasía y que refleja con exactitud el sistema que se va a producir.

El grado de estructuración del proyecto también tiene efecto en el riesgo de la estimación. En este contexto la estructuración se refiere a la facilidad con la que las funciones pueden ser compartidas y la naturaleza jerárquica de la información que debe ser procesada.

El riesgo se mide por el grado de incertidumbre en las estimaciones cuantitativas establecidas para los recursos, costos y métodos. Si el alcance del proyecto se vislumbra pobremente o los requerimientos del proyecto están sujetos a cambio, la incertidumbre y el riesgo llegan a ser peligrosamente altos. El planificador y, más importante, el cliente deben reconocer que cualquier cambio en los requerimientos del software, significa inestabilidad en el costo y en el método.

Lo anterior, aunado a la naturaleza competitiva de este negocio, es un factor que contribuye a los retrasos de entrega y sobregiro en presupuesto tan comunes en los proyectos de programación.

3.3.2 FACTORES EN EL COSTO DEL SOFTWARE.

Existen muchos factores que influyen en el costo de un producto de software. El efecto de estos factores es difícil de estimar y, por ende también lo es el costo del esfuerzo en el desarrollo o en el mantenimiento.

La productividad del programador, la experiencia del programador, la novedad y la complejidad de la aplicación y las restricciones de la aplicación también se deben tener en cuenta. Idealmente, se deben considerar estos factores para cada unidad individual, en vez de hacerlo para el sistema como un todo.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COSTO DEL SOFTWARE.

- Capacidad del programador.
 - Complejidad del producto.
 - Tamaño del programa.
 - Tiempo disponible.
 - Confiabilidad requerida.
 - Nivel tecnológico.
-

Capacidad del programador. La productividad y la calidad son funciones directas de la capacidad y esfuerzo individuales. Existen dos aspectos en la capacidad: la competencia global del individuo y su familiaridad con el área particular de aplicación. La falta de familiaridad con el área de aplicación puede implicar baja productividad y poca calidad.

Complejidad del producto. Existen tres categorías para los productos de programación: programas de aplicación; programas de apoyo; y programas de sistema. Los programas de aplicación por lo común se desarrollan bajo el ambiente proporcionado por un compilador. Los programas de apoyo se escriben con el fin de permitir al usuario ambientes de programación. Los programas de sistema interactúan directamente con el equipo.

El investigador Brooks establece que los programas de apoyo son tres veces más difíciles de construir que los de aplicación, y que los de sistema son, a su vez, tres veces más difíciles que los de apoyo.

Barry W. Boehm utiliza tres niveles de complejidad de un producto y proporciona ecuaciones para predecir el esfuerzo total en meses de programador requerido en su desarrollo, (PM), considerando como variable independiente al número de millares de instrucciones de código fuente entregadas con el producto, KLDC; de tal forma, los costos de programación de un producto pueden obtenerse con la multiplicación del esfuerzo requerido en términos de meses de programador por el costo unitario del mes de programador. Dichas ecuaciones fueron obtenidas a través del análisis de datos históricos para un gran número de proyectos reales; estos proyectos fueron lo suficientemente grandes para que las diferencias individuales en la productividad de programación se compensaran (ver COCOMO).

Los tres niveles de complejidad se denominan: orgánica, semiseparada (o semi-independiente) e incrustada (o incorporada); éstos niveles coinciden un poco con la clasificación de aplicaciones, apoyo y sistema, mencionada antes.

Tamaño del producto. Un proyecto grande de programación es obviamente más caro en su desarrollo que uno pequeño, y la tasa de crecimiento en cuanto al esfuerzo requerido aumenta con el número de instrucciones de código fuente que tengan un exponente un poco mayor a 1. Otros investigadores han elaborado estimadores de esfuerzo y calendarios de desarrollo conseguidos a través del trabajo de Boehm.

ESTIMADORES DE ESFUERZO Y CALENDARIO DE TRABAJO.

Ecuación para el esfuerzo	Ecuación para el calendario
MM = 5.2 (KLDC) ** 0.61	TDEV = 2.47 (MM) ** 0.35
MM = 4.9 (KLDC) ** 0.98	TDEV = 3.04 (MM) ** 0.36
MM = 1.5 (KLDC) ** 1.02	TDEV = 4.38 (MM) ** 0.25
MM = 2.4 (KLDC) ** 1.05	TDEV = 2.50 (MM) ** 0.38
MM = 3.0 (KLDC) ** 1.12	TDEV = 2.50 (MM) ** 0.35
MM = 3.6 (KLDC) ** 1.20	TDEV = 2.50 (MM) ** 0.32
MM = 1.0 (KLDC) ** 1.40	--
MM = 0.7 (KLDC) ** 1.50	--
MM = 28 (KLDC) ** 1.83	--

Notese que los estimadores de tiempo de desarrollo están más de acuerdo entre sí, que los estimadores del esfuerzo; son sólo tan buenos como la capacidad del usuario para estimar el número de instrucciones finales del código fuente.

Tiempo disponible. El esfuerzo total del proyecto se relaciona con el calendario de trabajo asignado para la terminación del proyecto, con lo que los proyectos de programación requieren más esfuerzo si el tiempo de desarrollo se reduce o incrementa más de su valor óptimo.

Según el investigador Putnam, el esfuerzo de un proyecto es inversamente proporcional al tiempo de desarrollo elevado a la cuarta potencia:

$$E = K/(TDEV^{**4}) \quad (1)$$

Esta ecuación sugiere una penalización muy alta por la comprensión del tiempo de desarrollo y un premio extremo por su expansión. Llevándola al absurdo, la fórmula predice un esfuerzo nulo para un tiempo infinito de desarrollo.

Nivel de confiabilidad requerido. La confiabilidad de un producto de programación puede definirse como la probabilidad de que un programa desempeñe una función requerida bajo ciertas condiciones especificadas y durante cierto tiempo. La confiabilidad puede expresarse en términos de exactitud, firmeza, cobertura y consistencia del código fuente.

El nivel de confiabilidad deseado debe establecerse durante la fase de planeación al considerar el costo de las fallas del programa; en algunos caso, la fallas pueden causar al usuario pequeñas inconveniencias, mientras que en otros tipos de productos puede generarse gran pérdida de recursos.

FACTORES MULTIPLICADORES DE ESFUERZO PARA AJUSTES DE CONFIABILIDAD

Categoría	Consecuencia de la falla	Factor
Muy baja	Alguna molestia menor	0.75
Baja	Las pérdidas son fáciles de recuperar	0.88
Nominal	Dificultad relativa en la recuperación	1.00
Alta	Gran pérdida financiera	1.15
Muy alta	Riesgo de una vida	1.40

Nivel tecnológico. El nivel de tecnología empleado en un proyecto de programación se refleja en el lenguaje utilizado, el equipo y los programas de apoyo, las prácticas y las herramientas de programación utilizadas. Se sabe que el número de líneas de código fuente escritas por día es, por completo, independiente del lenguaje ocupado, y que las proposiciones escritas en un lenguaje de alto nivel suelen generar varias instrucciones a nivel de máquina.

Los lenguajes modernos de programación brindan características adicionales para mejorar la productividad y la confiabilidad del producto de programación; entre estas características se encuentran la verificación de tipos de datos, la abstracción de datos, la compilación separada, el manejo de excepciones y de interrupciones, así como los mecanismos de concurrencia.

La abstracción en cuestión se refiere al conjunto de facilidades del equipo y de los paquetes del sistema utilizados durante el proceso de desarrollo. La facilidad de acceso a dicha abstracción influye en la productividad del programador y, por lo tanto, en el costo del proyecto.

Las prácticas modernas de programación comprenden el uso del análisis y diseño sistemático, recorridos e inspecciones, de la programación estructurada, de pruebas sistemáticas y del desarrollo de una biblioteca de programas básicos. Las herramientas de programación van desde las herramientas más elementales como ensambladores y depuradores, hasta compiladores y ligadores, incluyendo editores interactivos de texto y sistemas de base de datos, así como también lenguajes procesadores de diseño, analizadores de requisitos de programación, ambientes totales de desarrollo que incluyen herramientas de manejo de configuraciones y verificación automática.

Existen una serie de factores multiplicadores obtenidos empíricamente tanto para prácticas modernas de programación, que van desde 1.24 (en caso de que no se usen) hasta 0.82 (cuando se emplean), como para herramientas de programación

que van desde 1.24 (para herramientas básicas) hasta 0.83 (para herramientas avanzadas).

El uso de prácticas modernas y herramientas de desarrollo, puede reducir el esfuerzo de diseño hasta 0.45 $((0.82/1.24)*(0.83/1.24))$ del esfuerzo requerido ocupando herramientas y técnicas primitivas.

3.3.3 MODELO DE ESTIMACION DEL PUNTO DE FUNCION.

Los puntos de función (PF) se obtienen utilizando una relación empírica basada en medidas contables del dominio de información del software y valoraciones subjetivas de la complejidad del software.

Los puntos de función son calculados considerando cinco características del dominio de la información :

- Numero de entradas de usuario.
- Número de salidas de usuario.
- Número de peticiones del usuario.
- Número de archivos.
- Número de interfaces internas.

3.3.4 TECNICAS DE ESTIMACION DE COSTOS DEL SOFTWARE.

Dentro de la mayor parte de las organizaciones, la estimación de costos de la programación se basa en las experiencias pasadas. Los datos históricos se usan para identificar los factores de costo y determinar la importancia relativa de los diversos factores dentro de la organización. Lo anterior, por supuesto, significa que los datos

de costos y productividad de los proyectos actuales deben ser centralizados y almacenados para un empleo posterior.

La estimación del costo y del esfuerzo del software nunca sera una ciencia exacta. demasiadas variables pueden afectar al costo final del software y al esfuerzo aplicado para desarrollarlo.

Sin embargo, la estimación del proyecto de software puede transformarse de un oscuro arte en una serie de pasos sistemáticos que proporcionen estimaciones con un grado de riesgo aceptable.

Para realizar estimaciones seguras de costo y esfuerzo surge un número de opciones posibles:

- 1.Retrasar la estimación más adelante en el proyecto.
- 2.Utilizar "Técnicas de descomposición".
- 3.Desarrollar un modelo empírico para el costo y el esfuerzo del software.
- 4.Adquirir una o más herramientas automáticas de estimación.

Desafortunadamente, la primera opción, aunque atractiva, no es práctica: las estimaciones del costo deben ser proporcionadas "de antemano". Sin embargo, se debe reconocer que cuanto más tiempo pase, más cosas se saben, y por lo tanto, la probabilidad de cometer serios errores en la estimación sera menor.

Boehm proporciona un estudio de varias técnicas de estimación de costos del software, identificando siete técnicas distintas:

- Modelado algorítmico;

- Juicio experto;
- Estimación por analogía;
- Ley de Parkinson (un proyecto costará lo que haya que gastar en él);
- Asignación de precios para ganar;
- Estimación ascendente; y
- Estimación descendente.

Cada técnica tiene ventajas e inconvenientes, pero el punto importante de Boehm es que ninguna técnica resulta adecuada por sí sola.

Boehm afirma que, para proyectos grandes, se deben usar en paralelo varias técnicas de estimación de costos. Si éstas predicen costos muy distintos, significa que no se dispone de suficiente información sobre ellos.

3.3.4.1 ESTIMACION DEL TAMAÑO DEL SISTEMA.

La técnica más utilizada para calcular los costos del software es estimar el tamaño del sistema de programación que se va a entregar y de ahí calcular el número de programadores-mes requeridos para construir el sistema, por medio de datos históricos de productividad, o bien, con base en la experiencia de proyectos similares. El costo del sistema total se basa en esa cifra más los gastos varios. Si el software se desarrolla para una agencia externa, se añade un cantidad de utilidades a esta estimación.

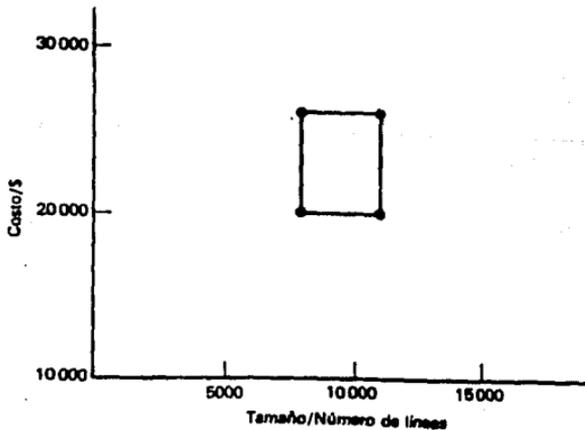
3.3.4.2 ESTIMACION POR UNIDADES DE COSTO.

En vez de estimar los costos usando datos históricos de productividad expresados en producción de código por programadores-mes, el investigador Jones afirma que las

unidades basadas en costo por miles de líneas de código son más útiles y versátiles. Las unidades de costo se calculan tomando el costo total de un proyecto y dividiéndolo por el tamaño del programa entregado.

Una ventaja de utilizar unidades de costo es que todos los gastos asociados con un proyecto se pueden expresar de la misma manera. Esto contrasta con las estimaciones basadas en las medidas de productividad, que deben calcular los costos de producción, y después añadir los gastos. Cuando se usan unidades de costo, todos los gastos extra se pueden incluir bajo el mismo encabezado.

Para la estimación de costos, Jones plantea la noción de un rectángulo de probabilidad. Esta técnica aún se basa en una estimación del tamaño del programa, pero en vez de hacer una estimación específica, se hacen las estimaciones de los casos mejor y peor.



Es también importante estimar los costos con más detalle y hacer estimaciones para cada fase del proyecto. Las cifras citadas por los investigadores Boehm y Wolverton revelan que los principales costos de desarrollo del software se producen en el análisis de requisitos y en el diseño y pruebas del software.

Para estimar los costos en cada fase, se pueden usar esas cifras para calcular la proporción de costos originada en cada etapa del desarrollo del sistema. Si se muestrean los costos conforme avanza el proyecto, se pueden mejorar las estimaciones globales mediante la comparación de los costos reales y los costos estimados de las etapas iniciales del proyecto. La estimación global se actualiza de acuerdo con la bondad de ajuste entre los costos estimados y los costos reales.

3.3.4.3 JUICIO EXPERTO.

La técnica más utilizada para la estimación de costos es el uso del juicio experto, que además es una técnica de tipo jerárquica hacia abajo. El juicio experto se basa en la experiencia, en el conocimiento anterior y en el sentido comercial de uno o más individuos dentro de la organización.

La mayor ventaja del juicio experto, que es la experiencia, puede llegar a ser su debilidad; el experto puede confiarse de que el proyecto sea similar al anterior; pero bien puede suceder que haya olvidado algunos factores que ocasionan que el sistema nuevo sea significativamente diferente; o, quizás, el experto que realiza la estimación no tenga experiencia en ese tipo de proyecto.

Para compensar tales factores, los grupos de expertos algunas veces tratan de llegar a un consenso en el estimado; pero la mayor desventaja de esta estimación en grupo,

es el efecto que la dinámica interpersonal del grupo pueda tener en cada uno de los individuos.

3.3.4.4 ESTIMACION DEL COSTO POR LA TECNICA DELFI.

La técnica DELFI se desarrollo con el fin de obtener el consenso de un grupo de expertos sin contar los efectos negativos de las reuniones de grupos. La técnica puede adaptarse a la estimación de costos de la siguiente manera:

- 1.- Un coordinador proporciona a cada experto la documentación con la definición del sistema y un papel que escriba su estimado.
- 2.- Cada experto estudia la definición y determina su estimación en forma anónima; los expertos pueden consultar al coordinador, pero no entre ellos.
- 3.- El coordinador prepara y distribuye un resumen de las estimaciones efectuadas, incluyendo cualquier razonamiento extraño efectuado por alguno de los expertos.
- 4.- Los expertos realizan una segunda ronda de estimaciones utilizando los resultados de la primera estimación.
- 5.- El proceso se repite tantas veces como se juzgue necesario, impidiendo una discusión grupal durante el proceso.

Es posible que después de varias rondas de estimaciones no se llegue a un consenso; en ese caso, el coordinador deberá analizar los aspectos relacionados con cada

experto para determinar las causas de tales diferencias. Puede ser que el coordinador tenga que recabar información adicional y presentársela a los expertos con el fin de resolver las diferencias en los puntos de vista.

3.3.4.5 ESTRUCTURAS DE DIVISION DEL TRABAJO.

La estructura de división del trabajo o WBS, es un método del tipo jerárquico hacia arriba. Es un organigrama jerárquico donde se establecen las diferentes partes de un sistema. Un organigrama WBS refleja una jerarquía de productos o bien de procesos.

La jerarquía de productos identifica los componentes del producto e indica la manera como los componentes están interconectados. Un organigrama WBS de procesos identifica las actividades de trabajo y sus interrelaciones. Utilizando la técnica WBS, los costos se estiman mediante la asignación del costo de cada componente individual en el organigrama y luego la suma de todos.

Algunos planificadores ocupan tanto el WBS de productos como el de procesos para realizar estimaciones de costos. Las ventajas primordiales de esta técnica son la identificación y contabilización de los diversos procesos y factores de productos de un sistema, así como la aclaración con exactitud de que costos se incluyen en la estimación.

El juicio experto, el consenso de un grupo y las estructuras de división de trabajo son las técnicas más ampliamente utilizadas para la estimación de costos; muchas organizaciones emplean los tres enfoques y repiten las estimaciones hasta que las diferencias se resuelven.

3.3.5 TECNICAS DE DESCOMPOSICION.

La estimación del proyecto de software es una forma de resolución de problemas y, en la mayoría de los casos, el problema a resolver es demasiado complejo para considerarlo como de una sola pieza. por esta razón, el problema es descompuesto, re-caracterizandolo como un conjunto de pequeños problemas (esperando que sean más manejables).

3.3.5.1 ESTIMACION POR LINEAS DE CODIGO (LDC) Y PUNTOS DE FUNCION (PF).

Las técnicas de estimación LDC y PF difieren en el nivel de detalle requerido para la descomposición. Cuando se utiliza LDC como una variable de estimación, la función de descomposición considera mayores niveles de detalle. Dado que los datos requeridos para estimar los puntos de función son macroscópicos, el nivel de descomposición es considerablemente menor.

3.3.5.2 ESTIMACION DEL ESFUERZO.

La estimación del esfuerzo es la técnica más común para calcular el costo de un proyecto de ingeniería de software. Se aplica un número de personas-día, mes, o año a la solución de cada tarea del proyecto. Se asocia un costo monetario a cada unidad de esfuerzo y se obtiene el costo estimado.

El planificador estima el esfuerzo de acometer cada tarea de ingeniería del software de cada función del software. Estos datos constituyen la matriz central de la tabla.

Se aplican los coeficientes de trabajo a cada una de las tareas de la ingeniería de software. Es muy probable que el coeficiente de trabajo varíe para cada tarea. El personal senior esta fuertemente involucrado en el análisis de los requerimientos y en las primeras etapas del diseño; el personal junior esta involucrado en posteriores etapas de diseño, en la implantación y en las pruebas iniciales.

Como último paso se calculan los costos y el esfuerzo para cada función y cada tarea.

	Tareas				Totales
Funciones					
	Estimaciones en personas-mes				
Total					
Coef. (\$)					
Costo (\$)					

Cabe ahora hacerse la siguiente pregunta: ¿que ocurre cuando existe una divergencia muy acentuada entre las estimaciones? la respuesta requiere una reevaluación de la información utilizada para hacer las estimaciones. Muchas estimaciones divergentes pueden a menudo ser debidas a una de dos causas:

- 1.El alcance del proyecto no es entendido adecuadamente o ha sido malinterpretado por el planificador.

2. Los datos de productividad utilizados en la estimación LDC o PF son inapropiados para la aplicación, obsoletos, o han sido mal aplicados.

El planificador debe determinar la causa de la divergencia y reconciliar las estimaciones.

3.3.6 MODELOS DE ESTIMACION EMPIRICA.

Un *modelo de estimación* para el software de computadora utiliza formulas derivadas empíricamente para predecir los datos que son una parte requerida del paso de la planificación del proyecto de software. Los datos empíricos que soportan la mayoría de los modelos se obtienen de una muestra limitada de proyectos. Por esta razón no es apropiado un modelo de estimación para todos los tipos de software y todos los entornos de desarrollo. Más aún, los resultados obtenidos con dichos modelos, deben utilizarse de forma juiciosa.

Los *modelo de recursos* consisten en una o más ecuaciones obtenidas empíricamente que predicen el esfuerzo, la duración del proyecto u otros datos pertinentes del mismo. Algunos autores describen cuatro casos de modelos de recursos: (1) modelos simple-variable estáticos (p.e. el modelo básico COCOMO); (2) modelos multivariables estáticos; (3) modelos multivariables dinámicos (p.e. el modelo Putnam); y modelos teóricos.

3.3.6.1 ESTIMACION JERARQUICA.

La estimación de costos puede llevarse a cabo en forma jerárquica hacia abajo o en forma jerárquica hacia arriba (bottom-up). La estimación jerárquica hacia abajo se enfoca primero a los costos del nivel del sistema, así como a los costos de manejo de

la configuración, del control de calidad, de la integración del sistema, del entrenamiento y de las publicaciones de documentación. Los costos del personal relacionado se estiman mediante el examen del costo de proyectos anteriores que resulten similares.

En la estimación jerárquica hacia arriba, primero se estima el costo del desarrollo de cada módulo o subsistema; tales costos se integran para obtener un costo total. Esta técnica tiene la ventaja de enfocarse directamente a los costos del sistema, pero se corre el riesgo de despreciar diversos factores técnicos relacionados con algunos módulos que se desarrollarán. La técnica subraya los costos asociados con el desarrollo independiente de cada módulo o componente individual del sistema, aunque puede fallar al no considerar los costos del manejo de la configuración o del control de calidad. En la práctica, ambas técnicas deben desarrollarse y compararse para que iterativamente se eliminen las diferencias obtenidas.

