



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**L**as autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

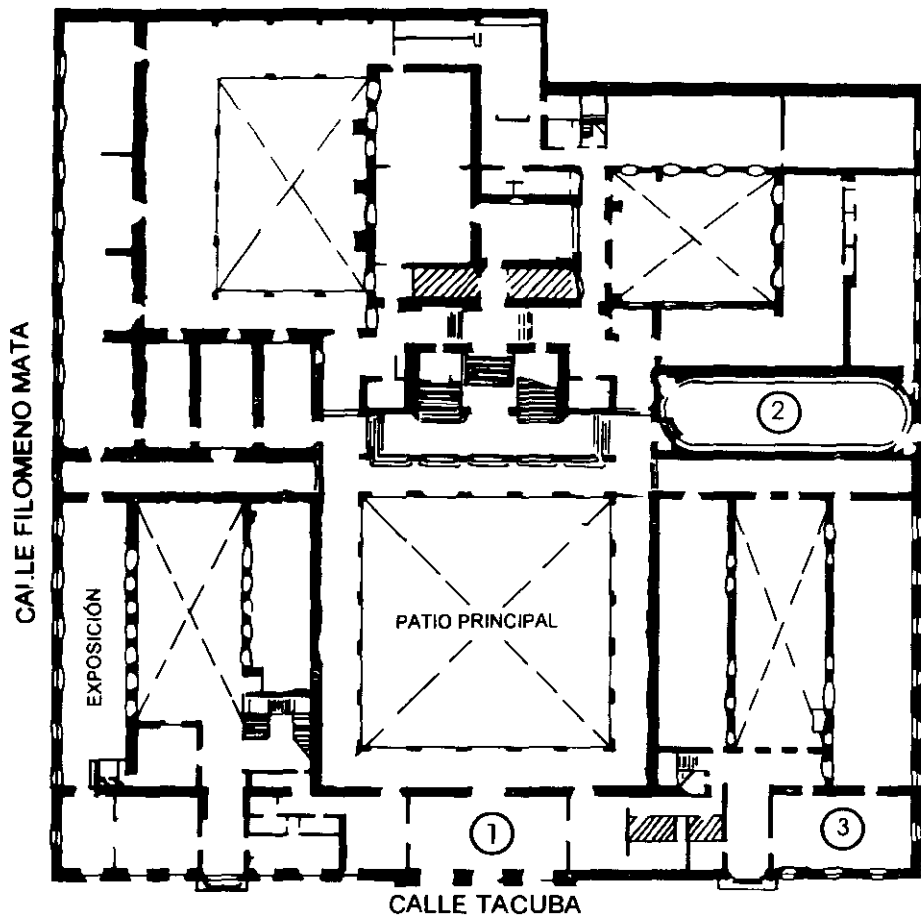
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

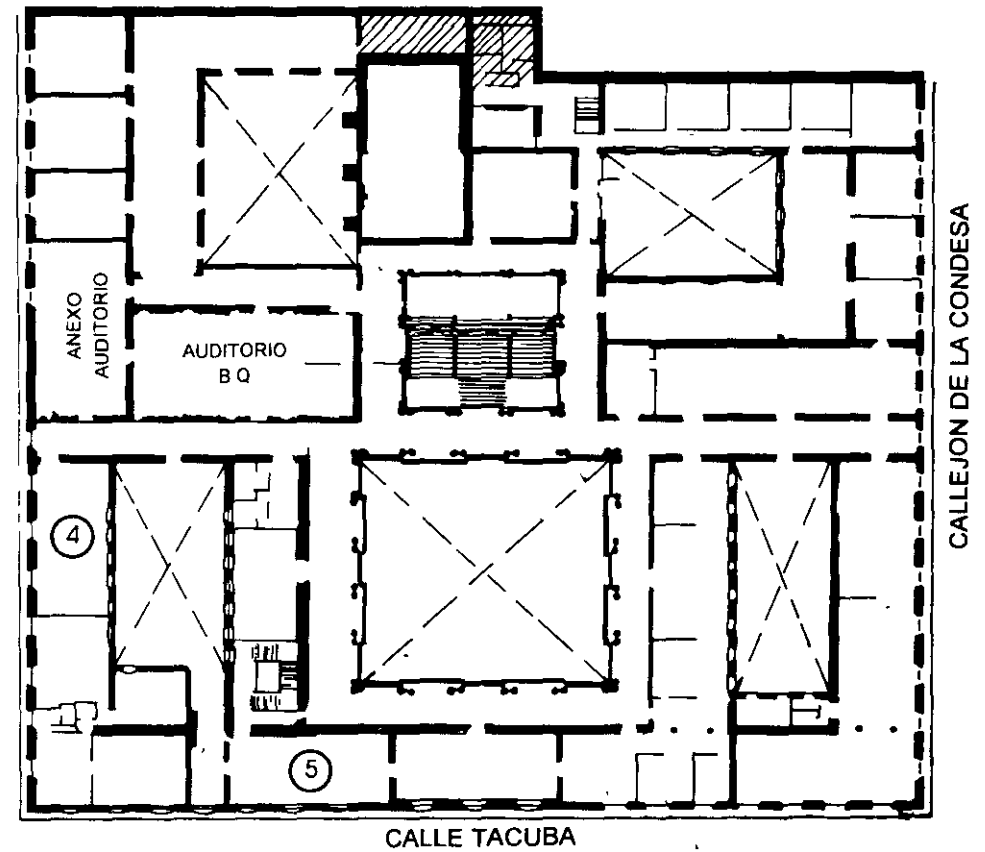
Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente  
División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERIA

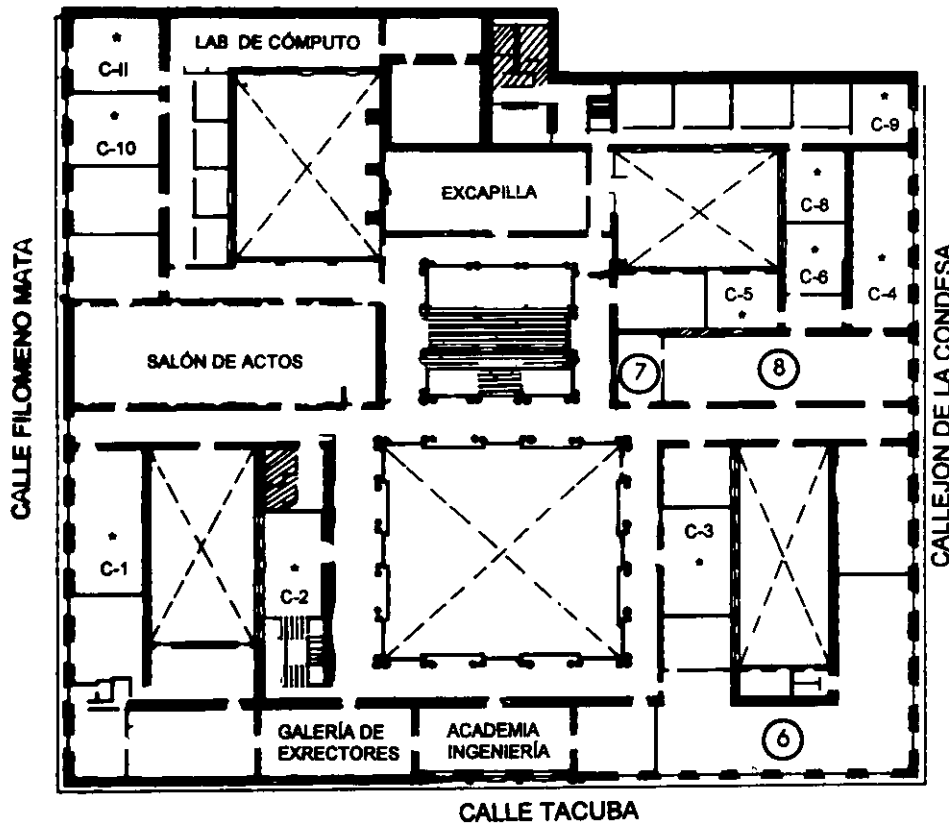


**PLANTA BAJA**



**MEZZANINNE**

# PALACIO DE MINERIA



**1er. PISO**

## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
  2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
  3. LIBRERÍA UNAM
  4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN  
"ING. BRUNO MASCANZONI"
  5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
  6. OFICINAS GENERALES
  7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
  8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- \* AULAS