3.3.7 EL MODELO COCOMO DE ESTIMACION DE COSTOS.

El enfoque más científico para estimar los costos del software y asignarle tiempos, y, en potencia, la técnica más precisa consiste en usar el modelo algorítmico de costos. Tal modelo se puede construir por medio del análisis de los costos de proyectos terminados y establecer una fórmula matemática que relacione los costos con el tamaño del proyecto, el número de programadores, etc., pero considerando que los parámetros asociados con cada modelo dependen de la organización. Dadas las distintas técnicas de medición para cantidades como líneas de código, no es posible establecer un modelo de costos único que se pueda aplicar a una gran variedad de organizaciones y proyectos.

El modelo de costos mejor documentado y cuyos parámetros se pueden adecuar a los modos particulares de trabajo es el COCOMO, descrito por Barry W. Boehm.

El nombre COCOMO proviene de *CO*nstructive *CO*st *MO*del (modelo constructivo de costo), y la jerarquía de modelos presentada por Boehm toma la siguiente forma:

1. El COCOMO básico es un modelo estático simplemente evaluado que calcula el esfuerzo y costo del desarrollo de software como función del tamaño de programa expresado en líneas de código (LDC) estimadas,
2. El COCOMO intermedio calcula el esfuerzo del desarrollo de software como función del tamaño del programa y un conjunto de parámetros de costo que incluyen una evaluación subjetiva del producto, del hardware, del personal, y de los atributos del proyecto.
3. El modelo avanzado COCOMO incorpora todas las características de la versión intermedia con una evaluación del impacto de la ingeniería de software.

Los modelos COCOMO están definidos para tres tipos de proyectos de software: (1) *modo orgánico*, para proyectos de software relativamente pequeños y sencillos; (2) *modo semi-acoplado*, para proyectos de software intermedios (en tamaño y complejidad); y (3) *modo empotrado*, proyectos que deben ser desarrollados dentro de un conjunto estricto de hardware, de software, y de restricciones operativas.

3.3.7.1 MODELO COCOMO BASICO.

El modelo COCOMO básico está orientado a la estimación del orden de magnitud de los costos del software. Sólo utiliza el tamaño estimado del proyecto y el tipo de software que se está desarrollando.

1. **Proyectos en modo orgánico.** Estos son proyectos en donde trabajan grupos relativamente pequeños desarrollando aplicaciones con las que están familiarizados. En pocas palabras, la ineficiencia por comunicación es baja, los miembros del grupo conocen lo que hacen y pueden comprender con rapidez el trabajo.
2. **Proyectos en modo semi-independiente.** Este modo de proyecto representa una etapa intermedia de los proyectos en modo orgánico y los proyectos en modo incorporado descritos a continuación. En los proyectos en modo semi-independiente, el grupo se puede componer de personal experimentado e inexperto. Los miembros del grupo pueden ser por completo ajenos a algunos (pero no a todos) aspectos del sistema que se desarrolla.
3. **Proyectos en modo incorporado.** La característica principal de los proyectos en modo incorporado es que deben operar dentro de limitaciones estrictas. El sistema de software es parte de un complejo muy acoplado de hardware, software, regulaciones y procedimientos operacionales. Por tanto, las modificaciones a los requisitos para evitar los problemas de software suelen ser imprácticas y los costos de comprobación del software son altos. Dada la naturaleza diversa de los proyectos en modo incorporado, no es usual que los

miembros del grupo del proyecto tengan mucha experiencia en la aplicación particular que se está desarrollando.

Las fórmulas para calcular el esfuerzo y tiempo requeridos para el desarrollo del software toman la forma siguiente:

$$PM = a_b (KLDC) \exp (b_b) \quad (2)$$

$$TDEV = c_b (E) \exp (d_b) \quad (3)$$

donde PM es el esfuerzo aplicado en personas-mes;

TDEV es el tiempo de desarrollo en meses cronológicos; y

KLDC es el número estimado de líneas de código distribuidas (en miles) para el proyecto.

Los coeficientes a_b y c_b y los exponentes b_b y d_b se dan en la tabla siguiente.

Proyecto de Software	a_b	b_b	c_b	d_b
Orgánico	2.4	1.05	2.5	0.38
Semi-acoplado	3.0	1.12	2.5	0.35
Empotrado	3.6	1.20	2.5	0.32

y como consecuencia de desglosar las ecuaciones anteriores, se llega a tener las siguientes expresiones para el esfuerzo y el tiempo de desarrollo de los diferentes modos del proyecto:

$$\text{Modo orgánico:} \quad PM = 2.4 (KLDC)^{**1.05} \quad (4)$$

$$\text{Modo semi-independiente:} \quad PM = 3.0 (KLDC)^{**1.12} \quad (5)$$

$$\text{Modo incorporado:} \quad PM = 3.6 (KLDC)^{**1.20} \quad (6)$$

$$\text{Modo orgánico} \quad TDEV = 2.5(PM)^{**0.38} \quad (7)$$

$$\text{Modo semi-independiente} \quad TDEV = 2.5(PM)^{**0.35} \quad (8)$$

$$\text{Modo incorporado} \quad TDEV = 2.5(PM)^{**0.32} \quad (9)$$

Las cantidades implicadas en estas ecuaciones son:

PM = número de personas-mes requeridas.

KLDC = número de miles de instrucciones fuente entregadas.

y por lo tanto, la cantidad de personal necesario para terminar el proyecto en la escala de tiempo sera:

$$N = PM/TDEV \quad (10)$$

En el modelo COCOMO de Boehm, una persona-mes se define como 152 horas de tiempo de trabajo.

Se debe considerar el hecho de que la definición de una instrucción fuente entregada excluye generalmente al software de apoyo, aún cuando el esfuerzo para desarrollarlo puede ser significativo.

El modelo básico de COCOMO supone que los requisitos del software no se modificarán de manera significativa después del desarrollo de éste., y que el proyecto será bien administrado por el cliente y por quien desarrolla el software. También proporciona ecuaciones para estimar la programación en tiempo de desarrollo de un proyecto. La programación del tiempo de desarrollo es el período necesario para terminar el proyecto, el supuesto de que se disponga de personal suficiente.

En resumen, el modelo COCOMO básico está orientado a dar una estimación del orden de magnitud del esfuerzo requerido para terminar un proyecto de software, haciendo algunas suposiciones subyacentes:

- El modelo tiene una estimación de la productividad implícita, incorporada que presumiblemente se obtuvo de datos de proyectos existentes.
- El tiempo necesario para completar el proyecto es una función del esfuerzo total requerido por el proyecto y no una función del número de ingenieros de software que trabajan en él.
- El modelo no es especialmente útil para estimar los tiempos cuando los recursos de personal son limitados y los tiempos programados de entrega son flexibles.

3.3.7.2 MODELO COCOMO INTERMEDIO.

El modelo COCOMO intermedio para la estimación del software toma los cálculos del esfuerzo y el tiempo programado del COCOMO básico como punto de partida. Después aplica una serie de multiplicadores a las cifras del COCOMO básico, que tiene en cuenta factores como la confiabilidad requerida del producto, el tamaño de la base de datos, las restricciones de ejecución y almacenamiento, los atributos del personal y el uso de instrumentos de software. En total, se consideran 15 factores, divididos en cuatro clases:

Factores multiplicadores de esfuerzo en COCOMO

Factor multiplicador	Intervalo de los valores
Atributos del producto	
Confiabilidad requerida	0.75 a 1.40
Tamaño de la base de datos	0.94 a 1.16
Complejidad del producto	0.70 a 1.65
Características de la máquina	
Limitantes en el tiempo de ejecución	1.00 a 1.66
Limitaciones en memoria principal	1.00 a 1.56
Volatilidad de la virtualidad de la máquina	0.87 a 1.30
Tiempo de entrega de programas	0.87 a 1.15
Características del personal	
Capacidad de los analistas	1.46 a 0.71
Capacidad de los programadores	1.42 a 0.70
Experiencia en programas de aplicación	1.29 a 0.82
Experiencia en máquinas virtuales	1.21 a 0.90
Experiencia en lenguajes de programación	1.14 a 0.95
Características del proyecto	
Uso de técnicas modernas de programación	1.24 a 0.82
Uso de herramientas de programación	1.24 a 0.83
Tiempo requerido para el desarrollo	1.23 a 1.10

Con el fin de modificar una serie de suposiciones importantes que las ecuaciones del COCOMO incorporan, se utilizan los multiplicadores de esfuerzo. Los estimadores de esfuerzo excluyen los costos de planeación, análisis, instalación y entrenamiento, así como los costos de secretarías, personal de limpieza y operadores del equipo de cómputo. Los estimadores de LDC comprenden las proposiciones de control de trabajo y código fuente, pero excluye los comentarios y las rutinas de apoyo no modificadas. Se considera a cada línea o imagen de tarjeta como un LDC; igualmente se consideran 15 horas de programador por cada mes de programador.

Los datos pueden recolectarse y analizarse, identificarse nuevos factores y los factores multiplicadores de esfuerzo pueden ajustarse tanto como sea necesario para calibrar el COCOMO dentro de un ambiente específico. Tal vez la mayor desventaja del mismo es que el uso de factores de ajuste parte de la suposición de que son independientes entre sí; en realidad, la modificación de un factor suele implicar la variación de otros; en algunas ocasiones no queda claro cómo influyen las modificaciones de un factor en otros.

Dadas las consideraciones anteriores, el modelo COCOMO intermedio toma la forma siguiente:

$$PM = a_j (KLDC) \exp (b_j) \times FAE \quad (11)$$

donde E es el esfuerzo aplicado en personas-mes:

KLDC es el número estimado de líneas de código;

el coeficiente a_j y el exponente b_j se dan en la tabla siguiente; y

FAE es un factor de ajuste de esfuerzo.

Proyecto de Software	a_j	b_j
Orgánico	3.2	1.05
Semi-acoplado	3.0	1.12
Empotrado	2.8	1.20

Los modelos COCOMO se basan en variables muy difíciles de estimar (tamaño del producto) y usan atributos cuya valoración es inevitablemente subjetiva y aproximada. Sin embargo, el uso consistente de éste modelo, o de cualquier otro, para la estimación de costos dentro de una organización es probable que conduzca a una mejor estimación de costos del software.

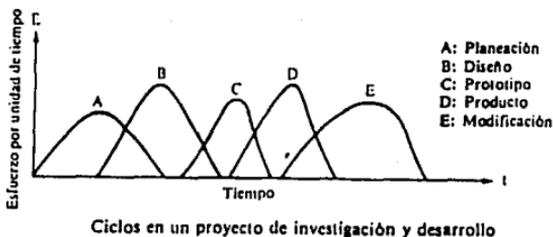
COCOMO representa el más extenso modelo empírico para la estimación del software publicado hasta la fecha; sin embargo, deben tenerse en cuenta los propios comentarios de Boehm:

"Hoy en día, un modelo de estimación del costo del software está bien hecho si puede estimar los costos del desarrollo del software dentro del 20% de los costos reales, del 70% del tiempo, y en su propio campo (o sea, dentro de la clase de proyectos para los cuales ha sido calibrado)... Esto no es tan preciso como quisiéramos, pero es lo suficientemente preciso para proporcionar una buena ayuda en el análisis económico de la ingeniería de software y en la toma de decisiones."

Cabe aclarar que el propósito de este trabajo no es de realizar un estudio exhaustivo del COCOMO; más bien, se desean señalar los factores que influyen en el costo del desarrollo de un producto de programación y la manera como se contabilizan éstos mediante el COCOMO.

3.3.8 ESTIMACION DEL NIVEL DE CONTRATACION.

La cantidad de personal requerido a través de un proyecto de desarrollo no es constante; por lo regular, la planeación y el análisis lo efectúa un grupo pequeño de individuos; el diseño arquitectónico, un grupo mayor, aunque todavía pequeño, y el diseño detallado lo realiza un grupo grande de personas. La fase inicial de mantenimiento puede requerir un número considerable de personas, pero este número deberá disminuir en poco tiempo. Si no existen mejoras o adaptaciones importantes, el número de personas para el mantenimiento permanecera pequeño. En 1958, el investigador Norden informo que los proyectos de investigación y desarrollo siguen un ciclo de planeación, diseño, prototipo, desarrollo y uso con el nivel de personal correspondiente al presentado en la fig. 3.5



3.3.9 ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE SOFTWARE.

El mantenimiento de software suele necesitar de 40% a 60% y en algunos casos hasta 90% del esfuerzo total durante el ciclo de vida del proyecto; estas actividades comprenden agregar mejoras al producto, adaptar el producto para nuevos ambientes de proceso y corregir los problemas de los programas.

Una regla útil muy usada para la distribución del esfuerzo de las actividades de mantenimiento es asignar 60% del tiempo a mejoras, 20% a adaptación y 20% a la depuración o corrección de problemas.

La mayor preocupación con respecto al mantenimiento durante la fase de planeación de un proyecto de programación es estimar el número de programadores de mantenimiento que se requerirán, así como las facilidades necesarias para que se lleve a cabo.

Un estimado muy usado en la determinación del número de personal es el total de líneas de código que puede mantener cada programador en forma individual.

Un estimado del número de personal de tiempo completo requerido en el mantenimiento de un proyecto de programación (FSPm) puede obtenerse con la división del número estimado de líneas de código que se mantendrán entre el total de líneas de código que puede mantener un programador.

$$FSPm = \frac{TKLDC}{(LKLDC/FSP)} \quad (12)$$

donde:

TKLDC = total de líneas de código fuente a mantener;

LKLDC = total de líneas de código que puede mantener un programador.

Boehm sugiere que el esfuerzo de mantenimiento puede estimarse mediante el empleo de un cociente de actividad, que se calcula como el número de instrucciones de código fuente que serán agregadas o modificadas durante un período, divididas entre el número total de instrucciones:

$$ACT = (LDC_{\text{agregadas}} + LDC_{\text{modificadas}}) / LDC_{\text{totales}} \quad (13)$$

Una vez obtenido este cociente se multiplica por el número de meses de programador empleados durante el período específico de desarrollo, con el fin de determinar el número de meses programador, MM, requeridos para el período de mantenimiento:

$$PMm = ACT * MM \quad (14)$$

Se logra una modificación posterior con el uso de un factor de ajuste del esfuerzo, EAF, en donde se considera que los factores multiplicadores de esfuerzo pueden diferir, durante el mantenimiento, de los utilizados para el desarrollo:

$$PMm = ACT * EAF * MM \quad (15)$$

Por ejemplo, una gran atención en la confiabilidad y en el empleo de técnicas modernas de programación utilizadas en la fase de desarrollo puede reducir la

cantidad de esfuerzo requerido para el mantenimiento; mientras que poca consideración en esos aspectos durante el desarrollo puede incrementar la dificultad del mantenimiento.

Las técnicas de estimación de costos se basan en los datos históricos de cada organización de acuerdo con el desempeño de proyectos anteriores; así, una estimación de costos es sólo tan buena como nuestra capacidad de extrapolar al futuro las experiencias pasadas. Además, la mayor parte de las estimaciones de costos están en función del número estimado de instrucciones finales del producto por desarrollar, la estimación del costo de producto no será superior que nuestra capacidad de estimar el número de instrucciones finales existentes en él.

3.3.10 HERRAMIENTAS AUTOMATICAS DE ESTIMACION.

Las herramientas automáticas de estimación permiten al planificador estimar costos y esfuerzos así como llevar a cabo análisis "que pasa si" con importantes variables del proyecto tales como la fecha de entrega o la selección de personal. Aunque existen muchas herramientas automáticas de estimación, todas muestran las mismas características generales y todas requieren una o más de las siguientes clases de datos:

1. Una estimación cuantitativa del tamaño del proyecto o de la funcionalidad;
2. Características de la calidad del proyecto tales como la complejidad, la fiabilidad requerida, o el nivel crítico del negocio;
3. Alguna descripción del personal de desarrollo y/o del entorno de desarrollo.

De estos datos, el modelo a implantar por la herramienta automática de estimación proporciona estimaciones del esfuerzo requerido para completar el proyecto, los costos, la carga de personal, y en algunos casos, la agenda de desarrollo y el riesgo asociado.

3.4 CONTROL DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

Introducción.

El control de calidad es "un modelo planeado y sistemático de todas las acciones necesarias para proporcionar la confianza de que el artículo o producto se ajusta a los requisitos técnicos establecidos".

La actividad de control de calidad del software está muy relacionada con las actividades de verificación y comprobación efectuadas en cada etapa del ciclo de vida del software. En muchas organizaciones no se hace distinción entre estas actividades. Sin embargo, el control de calidad y otras actividades de verificación y comprobación son en realidad muy distintas: el control de calidad es una función administrativa y la comprobación y verificación son parte del proceso de desarrollo del software.

3.4.1 CALIDAD DEL SOFTWARE.

La garantía de calidad del software (del inglés SQA) es una "actividad de protección" que se aplica a lo largo del proceso de la ingeniería de software. La SQA engloba: 1) métodos y herramientas de análisis, diseño, codificación y prueba; 2) revisiones técnicas formales que se aplican durante cada paso de la ingeniería de software; 3) una estrategia de prueba multiescalada; 4) el control de la documentación del software y de los cambios realizados; 5) un procedimiento que asegure un ajuste a los estándares de desarrollo del software; y 6) mecanismos de medida y de información.

Una de las principales amenazas para la calidad del software viene de una fuente aparentemente benigna: los cambios. Cada cambio realizado sobre el software en potencia puede introducir errores o crear efectos laterales que propaguen errores. El

proceso de control de cambios contribuye directamente a la calidad del software al formalizar las peticiones de cambio, evaluar la naturaleza del cambio y controlar el impacto del cambio. El control de cambios se aplica durante el desarrollo del software y posteriormente, durante la fase de mantenimiento del software.

El propósito de un grupo de control de calidad del software es proporcionar la garantía de que los procedimientos, las herramientas y las técnicas utilizadas durante el desarrollo y la modificación del producto son adecuados para alcanzar el nivel de confianza deseado o supere los estándares predefinidos durante el ciclo de desarrollo.

Lo anterior nos sirve para enfatizar tres puntos importantes:

1. Los requerimientos del software son los fundamentos desde los que se mide la calidad.
2. Los estándares especificados definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería de software.
3. Existe un conjunto de requerimientos implícitos que a menudo no se mencionan.

3.4.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL SOFTWARE.

Los factores que afectan la calidad del software se pueden clasificar en dos grandes grupos: 1) factores que pueden ser medidos directamente, y 2) factores que sólo pueden ser medidos indirectamente.

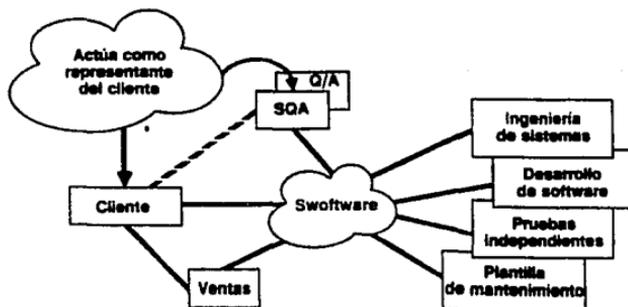
El investigador McCall y sus colegas proponen una clasificación de los factores que afectan la calidad del software, que se centra en tres aspectos del producto de

software: características operacionales, capacidad de soportar los cambios y adaptabilidad a nuevos entornos.



3.4.1.2 GARANTIA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE.

El papel de la garantía de calidad del software (SQA) se ilustra esquemáticamente en la fig. 3.7



donde la SQA forma parte de una función más amplia de garantía de calidad y engloba actividades que consideran a otras disciplinas técnicas.

3.4.1.3 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

Algunos autores sugieren que los criterios de calidad incluyan, pero que no se limitan a los siguientes criterios:

-Economía	-Corrección	-Elasticidad
-Integridad	-Confiabilidad	-Utilidad
-Documentación	-Claridad	-Validez
Mantenibilidad	-Flexibilidad	-Generalidad
-Eficiencia	-Modularidad	-Reutilización

No está claro como se pueden cuantificar con exactitud los criterios anteriores. Cabe mencionar que quizás algunas de estas partes no tengan valor para un producto particular. Por tanto, la valoración de la calidad del software se basa aún en el juicio de los expertos.

3.4.2 ESTANDARES DE CALIDAD.

Considerando los párrafos arriba mencionados, se plantean dos observaciones importantes: a) que se pueden establecer estándares del software, y b) se puede estimar el nivel de calidad de un producto de software.

El desarrollo de estándares para un proyecto de Ingeniería de Software es un proceso muy difícil. Un estándar es determinada representación abstracta que debe de alcanzar un producto de software desarrollado.

Un problema importante de la definición de estándares de calidad del software, es que muchos son definidos nacionalmente, lo que hace que tiendan a ser muy generales. El control efectivo de la calidad dentro de una organización requiere, por tanto, el desarrollo de estándares organizacionales más específicos.

3.4.3 GRUPOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL SOFTWARE.

Dentro de una organización, el control de calidad lo debe efectuar un grupo de control de calidad del software independiente que informe directamente a la administración de nivel superior al del administrador del proyecto. El grupo de control de calidad no se debe asociar con ningún grupo particular de desarrollo, sino que debe ser responsable del control de calidad de todos los grupos del proyecto en una organización.

En algunas organizaciones, el personal de control de calidad funciona de manera consultiva, mientras que en otras, el grupo de control de calidad desarrolla, en forma activa estándares, herramientas y técnicas, además examina que todos los productos de trabajo cumplan con sus especificaciones.

3.4.3.1 ACTIVIDADES DEL GRUPO DE CONTROL DE CALIDAD.

La preparación de un Plan de Control de Calidad del Software para cada proyecto de software es una de las principales responsabilidades del grupo de control de calidad del software. Entre los temas que debe tocar el Plan de control de calidad del software se encuentran:

1. Propósitos y alcance del plan.
2. Documentos referidos en el plan.

3. Estructura organizacional y responsabilidades específicas relacionadas con la calidad del producto.
4. Documentos que se deben preparar y revisiones de la documentación.
5. Estándares, prácticas y convenciones que se utilizarán.
6. Revisiones y auditorías que deben llevarse a cabo.
7. Un plan de administración de la configuración que identifique los elementos del producto del software, controle e implante los cambios y que registre e informe los estados modificados.
8. Prácticas y procedimientos que se deben seguir para informar, rastrear y resolver los problemas del software.
9. Herramientas y técnicas específicas que se usarán para apoyar las actividades de control de calidad.
10. Métodos y facilidades que se emplearán para mantener y almacenar las versiones controladas del software identificado.
11. Métodos y facilidades que servirán para proteger los medios físicos del programa de computadora.
12. Suministros para garantizar la calidad del software proporcionado por vendedores y desarrollado por subcontratistas.
13. Métodos y facilidades que se usarán para reunir, mantener y conservar los registros del control de calidad.