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**DIPLOMADO GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA-DECFI, UNAM**

**Módulo I "Fundamentos de la Gestión de Proyectos Parte I  
25, 26 y 27 de febrero de 1999**

*"Formulación y Evaluación de Proyectos"*

Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
Palacio de Minería  
1999

**DIPLOMADO  
GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA y DEPFI-UNAM**

**Formulación y Evaluación  
de Proyectos**

**Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
1999**

# EVALUACIÓN DE PROYECTOS

## PROGRAMA

8:30 - 9:30	A. Conceptos Generales
9:30 - 10:30	B. El Método Electre
10:30 - 10:45	Receso
10:45 - 11:45	C. Jerarquización Analítica
11:45 - 12:45	D. Matrices de Análisis II
12:45 - 13:00	Conclusiones

# IDENTIFICACION, FORMULACION Y EVALUACION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

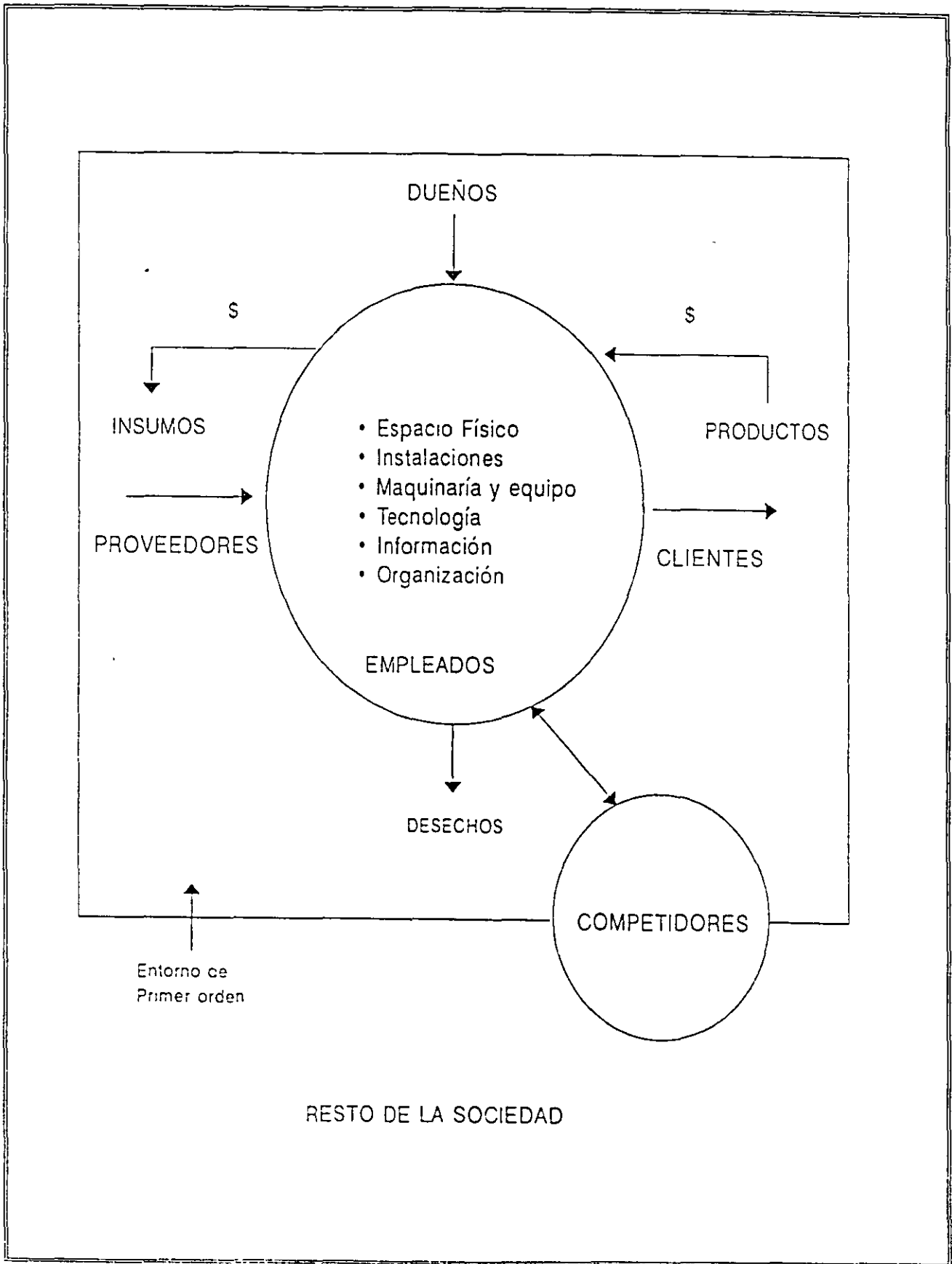
IDENTIFICACION																			
DIAGNOSTICO	ESCENARIOS																		
NECESIDADES	INTERESES CULTIVOS																		
OBTENCION DE SERVICIOS	TENDENCIAS																		
DE CONTRASTE	NORMATIVOS																		
OBTENCION DE SERVICIOS	DE CONTRASTE																		
		FORMULACION																	
		MERCADO				TECNICO Y TECNOLOGICO					FINANCIERO								
		ANAL PRODUCTO	DEMANDA	OFERTA	PRECIOS	COMERCIALIZACION	TAMANO PLANTA	LOCALIZACION	PROGR PROD	ORG INDUSTRA	GESTION TECNOL	ING DE PAQC	ING DE PROY	INVERSIONES	COSTOS OPERA	ESTR FIN	EDOS PAOF	IND FIN	ANAL SENSIB
		EVALUACION																	
		ECON			SOC		AMB			POLIT									
		MERCADO	MACRO	MUNDO	INVOLUCRADOS DIRECTOS	RESTO DE LA SOCIEDAD	AGUA	AIRE	VISUAL	OPORTUNIDAD	TRANSCENDENCIA	:	:	:	:	:	:	:	:

**DIPLOMADO  
GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA y DEPFI-UNAM**

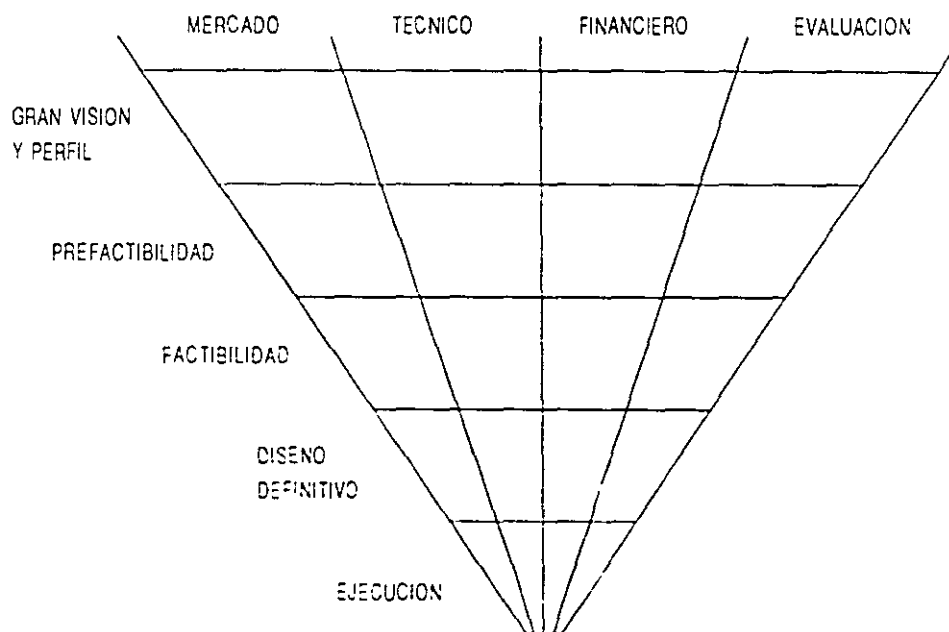
**A. Conceptos Generales**

**Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
1999**





## ETAPAS DE FORMULACIÓN Y NIVEL DEL ESTUDIO



## PROYECTO

ES LA MATERIALIZACIÓN DE LAS NECESIDADES, INTERESES Y DEMANDAS DERIVADAS DE UN PLAN.