Otras tareas desarrolladas por el personal de control de calidad son:

1. Desarrollo de políticas, prácticas y procedimientos estándar.
2. Desarrollo de herramientas de prueba y otros auxiliares para el control de calidad.

3. Ejecución de las funciones de control de calidad descritas en el Plan de control de calidad del software para cada proyecto.
4. Ejecución y documentación de las pruebas de aceptación del producto final para cada producto de software.

Con más particularidad, un grupo de control de calidad realizará las siguientes funciones:

1. Durante el análisis y diseño, se prepararán un Plan de verificación del software y un Plan de prueba de aceptación. El Plan de verificación describe los métodos que se ocuparán para revisar que los documentos de diseño satisfagan los requisitos. El plan de prueba de aceptación incluye casos de prueba, resultados esperados y capacidades demostradas por cada caso de prueba.
2. Durante la evolución del producto, se realizan Auditorías en el proceso para verificar que los productos de trabajo sean consistentes y estén completos. Los elementos que sufrirán auditoría por consistencia incluyen especificaciones de interfaces para hardware, software y personas; diseño interno contra especificaciones funcionales; código fuente contra documentación del diseño, y requisitos funcionales contra descripciones de la pruebas.
3. Antes de la entrega del sistema, se realiza una Auditoría funcional y una Auditoría física. La primera reconfirma el cumplimiento de todos los requisitos. La Auditoría física verifica que el código fuente y todos los

documentos asociados estén completos, sean consistentes tanto internamente, como uno con otro, y que estén listos para enviarse.

3.4.4 PRUEBAS DEL CODIGO FUENTE.

Por lo general, el grupo de control de calidad trabajará con el grupo de desarrollo para obtener el Plan de pruebas del código fuente. Un plan de prueba para el código fuente especifica los objetivos de las pruebas; los criterios para la terminación de las pruebas; el plan de integración del sistema; los métodos que se usarán en módulos particulares; además, entradas de prueba particulares y resultados esperados.

Hay cuatro tipos de pruebas que el código fuente debe satisfacer: pruebas de función, de desempeño, de tensión, y estructurales.

Las dos primeras se basan en las especificaciones de requisitos y se diseñaron para demostrar que el sistema satisface sus requisitos.

Los casos de prueba funcional especifican condiciones operativas comunes, valores de entradas comunes y resultados esperados comunes. Las pruebas de función también prueban el comportamiento exactamente dentro, sobre, y más allá de las fronteras funcionales.

Las pruebas de desempeño se proyectan para verificar el tiempo de respuesta bajo cargas variables, porcentaje del tiempo de ejecución empleado en varios segmentos del programa, el rendimiento, la utilización de memorias primaria y secundaria, y las tasas de tráfico en los canales de datos y los enlaces de comunicación.

Las pruebas de tensión se diseñan para sobrecargar un sistema de varias maneras.

Las pruebas de estructura se relacionan con el examen de la lógica interna de procesamiento de un sistema de software. Las rutinas particulares llamadas y las rutas lógicas recorridas a lo largo de las rutinas son los objetos importantes. La meta de las pruebas de estructura es recorrer en el sistema un número específico de rutas a través de cada rutina de modo que se establezca la profundidad de las pruebas. Las pruebas de estructura no pueden diseñarse sino hasta que el sistema fue implantado y sometido al plan de pruebas predefinido.

Cada caso de prueba en el Plan de prueba del código fuente debe proporcionar la siguiente información:

- El tipo de prueba (función, desempeño, tensión, estructura).
- La configuración de la máquina.
- Las suposiciones efectuadas en la prueba.
- Los requisitos que se prueban.
- El estímulo exacto de la prueba.
- El resultado esperado.

En algunos casos, el personal de control de calidad trabajará con el personal de desarrollo para obtener el Plan de prueba del código fuente. En otros casos, el grupo de control de calidad sólo verificará la adecuación del plan de prueba con el código fuente. De cualquier modo, el plan de prueba es un producto de trabajo importante del proceso de diseño y, como todos los productos de trabajo, se debe desarrollar de

una manera sistemática, además, su evaluación debe realizarla parte del grupo de control de calidad.

3.4.5 OBSERVACIONES FINALES.

Obsérvese que el control de calidad no es igual que las pruebas del sistema. Es responsabilidad del grupo de desarrollo o de prueba validar el sistema, y el grupo de control de calidad informa sobre la comprobación y la adecuación del esfuerzo de comprobación. Esto implica que el control de calidad esté íntimamente asociado con las pruebas de integración final del sistema.

Es probable que el control efectivo de calidad conduzca a una reducción de costos del software; sin embargo, el mayor obstáculo de la administración en esta área es la falta de estándares de software utilizables.

3.5 MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

Introducción.

El término "mantenimiento de software" se usa para describir las actividades de la Ingeniería de Software que ocurren después de entregar un producto al cliente. La fase de mantenimiento del ciclo de vida del software es el período en el que un producto desempeña un trabajo útil.

Hemos de comentar que, los costos de mantenimiento son muy difíciles de estimar con anticipación. La práctica ha mostrado que los costos de mantenimiento son, con mucho, los más cuantiosos del desarrollo y uso de un sistema (representando alrededor de cuatro veces los costos de desarrollo en grandes sistemas de software). Por lo regular estos costos son subestimados al diseñar y posteriormente aplicar los sistemas.

3.5.1 OBSERVACIONES SOBRE EL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

Es por todos sabido el hecho de que las actividades de mantenimiento consumen gran parte del presupuesto total del ciclo de vida. No es raro que el mantenimiento del software importe un 70% de los costos totales del ciclo de vida del software (donde el desarrollo requiere el 30%). Como regla general, la distribución del esfuerzo para el mantenimiento del software se reparte 60% del presupuesto de mantenimiento para mejoras, y para adaptación y corrección 20% cada una.

Algunos autores sugieren que el modelo apropiado del ciclo de vida para el desarrollo del software es desarrollo-evolución-evolución-evolución-...

Este aspecto evidencia que el objetivo principal del desarrollo del software debe ser la producción de sistemas de software que facilite su propio mantenimiento. El mantenimiento se puede expresar en términos de atributos construídos dentro del producto. Los atributos primarios que contribuyen al mantenimiento son la claridad, la modularidad, y la buena documentación interna del código fuente, además de documentos de apoyo apropiados.

El mejoramiento y la adaptación del software reinician el desarrollo en la fase de análisis, mientras que la corrección de un problema de software puede reiniciar el ciclo de desarrollo en la fase de análisis, en la fase de diseño, o en la de implantación. Por lo tanto, todas las herramientas y técnicas utilizadas para desarrollar el software son potencialmente útiles para el mantenimiento del software.

Las actividades de análisis durante el mantenimiento del software implican la comprensión del alcance y efecto de una modificación deseada, además de las restricciones para hacer la modificación.

Todas las tareas se deben efectuar mediante un enfoque sistemático ordenado que rastree y analice los requisitos de las modificaciones, con un cuidadoso rediseño, reimplantación, revalidación y redocumentación de los cambios. De otro modo, el producto de software se degradará con rapidez como resultado del proceso de mantenimiento. En algunas situaciones resulta más fácil y menos costoso reimplantar un módulo o un subsistema que modificar la versión existente. Las actividades de mantenimiento de software no deben destruir su facilidad de mantenimiento. No reconocer el costo verdadero de un "cambio pequeño" en el código fuente es uno de los problemas más significativos en el mantenimiento del software.

3.5.2 MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO Y NO ESTRUCTURADO.

El mantenimiento estructurado se lleva a cabo cuando existe una completa configuración del software, comenzando con una evaluación de la documentación del diseño. Se determinan las características estructurales, de rendimiento y de interface del software. Se estudia el impacto de las correcciones o modificaciones requeridas y se traza un plan de actuación. Se modifica el diseño y se revisa. Se desarrolla nuevo código fuente y se implanta nuevamente el sistema.

El mantenimiento no estructurado a menudo dispone únicamente del código fuente como elemento de la configuración. Las características más sutiles de la programación son difíciles de descubrir y frecuentemente mal interpretadas, llevando a un esfuerzo desperdiciado y a veces a frustraciones personales, debido al desarrollo sin una metodología bien definida.

3.5.3 CATEGORIAS DEL MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

Las actividades de mantenimiento de software se dividen en las siguientes categorías:

1. Mantenimiento de perfeccionamiento.
2. Mantenimiento adaptativo.
3. Mantenimiento correctivo.

La mejora de los productos de software puede dar como resultado proporcionar nuevas capacidades funcionales, mejorar los despliegues al usuario y los modos de interacción, revalorar los documentos externos y la documentación interna, o revalorar las características de desempeño de un sistema. La corrección de

problemas implica la modificación y revalidación del software para corregir los errores, algunos de los cuales requieren atención inmediata, otros se pueden corregir con base en un calendario periódico, y los menos se conocen, pero nunca se corrigen.

3.5.4 FACTORES QUE AFECTAN A LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO.

Los costos de mantenimiento se pueden minimizar si se tienen en cuenta los requisitos de la persona que hará el mantenimiento en el momento en que diseñe y desarrolle el software. Existen varios factores no técnicos que están relacionados con los costos de mantenimiento y que son:

1. Definir con claridad la aplicación del software, de tal manera que el mantenimiento de perfeccionamiento sea mínimo.
2. Es conveniente que el programador del sistema de el mantenimiento ya que los costos por tal concepto se reducirán.
3. La vida útil de un sistema depende de su aplicación.
4. El sistema depende del ambiente externo .
5. El sistema depende del hardware en el que se aplica, por lo cual se debe modificar para utilizar el nuevo hardware que reemplace al obsoleto.

Algunos factores técnicos que afectan al mantenimiento son:

1. La inter-dependencia entre los módulos del sistema.
2. El lenguaje de programación utilizado.
3. El estilo de programación del autor del software.
4. Comprobación y prueba del sistema.
5. Calidad y cantidad de la documentación del sistema.

3.5.5 MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO DURANTE EL DESARROLLO.

Muchas actividades realizadas durante el desarrollo del software mejoran el mantenimiento de un producto de software.

- Actividades de Análisis.
- Actividades de diseño arquitectónico.
- Actividades de diseño detallado.
- Actividades de implantación.
- Otras actividades.

Actividades de análisis. Desde el punto de vista del mantenimiento, las actividades más importantes sucedidas durante el análisis son señalar estándares y principios generales para el proyecto de modo que se garantice la uniformidad de los productos; establecer marcas de logro para asegurar que se produzcan en el tiempo programado; especificar los procedimientos de control de calidad; identificar las mejoras del producto, y estimar los recursos requeridos para desarrollar las actividades de mantenimiento.

El cliente debe recibir una estimación de los recursos requeridos y los costos probables que se efectuarán durante el mantenimiento del sistema. Estas estimaciones pueden ejercer una fuerte influencia en la factibilidad del sistema, y pueden dar como resultado modificaciones a los requisitos. Una estimación de los recursos necesarios para mantenimiento permite planear y minimizar las sorpresas desagradables al cliente.

Actividades de diseño. La actividad más importante para mejorar el mantenimiento durante el diseño estructural es recalcar la claridad, la modularidad, y la facilidad de modificación como los principales criterios de diseño. Buscar la claridad, la modularidad y la facilidad de modificación, suelen producir un sistema más fácil de darle mantenimiento que uno diseñado utilizando como principales criterios de diseño la eficiencia en el momento de ejecución y la minimización del espacio de memoria.

Debemos emplear notaciones estandarizadas, fáciles de comprender y verificar. Estas formas de documentación del diseño ayudarán al encargado del mantenimiento de software, a comprender el producto de software lo suficientemente bien como para modificarlo y revalidarlo.

Actividades de implantación. La facilidad en el mantenimiento se mejora mediante el uso de constantes simbólicas que parametrizan el software.

Además, los prólogos estándar en cada rutina deben proporcionar el nombre del autor, la fecha de desarrollo, el nombre del programador de mantenimiento, así como la fecha y el propósito de cada modificación. También, se deben documentar en el prólogo de cada rutina afirmaciones de entrada y salida, efectos laterales y excepciones, además de acciones para su manejo.

Documentos de apoyo. Hay dos documentos de apoyo particularmente importantes que se deben preparar durante el ciclo de desarrollo del software para facilitar las actividades de mantenimiento. Estos documentos son la guía de mantenimiento y la descripción técnica de las capacidades operacionales del sistema completo. En ella

se debe especificar una descripción externa de cada módulo, incluyendo su propósito, las afirmaciones de entrada y salida, los efectos laterales, las estructuras de datos globales a las que se tiene acceso, las excepciones y las acciones para su manejo.

Todo producto de software entregado debe ir acompañado de un conjunto de pruebas; esto es un archivo de casos de prueba desarrollado durante las pruebas de integración del sistema. Tal conjunto debe contener un grupo de datos y los resultados reales de dichas pruebas. Cuando se modifica el software, se añaden los casos de prueba al conjunto de éstas para validar las modificaciones, y éste se corre completo de nuevo, con el fin de certificar que las modificaciones no hayan introducido efectos laterales inesperados. La ejecución de un conjunto de pruebas después de la modificación al software se denomina prueba de regresión.

La documentación del mencionado conjunto debe especificar la configuración del sistema, las suposiciones, condiciones y razones para cada caso de prueba, los datos de entrada reales para cada prueba, y una descripción de los resultados esperados de cada prueba. Durante el desarrollo del producto, el grupo de control de calidad, a menudo, tiene asignada la responsabilidad de preparar los conjuntos de pruebas de aceptación y de mantenimiento.

3.5.6 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DEL MANTENIMIENTO DE SOFTWARE

El mantenimiento exitoso del software, como todas las actividades de la Ingeniería de Software, requiere una combinación de habilidades administrativas y de pericia técnica.

Uno de los aspectos más importantes del mantenimiento del software implica rastrear y controlar las actividades de mantenimiento. La actividad de mantenimiento para un producto de software suele suceder como respuesta a una solicitud de modificación por parte de un usuario del producto. El proceso de esta solicitud se puede describir mediante el siguiente algoritmo:

-solicitud de modificación al software iniciada

- se analiza solicitud

 si solicitud no valida

 - entonces, solicitud cerrada

 de otro modo

 -solicitud y recomendaciones sometidas a la junta de control de cambios

 si la junta de control de cambios accede

 - entonces modificaciones realizadas con prioridad y restricciones establecidas por la junta de control de cambios

 -pruebas de regresión realizadas

 -cambios sometidos a la junta de control de cambios

 - si la junta de control aprueba

 -entonces cinta maestra actualizada

 -documentación externa actualizada

 -actualización distribuida como ordena la junta de control de cambios

 de otro modo

 -objeciones de la junta de control de cambios satisfechas
 cambios vueltos a someter a la junta

de otro modo

-solicitud cerrada

Las solicitudes de modificación suelen iniciarlas los usuarios. Una solicitud de cambios puede implicar mejora, adaptación o corrección de errores. Las mejoras y las adaptaciones mayores pueden requerir análisis exhaustivo y negociación con el cliente; a menudo, se manejan como nuevos proyectos de desarrollo más que como actividades de mantenimiento de rutina.

Resúmenes de las solicitudes de cambio. El resumen debe notificar los problemas de emergencia y las soluciones temporales en efecto desde el último informe. Además, se debe incluir una síntesis de las tendencias del mantenimiento; una síntesis de las tendencias es una gráfica que muestra el número de nuevas solicitudes de cambio y el número total de solicitudes abiertas como una función del tiempo.

Actividades de control de calidad. La principal función del grupo de control de calidad durante el mantenimiento del software es asegurar que la calidad del software no disminuya como resultado de las actividades de mantenimiento. En particular, este grupo debe conducir auditorías y reconocimientos rápidos, haciendo que se cumpla el plan de administración de la configuración del software.

Un plan de la administración de la configuración del software detalla los productos de software que se deben controlar, especifica los mecanismos de control de cambios, informa el estado modificado de los productos de software.

En muchas organizaciones, el grupo de control de calidad vigila las solicitudes de cambio, prepara los resúmenes de tales solicitudes, realiza las pruebas de regresión de las modificaciones al software, proporciona la administración de la configuración, además conserva y protege los medios físicos de los productos de software.

Organización de los programadores de mantenimiento. Es deseable que en la organización de la programación del mantenimiento exista periódicamente una rotación de los programadores entre el desarrollo y el mantenimiento, ya que se obtiene más flexibilidad en el personal; además de ganar una mejora global en el nivel de experiencia del personal, y presentándose como principal desventaja el costo burocrático incurrido en la rotación de personal entre las diferentes áreas.

Sin considerar la organización del personal de mantenimiento, es imperativo que al menos dos personas sean asignadas a cada unidad de software que se va a mantener evitando depender de un solo individuo para el mantenimiento de un producto de software particular.

3.5.7 ADMINISTRACION DE LA CONFIGURACION.

Durante el mantenimiento del software, se requieren un plan de administración de la configuración y herramientas para dicha administración de manera que se pueda seguir la pista y controlar las distintas versiones de los productos de trabajo que constituyen un producto de software. El rastreo y control de las múltiples versiones de un producto de software son un aspecto significativo en el mantenimiento del software. Belad y Lehman demostraron que los grandes productos de software tienden a evolucionar dentro de familias de versiones, y desarrollaron cinco leyes de

la evolución de los programas basadas en sus estudios de la dinámica de grandes sistemas.

1. Cambio Continuo.
2. Complejidad creciente.
3. Ley fundamental de la evolución del programa.
4. Conservación de la estabilidad de la organización.
5. Conservación de la Familiaridad.

Bases de datos para la administración de la configuración. Las herramientas de software para apoyar la administración de la configuración incluyen las bases de datos para esta administración y los sistemas de biblioteca para el control de las versiones.

Cada base de datos debe contener la información que responda a las siguientes preguntas:

- Cuántas versiones de cada producto existen?
- Cómo difieren las versiones?
- Qué documentos están disponibles para cada versión de cada producto?
- Cuándo estará disponible la siguiente revisión de un componente dado de una versión dada de un producto?
- Qué configuración de hardware se requiere para operar una versión específica de un producto?
- Cuáles versiones se afectan con un informe de error específico?
- Cuáles son las causas de las fallas del producto que han sido informadas?

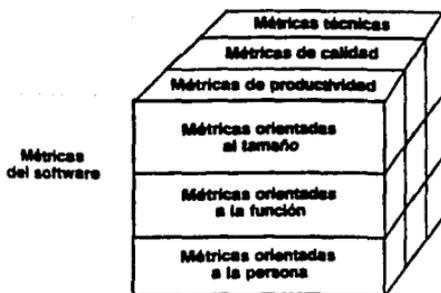
- Cuál era la configuración de una versión dada en una fecha dada?

Bibliotecas para el control de versiones. Controla los distintos archivos que constituyen las diferentes versiones de un producto de software.

3.5.8 METRICAS DEL CODIGO FUENTE.

El software se mide por varias razones: 1) para indicar la calidad del producto, 2) para evaluar la productividad de la gente que desarrolla el producto, 3) para asegurar los beneficios derivados de los nuevos métodos y herramientas de la Ingeniería de Software, 4) para ayudar a justificar el uso de nuevas herramientas o de formación adicional.

Las métricas del software se pueden clasificar como:



Las métricas de productividad se centran en el rendimiento del proceso de la Ingeniería de Software; las métricas de calidad proporcionan una indicación de como se ajusta el software a los requerimientos del cliente, y las métricas técnicas se centran en el carácter del software más que en el proceso a través del cual el software ha sido desarrollado. Las métricas orientadas al tamaño son utilizadas para obtener medidas directas del resultado y la calidad de la Ingeniería de Software. Las métricas orientadas a la función proporcionan medidas indirectas (como funcionalidad, calidad, complejidad, eficiencia, etc) y las medidas orientadas a la persona consiguen información sobre la forma en que la gente desarrolla el software y sobre el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos.

Durante los últimos años, se han dedicado muchos esfuerzos al desarrollo de métricas para medir la complejidad del código fuente. El enfoque adoptado es calcular un número o un conjunto de números, que midan la complejidad del código.

Las medidas basadas exclusivamente en las propiedades del código fuente no toman en cuenta factores como el ambiente de cómputo, los niveles requeridos de confiabilidad y eficiencia, además, las características de los usuarios del producto, por lo que son poco útiles al comparar la complejidad de dos programas por completo diferentes. Las medidas de la complejidad del código fuente se pueden servir en la determinación de la complejidad de un programa antes y después de una modificación, y también para identificar las rutinas que probablemente tengan un mayor refinamiento y trabajo.

Las métricas pueden ocuparse para indicar que algunos aspectos de la calidad del software están o no siendo degradados por las actividades de mantenimiento. Si la complejidad del código fuente se incrementa con cada modificación el producto de software que al principio estaba bien estructurado, se vuelve inmantenible. La técnica de herramientas automatizadas para analizar el código fuente y calcular las métricas de la complejidad la convierten en particularmente atractiva.

Durante la fase de implantación, se pueden emplear las métricas del código fuente para identificar las rutinas que son candidatos para un mayor refinamiento y reescritura. Mientras el mantenimiento dure, las métricas de la complejidad, se pueden usar para seguir la pista y controlar el nivel de complejidad de las rutinas modificadas.

3.5.9 OTRAS HERRAMIENTAS Y TECNICAS DE MANTENIMIENTO.

Entre las herramientas automatizadas para apoyar el mantenimiento del software están las de soporte técnico y las de soporte administrativo. Las herramientas para apoyar los aspectos técnicos del mantenimiento del software abarcan el espectro desde las herramientas de análisis y diseño de las herramientas de implantación, hasta las de depuración y prueba. Las herramientas automatizadas de mayor importancia en el mantenimiento del software se detallan en el cuadro siguiente.

Entre otros aspectos del control de cambios que se pueden apoyar con herramientas automatizadas están el proceso de control de cambios, el informe periódico del estado, las recomendaciones de la junta de control de cambios, el rastreo de control de calidad, y la actualización de datos históricos.