SE INTEGRA POR UN CONJUNTO DE ACCIONES QUE CONSUMEN RECURSOS LIMITADOS DURANTE UN CIERTO PERÍODO DE TIEMPO, AL CABO DEL CUAL, SE ESPERA OBTENER CIERTOS BENEFICIOS.

## EVALUACIÓN

ES UN PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE COMPARAN LOS ASPECTOS RELEVANTES DEL SISTEMA CONTRA LOS FINES Y UN PATRÓN ESTABLECIDO, OBTENIÉNDOSE UNA VALORACIÓN MEDIANTE UNA ORDENACIÓN PREFERENCIAL Y PRODUCIÉNDOSE RECOMENDACIONES PARA QUE EL SISTEMA SE ACERQUE A LOS FINES PREVISTOS.

CUATRO EJEMPLOS DE EVALUACIONES DE PROYECTOS QUE  
EN SU MOMENTO FUERON EXITOSAS:

1. LA AUTOPISTA DEL SOL

2. LA AEROLINEA TAESA

3. EL CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO-NUEVO LAREDO

4. EL PUERTO LÁZARO CÁRDENAS

# Ciclo de vida de una empresa

Haciendo una analogía con un ser vivo, podríamos pensar que una empresa atraviesa por varias fases de desarrollo: nace, crece, eventualmente se reproduce y finalmente muere. Nacional Financiera, en colaboración con otros organismos nacionales e internacionales, ha estudiado estas fases, a las cuales integró en lo que denominó ciclo de vida de un proyecto.

1	Identificación de proyectos
2	Formulación-Evaluación-Selección
3	Gestión de recursos
4	Construcción y arranque de la empresa
5	Operación de la empresa
6	Liquidación

## Fases del ciclo de vida de una empresa

Algunos elementos que nos ayudarán a comprender mejor la finalidad de cada una de las fases del ciclo de vida de una empresa son:

### *Fase 1: Identificación de proyectos*

Su finalidad es detectar tanto necesidades como recursos, buscando, a través de la definición de un proyecto, su satisfacción eficaz y (o) su aprovechamiento eficiente. Como resultado de esta fase se generan las estrategias y lineamientos de acción de la empresa.

### *Fase 2: Formulación-Evaluación-Selección de proyectos*

La formulación de proyectos es la primera actividad de la segunda fase del ciclo de vida de las empresas, cuya finalidad es desarrollar las diferentes alternativas de proyectos que se definieron en la fase de identificación. En esta actividad se da forma y contenido a los proyectos en sus aspectos de mercado, técnico, tecnológico y financiero.

Normalmente es una actividad creadora con un importante componente de subjetividad: dos personas harán formulaciones diferentes partiendo de la identificación del mismo proyecto. Como resultado de esta actividad se generarán los documentos de formulación del proyecto, ya sea a nivel de perfil, de prefactibilidad, de factibilidad o definitivo.

La evaluación de proyectos es la segunda actividad de la fase dos del ciclo de vida de las empresas, y su finalidad es determinar, a través de diversos parámetros, la eficacia y eficiencia del proyecto frente a los objetivos planteados inicialmente. Ésta debe ser una actividad mucho más objetiva que la formulación, sobre todo en el caso de la evaluación financiera: dos personas diferentes deberán llegar a conclusiones similares al evaluar el mismo proyecto. Como resultado de esta actividad se definirá la viabilidad técnico-económica y financiera del proyecto, ya sea a nivel de perfil, de prefactibilidad, de factibilidad o definitivo.

La selección de proyectos es la tercera actividad de la segunda fase del ciclo de vida de las empresas. Su finalidad es elegir, entre los proyectos alternos, aquel que parezca cumplir mejor con los objetivos planteados para la inversión. Esta elección se debe basar en la comparación de los proyectos potenciales contra criterios de viabilidad y de impactos previstos hacia el entorno. Como resultado de ello, se generará una lista de proyectos priorizada para su inversión, así como la decisión final de invertir o no en el proyecto elegido.

### *Fase 3: Gestión de recursos*

Su finalidad es integrar los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Los resultados esperados durante esta fase incluyen la definición y formalización del tipo de agrupación social de la empresa, su capacidad jurídica y los recursos humanos, materiales, financieros, de infraestructura, metodológicos, científico-tecnológicos y de información, entre otros.

### *Fase 4: Construcción y arranque de la empresa*

El objetivo de esta fase es disponer de los recursos gestionados en la fase anterior para que, con base en ellos, se erija la infraestructura física, legal, laboral y administrativa de la empresa.

### *Fase 5: Operación de la empresa*

La finalidad de esta fase es generar en forma eficiente los bienes y (o) servicios eficaces para la satisfacción de las necesidades que dieron origen al proyecto. Como resultado de la venta de estos productos se obtendrán los beneficios financieros y (o) sociales buscados por la empresa.

### *Fase 6: Liquidación de la empresa*

Durante esta fase se pretende dar por terminado el proyecto o, en su caso, la empresa. Como resultado de ello, se generará una serie de trámites administrativos y legales que consumarán esta liquidación.

## Empresas y proyectos

Si analizamos con cuidado el ciclo de vida de una empresa, veremos que de la fase uno a la cuatro la empresa aún no existe como tal pues todavía se encuentra como un proyecto (idea en desarrollo). Es a partir de la fase cinco que podemos hablar propiamente de la existencia de la empresa. Continuando con nuestra analogía biológica, si el proyecto no llega a concretarse en una empresa podremos decir que abortó. Profundicemos en el concepto de proyecto. Si bien en la literatura existen muchas definiciones de dicho concepto, utilizaremos la siguiente:

**Proyecto:** Plan prospectivo de una unidad de acción que busca materializar algún aspecto del desarrollo humano, a través de la generación de productos, para lo cual se requiere de la inversión de recursos. Analicemos con más detalle los componentes de esta definición:

*Plan prospectivo:* Se refiere al hecho de que un proyecto implica estudiar la posibilidad de creación de una empresa que aún no existe, y que, de llegar a existir, su impacto sería en el futuro.

*De una unidad de acción:* Podemos identificar esta unidad de acción con el concepto de empresa, es decir, el conjunto de elementos capaces de interactuar con el entorno o, dicho de otra manera, capaces de llevar a cabo acciones que lo transformen.

*Que busca materializar algún aspecto del desarrollo:* Esto se refiere al hecho de que toda empresa busca satisfacer necesidades no cubiertas en el sector donde se prevé su impacto, logrando con esto un mayor estadio de desarrollo del mismo.

*A través de la generación de productos:* Una empresa tiene como actividad fundamental generar productos a través de la transformación física, química, biológica o intelectual de los recursos existentes en su entorno.

*Para lo cual se requiere de la inversión de recursos:* Una empresa busca combinar de manera óptima los factores de la producción (recursos), que pueden ser de naturaleza material, humana, financiera, de infraestructura, metodológica, informática, etc.

## Administración del ciclo de vida de una empresa

Hemos definido y ubicado dos ciclos muy importantes en la vida de una empresa: a) el ciclo del proceso administrativo; b) el ciclo de vida de una empresa. ¿Qué pasaría si tratamos de vincular estos dos ciclos? Las tablas 1 y 2 retoman algunos conceptos de la matriz programática propuesta por NAFINSA, pero haciendo énfasis en reunir el ciclo de vida de una empresa, el proceso administrativo y el ciclo de vida de una tecnología, de tal manera que como resultado de ello integremos una matriz que



contenga los descriptores que definen las diferentes fases por la que atraviesa una empresa durante su desarrollo. Con esto se pretende generar tanto una base conceptual como un lenguaje común, que sirva como marco para la ubicación de los elementos teóricos y metodológicos que plantearemos más adelante al estudiar las fases del ciclo de vida de las empresas.

Como podemos observar en la tabla 1, el proceso administrativo se presenta tres veces a lo largo del ciclo de vida de una empresa: la administración del proyecto (Fases 1 a 4), la administración de la operación de la empresa (Fase 5) y la administración de la liquidación de la empresa (Fase 6). Esta conclusión es de por sí interesante pues nos marca la pauta para entender por qué, si bien estos tres ciclos del proceso administrativo comparten algunos principios comunes, se aplican con objetivos diferentes, debido a lo cual es lo mismo administrar la creación de nuevas empresas (proyecto) que administrar empresas ya constituidas o administrar la liquidación de éstas.

Lo anterior equivale a decir que el profesional más adecuado para vigilar el desarrollo de un embrión es un médico obstetra, el más adecuado para seguir el desarrollo de un niño es un médico pediatra, el más adecuado para vigilar la salud de un hombre de edad avanzada es el médico geriatra y para estudiar las causas de muerte, el médico forense. Todos estos profesionales comparten principios médicos generales, pero cada uno de ellos se ha especializado en un periodo del desarrollo del ser humano. La

Ciclo financiero	Ciclo de vida de la empresa	Proceso administrativo
Preinversión	Fase 1 Identificación	Administración de proyectos
	Fase 2 Formulación Evaluación Selección	
Inversión	Fase 3 Gestión de recurso	
	Fase 4 Construcción y arranque	
Recuperación y ganancia	Fase 5 Operación y dirección	Administración de la empresa
	Fase 6 Liquidación	Administración de la liquidación

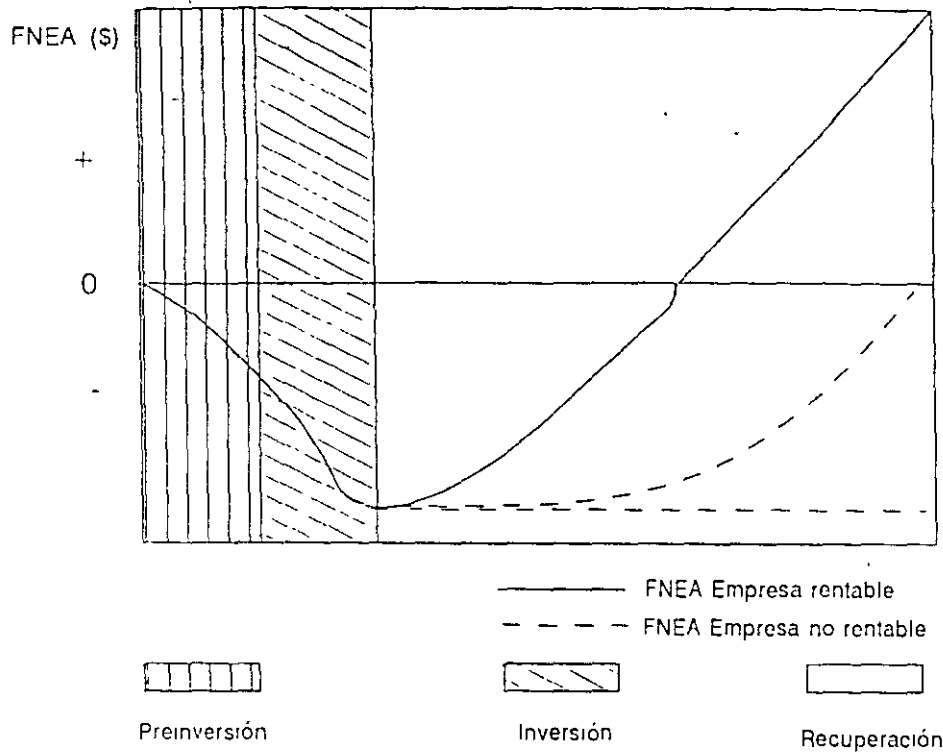
Tabla 1. Administración del ciclo de vida de una empresa

administración de la operación de la empresa ha dado lugar al perfil profesional de los administradores de empresas; sin embargo, tanto la administración de proyectos como la administración de la liquidación de empresas han propiciado la aparición de profesionales especializados que laboran más bien en empresas consultoras y en firmas de ingeniería.

Es interesante ubicar en esta tabla tanto la duración temporal como los flujos de efectivo que tienen lugar a lo largo del ciclo de vida de la empresa:

- Durante las fases 1 y 2, cuando la empresa es todavía un proyecto, estos flujos de efectivo son negativos debido a los desembolsos, conocidos como preinversión, necesarios para llevar a cabo los estudios de gabinete que minimizarán el riesgo de invertir en la empresa. Comúnmente, la duración de estas fases es la más corta dentro del CVE.
- Durante las fases 3 y 4 se pasa del diseño de gabinete a la ejecución práctica. Es aquí donde el proyecto se materializa en una empresa. Los flujos de efectivo siguen siendo negativos, debido a los desembolsos que se requieren para montar la infraestructura tanto material como humana, tecnológica y legal que dará sustento a la empresa. Estos desembolsos se conocen como inversiones. La duración de estas fases, si bien suele ser mayor que la de las dos fases anteriores, se espera que sea menor en cuando menos un orden de magnitud comparada con la duración de la fase 5 del CVE.
- La fase 5 es por lo general la que debe representar una mayor duración dentro del CVE. En ella se espera que durante la operación de la empresa, los beneficios generados por la colocación del producto en el mercado sean mayores que los costos de producirlos, generando así un superávit llamado utilidad, la cual deberá justificar la inversión de recursos realizada.
- Finalmente, en algún momento de la existencia de la empresa ésta muere, ya sea por conclusión natural de su vida útil o como consecuencia de un descuido o algún imprevisto. Ésta es la fase 6, cuya duración también suele ser muy pequeña. Aquí los flujos de efectivo podrían ser positivos o negativos, dependiendo de la utilidad resultante de restar a los ingresos provenientes de la venta de la infraestructura de la empresa (chatarra o activos de medio uso), los costos implícitos durante esta liquidación.

La figura siguiente presenta el comportamiento típico del flujo de efectivo acumulada a lo largo del ciclo de vida de una empresa que tiene entre sus objetivos generar una ganancia financiera.



Flujo neto de efectivo acumulado durante el ciclo de vida de una empresa

## Matriz de descriptores del proceso de administración de proyectos

En la tabla 2 podemos apreciar la matriz de descriptores de la administración de un proyecto. Esta matriz nos permite ubicar y entender mejor cada una de las fases por las que atraviesa un proyecto durante su desarrollo. A continuación se exponen algunas conclusiones interesantes del análisis de esta matriz.

a. Si bien en la matriz se propone que en cada fase del ciclo de vida de un proyecto exista la predominancia de una varias etapas del proceso administrativo, nuevamente insistimos en aclarar que esta división conceptual ayuda a comprender mejor el proceso de administración, aunque en la realidad es imposible aislar el efecto de cada una de las etapas del proceso administrativo. Profundicemos un poco en el análisis de esta división conceptual aplicada al ciclo de vida de un proyecto:

- El hecho de que la previsión destaque durante la fase de identificación de proyectos suena razonable si recordamos que en esta etapa del proceso administrativo se está tratando de responder a la pregunta: ¿qué se puede hacer? En esencia, esta fase busca generar una serie de alternativas para canalizar los recursos de inversión.