Herramientas automatizadas para el mantenimiento de software.

Editores de texto
Ayudas de Depuración
Generadores de referencia cruzada
Editores de Enlace
Comparadores
Calculadores métricos de complejidad
Sistemas de control de versión
Configuración de bases de datos administrativas

4. EL FACTOR HUMANO EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS.

4. EL FACTOR HUMANO EN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS.

4.1 CALIDAD TOTAL 168

4.1.1 DEFINICIONES BASICAS.

4.1.2 CONDICIONES PARA IMPLANTAR CALIDAD TOTAL EN LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

4.1.3 EL CAMBIO EN LOS SISTEMAS.

4.1.4 EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1.4.1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS ALTAMENTE EFICACES.

4.1.4.2 SOLUCION DE PROBLEMAS MEDIANTE EL TRABAJO EN EQUIPO.

4.1.5 CALIDAD TOTAL EN LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

4.1.5.1 LA FILOSOFIA DEMING.

4.2 TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD TOTAL. 181

4.2.1 TECNICAS DE TORMENTAS DE IDEAS.

4.2.2 TECNICA DE GRUPO NOMINAL.

4.2.3 HOJAS DE REGISTRO.

4.2.4 GRAFICAS.

4.2.5 ANALISIS DEL CAMPO DE FUERZA.

4.2.6 DIAGRAMAS DE PARETO.

4.2.7 DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO.

4.2.8 ANALISIS CAUSA-EFECTO.

4.3 COSTOS DE CALIDAD. 193

4.3.1 COSTOS DE PREVENCION.

4.3.2 COSTOS DE VERIFICACION.

- 4.3.3 COSTOS POR FALLAS INTERNAS.**
- 4.3.4 COSTOS POR FALLAS EXTERNAS.**
- 4.3.5 RECOMENDACIONES DEL ASQC.**
 - 4.3.5.1 COSTOS DE CONFORMACION.**
 - 4.3.5.2 COSTOS DE NO CONFORMACION.**
- 4.3.6 DETERMINACION DEL COSTO DE CALIDAD.**

4.4 CALIDAD EN LOS SERVICIOS.

197

- 4.4.1 EL SERVICIO DE LA SISTEMATIZACION.**
- 4.4.2 LA CALIDAD EN LOS SISTEMAS.**

Introducción.

Se ha dado a comprender en capítulos anteriores que el Diseño de un Sistema de Información es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, pero en éste tema consideramos como una parte fundamental e importante la necesidad humana, esto implica, que pueden existir diversas alternativas de carácter tecnológico, metodológico e ideológico pero todas estas enfocadas a resolver las necesidades del ser humano, de tal manera que se le pueda brindar un servicio de calidad apegado a sus requerimientos de satisfacción, confiabilidad, consistencia y acondicionamiento.

Como es conocido, actualmente se dificulta obtener un sistema con dichas características, ya que la integración de los aspectos técnicos y humanos implica un problema de cambio de mentalidad hacia una administración de calidad, dejando en planos equitativos las características humanas, técnicas y administrativas.

4.1 CALIDAD TOTAL.

Las características de nuestro tiempo se establecen por un debate universal en lo social, político, cultural, y sobre todo en lo económico donde las necesidades, el deseo de expansión y el desarrollo industrial han generado:

- Escasez de recursos naturales y económicos.
- Rápidos cambios socio-técnicos.
- Internacionalización de la economía.
- Exigencias y competitividad no sólo local o regional, sino sobre todo, mundial.

- Y bajo este entorno general la imperiosa necesidad de productividad y Calidad Total.

4.1.1 DEFINICIONES BASICAS.

PRODUCTIVIDAD: Es la relación de bienes y servicios entre los recursos empleados.

CALIDAD: Es la cualidad de cumplir con los requerimientos a satisfacción (Hacerlo bien a la primera vez).

CALIDAD TOTAL: Es el resultado de sumarizar la productividad, la calidad, la forma de vida en el trabajo y la efectividad organizacional.

- Es una filosofía administrativa y de organización.
- Es un esfuerzo constante por mejorar y cambiar.
- Esta orientado a resolver la necesidad del usuario final en forma eficaz.
- La calidad debe estar en toda la organización.
- Respeto y credibilidad en el ser humano.
- Estilo de dirección participativa.
- Capacitación permanente.
- Empleo de métodos estadísticos.
- Mentalidad de aseguramiento de calidad.
(Hacer las cosas bien desde la primera vez)
- Aceptación de la importancia del reconocimiento al personal.
- Su ciclo operativo consiste en operar, medir, controlar y sugerir.
- Precursores: Deming, Juran, Crosby, Conway e Ishikawa.

4.1.2 CONDICIONES PARA IMPLANTAR CALIDAD TOTAL EN LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

- Lograr un fuerte compromiso de la alta dirección con la gente, los proyectos y con su empresa.
- Desarrollar un estilo participativo para la administración de sistemas de información.
- Involucrar y concientizar a todo el personal en la necesidad y bondades de los sistemas de información.
- Crear y desarrollar una cultura organizativa de apoyo al cambio y para la calidad (actitudes, valores, creencias, conductas).
- Generar confianza, mecanismos de comunicación abierta y gente bien informada.
- Capacitar al personal para la excelencia en su trabajo (hacer muy bien el trabajo siempre y mejorarlo constantemente).
- Crear grupos de mejoramiento (Círculos de Calidad, equipos para la solución de problemas interdisciplinarios).
- Auto administrar los procesos para propiciar el cambio en forma permanente.
- Proporcionar de manera implícita las herramientas para la Calidad Total (Técnicas estadísticas, detección y solución de problemas, tormenta de ideas, trabajo en equipo, técnicas de grupo nominal, hojas de registro, gráficas, análisis de campo de fuerzas, diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto, análisis del puesto, otros).
- Establecer calidad en los procesos, el trabajo, las personas, el servicio, los objetivos, la información y los sistemas de información.

4.1.3 EL CAMBIO EN LOS SISTEMAS.

Podemos considerar como premisa básica que todo sistema cambia y tiene períodos de estabilidad, ambas funciones son de igual importancia, ya que forman parte de un

ciclo planeado en el cual se realiza un esfuerzo sistemático y continuo para pasar de una situación actual a otra deseada.

Los cambios en los sistemas de información se dan de la siguiente forma:

- Se define la voluntad hacia el mejoramiento.
- Se realiza un diagnóstico.
- Definir objetivos.
- Establecer prioridades y políticas.
- Definir metas por cada objetivo de cambio.
- Generar programas de trabajo.
- Definir criterios de evaluación.
- Evaluar recursos.
- Elaborar presupuesto.
- Establecer programa de evaluación y control para el cambio.
- Promover, facilitar y propiciar el cambio.
- Enfrentar y manejar los procesos, problemas y conflictos.
- Aprendizaje.
- Estabilizarse en un proceso continuo, planificado y sistemático.
- Buscar mejores alternativas de mejoramiento.

4.1.4 EQUIPOS DE TRABAJO.

La satisfacción de las aspiraciones humanas, como el mantenimiento de relaciones satisfactorias entre los miembros de un grupo afectan y son afectados por la conducta del grupo. El comportamiento del grupo es muy diferente al que presenta el individuo, ya que el comportamiento colectivo no es simplemente la suma de las conductas individuales de los miembros del grupo.

Tratando a los trabajadores como a seres humanos, estimulando su progreso y mejoramiento, infundiéndoles el deseo de superación, reconociendo el trabajo bien hecho, asegurándoles un trato equitativo, la integración y permanencia al grupo de trabajo, se obtiene un resultado favorable en la ejecución de los trabajos.

Los principios y las reacciones de un individuo están relacionadas con el grupo al que pertenece, y las características de éste.

4.1.4.1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS ALTAMENTE EFICACES.

- a) Conocimiento claro de, y fuerte identificación con los objetivos del grupo, así como las normas y procedimientos para el logro de dichos objetivos, los cuales son percibidos como retadores, realistas y estimulantes.
- b) Amplia participación de todos sus miembros, con entusiasmo, responsabilidad y compromiso.
- c) Ambiente de confianza, respeto, tolerancia y seguridad.
- d) Comunicación fluida, clara, concisa y precisa. Se siente confianza en lo que se dice. Todos atienden y comprenden lo que se expresa. Manifestación libre de ideas, sentimientos y propuestas.
- e) Los problemas se enfrentan abiertamente, analizándolos todo lo necesario, buscando sus posibles causas y creando y ponderando alternativas de solución. Se

aprovechan al máximo los conocimientos, habilidades, experiencias y creatividad de todos los miembros del grupo.

f) Cuando se toman decisiones predomina el consenso en grado satisfactorio para todo el grupo (al menos para la mayoría).

g) Mínimo o nulo espíritu de competencia (en el sentido de "ganar vs. perder") entre los propios miembros del grupo. Predominan actitudes y conductas colaborativas, de ayuda.

h) Todos los integrantes del grupo tienen y sienten la oportunidad de influir significativamente a los demás y poder asumir procesos de liderazgo.

i) Las diferencias o discrepancias (conflictos) se enfrentan abiertamente y con sinceridad; se analizan y discuten plenamente. Se buscan las posibles causas y se dirigen esfuerzos importantes para el logro de resoluciones integradoras.

j) La creatividad se reconoce y estimula con actitudes flexibles, audaces y exploradoras, sin aferrarse a patrones y normas tradicionales. Se propicia la innovación enriquecedora y se conserva lo "mejor" de los valores compartidos.

4.1.4.2 SOLUCION DE PROBLEMAS MEDIANTE EL TRABAJO EN EQUIPO.

La solución de problemas trabajando en equipo regularmente beneficia a todos los involucrados, a los miembros del equipo, a la administración y a la empresa misma. Algunos de los beneficios que se obtienen de manera inmediata son entre otros la utilización de muchas ideas diferentes así como puntos de vista para conjuntar el

conocimiento y experiencia de todos los miembros del equipo para llegar a una mejor solución, crea compromiso y contribuye en la confianza de los subordinados hacia sus superiores.

Problemas y síntomas (de problemas). La palabra problema puede ser definida como: cualquier cosa que impide, desordena, contrapone, frustra y que requiere solución y también como una demanda de solución que, si no es encontrada, lo pone a uno en un predicamento. Ambas declaraciones presentan en común la búsqueda de alguna solución.

La palabra síntoma puede ser definida como aquel fenómeno que revela un trastorno funcional o una lesión.

Entender la diferencia de estas palabras es muy importante, porque debemos estar seguros de dirigir nuestros esfuerzos hacia una causa, a la raíz de un problema y no a la aplicación de remedios.

Clasificación de los problemas. Existen tres tipos de problemas:

TIPO I - Aquellos en los que se tiene el control completo sobre el problema y la autoridad para implantar una solución.

TIPO II - Aquellos en los que no se tiene el control directo sobre el problema ni la autoridad directa para implantar su solución, pero en que es posible influir en la decisión para implantarla.

TIPO III - No se tiene ni control, ni autoridad, ni influencia.

Seleccionar el problema. Deben considerarse algunos factores para seleccionar un problema y estos son: el que ocurre más frecuentemente; el que tiene mayor costo; o aquel que afecta a la mayoría de los miembros. Esto se puede auxiliar mediante el empleo de tormenta de ideas, técnicas de grupo nominal, hojas de registro y diagramas de Pareto.

Recopilación de información. Para resolver un problema se requiere tener claridad y suficiente información por parte de cada miembro del equipo. En este caso se puede recurrir al empleo de diagramas causa-efecto, histogramas, hojas de registro, diagramas de Pareto y gráficas.

Análisis del problema. Si el problema es grande, partirlo en problemas pequeños y resolver cada uno en forma separada, encontrar todas las posibles causas y determinar cuales son las mayores y más probables. En este caso podemos hacer uso de las técnicas de tormenta de ideas, análisis de campo de fuerzas, diagramas causa-efecto, histogramas, hojas de registro, diagramas de Pareto, gráficas y análisis de funciones.

Evaluación de soluciones alternas. Muchos problemas tienen varias soluciones y el equipo de trabajo deseará evaluar las mismas para seleccionar la más práctica y menos costosa. Aquí se puede emplear la técnica de tormenta de ideas, gráficas, diagramas causa-efecto, técnicas de grupo nominal, hojas de registro y diagramas de Pareto.

Plan de Implantación. Una vez que el equipo ha seleccionado la mejor solución o soluciones, es necesario desarrollar un plan para implantar aquella solución, obtener la autorización y soportar el plan de acción. En esta etapa se pueden manejar las técnicas de tormenta de ideas, gráficas, hojas de registro y presentaciones gerenciales.

Implantar la solución. Reunir más datos y mantener registros de la solución implantada a fin de resolver el problema y asegurarse que permanezca corregido. Se pueden citar algunas formas de auxiliarse para esta etapa como los diagramas causa-efecto, histogramas, hojas de registro, diagramas de Pareto y gráficas.

4.1.5 CALIDAD TOTAL EN LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

Para administrar los Sistemas de Información, en una cultura de Calidad Total es requisito que exista en todos los involucrados:

- a) El convencimiento de que siempre habrá formas mejores de hacer las cosas.
- b) La voluntad de querer mejorar continuamente.
- c) El convencimiento de que la colaboración y el trabajo en equipo producen mejores resultados, que el individualismo o la competencia destructiva.
- d) El deseo de utilizar sistemáticamente, metodologías modernas de análisis y solución de problemas.

- e) **La voluntad de utilizar continuamente la imaginación y capacidad creativa para mejorar.**
- f) **La madurez para soportar los errores como el costo de aprender.**
- g) **La capacidad de crear y de contar con los medios necesarios para que ideas y acciones provenientes del mejoramiento continuo puedan suceder, para que se hagan realidad.**
- h) **La capacidad de hacer de la retroinformación (feedback) una forma de aprender para mejorar.**
- i) **La necesidad de capacitarnos y de capacitar continuamente para mejorar.**
- j) **El convencimiento de que cualquier idea, política, estrategia o acción que incremente el temor, hará que el Sistema tropiece, y que cualquiera que incremente la confianza, hará que el Sistema funcione mejor.**

4.1.5.1 LA FILOSOFIA DEMING.

La filosofía Deming es un plan de calidad que se establece para:

- Cada etapa del ciclo del producto.
- Cada actividad.
- Y asegurar al seguimiento.

El plan puede dividirse en cuatro puntos:

- Diseño del producto.

- **Diseño y control del producto.**
- **Relaciones con proveedores y usuarios.**
- **Filosofía de la administración.**

Definiendose catorce puntos de la filosofía de Deming.

1.- Hacer constante el propósito de mejorar la calidad.

Consiste en la aplicación de un plan para hacernos competitivos y permanecer en el mercado. Este plan debe tomar en cuenta: Innovar, Asignar y Educar.

2.- Adoptar la nueva filosofía.

Para la nueva era económica en que vivimos, debemos adquirir una nueva cultura que permita que cada trabajador: Reciba el entrenamiento adecuado, sepa como hacer bien su trabajo, no tenga miedo de preguntar lo que desconoce, pida condiciones y materiales apropiados al trabajo y este orgulloso de la calidad que produce.

Esta nueva cultura no podrá aceptar ni tolerar, altos niveles de: Demoras, errores, rechazos, reprocesos, desperdicio, composturas, suciedad, ausentismo, mano de obra defectuosa.

Si se quiere mejorar la competitividad deberemos tener: Gran constancia de propósito, para hacer el cambio de cultura necesario.

3.- Terminar con la dependencia de la inspección masiva.

Tener que inspeccionar el 100% de la producción significa: Que todos los productos pueden tener defectos, que el proceso esta planeado para producir defectos, que las

especificaciones no se toman en cuenta, inspeccionar siempre es tardío, inefectivo y costoso.

La calidad no viene de la inspección sino del mejoramiento del proceso. El control estadístico del proceso proporciona el único camino para asegurar que se construye calidad y para dar eficiencia de la calidad, uniformidad y costo.

En lugar de inspeccionar 100% debemos, mejorar el proceso y eliminar la inspección 100%.

4.- Terminar con la práctica de decidir negocios con base a precio y no con base a calidad.

5.- Encontrar y resolver problemas para mejorar el sistema de producción y servicios, constante y permanentemente.

6.- Instituir métodos modernos de entrenamiento en el trabajo, ya que la calidad no solamente depende de los recursos materiales y tecnológicos, sino también depende en buena parte del grado en que un trabajador use correctamente sus herramientas. No es posible considerar que exista calidad si se cuenta con trabajadores no adiestrados o con adiestramiento deficiente.

El trabajador debe seguir normas de calidad, y no estándares o cuotas de calidad.

7.- Instituir supervisión con modernos métodos estadísticos, en este caso la supervisión consiste en dar al trabajador la oportunidad de hacer su mejor trabajo en

lo que el puede hacer. El supervisor debe ser orientado y autorizado para informar acerca de las condiciones de trabajo que requieren corrección y a la administración para que tome en cuenta las observaciones indicadas y se proceda a su adecuación.

8.- Desechar de la organización al miedo de emprender el cambio. Para mejorar la calidad y la productividad, es necesario que el trabajador se sienta seguro, esto significa no tener miedo en: expresar sus ideas, preguntar dudas, solicitar instrucciones más precisas, solicitar se arreglen otras malas condiciones de trabajo que dañan la calidad y la productividad, entre otras. La seguridad se da al ser atendidos y ayudados.

9.- Romper las barreras entre departamentos de apoyo y de líneas. Gran parte de los problemas que se presentan al desempeñar las funciones en el trabajo es, por tener especificaciones inadecuadas, que no se dan los canales de comunicación convenientes y por la falta de trabajo en equipo, esto implica que cada equipo no tome en cuenta a los demás, la prisa haga ignorar los detalles, se efectúen ajustes y cambios todo el tiempo, haya grandes pérdidas de tiempo y fuertes incrementos en los costos.

Pueden lograrse grandes mejoras en el diseño, servicio, calidad y costos si se trabaja como un equipo de trabajo, tanto el personal de líneas como el de apoyo.

10.- Eliminar metas numéricas para la fuerza laboral fomentando la idea de productividad, dando patrones bien definidos para el cambio y mejoramiento así como dar a conocer los resultados obtenidos por la administración. quien debe tener como meta el hecho de nunca terminar de mejorar.

11.- Eliminar estándares de trabajo que indiquen cantidad y no calidad, ya que dichos estándares solo sirven para mantener mala calidad y baja productividad y nunca ayudan a la gente para hacer bien su trabajo, en otras palabras esos estándares garantizan que la compañía obtendrá la cantidad de productos defectuosos y la cantidad especificada de desperdicio que nunca habrá de mejorarse.

12.- Eliminar las barreras que impidan al trabajador hacer bien su trabajo, corrigiendo errores en el proceso, en el uso adecuado de sus herramientas y con una supervisión orientada a la calidad y no a la cantidad.

13.- Implantar un fuerte programa de educación y entrenamiento continuo, aprendiendo a como producir con calidad, esto es, mejorando la productividad en todas las áreas y en todos los niveles, mediante el uso de las herramientas de calidad total y de técnicas estadísticas.

14.- Crear una estructura en la administración que de impulso día a día con los 13 puntos anteriores, difundiendo los métodos estadísticos necesarios por medio del desarrollo de maestros e instructores con el mismo personal encargado de la función.

4.2 TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD TOTAL.

4.2.1 TECNICA DE TORMENTA DE IDEAS.

La tormenta de ideas ayuda a los grupos de trabajo a separar las actividades creativas de las analíticas. Esta técnica puede usarse para ayudar a los grupos a identificar problemas relacionados con su trabajo, así como sus posibles causas.

Para comenzar una sesión de tormenta de ideas es necesario definir el problema o tópico el cual será debatido por el equipo de trabajo empleando las reglas siguientes:

Generar tantas ideas como sea posible. Con esto se incrementa la oportunidad de obtener mejores resultados, si la sesión se mantiene con paso rápido esto ayudará a la generación de ideas, dejar que las ideas se construyan sobre ideas. Una idea de un miembro del grupo puede dar nacimiento a una nueva idea en otro miembro, de esta manera la combinación de ideas es posible. En este punto la cantidad es más importante que la calidad.

Motivar la imaginación. No existe cosa tal como una idea ridícula, la única idea ridícula es aquella que permanece en la mente de una persona. Motive la necesidad de ideas descabelladas, ya que es más fácil mejorar con base a una idea descabellada que generar una nueva idea.

No criticar. Este punto es especialmente importante en equipos compuestos por gente que tiene mucha diferencia en rasgos organizacionales, no debe permitirse a los individuos de alto rango criticar las ideas de los individuos de menor rango jerárquico. Ejercer el rango puede forzar a los individuos de menor rango a salirse del proceso creativo.

Registro de todas las ideas. El mejor método es escribir cada idea tal como fue mencionada, escriba cada idea de modo que todos los miembros del equipo puedan ver que es lo que se ha sugerido. Esta exposición escrita de ideas ayuda a estimular otras ideas y puede ser guardada para reuniones posteriores, cuando se escriban las ideas hay que tener cuidado de no omitir ninguna.

Igual oportunidad de participación. Uno de los requerimientos de la tormenta de ideas, es la participación de cada miembro del equipo.

Permitir nuevas ideas. No precipitar el término de la sesión de tormenta de ideas, si es posible, difiera para una siguiente reunión la continuación de la sesión para dar tiempo de que las ideas maduren. Hay que dejar que la mente subconciente tenga oportunidad de trabajar a fin de desarrollar nuevas ideas.

Idea resultante. Solamente después de que los miembros del equipo han complementado las sesiones de tormenta de ideas pueden cambiar su atención a fin de analizar las ideas, ahora es el momento de poner en acción la etapa analítica de la idea resultante.

Análisis de las ideas. En esta etapa, un grupo debe considerar cuestiones como alcanzará la idea los resultados esperados?, es necesario hacer modificaciones a la idea para hacerla más efectiva?, cuál será el costo?, cuales serán los beneficios y a quien beneficiará?, creará nuevos problemas?, estará otra gente comprometida con la idea?.

Después de que cada idea ha sido analizada y evaluada usando una discusión libre y abierta, las mejores ideas deben subrayarse para su fácil identificación.

La tormenta de ideas es una herramienta para generar muchas ideas, la planeación es la herramienta para convertir esas ideas en acciones, si éstas no se convierten en un plan de acción solo permanecerán como una simple idea.

4.2.2 TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL.

Es un refinamiento de la técnica de tormenta de ideas donde se genera una lista prioritaria de ideas, se proporciona un enfoque sobre las ideas que son significativas y opera como herramienta inmediata para convertir esas ideas en acciones. Esta técnica es un mecanismo para la toma de decisiones de manera estructurada que provee de una secuencia de actividades a través de las cuales un grupo responde al planteamiento de una tarea específica. La integración del grupo es nominativa y generalmente se reúne a personas que tienen experiencia y conocimientos en la tarea a resolver.

Pasos de la técnica de grupo nominal:

Hacer una introducción. En la que se explique claramente el propósito de la sesión y el proceso que se seguirá durante la misma, se presenta a los participantes el planteamiento de la tarea a realizar clara y cuidadosamente escrita, este es el elemento más crítico en el proceso. El planteamiento de la tarea debe ser claro, simple y directo donde cada uno de los participantes debe entender el problema y la razón por la que están reunidos.

Generación silenciosa de ideas. Cada participante, trabajando solo, hace una lista de sus ideas y respuestas al planteamiento de la tarea. Se enfoca la atención a la tarea específica, libera a los participantes de distracciones y proporciona una oportunidad para pensar sus ideas en vez de reaccionar a los comentarios de otros. Normalmente es suficiente de 8 a 10 minutos para esta etapa, pero esto debe ser flexible y la duración debe ser tan larga como la mayoría de participantes continúen generando ideas.

Exposición de las ideas. Todos y cada uno de los participantes deberán exponer sus ideas a través de un moderador, una a la vez, quedando registrada y numerada cada una de ellas. La exposición y registro de las ideas continua en round robin hasta que todas sean expuestas. No debe haber discusión evaluativa de las ideas en esta etapa, la única discusión permitida será entre el moderador y el participante sobre el propósito de la discusión donde cada participante recibe igual atención y aceptación. Este proceso tiende a separar ideas de sus autores y proporciona poca oportunidad para que el grupo pueda ser dominado por personalidades fuertes o por individuos de estatus superior.

Clarificación de ideas. El moderador recorre la lista de ideas, una por una, solicitando clarificación si es necesario para su entendimiento, cualquier participante puede clarificar lo expuesto, no se requiere que el autor de la idea lo haga, el moderador se mueve rápidamente de una idea a la siguiente. En esta etapa la lógica detrás de la idea puede llevar a la conclusión que al combinarse con otra producirá una nueva idea mejorada o puede quedar incluida. El moderador evitará las discusiones largas, argumentos, discursos, etc.

Votación y clasificación de las ideas. En una lista de ideas (menor a 20) preguntar a cada persona del grupo por cuatro prioritarias, para una lista mayor solicitar hasta un máximo de nueve ideas prioritarias, según convenga.

Selección de la idea. Una vez identificada la idea final se procede a implantar las acciones convenientes para la satisfacción de la tarea a realizar.

4.2.3 HOJAS DE REGISTRO.

También conocidas como hojas de colección de datos, son usadas para acumular información específica en un período determinado de tiempo, dando oportunidad de organizar y reunir hechos y datos, mejorar la toma de decisiones, determinar si existe conformación a las especificaciones, resolver problemas más rápidamente y ganar soporte.

Pasos a seguir que se requieren en la construcción de una hoja de registro:

Identificar y definir la actividad o problema. Tener un claro entendimiento de lo que se planea medir, asegurándose de que se están midiendo cosas semejantes.

Construcción de la hoja de trabajo. Indicando los eventos a registrar.

Recopilación de los datos. Generalmente se requieren un mínimo de 50 mediciones.

Determinar máximos y mínimos. Esto es, la identificación de las mediciones mayor y menor de la muestra de datos obtenidos.

Cálculo del rango. En esta etapa se calcula la diferencia entre el número mayor menos el número menor de la muestra de datos, con el fin de obtener el rango.

Dividir el rango en intervalos de clase. Teniendo el mismo tamaño de los intervalos de clase se podrá contar con grupos de datos sin correr el riesgo de perder información importante, además del hecho, que las tendencias serán difíciles de

observar, si los intervalos de clase son muy cercanos las hojas de datos serán demasiado largas.

Construir hoja de registro.

Clasificación de los datos usando la hoja.

Contar la frecuencia en cada intervalo.

4.2.4 GRAFICAS.

Las gráficas se emplean para representar datos de una manera simplificada y para ilustrar conclusiones que de otra manera pueden ser difíciles de explicar. Las gráficas a menudo ofrecen una forma de exponer datos en forma esquemática y si son preparadas adecuadamente, pueden proveer de información valiosa en una sola mirada, además las gráficas proporcionan una buena forma para interpretar un problema o para comparar datos.

Gráficas de Gantt o de Planeación. Estas gráficas proporcionan un medio para visualizar las metas y objetivos, y son muy útiles para organizar proyectos y coordinar actividades.

Gráficas lineales. Esta gráfica representa regularmente las condiciones pasadas y presentes, y se utiliza para registrar y comparar datos, también puede ser utilizada para observar el progreso y el mejoramiento resultante de la implantación de recomendaciones.

Gráficas de barras o de columnas. Este tipo de gráficas es una excelente alternativa para hacer comparaciones visuales inmediatas.

Gráficas de áreas o de Pie. Este tipo de gráfica es una buena opción para cuando se desea mostrar el tamaño relativo del segmento en comparación al gran total.

Las gráficas son una forma de mostrar datos de una manera esquemática, si se preparan adecuadamente pueden proveer información valiosa de un solo vistazo, además proporcionan una mejor forma de entender e interpretar un problema o para comparar datos. Las gráficas son una herramienta para ayudar a determinar que cuando se requiera una acción correctiva.

La selección de una gráfica específica debe estar basada en una evaluación cuidadosa de factores y de los objetivos, para lo cual debe considerarse lo siguiente: la naturaleza de los datos, el mensaje que deben transmitir, el ámbito que representará y el tiempo de presentación disponible.

4.2.5 ANÁLISIS DEL CAMPO DE FUERZAS.

El análisis del campo de fuerzas es una herramienta gráfica simple que ayuda al proceso de análisis a equilibrar las tendencias o problemas que se presentan durante el desarrollo del proyecto o la ejecución de algún trabajo.

Las fuerzas que motivan o promueven cambios positivos son conductoras y las fuerzas que restringen o inhiben cambios positivos son restrictoras. Si el punto de balance actual se encontrara en un nivel diferente al deseado, entonces existiría una situación de problema.

Las fuerzas restrictoras desalientan el movimiento en dirección positiva, de la líneas del nivel actual de actividad.

Si las restrictoras son removidas o debilitadas, puede ocurrir un cambio positivo y si las fuerzas restrictoras se agregan o son fortalecidas, el cambio ocurrirá en dirección negativa.

Cada fuerza conductora y restrictora puede tener fortaleza diferente, hay que recordar que la suma de fuerzas de cada asunto, más el número de asuntos ocasionan, que el punto de balance se encuentre donde esta.

Las fuerzas restrictoras o conductoras pueden ser identificadas como:

TIPO I. Aquellas que pueden ser controladas;

TIPO II. Son aquellas que no pueden ser controladas pero pueden ser influenciadas.

TIPO III. Las que no se pueden controlar o influir.

Los pasos requeridos para construir un análisis del campo de fuerzas:

Primero seleccione el tipo de problema en el nivel de actividad que se desea examinar, posteriormente efectué un proceso de tormenta de ideas sobre posibles fuerzas conductoras, estas fuerzas empujan hacia el mejoramiento o hacia una acción correctiva. En seguida oriente la tormenta de ideas para encontrar las fuerzas restrictoras que inhiben el mejor funcionamiento o la acción correctiva.

Después de haberse definido las diversas fuerzas se debe acordar un plan de acción, así como los procedimientos para remover o debilitar las fuerzas restrictoras. Puede auxiliarse de las técnicas de Grupo Nominal para el desarrollo de estos procesos.

4.2.6 DIAGRAMAS DE PARETO.

Para este análisis se emplean gráficas de columnas ordenadas en forma descendente para mostrar las grandes diferencias que existen entre los elementos del ámbito en estudio.

La construcción del diagrama de Pareto implica seguir la siguiente serie de pasos:

1. Consiste en categorizar los datos.
2. Especificar el período en el cual debe realizarse el estudio y la recopilación de los datos.
3. Sumarizar los datos en una hoja de registro.
4. Construir la gráfica de barras con los datos expresados en columnas con un orden descendente de izquierda a derecha. En un Diagrama de Pareto, el eje horizontal generalmente representa el problema en cuestión y el eje vertical representa el elemento de medición o de valuación.
5. Consiste en agregar una línea acumulativa que representa la suma de los elementos valuados representados en la gráfica de barras. En esta etapa se puede

apreciar que las primeras valuaciones representan el 80% del total medido, siendo estas aproximadamente el 20% de las categorías analizadas.

4.2.7 DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO.

Estos diagramas se usan fundamentalmente para simplificar sistemas o eventos complejos, descomponiéndolos en sus partes o elementos constitutivos, son una buena herramienta para resolver los problemas en grupo desintegrando la problemática en sus componentes elementales, los cuales puedan ser fácilmente entendibles y manejables.

Las dos palabras clave involucradas en un Diagrama Causa-Efecto, son causa y efecto. El término efecto se refiere a un resultado o característica de calidad del proceso o producto que estemos interesados en estudiar, el efecto puede ser bueno o malo.

La otra palabra clave, causa, es simplemente un factor que conlleva o contribuye al efecto en el que estamos interesados, existen muchas causas, pero solamente un efecto.

Los pasos para construir un diagrama Causa-Efecto son:

1. Seleccionar el efecto o características de calidad en la que habrá de trabajar.
2. Identificar las causas por características de mayor importancia.

3. Construcción del diagrama Causa-Efecto, agregando todas las causas menores a las ramas de causa mayor conectadas por medio de flechas.

Una de las mayores ventajas de esta técnica es que permite y obliga a pensar de una manera sistemática y disciplinada, utiliza los principios de Tormenta de Ideas para su desarrollo. Este diagrama es una herramienta de comunicación, por lo tanto debe ser simple y fácilmente legible.

Cuando se ha concluido la construcción del diagrama, el siguiente paso es el de hacer un análisis del diagrama en su totalidad.

4.2.8 ANALISIS CAUSA-EFECTO.

Lo primero que se debe hacer es comparar las causas enlistadas, contra los estándares operativos, las prácticas estándar con los procedimientos establecidos, en otras palabras, es necesario comparar los que es, contra lo que se debería hacer.

El segundo paso consiste en determinar cuales de las causas enlistadas en el diagrama son significativas con respecto al efecto en la característica de calidad enfocada. Esta parte del análisis involucra el mayor esfuerzo, ya que es el momento de aislar la causa verdadera y de eliminar las menos significativas. Otros recursos que se pueden emplear en esta etapa es la de involucrar el consejo de expertos, ingenieros y trabajadores clave.

El tercer paso será desarrollar un plan de acción para solucionar el problema, mediante una planeación cuidadosa y una constante evaluación de los resultados.

La última parte en el ciclo de vida del diagrama Causa-Efecto, es la de mantenerlo al día, para usarlo durante toda la vigencia del esfuerzo de mejoramiento de la calidad.

Una vez que se ha implantado una solución que ha tenido un efecto positivo en la calidad, es necesario continuar la Planeación, Implantación y el proceso de evaluación una y otra vez, hasta alcanzar la meta de Cero Defectos. El mejoramiento de la Calidad es un trabajo que nunca termina por parte de todos los que intervienen en las funciones y operaciones de cualquier empresa.

4.3 COSTOS DE CALIDAD.

Los costos de calidad se definen como cualquier gasto que se debió de haber incurrido si el producto o servicio se hubiera realizado exactamente bien a la primera vez.

Los costos de calidad se dividen en cuatro categorías:

- Costos de prevención.
- Costos de verificación.
- Costos de fallas internas.
- Costos de fallas externas.

4.3.1 COSTOS DE PREVENCIÓN.

Los costos de prevención incluyen gastos en educación de proveedores, entrenamiento en el trabajo, rediseño del producto y otros esfuerzos para evitar que sucedan errores, intentando hacer las cosas bien a la primera vez.

4.3.2 COSTOS DE VERIFICACION.

Se refieren a los gastos en inspección, pruebas y otras actividades diseñadas para la detección de errores una vez que éstos han ocurrido.

4.3.3 COSTOS POR FALLAS INTERNAS.

Estos abarcan los gastos de repetir nuevamente algún trabajo, desperdicios y otros errores encontrados dentro de la empresa.

4.3.4 COSTOS POR FALLAS EXTERNAS.

Incluyen los gastos por reclamos de garantía del producto o servicio, demandas de responsabilidad por deficiencias y otros problemas que surgen después de que un producto ha llegado al consumidor.

4.3.5 RECOMENDACIONES DEL ASQC.

El Comité de Costos de la Sociedad Americana de Control de Calidad (ASQC) recomienda que los sistemas de costos sean diseñados para registrar costos de acuerdo a las siguientes categorías:

4.3.5.1 COSTOS DE CONFORMACION.

Es el importe que el negocio gasta para asegurar que sus productos o servicios se conformen de acuerdo con los requerimientos de sus clientes (Calidad), estos costos se dividen en costos de Prevención y costos de Verificación.

Costos de Prevención. Este se puede asociar con personal dedicado al diseño, implantación y mantenimiento del sistema de calidad, el mantenimiento del Sistema de Calidad incluye auditorías al Sistema.

1. Planeación de la Calidad y del control del proceso.
2. Diseño y desarrollo de la medición de la Calidad y del equipo de control.
3. Planeación de la Calidad, realizada por otras áreas.
4. Entrenamiento en Calidad.
5. Otros gastos de prevención.

Costos de Verificación. Son los asociados con la medición, evaluación o auditoría a los productos o servicios, para asegurar conformación con los estándares de calidad y comportamiento.

1. Recepción, pruebas e inspección de ingreso.
2. Pruebas de aceptación de laboratorio.
3. Inspección y pruebas.
4. Labor de inspección.
5. Instalación de equipos para inspección.
6. Materiales de inspección y pruebas.
7. Auditorías de Calidad.
8. Mantenimiento de los equipos de inspección.
9. Análisis y pruebas externas.
10. Revisión de los datos de pruebas e inspección.
11. Pruebas de campo.
12. Pruebas internas.
13. Evaluación de materiales, partes, sistemas en campo.

Los costos de prevención y verificación deben ser planeados, presupuestados y vistos como una buena inversión en la unidad de negocio.

4.3.5.2 COSTOS DE NO CONFORMACION.

Son los costos adicionales para la empresa debido a su falta de capacidad para conformarse a los requerimientos de Calidad.

Estos costos están subdivididos en costos por desperfectos internos y por desperfectos externos.

Desperfectos internos. Son los asociados con productos o servicios defectuosos que no alcanzan a cumplir los requerimientos de calidad y que resultan en pérdidas de manufactura.

1. Desechos.
2. Trabajos repetidos y reparaciones.
3. Resolver problemas.
4. Reinspecciones.
5. Desechos y trabajo repetido por parte de los proveedores
6. Revisión de materiales.
7. Rebajar Calidad.

Defectos externos. Son los generados por productos o sistemas defectuosos que han sido entregados ya al usuario final.

1. Quejas.
2. Servicios al producto o al cliente.
3. Materiales o módulos regresados para procesamiento.

4. **Reemplazo de garantía.**
5. **Errores en ingeniería.**

Los desperfectos internos y externos deben ser tajantemente reducidos en la empresa, estos costos son mal dinero que reduce el margen de utilidad.

Es evidente que todos los costos analizados previamente deben analizarse y reportados a fin de tomarse en cuenta para ejercer las acciones apropiadas para soportar el proceso de calidad.

4.3.6 DETERMINACION DEL COSTO DE CALIDAD.

Una vez que se han clasificado los costos como quedo escrito anteriormente, se ha dado un paso importante para obtener el costo de calidad, sin embargo, se requiere definir las actividades y hechos con suficiente detalle para hacer su manejo preciso, y evaluar o estimar los costos asociados con dichas actividades.

4.4 CALIDAD EN LOS SERVICIOS.

Es conveniente definir la naturaleza del servicio como la ejecución de alguna actividad de alguien y no la elaboración de algo, es necesario emplear sinónimos, el Servicio es acción, desempeño, actuación. Algunas definiciones más elaboradas son las siguientes:

- Servicio es el trabajo realizado por alguien.
- Un servicio es un hecho, una ejecución, un esfuerzo.
- Un producto es suministrado, un servicio es experimentado.

Entendiendo así un servicio como una acción humana realizada por alguien, es diferente a un producto. Hacer la comparación puede ser útil, para comprender la naturaleza del servicio. El servicio es un intangible, esto es, intocable, no corpóreo sin peso u otra dimensión.

Otra observación es que el servicio permite que exista un contacto real y cercano entre el productor y el consumidor.

De lo anterior se desprenden las siguientes características:

- En los servicios es frecuente ver la producción, entrega y consumo del servicio en un período corto de tiempo.
- En los servicios, el usuario, cliente o consumidor participa en forma cercana con el prestador del servicio en el diseño, elaboración y entrega del servicio.

4.4.1 EL SERVICIO DE LA SISTEMATIZACION.

Las características principales de este servicio son:

1. El servicio se realiza fuera de la vista del usuario.
2. El usuario es en alto grado Coproductor del servicio.
3. El servicio es difícil de estandarizar.

El diseño y desarrollo de Sistemas de Información es una actividad realizada totalmente por el prestador del servicio, lo que implica un conocimiento especializado, que el futuro usuario no tiene, sin embargo, lo que si se conoce y puede evaluar el cliente, es la utilidad y funcionalidad del sistema. Si el diseñador no

esta en contacto estrecho con el usuario, seguramente perderá la finalidad y los objetivos de su actividad: la necesidad del cliente.

Los factores de Calidad que todo servicio debe tener son:

- Oportunidad.
- Adecuación.
- Confiabilidad.
- Consistencia.
- Satisfacción.

4.4.2 LA CALIDAD EN LOS SISTEMAS.

Como ya se menciona en los temas anteriores el concepto de Calidad se puede comprender como una manera de pensar y enfocado a los sistemas es el hecho de:

- Mantener un proceso libre de variaciones.
- Cumplimiento de especificaciones.
- Adecuación al uso.

Entre los factores que reflejan la Calidad de un Sistema se pueden mencionar:

a) TIEMPO DE SERVICIO.

- Tiempo para solicitarlo.
- Tiempo para iniciarlo.
- Tiempo para realizarlo.
- Tiempo total.

b) COMPLETO.

- Este factor se incluye en la variedad del servicio necesario para el cliente.
- Todos los elementos periféricos incluidos al núcleo central del servicio.
- Cumplimiento de especificaciones especiales.

c) CONFIABLE.

- Libre de errores de escritura, transcripción, codificación, conteo, cálculo, medición, clasificación, lectura, documentación, entre otros.
- Libre de errores de operación en la supervisión, proceso, planeación, ensamble, control y sistema.

d) SATISFACCION DEL USUARIO.

- Producida por el trato del personal que presta el servicio.
- Cumplimiento de especificaciones, acuerdos, promesas.
- Derivada de la puntualidad y amabilidad.

**5. CASO PRACTICO: AUTOMATIZACION DEL AREA DE RECURSOS
MATERIALES.**

5. CASO PRACTICO: AUTOMATIZACION DEL AREA DE RECURSOS MATERIALES.

5.1	ANTECEDENTES.	203
5.2	FUNCIONAMIENTO ACTUAL.	207
5.3	OBJETIVOS.	207
5.4	ENFOQUE.	209
5.4.1	MODULO DE GESTION Y CONTROL.	
5.4.1.1	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	
5.4.1.2	CONTROLES OPERATIVOS.	
5.4.2	MODULO DE INFORMACION.	
5.4.2.1	CARACTERISTICAS DE LA FUNCION.	
5.4.2.2	SISTEMAS DE INFORMACION.	
5.4.2.3	INFORMACION.	
5.4.2.4	INFRAESTRUCTURA TECNICA.	
5.4.2.5	USUARIOS.	
5.5	METODOLOGIA.	213
5.5.1	ANALISIS.	
5.5.1.1	DEFINICION DE REQUERIMIENTOS.	
5.5.1.2	REVISION DE LOS PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS Y DE CONTROL.	
5.5.1.3	ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DEL SCI.	
5.5.1.4	IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION.	
5.5.2	DISEÑO CONCEPTUAL.	
5.5.3	DISEÑO DETALLADO.	
5.5.4	CONSTRUCCION E IMPLANTACION.	
5.5	ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	221
5.6	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.	240

5.1 ANTECEDENTES.

Uno de los elementos de mayor importancia para la operación de cualquier empresa, es el eficiente aprovechamiento de sus recursos materiales. La adecuada utilización de dichos recursos depende en gran medida de la forma en que se lleven a cabo las funciones de compras, almacenaje, control y asignación de los mismos.

En la mayoría de las empresas mexicanas se mantiene una política de Adquisiciones con las siguientes características:

- a) Se centraliza a nivel corporativo la operación de compras.
- b) El personal encargado de realizar la función de adquisición es reducido e improvisado.
- c) No son consideradas las propuestas de solución de los trabajadores para los problemas específicos o particulares del área.
- d) No existe un área con las funciones de evaluación y aprobación de compras estratégicas.
- d) El área de Control de Calidad es deficiente o nula.

La calidad de la información y los controles relativos a los Recursos Materiales constituyen elementos fundamentales de la Función de Abastecimientos. Al respecto, de acuerdo a las conversaciones que hemos sostenido con diversos

funcionarios de la Empresa, existen serios problemas, que afectan substancialmente el desarrollo de la función de Abastecimiento:

- a) Falta de control sobre los artículos entregados a otras áreas.
- b) Falta de precisión en la determinación de los requerimientos de compra.
- c) Sobreexistencia de algunos artículos no deseados.
- d) Falta de programas de inventarios físicos.
- e) Existencia de artículos obsoletos y deficiencias en el flujo y procesamiento de datos relativos a los movimientos de inventarios.
- f) Diferencia entre los registros y las existencias físicas de inventarios.