- Recordemos que la planeación y la organización en su conjunto responden a las preguntas: ¿qué...?, ¿cómo...?, ¿cuándo ...?, ¿dónde ...?, ¿quién ...?, y ¿por qué...? ... se va a hacer. De esta manera nos quedará claro que la fase de formulación-evaluación-selección de proyectos busca responder estas preguntas al dar forma a las alternativas identificadas (formulación), al cuestionarse sobre el grado de cumplimiento que cada proyecto formulado logra con base en los objetivos planteados inicialmente para la inversión (evaluación), y finalmente al decidir sobre la prioridad para comprometer los recursos que se invertirán en el o los proyectos formulados y evaluados (selección). Es interesante ver cómo a medida que avanzamos en el estudio de la formulación-evaluación-selección de proyectos, la función de planeación (que responde preponderantemente al ¿qué? y al ¿por qué? va cediendo su lugar a la función de organización (que responde a las preguntas: ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿quién?).
  - Como vimos previamente, la integración responde a la pregunta ¿con qué? Sucna razonable asociar esta pregunta con la función de la gestión de recursos, la cual debe garantizar que se cuente con los recursos (materiales, humanos, financieros, de infraestructura, metodológicos, informaticos, etc.) necesarios para materializar el proyecto.
  - Finalmente, la dirección y el control son dos etapas del proceso administrativo que se dan simultáneamente y que, en conjunto, se encargan tanto de vigilar que los planes se cumplan, como de hacerse continuamente la pregunta ¿cómo va la ejecución hasta ahora?
  - Resulta muy clara la predominancia de estas dos funciones durante la fase de construcción y arranque, la cual tiene la responsabilidad de materializar el proyecto en una empresa.
- b. Se proponen diversos descriptores (temática, nivel de estudio, alcance de la ingeniería, respaldo tecnológico, respaldo de estudios ambientales, porcentaje de la inversión total y error estimado) que nos permitan ubicar el alcance de cada una de las fases implícitas en el desarrollo de un proyecto.
- c. Los descriptores de temática, nivel de estudio y alcance de la ingeniería constituyen una propuesta de ubicación tanto de los estudios tradicionalmente realizados por el analista de proyectos (de mercado, técnico y financiero), como de los realizados por una firma de ingeniería (ingeniería preliminar, conceptual, básica y de detalle).

Descriptores							
Fases ciclo de vida de un proyecto	Etapas dominante proceso administrativo	Temática	Nivel de estudio	Alcance de la Ingeniería	Respaldo tecnológico	Respaldo estudios ambientales	% Error estimado
Identificación	Previsión	Marco de referencia Diagnostico Pronóstico	Granvisión	-	Definición y ubicación del problema	Plan de manejo ambiental	-
Formulación	Planeación	Factores Internos	Perfil	Preliminar	Definición y ubicación del problema	Plan de manejo ambiental	± 100
Evaluación		Mercado Técnico Tecnológico Financiero	Prefactibilidad	Conceptual	Investigación experimental	Estudio ordenamiento ambiental	± 30
Selección		Factores Externos	Factibilidad	Básica	Planta piloto	Reglamento uso de suelo	± 5
		Social Económico Político Ambiental	Definitivo	Detalle	Pruebas industriales	Estudio de riesgo ambiental	± 5
Gestión de recursos	Integración	Compra y contratación	Plan de ejecución	Actualización	Optimización	Inspección y vigilancia	± 0
Construcción y arranque	Dirección	Supervisión de obra					
	Control						

Tabla 2. Matriz de descriptores de la Administración de Proyectos

d. Una aportación innovadora de la matriz de descriptores es que constituye un esfuerzo por incorporar la variable ambiental dentro del ciclo de vida de un proyecto (7). Para complementar esta visión ambiental dentro del ciclo de vida de las empresas, habría que decir que durante la fase de operación y dirección de la empresa (administración de ésta) la variable ambiental se incorporaría a través del instrumento de política ambiental, que conocemos como auditoría ambiental. De la misma manera, durante la fase de liquidación de la empresa (administración de la liquidación) la variable ambiental se incorporaría a través del instrumento de política ambiental denominado restauración ambiental.

e. Otra aportación interesante de esta matriz de descriptores es que intenta conjuntar el ciclo de vida de un proyecto con el *ciclo de desarrollo de una tecnología*, los cuales normalmente son tratados por separado en la literatura. En este sentido podemos comentar que:

- La empresa tiene como una de sus infraestructuras más importantes a la tecnología, es decir, a la secuencia de operaciones necesarias para transformar las materias primas en productos y comercializar con éxito tales productos en el mercado.
- El contenido tecnológico de un proyecto puede tener su origen en conocimientos empíricos o en conocimientos obtenidos a través de un desarrollo científico-tecnológico.
- No obstante que el desarrollo de una empresa podría tener un efecto sinérgico en el desarrollo de una tecnología (sobre todo en empresas que utilizan tecnología de punta), en muchas ocasiones el desarrollo de una tecnología puede seguir un ritmo muy independiente del ciclo de vida de una empresa.
- La tecnología se puede perfeccionar en centros de investigación y desarrollo, independientemente de que exista un compromiso con la aplicación inmediata de aquella.
- Cuando un empresario decide constituir una empresa, no se debe pensar en que necesariamente va a desarrollar en su totalidad la tecnología que requiere. Sin embargo, sí debe garantizar que la empresa contará con la tecnología adecuada para el proceso productivo, ya sea a través de la compra, la licencia de uso o la adecuación de la tecnología existente.

El descriptor "respaldo tecnológico" se refiere a la naturaleza de la información tecnológica que deberá sustentar el estudio de la formulación-evaluación-selección de proyectos en sus diferentes niveles. Si la tecnología ya ha sido desarrollada previamente (tecnologías tradicionales), el esfuerzo deberá orientarse a la celebración de contratos para su uso o adaptación. Sólo en aquellos casos en que la tecnología aún no exista o esté en proceso de desarrollo (tecnologías de punta), tendrá que incluirse dentro del proyecto, así como sus costos y su desarrollo, ya sea que dicha tecnología sea desarrollada por el grupo promotor o que éste celebre un contrato de desarrollo tecnológico con un centro de investigación y desarrollo.

## 1.5 Formulación-evaluación-selección de proyectos

Dentro de la administración de proyectos, las fases de identificar formulación-evaluación-selección de proyectos están muy sí. Los estudios realizados durante estas tres actividades implican la realización de los siguiente análisis

- Análisis del mercado
- Análisis técnico
- Análisis tecnológico
- Análisis de costos
- Análisis económico
- Análisis social
- Análisis político
- Análisis ambiental

La finalidad cada uno de estos estudios se puede ver en la tabla 3.