Uno de los factores de mayor importancia en la problemática existente, se localiza en la falta de información y el soporte de sistematización para la toma de decisiones y el control de la Función de Abastecimientos de la empresa o institución.

Básicamente, el soporte de sistematización con el que se cuenta lo constituye el sistema S.C.I. (Sistema de Control de Inventarios). Este sistema tiene como principal objetivo el efectuar el registro contable de las operaciones relacionadas con el Abastecimiento de Recursos Materiales; consecuentemente, su análisis y diseño se enfocaron primordialmente a satisfacer necesidades de registro y no de soporte a las actividades sustantivas de la Función de Abastecimientos.

Este enfoque, aunado a la evidente antigüedad del sistema, ha propiciado que en la actualidad el S.C.I. utilice una tecnología anticuada y presente un nivel mínimo de satisfacción de necesidades de sus usuarios.

Este último aspecto se manifiesta por el hecho de que los usuarios han comenzado a buscar soluciones de sistematización alternas al S.C.I. y en muchos casos, están abandonando su uso o utilizándolo simplemente por cumplimiento a requerimientos institucionales.

La situación actual del S.C.I., no únicamente representa la subutilización de recursos informáticos invertidos en el sistema, sino que origina problemas de mucho mayor trascendencia como son los que se mencionan a continuación:

- a) Se dificulta la toma de decisiones o se propicia la toma de decisiones erróneas a todos los niveles de organización por no contar con información completa, exacta y oportuna sobre los recursos materiales.
- b) Se aumenta considerablemente el tiempo de atención a los requerimientos de recursos materiales, debido, entre otras cosas, al propio diseño del sistema; a su filosofía de operación (en batch) y a las limitaciones tecnológicas existentes.
- c) Se genera la posibilidad de ocasionar problemas financieros al no contar con la capacidad de identificar oportunamente inventarios obsoletos o de lento movimiento.

d) Se genera la posibilidad de efectuar compras innecesarias, compras de urgencia o compras indebidas por no contar con información completa y oportuna sobre las existencias o sobre los proveedores de los materiales.

e) Se incrementa el costo de operación debido a que muchas de las actividades que podrían automatizarse se realizan en forma manual.

f) Se dificulta el control sobre los recursos materiales asignados a obras específicas.

En general, los usuarios del S.C.I. consideran que el sistema satisface sus requerimientos solo en un 33% aproximadamente, esta información fue obtenida del documento "Proyecto de reestructuración del sistema automatizado de control de inventarios" proporcionado por personal de la empresa, en el cual se tomaban como base para su estimación los siguientes parámetros:

- Exactitud e Integridad de la información.
- Utilidad y Seguridad de la información.
- Calidad en la Presentación.
- Facilidad de Uso del Sistema.
- Disponibilidad y Oportunidad de la Información.

El sistema ha sido analizado por personal experto del área de Compras, habiéndose determinado importantes deficiencias, mismas que han hecho considerar la posibilidad de reestructurar o substituir completamente el sistema.

El área de Recursos Materiales se encuentra desarrollando ajustes y modificaciones a los procedimientos de trabajo (y de operación), formatos utilizados en la operación de compras y a los medios de comunicación de datos, con objeto de minimizar la problemática existente e incrementar la agilidad de la Función de Abastecimientos.

Con el propósito de apoyar las acciones de cambio antes descritas, los Directivos de la empresa han considerado conveniente la participación de Consultores Externos para analizar con un enfoque independiente la situación que guardan los elementos estructurales y operativos de la Función de Abastecimientos.

5.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

La principal función del sistema de control de inventarios S.C.I., es mantener actualizada la información referente a las existencias y movimientos de materiales en todos los almacenes que son controlados, para esto, es necesario que todas las áreas que integran el sistema y hacen uso del mismo, elaboren y envíen a proceso en el S.C.I. toda la documentación que respalde los movimientos que afecten al inventario.

5.3 OBJETIVOS.

El objetivo primario es el de definir y analizar la problemática existente; Identificar las causas que la originan y proponer la alternativa de solución más adecuada para las Funciones de Abastecimiento, Almacenaje, Control y Asignación de Recursos Materiales.

Para lograr lo anterior, hemos definido los siguientes objetivos particulares:

a) Identificar los objetivos Institucionales a cuyo logro contribuyen las actividades de Abastecimiento, Almacenaje, Control y Distribución de Recursos Materiales, así como los Factores Críticos de Exito, Problemas y Necesidades de información relacionados con dichas funciones.

b) Definir los requerimientos de información de la Función de Abastecimientos, tanto a nivel operativo, como nivel de control y a nivel dirección.

c) Analizar las políticas y procedimientos de tramitación de la Función de Abastecimientos, identificar puntos de mejoría y proponer acciones que refuercen sus controles internos.

d) Evaluar el sistema actual y determinar el grado de satisfacción que proporciona a los requerimientos de información de la Función de Abastecimientos.

e) Identificar las principales deficiencias o limitaciones del soporte de sistematización actual, considerando los siguientes criterios de evaluación:

- Tecnología utilizada para la operación del sistema.
- Calidad y oportunidad de la información proporcionada por el sistema.
- Seguridad e Integridad de la información proporcionada por el sistema.
- Disponibilidad de la información.
- Nivel de contribución del S.C.I. a los objetivos de la Función de Abastecimientos y a los Institucionales.
- Niveles de documentación del sistema.

f) Elaborar un plan de acción y un programa de actividades para implantar las alternativas de solución más adecuadas.

5.4 ENFOQUE.

Para desarrollar con éxito cualquier función dentro de una organización se requiere contar con un conocimiento claro de sus objetivos, sus factores críticos de éxito, su problemática, sus alcances y su trascendencia organizacional. Este conocimiento debe contar además con procedimientos operativos y mecanismos de control que soporten las actividades sustantivas de la Función de Abastecimientos (a lo cual definimos como Módulo de Gestión y Control), adicionalmente debe existir un sistema de información que no únicamente apoye las actividades de registro, procesamiento de datos y generación de información para la toma de decisiones, sino que proporcione una ventaja estratégica mediante el uso de la tecnología (a lo cual definimos como Módulo de Información).

De acuerdo a las situaciones comentadas, indica la conveniencia de efectuar un análisis y evaluación de los dos sistemas que hemos mencionado:

- Módulo de Gestión y Control.
- Módulo de Información.

5.4.1 MODULO DE GESTION Y CONTROL.

En nuestro concepto para que el Módulo de Gestión y Control satisfaga adecuadamente los requerimientos operativos de la Empresa, debe reunir 10 elementos básicos e indispensables que propicien la eficacia y eficiencia de trabajo

del personal responsable de la función. Los elementos a que nos referimos pueden clasificarse en dos grupos:

5.4.1.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Estos comprenden:

- Objetivos Generales del Sistema.
- Organización (División de Funciones).
- Normatividad a través de políticas.
- Capacidad del personal.

5.4.1.2 CONTROLES OPERATIVOS.

Que aplican sobre:

- Inicio y procesos de operaciones sustantivas.
- Autorizaciones.
- Documentación respaldo de las operaciones.
- Registro de las operaciones.
- Informes y Reportes.
- Supervisión y Auditoría.

La existencia y suficiencia de estos elementos (Estructurales y Operativos) permite llevar a cabo más fácilmente la ejecución de cualquier función y la comprobación por los niveles directivos de la observancia y cumplimiento de metas y objetivos institucionales por personal de supervisión y de niveles operativos.

De acuerdo con estos antecedentes, las actividades a desarrollar cubrirán lo siguiente:

1. Formular un inventario de los componentes de estructura y operación básica del sistema de Compras y Almacenes y estudiar y analizar los mecanismos del control establecidos para el ejercicio de esta función.
2. Llevar a cabo la auditoría operacional para determinar debilidades de tramitación y control de la Función de Abastecimientos.
3. Sugerir medidas y acciones para el reforzamiento y mejoramiento de los controles necesarios para llevar a cabo la gestión de la función de compras y Almacenes.

5.4.2 MODULO DE INFORMACION.

El módulo de información de la función de Abastecimientos, como mencionamos anteriormente, no debe limitarse a satisfacer exclusivamente las necesidades de información para la toma de decisiones a varios niveles de la organización, sino que también debe proporcionar una ventaja estratégica mediante el empleo adecuado de tecnología de información.

Para lograr lo anterior, es necesario que el sistema de información considere los siguientes aspectos:

5.4.2.1 CARACTERISTICAS DE LA FUNCION.

Este ámbito de análisis es el que proporciona los elementos necesarios para desarrollar el Modelo de la Función de Abastecimientos, mismo que fundamenta los

parámetros y lineamientos utilizados para asegurar la contribución de dicha función a los Objetivos Institucionales. Es decir, aquí se identifican los objetivos, factores críticos de éxito, problemas y necesidades de información de la Función, su interrelación con los objetivos institucionales y el nivel en que estos están siendo satisfechos.

5.4.2.2 SISTEMA DE INFORMACION.

Este ámbito del estudio abarca los programas de aplicación, las estructuras de datos y los procedimientos operativos del S.C.I. Es importante que el sistema efectivamente responda a todos los requerimientos de la Función de Abastecimientos y que su operación observe adecuados niveles de eficiencia, para lo cual además de considerar las cuestiones eminentemente técnicas relacionadas con los sistemas en cuanto a metodología y tecnología utilizadas, también se requiere identificar la información que maneja y la interacción con los usuarios.

5.4.2.3 INFORMACION.

El examen de este ámbito incluye las definiciones de las bases de datos del S.C.I., su distribución, la oportunidad, confiabilidad e integridad de las mismas, así como su utilización en los diferentes niveles de segregación. Adicionalmente, contempla todos los requerimientos de información por parte de usuarios internos y externos.

5.4.2.4 INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA.

La importancia del examen de este ámbito, reside en la necesidad de que la tecnología utilizada por el sistema de información sea un apoyo a la eficiente operación del mismo, considerando aspectos como: la tecnología utilizada, la compatibilidad entre los diversos equipos, y las condiciones físicas de los mismos.

5.4.2.5 USUARIOS.

Dentro de este ámbito, destaca la importancia de que los diversos usuarios tengan una comprensión cabal del sistema y de su forma de operación, es decir, que exista la difusión y capacitación requeridas. Por otra parte, se requiere la existencia de los diversos manuales para apoyar a los usuarios en la operación del sistema. Es particularmente importante que la información producida por el sistema satisfaga los requerimientos de los usuarios en cuanto a oportunidad, calidad y niveles de explotación de la misma.

Si bien se ha planeado un panorama general del alcance de la evaluación, la descripción anterior destaca exclusivamente los puntos principales de análisis. Sin embargo, la metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto, asegurará llegar al nivel de detalle necesario a efecto de conocer el comportamiento y operación de los sistemas evaluados.

Es de suma importancia que antes de iniciar un proyecto de esta naturaleza se considere su magnitud y complejidad. De no hacerlo así se corre el riesgo de pretender adoptar soluciones sencillas para corregir problemas complejos, lo que podría reflejarse en resultados poco efectivos al instrumentar los cambios o ajustes correspondientes.

5.5 METODOLOGIA.

La metodología de trabajo que debe seguirse para el desarrollo exitoso de este proyecto, deberá contar con las siguientes características:

Estructurada: La estructura de la Metodología debe permitir el desarrollo del trabajo en forma modular y enfocar cada una de dichas fases al logro de objetivos específicos del proyecto. Adicionalmente, esta estructura debe facilitar el ejercicio de un control adecuado sobre el avance de las actividades y la identificación oportuna de cualquier desviación en los planes de trabajo.

Orientada a Productos: La Metodología debe estar orientada a la obtención de productos intermedios, es decir, que no sea necesario esperar la conclusión total del proyecto para obtener productos formales.

Al concluir cada una de las fases de la Metodología se debe obtener un producto integrado y completo que permita evaluar los resultados de la fase y obtener conclusiones sobre los mismos en forma oportuna.

Basada en Ingeniería de Información: La Metodología propuesta debe fundamentarse en conceptos de la Ingeniería de Información, lo cual le proporcionará la capacidad de aplicar técnicas formales y estructuradas orientadas al análisis de la función de sistemas de información.

Soportada en Herramientas CASE: La Metodología debe contar con un fuerte soporte de herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering), lo cual permitirá aprovechar todos los beneficios de esta tecnología de vanguardia en el desarrollo del proyecto, como son entre otros: Almacenamiento inteligente de objetos en una enciclopedia, interfase gráfica con los usuarios, utilización de diagramadores, documentación automática del proyecto y soporte directo a las técnicas de Ingeniería de Información.

A continuación se describen las fases esenciales que deberá considerar el proyecto de automatización la función de Abastecimientos.

5.5.1 Análisis.

En esta fase, se deben identificar en forma detallada los requerimientos de información existentes en cada una de las unidades organizacionales que fueron analizadas y se deberán complementar y detallar los modelos iniciales de datos y de procesos.

5.5.1.1 DEFINICION DE REQUERIMIENTOS. Esta fase tiene como propósito, el identificar los requerimientos de información existentes en la función de abastecimientos, tomando en consideración los requerimientos operativos y estratégicos de los responsables de la propia función, así como los requerimientos de información para otras áreas o sistemas y/o Entidades Externas con las cuales se establezca un intercambio de información. Un elemento importante que se incluye en esta fase, es el análisis del impacto que tengan áreas o funciones ajenas a la de Abastecimientos, pero que representen problemas o consideraciones especiales.

Los productos principales de esta fase son: El Modelo de la Función y el Reporte de Requerimientos de Información.

El Modelo de la Función se integrará de la siguiente forma:

- Modelo estratégico.
- Modelo de organización.
- Modelo de procesos.

- Modelo de datos.
- Modelo de asociaciones.

Este modelo, además de servir como parámetro de medición para evaluar metodológicamente el diseño del S.C.I. y determinar el nivel de satisfacción de los requerimientos de información, se utilizará como fundamento para desarrollar las medidas de solución a la problemática existente, las cuales podrían incluir adecuaciones al sistema actual o el diseño de una nueva aplicación.

5.5.1.2 REVISION DE LOS PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS Y DE CONTROL. Las actividades de esta fase se encaminan a lograr lo siguiente:

Analizar y evaluar con sentido crítico los mecanismos de operación de las funciones de Abastecimientos, Almacenaje, Control y asignación de Recursos Materiales, con la finalidad en primer término de determinar su eficiencia y en segundo lugar proponer acciones de mejoramiento al sistema y a sus controles internos.

El producto principal de esta fase será el Informe de Evaluación de Gestión y Control, el cual contendrá un resumen de las principales deficiencias detectadas y nuestras recomendaciones para su corrección.

5.5.1.3 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DEL S.C.I. El objetivo de esta fase es el de obtener una evaluación de las características actuales del S.C.I. para lo cual se tomará en consideración las bases de datos del sistema; la

tecnología de información que utiliza el sistema y, en general, la información que proporciona el S.C.I. en la actualidad. Para lograr lo anterior se analizan las perspectivas tanto de los usuarios del sistema como del personal de Informática que lo desarrolló, opera y da mantenimiento al sistema. En esta fase también se evalúan los aspectos de seguridad y control de la aplicación y analizando si el sistema cuenta con procedimientos que permitan prevenir, detectar y corregir posibles errores o irregularidades que se presenten en su operación. El producto principal en esta fase es el Reporte sobre la Evaluación de la Situación Actual del S.C.I.

5.5.1.4 IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION. El objetivo de esta fase es el de identificar las mejores alternativas de solución para la Función de Abastecimientos, para lo cual considera entre otras cosas: Identificación de problemas críticos; Identificación de alternativas de solución; Factibilidad de implantación de soluciones; Actividades requeridas y Recursos necesarios. Los productos principales de esta fase son: El Plan de Optimización y el Programa de Trabajo.

Los productos principales de esta fase deben ser los siguientes: Modelo de Datos; Modelo de Procesos y Requerimientos de Información.

Evaluación de Paquetes de Software.

Una vez definidos los requerimientos de información específicos, se deberán identificar las posibles soluciones de paquetería de software que faciliten la solución de algunos de los módulos.

En esta fase del proyecto se deben elaborar formalmente las bases técnicas para las evaluaciones de los paquetes, se efectuarán dichas evaluaciones para fundamentar los juicios de calificación, se deberán seleccionar los paquetes y establecer las condiciones contractuales necesarias para su adquisición. En esta fase se deberá elaborar un Plan de Trabajo para la capacitación, instalación y posibles adecuaciones que se requieran efectuar a los paquetes. En esta fase también deberán concluirse las especificaciones técnicas sobre la configuración del equipo de cómputo necesario para soportar las operaciones de la función de Abastecimientos a mediano y a largo plazos. en estas especificaciones se deben tomar en consideración características como las capacidades de almacenamiento y de transmisión de datos, el número de terminales requeridas en uso individual y simultáneo y la velocidad requerida de procesamiento, capacidades de impresión de reportes.

Los productos principales de esta fase deben ser los siguientes: Bases y criterios para la selección de Paquetes y Reportes de selección de Paquetes y Especificaciones Técnicas para la Configuración del Equipo de Cómputo.

5.5.2 Diseño Conceptual.

Tomando como base los modelos de la Empresa generados en la fase de análisis, deben desarrollarse las especificaciones correspondientes al diseño conceptual de las aplicaciones. Para ésto, se deberán tomar en consideración los aspectos físicos requeridos para la implantación de los sistemas, produciéndose el diseño de pantallas, reportes y formatos utilizados en las aplicaciones y el esquema conceptual de las bases de datos a desarrollar.

Es importante señalar que el diseño conceptual de las aplicaciones debe incluir, tanto los paquetes de software seleccionados, como el desarrollo de las aplicaciones y la posible interacción entre ambas alternativas.

Los productos principales de esta fase deberá ser el siguiente: Diseño Conceptual de las Aplicaciones.

Implantación de Paquetes.

En caso de que se haya decidido la adquisición de paquetes de software, en esta fase del proyecto se debe realizar la capacitación técnica necesaria para su utilización, se deben instalar, probar y definir los requerimientos de adecuación para satisfacer completamente las necesidades específicas de la función de Abastecimientos, se deberá supervisar la realización de dichas modificaciones, se deberá iniciar la operación de los paquetes. Los productos principales de esta fase deberán ser: Requerimientos de adaptación de Paquetes; Paquetes Instalados y Personal capacitado en los Paquetes.

5.5.3 Diseño Detallado.

En esta fase del Proyecto, deberán desarrollarse las especificaciones técnicas de los sistemas que no hayan sido implantados a través de paquetes de software. Para lograr ésto, se deben tomar las definiciones obtenidas en la fase de diseño conceptual y deben ser "traducidas" a especificaciones técnicas detalladas que permitan la posterior programación de los sistemas.

En esta fase también se deberán establecer las interfases con los sistemas existentes y/o con los paquetes de software instalados para asegurar la integración de todos los

sistemas de información. Se deben definir los procedimientos para la transferencia de datos de los sistemas actuales a los nuevos sistemas y se desarrollan los procedimientos para las pruebas de los sistemas. Los productos principales de esta fase deben ser los siguientes: Diseño funcional de Sistemas; Diseño Técnico de Sistemas; Diseño Ambiente Operativo; Plan de Conversión de Datos y Diseño de Pruebas.

5.5.4. Construcción e Implantación.

En esta última fase del Proyecto, deberán construirse los nuevos sistemas e integrarse a las operaciones cotidianas de la Empresa. En esta fase también deben desarrollarse los manuales de procedimientos para la operación de los sistemas, deben diseñarse e impartirse cursos de capacitación para usuarios finales, para personal de sistemas que operará las aplicaciones y específicamente al grupo de Auditoría Interna para capacitarlo en técnicas y procedimientos de Auditoría de Sistemas. Se deberá realizar la carga inicial de datos en los archivos de los nuevos sistemas y finalmente se deberán implantar las aplicaciones y liberarse en estado de producción. En esta fase también se debe elaborar el Plan de Evolución de los sistemas, en el cual se definirán los procedimientos requeridos para efectuar modificaciones a los sistemas posteriormente a su liberación. Los productos principales de esta fase deben ser los siguientes: Reporte de pruebas; Manuales de Procedimientos; Programas de Capacitación; Bases de Datos Convertidas; Plan de Evolución y Sistemas en Producción.

5.5 ACTIVIDADES DEL PROYECTO.**1. Definición de requerimientos de información.****1.1. Recopilación de Información de la Función de Abastecimientos.****1.1.1. Preparar sesiones de obtención de información.**

1. Definir el enfoque de las sesiones.
2. Calendarizar las sesiones.
3. Preparar material de trabajo para las sesiones.
4. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.1.2. Realizar sesiones de obtención de información.

1. Resumir objetivos de sesiones a participantes.
2. Realizar las sesiones de obtención de información.
3. Consolidar los resultados de las sesiones.

1.1.3. Preparar notas de retroalimentación.

1. Analizar los resultados de las sesiones.
2. Preparar notas de retroalimentación.
3. Realizar revisión con el equipo de trabajo.
4. Distribuir notas de retroalimentación.

1.1.4. Revisar notas de retroalimentación.

1. Revisar los puntos no concretados.
2. Realizar revisión de notas de retroalimentación con los participantes involucrados.

1.2 Desarrollo del Modelo de Información de la Función de Abastecimientos.**1.2.1. Desarrollar el modelo de estrategia de la Función de Abastecimientos.**

1. Identificar metas y objetivos.
2. Identificar factores críticos de éxito.
3. Identificar aseveraciones críticas.
4. Identificar oportunidades/problemas.
5. Identificar necesidades de información.
6. Identificar principios y estrategias de los Sistemas de Información.
7. Identificar relaciones entre estrategias y otros elementos del modelo.
8. Documentar el modelo con los resultados obtenidos.
9. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.2 Desarrollar el modelo de datos de la Función de Abastecimientos.

1. Identificar áreas sujeto.
2. Identificar entidades.
3. Especificar atributos.
4. Especificar dominios.
5. Especificar reglas de integridad.
6. Normalizar el modelo de datos.
7. Documentar el modelo con los resultados obtenidos.
8. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.3. Desarrollar el modelo de procesos de la Función de Abastecimientos.

1. Identificar procesos.
2. Identificar agentes externos.
3. Identificar almacenamientos de datos.

4. Identificar flujos de datos.
5. Identificar eventos.
6. Definir procesos elementales.
7. Identificar relaciones entre procesos y otros elementos del modelo.
8. Documentar los resultados obtenidos.
9. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.4. Desarrollar el modelo de organización de la Función de Abastecimientos.

1. Identificar unidades organizacionales.
2. Identificar funciones de trabajo.
3. Identificar instalaciones para el trabajo.
4. Identificar localizaciones geográficas.
5. Identificar relaciones entre procesos y otros elementos del modelo.
6. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.5. Desarrollar relaciones entre modelos.

1. Identificar las relaciones entre el modelo de datos y el modelo de procesos.
2. Identificar las relaciones entre el modelo de datos y el modelo de estrategia.
3. Identificar las relaciones entre el modelo de datos y el modelo de organización.
4. Identificar las relaciones entre el modelo de procesos y el modelo de estrategia.

5. Identificar las relaciones entre el modelo de procesos y el modelo de organización.
6. Identificar las relaciones entre el modelo de organización.
7. Documentar los resultados obtenidos.
8. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.6. Identificar requerimientos de información de la Función de Abastecimientos.

1. Definir requerimientos de información.
2. Dar prioridades a los requerimientos de información.
3. Documentar aseveraciones.
4. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.2.7. Practicar revisión formal.

1. Revisar los puntos no concretados.
2. Realizar la revisión.

1.3 Revisión y aprobación de requerimientos.

1.3.1. Evaluar los resultados de la fase.

1. Evaluar los resultados de la fase.
2. Revisar los puntos no concretados.
3. Identificar nuevos riesgos y aseveraciones.
4. Evaluar el impacto sobre el plan de trabajo.
5. Consolidar los resultados de la fase.

1.3.2. Reconciliar resultados con el entorno del S.C.I.

1. Comparar resultados del proyecto contra el entorno de la empresa.
2. Definir propuestas de cambios.
3. Obtener aprobación sobre la propuesta de cambios.
4. Incorporar y comunicar los cambios aprobados.

1.3.3. Elaborar reporte de requerimientos del S.C.I.

1. Finalizar los trabajos de obtención de información.
2. Confirmar el contenido del reporte.
3. Realizar secciones del resumen.
4. Editar el reporte.
5. Armar el reporte.
6. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

1.3.4. Obtener aprobación de los resultados de la Fase.

1. Revisar resultados de la fase con los responsables de la Función de Abastecimientos.
2. Obtener la aprobación.

1.4. Revisión y evaluación.

- 1.4.1. Revisar los productos finales de la fase.
- 1.4.2. Elaborar plan de trabajo para el análisis de la situación actual del S.C.I.
- 1.4.3. Concluir la Fase.

2. Revisión de los Procedimientos Operativos y de Control.**2.1. Inventario de elementos básicos de operación del sistemas de compras y almacenes.****2.1.1. Inventario de recursos y documentación existente.**

- 1. Identificar los recursos humanos.**
- 2. Identificar los recursos materiales disponibles.**
- 3. Identificar los archivos y documentación contenida.**

2.1.2. Objetivos y políticas generales del sistema.

- 1. Identificación de objetivos.**
- 2. Inventariar políticas corporativas.**
- 3. Inventariar políticas de operación interna.**

2.1.3. Estructura general de organización.

- 1. Identificación de la estructura organizacional.**
- 2. Revisión selectiva de funciones y responsabilidades.**
- 3. Identificación de relaciones de coordinación.**
- 4. Identificación de las características personales.**
- 5. Correlación de características con requerimientos.**
- 6. Revisión de Manuales de Organización.**

2.1.4. Identificación de operaciones sustantivas del sistema.

- 1. Inventariar operaciones de Abastecimientos.**
- 2. Identificar operaciones sustantivas.**

2.2 Rastreo de controles estructurales y operativos.**2.2.1. Análisis y evaluación de controles estructurales del sistema general de adquisiciones.**

1. Revisión y análisis de objetivos generales.
2. Evaluación de la división de funciones.
3. Evaluación de la normatividad operativa.

2.2.2. Análisis y evaluación de controles operativos de los principales subsistemas.

1. Identificación de flujos operativos.
2. Evaluación de puntos de control y supervisión:
 - Sistema de autorizaciones.
 - Documentación respaldo de las transacciones.
 - Registro de las operaciones.
 - Supervisión y auditoría.
3. Revisión de Manuales de Procedimientos.

2.2.3. Definición de cambios estructurales y operativos.

1. Obtención de conclusiones.
2. Definición de cambios a elementos estructurales.
3. Definición de cambios a elementos operativos.

2.3 Integración del informe de evaluación de los elementos básicos del sistema.**2.3.1. Formulación de informe de evaluación de elementos básicos de gestión.**

1. Resumen de trabajos desarrollados.
2. Descripción de principales deficiencias de elementos de operación.

3.Descripción de principales deficiencias de elementos de operación.

4.Conclusiones y opinión acerca del Sistema de Gestión y Operación.

2.3.2.Propuesta de acciones de reforzamiento y mejora de los sistemas de compras y almacenes.

1.Acciones de mejoramiento a elementos estructurales.

2.Acciones de mejoramiento a elementos operativos.

3.Presentación de informe de evaluación.

3. Análisis de la situación actual del S.C.I.

3.1 Evaluación del S.C.I.

3.1.1.Definir los módulos que integran al S.C.I.

1.Identificar los módulos objetivo.

2.Obtención de documentación.

3.Describir cada uno de los módulos.

4.Esquematizar la interfase con los usuarios.

5.Describir las interfases automatizadas.

6.Definir las relaciones entre los sistemas de información.

7.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.1.2.Establecer el alcance del S.C.I.

3.1.3.Preparar material para las entrevistas.

1.Preparar entrevistas con los usuarios.

2.Preparar entrevistas con el personal de informática.

3.1.4. Realizar entrevistas.

1. Identificar a los usuarios que participarán en las entrevistas.
2. Identificar al personal de informática que participará en las entrevistas.
3. Realizar las entrevistas.

3.1.5. Efectuar evaluación de la situación actual.

1. Realizar la evaluación por parte del usuario.
2. Realizar la evaluación por parte del personal de informática.
3. Evaluar la seguridad de la aplicación.
4. Resumir el resultado de la evaluación para cada una de las aplicaciones.
5. Refinar la descripción de la aplicación.
6. Evaluar globalmente el S.C.I.
7. Definir problemas/oportunidades.
8. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.1.6. Realizar revisión formal.

1. Confirmar el contenido de la evaluación del S.C.I.
2. Realizar un borrador de informe sobre la evaluación del S.C.I.
3. Revisar los puntos no concretados.
4. Realizar la revisión.

3.2 Evaluación de las bases de datos.**3.2.1. Identificar y definir las principales bases de datos del S.C.I.**

1. Identificar y definir las principales bases de datos.

3.1.4. Realizar entrevistas.

1. Identificar a los usuarios que participarán en las entrevistas.
2. Identificar al personal de informática que participará en las entrevistas.
3. Realizar las entrevistas.

3.1.5. Efectuar evaluación de la situación actual.

1. Realizar la evaluación por parte del usuario.
2. Realizar la evaluación por parte del personal de informática.
3. Evaluar la seguridad de la aplicación.
4. Resumir el resultado de la evaluación para cada una de las aplicaciones.
5. Refinar la descripción de la aplicación.
6. Evaluar globalmente el S.C.I.
7. Definir problemas/oportunidades.
8. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.1.6. Realizar revisión formal.

1. Confirmar el contenido de la evaluación del S.C.I.
2. Realizar un borrador de informe sobre la evaluación del S.C.I.
3. Revisar los puntos no concretados.
4. Realizar la revisión.

3.2 Evaluación de las bases de datos.**3.2.1. Identificar y definir las principales bases de datos del S.C.I.**

1. Identificar y definir las principales bases de datos.

- 2.Obtener documentación.
- 3.Describir cada base de datos identificada.
- 4.Identificar la relación con los Sistemas de Información actuales.
- 5.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.2.2.Desarrollar el modelo de entidades.

- 1.Identificar entidades.
- 2.Describir entidades.
- 3.Describir el modelo de entidades.
- 4.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.2.3.Efectuar evaluación de las bases de datos.

- 1.Evaluar las bases de datos.
- 2.Definir oportunidades/problemas.
- 3.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.2.4.Realizar revisión formal.

- 1.Confirmar el contenido de la evaluación de las bases de datos.
- 2.Realizar un borrador de informe sobre la evaluación de las bases de datos.
- 3.Revisar los puntos no concretados.
- 4.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.3. Evaluación de la tecnología de información actual.

3.3.1.Definir los componentes tecnológicos actuales.

- 1.Obtener documentación de la tecnología actual.

- 2.Describir la configuración del equipo.
- 3.Describir la redes de comunicación.
- 4.Describir los componentes de hardware.
- 5.Describir el software.
- 6.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.3.2.Efectuar evaluación de la tecnología actual del S.C.I.

- 1.Consulta interna con expertos en tecnología.
- 2.Consulta con el proveedor de tecnología.
- 3.Evaluación de la seguridad sobre los componentes tecnológicos.
- 4.Evaluación de cada uno de los componentes tecnológicos.
- 5.Evaluación global del medio ambiente tecnológico actual.
- 6.Definir oportunidades/problemas.
- 7.Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.3.3.Efectuar evaluación de las instalaciones.

- 1.Describir las instalaciones para el personal.
- 2.Describir las instalaciones del equipo de cómputo.
- 3.Evaluar las instalaciones para el personal.
- 4.Realizar la revisión.

3.3.4.Realizar revisión formal.

- 1.Armaz la evaluación de la tecnología actual.
- 2.Realizar las revisiones formales.
- 3.Obtener la aprobación de la evaluación.

3.4. Análisis de información del S.C.I.**3.4.1. Desarrollar asociaciones de información del S.C.I.**

1. Identificar las relaciones entre componentes tecnológicos y bases de datos.
2. Identificar las relaciones entre componentes tecnológicos y aplicaciones.
3. Identificar las relaciones entre aplicaciones y bases de datos.
4. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.4.2. Refinar la evaluación de la situación actual del S.C.I.

1. Analizar las relaciones entre los sistemas de información actuales.
2. Refinar la evaluación del S.C.I.
3. Refinar la evaluación de las bases de datos.
4. Refinar la evaluación de los componentes tecnológicos.
5. Realizar revisión con el equipo de trabajo.

3.4.3. Elaborar reporte de evaluación de la situación actual del S.C.I.**3.4.4. Evaluación control y seguridad.****3.4.4.1. Evaluación del medio ambiente del S.C.I.**

1. Evaluar niveles de autoridad.
2. Evaluar la segregación de funciones y niveles de responsabilidad.
3. Evaluar procedimientos de mantenimiento al S.C.I.
4. Evaluar procedimientos de operación del S.C.I.

3.4.4.2. Evaluación de control y seguridad.

1. Evaluar los objetivos de control de entrada de datos.

2. Evaluar los objetivos de control de comunicación de datos.
3. Evaluar los objetivos de control de proceso de datos.
4. Evaluar los objetivos de control de salida de información.
5. Evaluar los objetivos de control de seguridad y respaldo de información.

3.4.4.3 Evaluación de la documentación del S.C.I.

1. Evaluar estándares de documentación.
2. Evaluar documentación de usuario
3. Evaluar documentación técnica.
4. Evaluar documentación de operación.

3.4.4.4. Análisis de riesgos.

1. Analizar causas de riesgo.
2. Analizar efectos y consecuencias de los riesgos.
3. Analizar controles compensatorios.
4. Determinar pruebas.
5. Aplicar pruebas y analizar resultados.

3.4.4.5. Elaboración del reporte riesgo / causa / control.

3.5. Revisión y evaluación.

- 3.5.1. Revisar los productos finales de la fase.
- 3.5.2. Elaborar plan de trabajo para la evaluación de control y seguridad del S.C.I.
- 3.5.3. Concluir la Fase.

4. Identificación de alternativas de Solución.

4.1. Identificación de medidas de solución a corto plazo.

4.1.1. Identificar elementos de solución a corto plazo sobre hardware y software.

4.1.2. Identificar elementos de solución a corto plazo sobre políticas y procedimientos operativos y controles internos

4.1.3. Identificar elementos de solución a corto plazo sobre estructura y diseño del Sistema de Información.

4.2. Identificación de medidas de solución a mediano y largo plazo.

4.2.1. Identificar elementos de solución a mediano y largo plazo sobre hardware y software.

4.2.2. Identificar elementos de solución a mediano y largo plazo sobre políticas, procedimientos operativos, controles internos y estructura organizacional del Función de Abastecimientos.

4.2.3. Identificar elementos de solución a mediano y largo plazo sobre estructura y diseño del Sistema de Información.

4.3. Elaboración del Plan de Optimización y Programa de Trabajo.

4.3.1. Revisar los productos finales de la fase.

4.3.2. Concluir el Proyecto.

	FASE DE DEFINICIÓN	FASE DE DISEÑO	FASE DE PROGRAMACIÓN	FASE DE PRUEBA DEL SISTEMA	FASE DE ACEPTACIÓN	FASE DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN
AUMENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO						
ACTIVIDADES PRINCIPALES		Definición				
		Diseño base				
		Preparación de la documentación de integración				
		Pruebas de integración		Pruebas del sistema	Aceptación	
				Adiestramiento		Instalación y prueba
HITOS DE LOS DOCUMENTOS PRINCIPALES	<ul style="list-style-type: none"> ● Plan del proyecto ● Especificación del problema 	<ul style="list-style-type: none"> ● Especificación del diseño ● Manual del programador ● Especificación de la prueba preliminar de aceptación 			<ul style="list-style-type: none"> ● Comprobación de aceptación ● Documento final del proyecto 	

TIEMPO

**PLAN DETALLADO DE LA FUNCION
DE ABASTECIMIENTOS**

PROYECTO	MESES	PRIORIDAD	M E S E S																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Fortalecimiento de Informática</i>	4	1	■	■	■	■														
<i>Planeación del Proyecto de Desarrollo</i>	1	1	■																	
<i>Sistema Integral de Recursos Materiales</i>	18	1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Estructura de Org. de Abastecimientos</i>	8	1			■	■	■	■	■	■	■	■								
<i>Políticas y Procedimientos de Abastecimientos</i>	8	1	■	■	■	■	■	■	■	■										
<i>Requisición de Compras</i>	5	1	■	■	■	■	■													
<i>Sistema de Planeación de la Operación</i>	8	1								■	■		■	■		■	■			
<i>Planeación de la Operación</i>	7	1	■	■	■	■	■	■												
<i>Sistema de Cuantificación y Precios Unitarios</i>	10	1							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Estándares de Costo por Orden</i>	6	1										■	■	■	■	■	■			
<i>Determinación de Estándares de obra</i>	5	1										■	■	■	■	■				

5.6 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.**- REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.**

Estos representan las necesidades primarias y funcionales del área de Recursos Materiales.

COMPRAS.

- Emisión de requisiciones.
- Emisión automática de órdenes de compra y lotes económicos.
- Puntos de reorden.
- Desempeño estadístico.

CONTROL DE INVENTARIOS.

- Entrada de materiales.
- Salida de materiales (entrega a usuarios).
- Salida de materiales inter-almacenes.
- Desempeño estadístico.
- Ajustes de inventario.

CONTROL CONTABLE.

- Cargos a los usuarios de materiales en inventario.
- Cargos a los presupuestos.
- Interfaces con el Sistema de Control de Inventarios (SCI).

FUNCIONES ADICIONALES.

Reportes gerenciales y de desempeño.

- Nivel de servicio.

- Inversión en inventario.
- Reportes de totales consolidados.

MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS.

- Catálogo de materiales.
- Catálogo de proveedores.
- Archivos de ordenes de compra.
- Archivos de solicitudes de material.
- Archivos de respaldo.
- Archivos de transferencia.

COMPARATIVOS CONTRA METAS.

- Presupuestos anuales.
- Demanda programada de materiales.
- Presupuestos anuales de mantenimiento.

- CONTROL DE INVENTARIOS.

PROPOSITO GENERAL.

El control de inventarios proporciona un elemento para la planeación, monitoreo y control en los almacenes, el módulo de inventarios ayuda a controlar el inventario asegurando que los materiales necesarios se encuentran disponibles para el surtido de órdenes de trabajo con la mejor política de efectividad y costo, ya que se evita la acumulación de inventario innecesario.

Todos los movimientos en existencias se registran y se conservan en archivos históricos que facilitan las funciones de auditoría. Todas las transferencias de materiales se registran en el sistema, desde la emisión hasta el embarque hacia otros almacenes. El ciclo contable asegura que el sistema registre y contabilice el inventario. El módulo de control de inventario indicará los faltantes de inventario, así como las áreas en las que existe exceso de inventario. El análisis ABC se establece para identificar a los materiales que requieren de particular atención.

Toda la información deberá conservarse por un período definido por el usuario y se podrá tener acceso en diferentes formatos a través de pantallas de consulta con opción a reportes. Se deberá mantener registro confiable del inventario actual y se tendrá acceso por este módulo para ayudar en la planeación y recepción de materiales apropiados con el volumen y tiempo de suministro apropiado.

FUNCIONES Y CARACTERISTICAS.

1. Capacidad para proporcionar segregación en la administración de materiales y para emitir reportes en situaciones múltiples.
2. Capacidad para restringir transacciones y disponer de medidas de seguridad para transacciones inter-almacenes.
3. Capacidad para manejar transacciones de inventario múltiple:
 - Ajustes de balance.
 - Ajustes de ciclos contables.
 - Ajustes de inventario físico.
 - Movimientos inter-almacenes.

- Movimientos dentro del almacén.
- Reportes de envíos.
- Información de solicitudes de material.
- Recepción de compras.
- Reclasificación de materiales.

4. Capacidad para definir claves para transacciones de cambio en el inventario.

5. Capacidad para consultar la disponibilidad de inventario, así como, de consultar el estado de los almacenes individuales.

6. Capacidad para proporcionar consultas en línea para determinar el estado del inventario en:

- Materiales disponibles en mano.
- Disponible por órdenes.
- Asignado a órdenes de trabajo.
- Disponibilidad.
- Materiales en tránsito.
- Entregas vencidas.
- Suministros.
- Diferencias.
- Inspecciones.
- Rechazos.

7. Capacidad de proporcionar el siguiente tipo de órdenes:

- Punto de reorden programado en tiempo.

- Cálculo del punto de reorden.
- Período de suministros.
- Cantidad a pedir.
- Tiempos de reposición.
- Cantidades mínimas y máximas.

8. Capacidad para seleccionar materiales según su clasificación (ABC).

9. Capacidad para estratificar el inventario en pesos (sobreinventario, materiales obsoletos y materiales de consumo regular).

10. Capacidad para correr análisis ABC basado en los consumos y la demanda.

11. Capacidad para generar archivos de transferencia para actualizar la Contabilidad General (transacciones de inventario, recepciones, materiales devueltos, desperdicios y devoluciones a proveedores).

12. Capacidad para el registro de ubicación en los almacenes.

13. Capacidad para rastrear el status de los materiales devueltos.

14. Capacidad para consultar recepciones de material planeadas, por órdenes de compra y por fechas compromiso.

15. Capacidad para categorizar los materiales por tipo de familia o por rubro.

16. Capacidad para manejar múltiples unidades de medición:

- Compras.
- Existencias en inventario.
- Desembolsos.
- Uso de los materiales.

17. Capacidad para el seguimiento de materiales devueltos:

- Facturas comerciales generadas.
- Fechas de embarque.
- Fechas de exportación.
- Recepción del proveedor.

18. Capacidad de listar los materiales alternativos.

19. Capacidad para generar reportes de existencias por:

- Número de parte.
- Grupo de productos.
- Cantidades disponibles.
- Cantidades comprometidas.
- Valor en inventario.

20. Capacidad para emitir reportes de transacciones en inventario.

21. Capacidad para generar reportes del archivo de inventarios.

22. Capacidad para la emisión de órdenes de compra.

- 23. Capacidad para generar reportes de materiales obsoletos y de bajo movimiento.**
- 24. Capacidad de emitir reportes de consumos mensuales.**
- 25. Reportes contables por ciclo mensual.**
- 26. Capacidad de cancelar los procesos automatizados.**
- 27. Capacidad de reportes por excepción.**
- 28. Reportes de listas de precios.**
- 29. Reportes de materiales sin existencia.**
- 30. Reportes históricos de materiales.**
- 31. Reportes de análisis ABC.**
- 32. Capacidad para transferencias entre almacenes durante un período dado.**
- 33. Reportes de materiales en tránsito.**
- 34. Reporte de materiales peligrosos.**
- 35. Capacidad para generar documentos de recepción.**

36. Capacidad para generar reportes de discrepancias en la recepción de materiales.

37. Capacidad para generar reportes de suministros futuros por:

-Usuario particular.

-Producto particular.

Transacciones en inventario.

-Balance de inventario.

38. Reportes de lotes de materiales.

39. Capacidad para emitir reportes de distribución.

40. Reportes de precios y existencias desactualizadas.

41. Capacidad para determinar existencias de seguridad.

42. Capacidad para emitir control de lotes.

43. Capacidad para controlar fechas de expiración.

44. Capacidad de interface con un módulo de compras.

- COMPRAS.**PROPOSITO GENERAL.**

El módulo de compras proporciona un mecanismo para identificar debe comprarse, notificar a los proveedores acerca de las decisiones de compra, para la recepción de material, para medir el desempeño de los proveedores y para generar la información contable respectiva. El módulo de compras debe responder rápidamente y con efectividad de costo, a fin de proporcionar los materiales requeridos.

Este módulo debe proporcionar al área de compras lo que se debe adquirir, cantidad a ordenar y cuando ordenar. Así mismo debe considerar los requerimientos planeados de compra y los materiales que deben ser suministrados por nuevos proveedores. Las requisiciones de compra aceptadas deben convertirse automáticamente en órdenes de compra y deben ser emitidas por el sistema.

El módulo de compras permitirá al usuario registrar toda la información referente a los productos que cada proveedor suministrará, incluyendo los precios y términos bajo los cuales se suministrarán los productos. Se debe registrar la información de proveedores, cotizaciones, descuentos, información descriptiva y fechas vigentes a fin de poder consultar esta información y emitir los reportes correspondientes.