Tipo de análisis	Finalidad del estudio	
	Formulación	Evaluación
Mercado	Definir la mezcla de mercadeo más adecuada para el proyecto	Determinar la suficiencia y satisfactoriedad del proyecto
Técnico	Definir el tamaño, localización y organización industrial del proyecto	Determinar la factibilidad y la eficiencia técnica del proyecto
Tecnológico	Seleccionar la tecnología e integrar la ingeniería del proyecto	Determinar la factibilidad y la eficiencia tecnológica del proyecto
Financiero	Definir la estructura financiera del proyecto con base en estimaciones de costos e inversiones	Determinar la rentabilidad del proyecto
Económico	Definir el mejor manejo de las variables económicas del proyecto	Determinar el impacto económico (aumento en la riqueza nacional) del proyecto
Social	Definir el mejor manejo de las variables sociales del proyecto	Determinar el impacto social (aumento en la calidad de vida) del proyecto
Político	Definir el mejor manejo de las variables políticas del proyecto	Determinar el impacto político (compatibilidad) del proyecto
Ambiental	Definir el mejor manejo de las variables ambientales del proyecto	Determinar el impacto (armonía o sustentabilidad) del proyecto

Tabla 3. Finalidad de la formulación y la evaluación de proyectos

Un estudio de formulación, evaluación y selección de proyectos se prepara a través de aproximaciones sucesivas, en cada una de las cuales se van definiendo, mediante investigaciones cada vez más profundas, los factores o variables que conforman un proyecto. El conocimiento cada vez más preciso que vamos adquiriendo nos permite reducir los riesgos inherentes a la decisión de invertir o no los recursos necesarios. Sin embargo, como ya vimos, este incremento en la certidumbre del proyecto requerirá de una mayor inversión para la realización del estudio.

En la figura 1 se utiliza una espiral para ilustrar tanto la identificación de proyectos como los cuatro niveles de estudio (aproximaciones sucesivas) que usualmente se emplean durante la formulación, evaluación y selección de un proyecto, a saber: perfil, prefactibilidad, factibilidad y proyecto definitivo. Así mismo, se muestra el contenido de los diferentes tipos de estudio (de mercado, técnico, tecnológico y financiero) que conforman cada una de las etapas del análisis de viabilidad del proyecto, así como la ubicación de los estudios del análisis de impactos del proyecto (económico, social, político y ambiental).

Tomando como base dicha representación en espiral se ilustrarán algunos elementos conceptuales importantes de la identificación, así como de la formulación-evaluación-selección de proyectos.

- La identificación de proyectos está representada por el punto central que da origen al espiral. Tendremos tantas espirales (más bien puntos que podrían dar origen a espirales) como proyectos hayamos identificado. Si bien dentro del gráfico la identificación del proyecto está representada tan sólo por un punto, es importante decir que ese simple punto representará un esfuerzo importante para que, con base en un análisis de fuerzas y debilidades del grupo promotor y de las amenazas, oportunidades, necesidades y recursos del entorno, se puedan identificar proyectos alternativos.
- La formulación, evaluación y selección del proyecto identificado se va dando con base en los ocho análisis mencionados previamente: cuatro sobre los factores internos (de mercado, técnico, tecnológico, financiero), representados por los cuatro octantes en pantalla gris; y cuatro sobre los factores de externos (social, económico, político, ambiental), representados por los cuatro octantes en pantalla ondulada. Cabe destacar que, los primeros cuatro octantes determinarán la evaluación de la viabilidad del proyecto, mientras que los últimos cuatro determinarán la evaluación del impacto del proyecto sobre su entorno.
- La formulación, la evaluación y la selección se van dando por aproximaciones sucesivas, representadas en la figura por medio de colores (rojo para perfil, azul para prefactibilidad, verde para factibilidad y amarillo para proyecto definitivo).



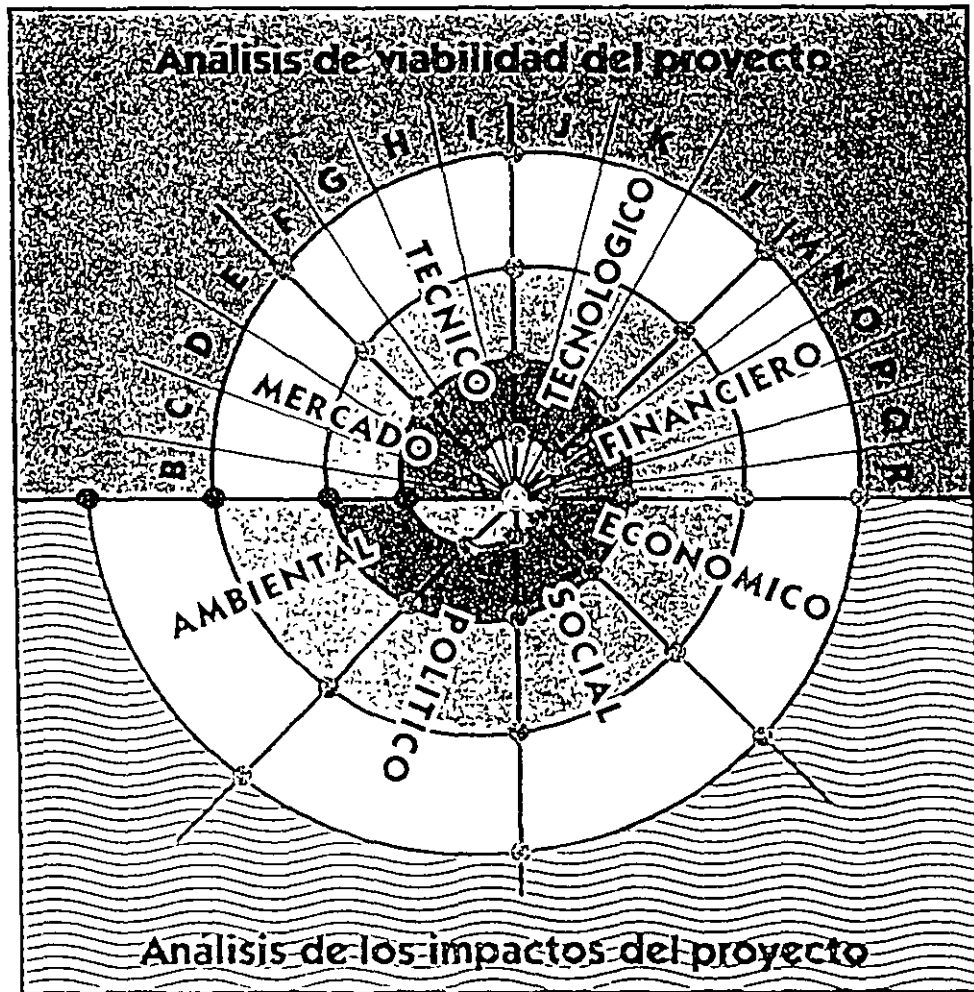


Figura 5 Identificación-factibilidad-evaluación-selección

- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A Identificación de proyectos     | J Gestion de tecnologia             |
| B Analisis del producto           | K Ingenieria de procesos            |
| C Analisis de la plaza            | L Ingenieria de proyectos           |
| D Análisis del precio             | M Estimacion de las inversiones     |
| E Analisis de la comercializacion | N Estimacion de costos de operacion |
| F Tamaño de la planta             | O Estructura financiera             |
| G Localizacion de planta          | P Estados de proforma financieros   |
| H Programe de produccion          | Q Indicadores financieros           |
| I Organizacion industrial         | R Analisis de sensibilidad          |