Deberá ser posible también dar seguimiento a la historia de suministros de cada proveedor para tomar medidas de desempeño.

FUNCIONES Y CARACTERISTICAS.

1. Capacidad para recibir órdenes de compra planeadas.
2. Capacidad para consultar el status y el seguimiento de requisiciones y órdenes de compras abiertas.
3. Capacidad para emitir mensajes con acciones por tomar, expectativas de requerimiento de materiales y órdenes de compra.
4. Capacidad para generar requisiciones y órdenes de compra.
5. Capacidad para generar:
 - Programas de entrega.
 - Lugares de entrega múltiple.
 - Formatos de órdenes de compra.
6. Capacidad para asignar programas de entrega múltiple en una sola requisición.
7. Proporcionar medios para relacionar referencias cruzadas entre programas de entrega y recepciones.
8. Capacidad para registrar la aceptación de proveedor y actualizar órdenes de compra en precio, fecha, cancelaciones y adiciones.
9. Capacidad para proporcionar documentos de recepción impresos, cuando se consideren entregas parciales, inspecciones parciales y transacciones de disposición de material.

10. Capacidad de manejar múltiples almacenes.
11. Capacidad de manejar diversas monedas, proporcionar conversión de monedas en la impresión de órdenes de compra.
12. Capacidad para incluir negociaciones de precio con los proveedores.
13. Capacidad para dividir compras entre varios proveedores.
14. Capacidad para restringir las transacciones de entrada de un comprador sin que afecte las transacciones de otro comprador.
15. Capacidad de empate de orden de compra, solicitud de pago al proveedor y reportes de recepción.
16. Capacidad de procesos de inspección para materiales.
17. Capacidad para extraer información de calidad del proveedor para su certificación.
18. Capacidad de añadir textos de comentarios a las requisiciones y órdenes de compra.
19. Capacidad para realizar pre-asignación de proveedores.

20. Capacidad para dar seguimiento al desempeño de proveedores basado en:

- Tiempos de entrega.
- Precios e incrementos.
- Términos y condiciones.
- Niveles de calidad.
- Suministros oportunos.
- Transacciones de cobranza.
- Flexibilidad para cambios.
- Desempeño general.

21. Capacidad para realizar las siguientes funciones:

- Aceptar recepciones parciales.
- Inspección de materiales.
- Transacciones para disposición de materiales.
- Areas de recepción definidas por el usuario.
- Recepción de materiales.

22. Capacidad para reimprimir documento de compra y recepción.**23. Capacidad para cargar y descargar información en algún medio de información.**

24. Capacidad para rechazar recepciones que exceden los rangos de tolerancia definidos para suministros adelantados o retardados o por arriba/abajo de la cantidad pactada.

25. Capacidad de generar documentos para devolución de materiales.

26. Capacidad para proporcionar análisis de tiempos de reposición:

- **Tiempos de reposición estándar.**
- **Resúmen de órdenes con fecha de emisión y recepción.**
- **Período para completar una orden.**
- **Totalizar y promediar tiempos para validar tiempos de reposición.**

27. Capacidad para proporcionar tiempos de reposición por partes, proveedor y calidad.

28. Capacidad para proporcionar certificados de procedencia.

29. Capacidad para aceptar confirmaciones de compra.

30. Capacidad para incluir comentarios sobre el status de los reportes de compras.

31. Proporcionar notificaciones automáticas para suministros retrasados.

32. Proporcionar confirmación para las requisiciones de compra.

33. Proporcionar mantenimiento a las requisiciones.

34. Manejar aprobación para requisiciones y generar automáticamente órdenes de compra.

35. Emite impresión de requisiciones.

- 36. Imprime órdenes de compra.**
- 37. Emite reporte de órdenes de compra abiertas.**
- 38. Emite reporte de desempeño de proveedores.**
- 39. Emite reporte de desempeño de compradores.**
- 40. Emite reporte de aprobación de proveedores.**
- 41. Emite reporte de órdenes de compra pendientes.**
- 42. Emite reporte de requisiciones de compra abiertas.**
- 43. Emite reportes de demanda.**
- 44. Emite reportes de niveles de servicio.**
- 45. Proporciona interface con el SCI.**
- 46. Proporciona interface con el sistema general contable.**
- 47. Tiene interface con el sistema de control de inventarios:**
 - Cantidades a comprar.**
 - Necesidades de reabastecimiento de materiales.**

48. Tiene interface con el archivo maestro de materiales:

- Precios.**
- Especificaciones de materiales.**
- Materiales sustitutos.**

- CONTROL CONTABLE.

El archivo de transacciones de inventario debe tener interfaz con el módulo de aplicación, a fin de registrar el valor contable de los movimientos de inventario en los almacenes.

FUNCIONES Y CARACTERISTICAS.

1. Capacidad para descargar el archivo de transacciones del sistema de un medio magnético a otro.
2. Capacidad para modificar el Layout de los datos.
3. Capacidad para crear números de cuenta para almacenes.
4. Capacidad para generar reportes resumen de transacciones.
5. Capacidad para generar archivos en diversos formatos.
6. Capacidad para resumir transacciones y transferirlas a los almacenes correspondientes.
7. Capacidad para modificar longitud de números de cuenta.
8. Capacidad para proporcionar un identificador según el tipo de transacción.
9. Capacidad para producir reportes de toda índole contable.

- REQUERIMIENTOS TECNICOS.

Se ha dividido esta sección en cuatro partes: requerimientos comunes, de ambiente operativo, para administración de datos y de arquitectura.

COMUNES.

1. Sistema basado en menús.

2. Permite la carga de datos en PC para uso y manejo de datos.
3. Permite la edición en línea y tiene procedimientos de validación.
4. Permite la función de interrumpir la operación y reiniciarla.
5. Permite salir del sistema rápidamente a partir de cualquier pantalla.
6. Permite permanecer en estándares técnicos y es consistente en todos los módulos.
7. Emplea pantallas amigables a través de toda la aplicación.
8. Tiene arquitectura conversacional.
9. Permite realizar consultas en todos los módulos.
10. Efectúa transacciones completas y recuperación de datos en el caso de interrupción por falla en la energía eléctrica o cualquier otro suceso.
11. Maneja adecuadamente rutinas cuando se presentan errores usando mensajes de error en línea, así como instrucciones para resolver los casos con error.
12. Permite corregir transacciones equivocadas.
13. Tiene procedimiento de respaldo para almacenar las transacciones y los datos.

14. Tiene manera de archivar datos.
15. Capacidad para archivar y añadir automáticamente archivos de auditoría de operaciones.
16. Permite seleccionar los dispositivos de salida a la impresión.
17. Tiene teclas de funciones para la pantalla siguiente y para regresar al menú.
18. Permite el Scrolling y Paging.
19. Permite el alineado automático de formas de impresión.
20. Permite generar parámetros definidos por el usuario en salidas, como el numero de copias, tiempo de ejecución, memoria y formatos.
21. Permite la impresión automática de reportes diarios programados por el usuario mismo.
22. Permite almacenar información en diversos dispositivos magnéticos.

AMBIENTE OPERATIVO.

1. Que lenguaje de programación se utiliza en el paquete de aplicación.
2. Cual es el Sistema Operativo que se emplea.

3. Que tipo de base de datos se emplea.
4. Que tipo de seguridad usa el sistema.
5. Cuantos programas existen y de que tipo:
 - En batch.
 - En línea.
6. Cuantas pantallas diferentes se tienen en cada área.
7. En que otros sistemas operativos corre esta aplicación.
8. Existen planes de nuevas versiones o actualizaciones de bases de datos.
9. Cuales son los límites críticos en numero de transacciones, tamaño de archivos y requerimientos de comunicación.
10. Cuales son los procedimientos para recuperación e inicio en línea o para batch.
11. Se tiene un código para pantallas independiente a los códigos lógicos controladores de pantalla.
12. Se almacenan los mensajes en un archivo independiente.
13. Que otra aplicación específica o software específico se requiere para respaldar.

14. Cual es costo del software extra.
15. Contiene el sistema herramientas y utilerías para los programadores y administradores de bases de datos.
16. Cual es el software de control de red que se requiere.
17. Cuanto tiempo para modificaciones se tiene considerado.
18. Como se incorporarán las nuevas versiones del software.
19. Como se construye la estructura a la medida del cliente, y en que medida se emplean las tablas de parámetros.
20. Se proporciona documentación completa y de fácil comprensión.
21. El sistema incluye ayudas en línea y tutoriales.
22. Se incluye documentación técnica con los siguientes aspectos:
 - Diagramas de flujo.
 - Listados de los archivos de entrada y salida.
 - Diagramas Layout para datos y flujos.
 - Instrucciones de control.
 - Manual de usuario.
 - Layouts de reportes.

- Layouts de pantallas.
- Conjunto completo de menús.
- Plan de implantación.
- Referencias para el uso del sistema.

ADMINISTRACION DE DATOS.

1. Que se debe hacer para identificar la estructura de la base de datos.
2. Que impacto tiene la administración de datos en las aplicaciones.
3. Cuantas bases de datos se pueden establecer.
4. Impacto en el mantenimiento por el aumento de las bases de datos.
5. Se puede consultar o actualizar más de una base de datos.
6. Cual es el impacto de cambiar una estructura de base de datos:
 - Específicamente
 - Al eliminar un elemento.
 - Al adicionar un elemento.
 - Cambiar el formato de los elementos.
 - Otros cambios.
7. Como se puede construir la interface de descarga de información del paquete en mainframe hacia equipo PC.

REQUERIMIENTOS DE ARQUITECTURA.

1. Cuales son las utilerías disponibles.
2. Cuales son las variables que impactan en el desempeño del sistema.
3. Cuales son las limitaciones de tamaño de los programas de aplicación.
4. Como apoya el lenguaje de programación del uso de módulos comunes.
5. El código se tiene interpretado o compilado.
6. Se puede transferir fácilmente la información y el sistema de un equipo a otro.
7. Como se manejan los cambios en la programación.
8. Que se requiere hacer para implantar la aplicación en ámbito de red.
9. Como se maneja la integridad de la información en un ámbito de red.
12. Donde residen en software de aplicación y los datos.

REQUERIMIENTOS OPERACIONALES.

1. Cuantos días de entrenamiento se necesitan para adquirir habilidad y ser productivo.
2. Se tiene un curso formal de entrenamiento.

- 3. Puede ser modificado el curso según las necesidades del usuario.**
- 4. Quien conduce el entrenamiento.**
- 5. Cuanto cuesta el entrenamiento.**
- 6. Se pueden usar ejemplos propios para el entrenamiento.**
- 7. Cuanto duran cada una de las clase de entrenamiento.**
- 8. Que habilidades deben tener los usuarios antes de recibir la capacitación.**
- 9. Que habilidades debe tener el programador para dar mantenimiento a la aplicación.**
- 10. Después del entrenamiento estándar, que tanto trabajo puede realizar una persona en determinado período.**
- 11. Cuales son los conceptos más difíciles de manejar durante la capacitación.**
- 12. Cuales son los mayores obstáculos para la implantación del sistema.**
- 13. Tiene el sistema una base de datos de prueba.**
- 14. El sistema cuenta con ayudas en línea fácil de usar.**

15. El sistema proporciona descripciones de elementos de datos.
16. Se tienen ventanas con posibilidad de sesiones simultáneas.
17. Se tienen mensajes de acción en pantalla.
18. Cuales son los dispositivos de entrada.
19. Se cuenta con opción de correo electrónico.
20. Se tiene la opción de importar de paqueterías alguna información.

- REQUERIMIENTOS DEL PROVEEDOR.

1. Desde cuando realiza negocios su empresa.
2. Cual es el volúmen estimado de utilidades anuales de la empresa.
3. Cuando se instaló el software propuesto por primera vez.
4. Cual fué el objetivo y alcance original del sistema.
5. Cuantos paquetes ha comercializado su empresa.
6. En cuantos lugares se han instalado sus sistemas.

7. Cual es la configuración típica del sistema.
8. En promedio cuantos usuarios o terminales existen en cada instalación.
9. Proporciona el proveedor línea de servicio permanente.
10. Que otro tipo de soporte proporciona su empresa.
11. Describa el soporte que su empresa proporcionaría al usuario.
12. Se tiene servicio permanente.
13. Que soporte se proporciona como parte del paquete de instalación.
14. Que tipo de contratos de mantenimiento se tienen disponibles.
15. Cuantos usuarios tienen contrato.
16. Se puede tener una lista de los usuarios.
17. Cual es el numero máximo de transacciones que se permiten y cual es el promedio.
18. Describir el proceso de instalación e implantación.
19. Describa el personal que estaría disponible para la implantación.

20. Puede implantar el proceso completo incluyendo hardware, software e instalación.
21. Cual es el tiempo normal promedio para instalar la aplicación y estar en condiciones de correrla.
22. Describir la garantía que se incluye en la implantación del sistema.
23. Si se realizan adecuaciones al sistema, como afecta a los acuerdos de garantía y mantenimiento.
24. Se vende el código fuente.
25. Se puede rentar su sistema o si se dá licencia de uso completo al momento de la compra.
26. Puede su empresa proporcionar el personal necesario para implantar la aplicación completa.
27. Cual es el costo base de su propuesta y que se incluye.
28. Esta dispuesta su empresa a modificar el software para esta aplicación.

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES

La capacidad del hombre de elaborar y usar sus herramientas para el mejoramiento del bienestar social le han puesto a la vanguardia del eje de la evolución. El crecimiento explosivo del uso de las computadoras y los sistemas de información, bien puede deberse a que se han convertido en una herramienta especializada.

Los sistemas de información, por su parte, son herramientas que incrementan la fortaleza intelectual del hombre, aumentando su capacidad de memoria y manejo de símbolos o circunstancias, de tal manera, que pueden ser considerados como una extensión extraordinariamente amplificada de las capacidades del cerebro humano, y además de haberse convertido en un disparador potencial del desarrollo de nuestras sociedades.

Podemos considerar que las computadoras y los sistemas de información han propiciado en su corta existencia más de 4 revoluciones sociales que cambiaron nuestra forma de vida, cada una de ellas correspondientes a una generación tecnológica, intelectual, económica, operativa y de memoria social.

Su influencia en todas las ramas de la actividad humana cambian los conceptos de la filosofía y hasta los modos de vida de las personas.

Con base en nuestro estudio, podemos concluir que aún teniendo una metodología para el desarrollo de sistemas de información bien definida, con todos los recursos (humanos, de hardware y de software) necesarios, pero sin contar con los controles adecuados durante el desarrollo del proyecto y, sin una actitud abierta para aceptar iniciativas o

propuestas de solución de cualquier elemento integrante del proyecto, corremos el peligro de llevar éste al fracaso total, o en el mejor de los casos, finalizar el proyecto consumiendo más recursos de lo estimado.

Considerando que el ingeniero es un ser social, que debe estar comprometido con su sociedad y su país, además de poner todo su empeño y esfuerzo en la consecución de los proyectos de desarrollo que México requiere, es necesario establecer una estrategia con la cual se podrá hacer frente a los nuevos y agresivos competidores. Por tal motivo, se debe estar dispuesto a cambiar nuestra mentalidad tendiente a aprender nuevos conocimientos y a tomar iniciativa, ya que el subdesarrollo significa desigualdad en el ingreso de los diversos sectores de la economía, y asimismo dependencia comercial y tecnológica, con una cantidad difícilmente cuantificable de miseria humana.

Una de las desarticulaciones básicas en el proyecto educativo es el que se relaciona con la dificultad para incorporar los conocimientos derivados de la investigación al sector productivo. Nos encontramos en medio de una crisis y nos preguntamos qué se puede hacer para salir de una vía de desarrollo que dista mucho de satisfacer nuestras necesidades más elementales.

Desde hace veinte años, se habla, escribe y comenta, sobre las ideas de la Calidad Total en el mundo, como parte de la filosofía apoyada por las naciones promotoras del libre mercado.

La calidad en los bienes y servicios producidos en el mundo industrializado, fue impulsada a efecto de ganar mercados y competir en la nueva disposición geoeconómica.

En México se inició la divulgación de la llamada "Calidad Total" durante la década de los setenta, pero hay que reconocer que no ha tenido propiamente gran éxito, ni menos una aplicación directa y absoluta en las actividades industriales, comerciales y de servicio.

Mucho se ha hablado de las ventajas e implicaciones que tiene o tendrá para nuestro México y los países involucrados el Tratado de Libre Comercio; pero el hecho es que con la reciente aprobación de la vía de negociación rápida (fast track) entramos de lleno en el pacto de libre comercialización de Norteamérica.

Es aquí, donde el concepto de Calidad Total tiene un significado especial y determinante en el futuro de la Nación y de sus habitantes.

La Calidad Total puede citarse como el esfuerzo coordinado de individuos y grupos que componen una organización y que en forma eficaz producen bienes y servicios al menor costo, con los mejores atributos y en la oportunidad requerida, de tal manera que satisfagan plenamente las necesidades y expectativas del cliente. Esto es, en lo que debemos ser diestros. Si verdaderamente se desea aumentar el nivel competitivo del país, la calidad necesita estar presente en todos los renglones de la actividad y en los sectores de la población; se debe mejorar en la educación, en los servicios, etc.

El cambio a la Calidad Total, no se dará por decreto, es involucramiento, capacitación, difusión, reconocimiento y ejemplo de los altos directivos, es un proceso de cambio en las personas, más que en los sistemas o tecnología, por muy adelantada que ésta sea; es

un cambio cultural, es la actitud mental de cada uno de nosotros y un esfuerzo de grupo para mejorar nuestra calidad en el trabajo y por consiguiente nuestra calidad de vida.

Debe ser un movimiento nacional, que no se centre en unas pocas personas o grupos, sino que requiere que participen todos los componentes de la sociedad.

La Calidad Total es un concepto que sin hechos resulta obscuro y vago. Se trata de una idea que requiere un respaldo con acciones específicas de todos los sectores del país.

Sin hacer foros, consultas, conferencias, mesas redondas urge pasar a los hechos, a las acciones en las empresas.

Para lograrla, es urgente un enorme esfuerzo educativo en todos los niveles, se debe preparar mejor a la fuerza de trabajo y crear la infraestructura necesaria para que los integrantes de una organización participen y se involucren de manera consistente y sistemática en el movimiento de calidad, sólo así se produce el mejoramiento continuo del trabajo, se reducen costos, se elabora un buen producto y se da una atención adecuada a los clientes, éste es el lenguaje que demanda el México moderno.

Calidad Total un arma poderosa e imprescindible que permitirá a la Nación mejorar su posición competitiva, el nivel de vida de sus habitantes y garantizar que lo hecho en México, sí está bien hecho.

BIBLIOGRAFIA.

LIBROS.

- Ahuja, Hira N., Walsh, Michael A., **INGENIERIA DE COSTOS Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS**, Ediciones Alfaomega, México, 1989.

- Baca Urbina, G., **EVALUACION DE PROYECTOS**, McGRAW-HILL, México, 1987.

- Bassar, Richard A., and Demoady, Harold C., **COMPUTER SYSTEM EVALUATION AND SELECTION**, An Annotated Bibliography and Keyword Index, College Readings, U.S.A., 1979.

- Boehm, B., **SOFTWARE ENGINEERING ECONOMICS**, Prentice-Hall, New Jersey, 1981.

- Burch Jr., J.G., Strater Jr., F.R., **SISTEMAS DE INFORMACION**, Editorial LIMUSA, México, 1984.

- Cadena, G., et al, **ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE INNOVACION TECNOLOGICA**, Ediciones GERNIKA, México, 1986.

- Fairley, Richard., **SOFTWARE ENGINEERING CONCEPTS**, McGRAW-HILL, Inc., U.S.A., 1985.

- Instituto Latinoamericano para Estudios Sectoriales, **GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS**, Siglo XXI Editores, México, 1983.
- Metzger, P.W., **MANAGING A PROGRAMMING PROJECT**, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1978.
- Murdick, R.G., Ross, J.E., **SISTEMAS DE INFORMACION BASADOS EN COMPUTADORAS PARA LA ADMINISTRACION MODERNA**, Editorial DIANA, 9ª impresión, México, 1982.
- Pérez Peregrina, J.E., **LOS EXPERTOS EN SISTEMAS**, Editorial LIMUSA, México, 1986.
- Pressman, Roger S., **SOFTWARE ENGINEERING: A practioner's approach**, McGRAW-HILL, Inc., U.S.A., 1987.
- Sommerville, Ian., **INGENIERIA DE SOFTWARE**, Addison-Wesley IBEROAMERICANA, Sistemas Técnicos de Edición, Segunda Edición, México, 1988.
- Spear, Barbara., **HOW TO DOCUMENT YOUR SOFTWARE**, TAB BOOK Inc., Blue Ridge Summit, PA., 1984.
- Tarquin, A.J.y Blank, L.T., **INGENIERIA ECONOMICA**, McGRAW-HILL, edición revisada, México, 1982.

- Taylor, F.W., Fayol, H., **PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACION CIENTIFICA - ADMINISTRACION INDUSTRIAL Y GENERAL**, Editorial "El Ateneo", Buenos Aires, 1980.

- Turner, W.S. et al, **SDM system development methodology**, PANDATA, completely revised edition, New York, 1987.

ARTICULOS Y REVISTAS.

- Amato, Vincent V., **COMPUTER FEASIBILITY STUDIES**, Management Review.

- Amsden, Davida A., Amsden, Robert T., **Q.C. CIRCLES**, 30a. Conferencia Técnica Anual ASQC, 1976.

- CANACINTRA, **CALIDAD TOTAL: Nueva mentalidad en la conquista de mercados**, Revista: TRANSFORMACION, nos. correspondientes a los meses de Julio y Octubre de 1991.

- Duran, J.M., **EL FENOMENO DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD**, Revista: SISTEMAS DE CALIDAD, México, nos.18 y 19.

- Gonzalez, J.F., **CULTURA, EDUCACION Y CALIDAD**, IV Congreso Nacional de Control de Calidad, México.

- Kriegel, Charles H., **THE EVALUATION OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS**, Management Sciences Research Report, no.226, Pittsburgh, PA.

- U.N.A.M., Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua, Curso: **METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACION**, México, Mayo-Junio de 1988.