- Haciendo un paralelismo con el descriptor "respaldo tecnológico" utilizando en la matriz de descriptores de la administración de proyectos, podríamos decir que un estudio a nivel de perfil deberá estar respaldado por un análisis bibliográfico, un estudio a nivel de prefactibilidad deberá estar respaldado por un sondeo experimental, un estudio a nivel de factibilidad deberá estar respaldado por un análisis a nivel piloto, y finalmente un estudio a nivel definitivo debe estar respaldado por pruebas de cambio definitivas.
- La formulación del proyecto está representada por el área de color que va quedando encerrada conforme vamos trazando la espiral. Valga el comentario de que una área representa un mayor esfuerzo en cuanto al acopio y análisis de información sobre el proyecto, lo cual se ve recompensado por la reducción del riesgo en la toma de decisiones sobre el proyecto.
- Los puntos grises ubicados en el cruce de la espiral con cada uno de los octantes representan las evaluaciones parciales realizadas. De esta manera, podremos comprender que la evaluación se puede hacer con base en ocho grupos de criterios para cada uno de los niveles de la formulación y evaluación de proyectos: una evaluación de los aspectos de mercado, una evaluación de los aspectos técnicos, una evaluación de los aspectos tecnológicos, una evaluación de los aspectos financieros, una evaluación de los aspectos económicos, una evaluación de los aspectos sociales, una evaluación de los aspectos políticos y una evaluación de los aspectos ambientales. Nuevamente, valga el comentario de que mientras más alejado se encuentre el punto de evaluación del origen de la espiral, mayor grado de confiabilidad podremos tener en los resultados de dicha evaluación.
- Los puntos negros ubicados en el cruce de la espiral con el eje horizontal representan los lugares donde se recomienda aplicar los métodos de selección de proyectos. Para poder hablar de selección entre diferentes proyectos, tendríamos que contar con más de una espiral (una por cada proyecto) y comparar (al mismo nivel de formulación y evaluación) las principales ventajas y desventajas que presentó cada proyecto. De existir un solo proyecto, la selección se convierte en una simple decisión sobre si se invierten o no los recursos necesarios para llevarlo a cabo.
- La secuencia recomendada para integrar el análisis es: seleccionar, en los proyectos identificados, aquellos que se piensan someter a un estudio (proyectos potenciales aprobados); formular a nivel de perfil el mercado de cada uno de los proyectos; detenerse a evaluar parcialmente los proyectos (aspectos del mercado); continuar con esta dinámica hasta completar la formulación y evaluación en el siguiente orden: aspectos de mercado, técnicos, tecnológicos, financieros, económicos, sociales, políticos y ambientales de los proyectos a nivel de perfil; seleccionar aquellos proyectos con los cuales se piensa continuar el

estudio; formular y evaluar en el mismo orden anterior, pero ahora a nivel de prefactibilidad; seleccionar aquellos proyectos con los cuales se piensa continuar el estudio; formular y evaluar de la misma manera a nivel de factibilidad; seleccionar aquellos proyectos con los cuales se piensa continuar el estudio; formular y evaluar los proyectos elegidos a nivel definitivo; tomar la decisión de si se invierten o no los recursos para el proyecto.

- La secuencia propuesta para integrar los estudios en cada uno de los niveles (de mercado, técnico, tecnológico, financiero, económico, social, político y ambiental) responde a la dependencia de cada estudio con respecto a los resultados de los demás estudios.

# PAUTAS GENERALES PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS AGROPECUARIOS E INDUSTRIALES<sup>1</sup>

## PRESENTACIÓN

El objeto de estas notas es presentar un esquema de las técnicas utilizadas actualmente en la formulación y evaluación de proyectos de tipo agropecuario e industrial. La exposición se hace en forma muy general, ya que es imposible cubrir en forma sucinta la gran variedad de proyectos que pueden presentarse. Por lo tanto debe establecerse en cada caso cuál es la forma más adecuada de enfocar el estudio, utilizando estas pautas como referencia.

Se han distinguido dos secciones. En la primera, denominada "Contenido" se enuncia toda la información que se espera encontrar en un estudio de proyectos. Se sugiere una clasificación de temas bastante amplia, la cual puede variarse de acuerdo a las circunstancias, para dar mayor o menor relevancia a ciertos aspectos. En la segunda, "Metodología", se mencionan las técnicas más usuales de análisis para cada uno de los temas. Puede observarse que en ningún caso se explican los métodos ni se justifica su uso pues se supone que esto es materia de un manual, y estas notas no pretenden serlo. Al final se incluye la referencia a obras de ese tipo que pueden consultarse para un conocimiento más profundo de los métodos sugeridos.

---

<sup>1</sup> Boletín FONEP Fondo Nacional de Estudios y Proyectos. Este trabajo fue realizado y publicado por el Programa Internamericano de Formulación y Evaluación de Proyectos de la Organización de los Estados Americanos, O.E.A.

## **I. CONTENIDO**

Cada estudio de proyecto debe adaptarse a las características propias de la actividad, lugar y tiempo correspondientes. En los párrafos siguientes se ha tratado de resumir los elementos que en general entran en dichos estudios, para proyectos de tiempo agropecuario e industrial. No se especifica cuáles son aplicables en cada caso, por considerarse que su pertinencia puede ser fácilmente deducida por quien use esta guía.

El estudio de proyecto se divide en capítulos para facilitar la distribución del trabajo durante la respectiva elaboración y para hacer una presentación ordenada. Sin embargo, el estudio constituye una unidad en la que se tratan los múltiples aspectos de la obra proyectada. Por lo tanto, la información, argumentación y conclusiones de un capítulo deben ser perfectamente compatibles con las de los otros. Además, para facilitar la lectura del informe final, deben hacerse referencias cruzadas cada vez que se introduzca en un capítulo algún asunto relacionado con otro.

### **1.1 Resumen, conclusiones y recomendaciones.**

Si bien esto es lo último que se elabora, es conveniente incluirlo en primer término en el informe. Se hace una relación muy sucinta de las principales características del proyecto, utilizando los indicadores más ilustrativos, con una redacción clara y ágil. Se señalan claramente las conclusiones a las que se llega y se dan recomendaciones sobre acciones a tomar sugeridas por el estudio. En particular se indican los aspectos que no han quedado establecidos porque requieren una mayor discusión técnica y/o política. Es útil para el lector una descripción del problema, de las alternativas identificadas y de las consecuencias previstas de los cursos de acción posibles. Es muy importante elaborar bien esta parte, pues ella sirve, entre otras cosas: a) para información de funcionarios de alto nivel, que necesitan tener ideas claras y precisas sobre gran número de proyectos; b) como elemento para que los lectores decidan si les interesa ver el estudio completo; c) como base de información en tareas de planificación que implican el manejo de muchos proyectos a un tiempo.

### **1.2 Mercado de los insumos**

El estudio puede abarcar un grupo de insumos o solamente los que se consideren críticos por condiciones especiales de provisión o porque el proyecto los use en grandes cantidades. Pueden circunscribirse a la principal materia a elaborar en los proyectos industriales (materia prima). Del análisis debe surgir:

- a.- Características técnicas
- c.- Proveedores
- e.- Precios

- b.- Certeza de suministro
- d.- Cantidades disponibles

Todo esto proyectado para el período de vida previsto para el proyecto.

### 1.3 Mercado del producto

Normalmente puede distinguirse claramente entre producto y subproductos y se dará mayor énfasis al estudio del primero, sin dejar de investigar algo respecto a los otros. El análisis debe brindar un panorama claro con referencia a las siguientes aspectos:

- a.- Compradores (indicando área geográfica, sector social o productivo y aún identidad, según sea el caso).
- b.- Cantidades a vender.
- c.- Precios
- d.- Características de presentación del producto
- e.- Política de comercialización.

Todo esto proyectado para el período de vida previsto para el proyecto. El estudio debe proveer una argumentación convincente y fundada de que el producto puede venderse en las condiciones especificadas y datos para calcular los ingresos por ventas.

### 1.4 Tamaño

Se analizan aquí las razones para fijar cierto volumen de producción, esta es una decisión que debe tomarse básicamente con criterio económico, con la debida consideración de las restricciones técnicas, sociales y financieras.

El estudio deberá señalar indivisibilidades en equipos o procesos, secuencia temporal necesaria, limitaciones en insumos, disponibilidad de mano de obra, efectos de la operación del proyecto sobre las condiciones de vida en la zona, capacidad financiera de los ejecutores, posibilidades de endeudamiento, entre otros.

Teniendo en cuenta todos esos aspectos deberá analizarse la conveniencia económica de diversas alternativas de tamaño.

## 1.5 Localización

Es un análisis similar al de tamaño, pero ahora con respecto a la ubicación geográfica del proyecto. Los costos de transporte de insumos y productos tienen aquí una gran influencia. El estudio consiste por lo tanto en encontrar la localización que, cumpliendo con los requisitos técnicos y sociales, minimice los costos de transporte. En aquellos casos en que los precios de los insumos varían considerablemente de una zona a otra, se incluye también este factor en los cálculos.

Puede hacerse el análisis de "macrolocalización" (elección entre zonas o regiones) y de "microlocalización" (elección de un sitio en una zona dada).

## 1.6 Transporte

En los casos en que el proyecto implique una gran movilización de cargas se justifica tratar en extensión los aspectos técnicos (equipos, plan de operaciones) y económicos (costos de equipo, costos de operación, fletes) de las operaciones de transporte. Si las cargas son de pequeña monta puede tratarse dentro de los capítulos de ingeniería y/o costos. Del análisis debe surgir:

- a.- Viabilidad de las operaciones.
- b.- Modo de transporte óptimo.
- c.- Obras adicionales necesarias (y sus ejecutores).
- d.- Efectos del proyecto sobre congestión en las vías y terminales.
- e.- Costo de transporte

## 1.7 Aspectos técnicos (o ingeniería del proyecto)

Se expone aquí la tecnología a emplear. El contenido, por lo tanto, varía grandemente conforme al tipo de proyecto. En términos generales debe abarcar:

- i. Descripción del producto a obtener: características físico-químicas, cualidades específicas, detalles de presentación, usos.
- ii. Descripción de las instalaciones que se utilizarán: dimensiones del sitio, organización interna, construcciones, servicios, equipos, instalaciones.
- iii. Descripción del proceso de producción, explicando la secuencia de operaciones, la forma en que se realiza cada una, coeficientes técnicos.

**iv. Requerimientos de insumos. Pueden clasificarse en:**

- a.- Materia Prima**
- b.- Materiales**
- c.- Servicios**
- d.- Mano de obra**
- e.- Equipo liviano**

**Pueden tratarse en un pie de igualdad o darse más importancia a alguno que sea de mayor interés. Para cada uno deben explicitarse: cantidades, calidades, fuente de aprovisionamiento, volumen y ordenamiento de las compras en el tiempo.**

**v. Producción: detalle de las cantidades a obtener de productos y subproductos con especificaciones de su distribución en el tiempo. (Los desechos también pueden cuantificarse aquí o en un acápite separado).**

**vi. Plan de operaciones referente a las etapas previas (construcciones, preparación de terreno, montaje de maquinarias, entrenamiento, puesta en marcha).**

## **1.8 Inversiones**

**Se detallan aquí todas las erogaciones a realizar que tienen características de inversión de capital. Suelen clasificarse en inversión fija, diferida y capital de trabajo. Debe indicarse el calendario que corresponde a pagos efectivamente realizados y puede por lo tanto ser diferente del calendario de entrega de los bienes físicos. En algunos casos las inversiones se realizan solamente en el período inicial; en otros se suceden a lo largo de períodos más o menos largos. Los gastos deben estar suficientemente detallados y justificados con cotizaciones.**

## **1.9 Presupuesto de ingresos y gastos**

**Deben detallarse los ingresos por ventas y por cualquier otro concepto, para todo el período de vida útil del proyecto. También los gastos corrientes, clasificados en categorías contables adecuadas. Además conviene calcular elementos de costo que no constituyen gastos corrientes, pero resultan necesarios para hacer una proyección del estado de pérdidas y ganancias y el análisis del punto de equilibrio. Los resultados deben comentarse mostrando los factores claves que inciden sobre la rentabilidad de las operaciones.**



## **1.10 Financiamiento**

Se indican aquí las fuentes de fondos previstas, incluyendo aportes de capital, créditos, fondos generados en la operación del proyecto, etc. Se especificarán los calendarios de los aportes y las contrataciones de préstamos y los planes de amortización de estos últimos. Conviene volcar todo esto en un análisis de fuentes y usos de fondos.

## **1.11 Evaluación privada**

El propósito es obtener una idea de la rentabilidad del proyecto, a fin de poder apreciar su conveniencia para el empresario en comparación con otras alternativas factibles. Se han diseñado diversos métodos para este análisis, pero los más recomendados actualmente son la tasa interna de rendimiento (TIR) y el valor presente neto (VPN). Conviene presentar los valores correspondientes al rendimiento del capital total invertido en el proyecto y al capital del empresario. También es recomendable realizar un análisis de sensibilidad del rendimiento del proyecto ante cambios en los valores de algunos parámetros empleados en su cálculo que se consideren inciertos (precios de insumos y/o productos, coeficientes técnicos, volúmenes de venta, etc.).

## **1.12 Evaluación social**

Consiste en apreciar la conveniencia de la ejecución del proyecto desde el punto de vista de la sociedad como un todo. Un elemento valiosísimo para este análisis es el cálculo de la rentabilidad social de proyecto, a partir de un flujo de costos y beneficios sociales del mismo. Este se obtiene a partir del utilizado en la evaluación privada, mediante ciertos ajustes. Si se detectan beneficios o costos no valorizables deberán describirse cuidadosamente, tratando de proveer elementos de juicio sobre su importancia. En muchos casos es necesario realizar un análisis de los efectos ambientales del proyecto; estos pueden mostrar una situación totalmente diferente desde el punto de vista social respecto al punto de vista privado.

## **1.13 Organización**

Se discuten aquí los aspectos legales de la constitución de la empresa que operará el proyecto, la organización administrativa, los criterios para suscripción de capital y distribución de utilidades, las relaciones previstas con los entes públicos, etc.

## II METODOLOGÍA

### 2.1 Mercado del producto

Desde el punto de vista de los métodos a emplear en el estudio, conviene hacer una doble clasificación de los bienes:

De acuerdo con su duración (durables y no durables), y  
De acuerdo con el tipo de comprador (consumidores y productores).  
Se obtiene, entonces, cuatro tipos de bienes:

- 1) de consumo durables
- 2) de consumo no durables
- 3) de capital
- 4) intermedios

Otras características de los bienes determinan en cada caso los métodos a emplear, por lo cual las orientaciones que se dan a continuación son muy generales.

El estudio tiene un aspecto cuantitativo y otro cualitativo. El aspecto cuantitativo se refiere a las cantidades a vender y a los precios. La base metodológica está en la separación de este análisis en un estudio de la evolución histórica hasta el momento presente y una proyección para el período de vida fijado para la empresa. Para el primero se emplean serie de datos (5 a 20 años aproximadamente) que son analizados con técnicas estadísticas apropiadas, para obtener tasas de crecimiento, coeficientes técnicos de uso, variabilidad, proporciones, etc. Las técnicas de proyección son muy variadas y dependen principalmente del tipo de bien, de los datos existentes y de las disponibilidades de tiempo y personal. Pueden mencionarse: extrapolación de la tendencia histórica, funciones estadísticas de demanda, coeficientes técnicos, encuestas de intenciones de compra, relaciones con otras variables para las que existen proyecciones.

El aspecto cualitativo se refiere a la forma en que se piensa penetrar en el mercado. Esto varía conforme al tipo de producto y por lo tanto los métodos pueden ser de análisis industrial, psicológico, sociológico, etc. Las preferencias de los compradores potenciales pueden observarse mediante encuestas, datos censados, entrevistas o paneles.

Los estudios referidos deben enfocar tanto la demanda, como la oferta de competidores, de modo de dejar bien aclarada la situación que tendría la empresa proyectada en el mercado.

### 2.2 Mercado de los insumos

Los métodos son similares a los indicados en "Mercado del Producto", con las lógicas variaciones exigidas por el cambio de punto de vista.

## 2.3 Tamaño

Puede encararse el problema con dos pasos: i) limitar el campo de variación a dos extremos: mínimo y máximo, buscando limitaciones físicas, técnicas o financieras, más o menos evidentes; ii) aplicar el criterio de rentabilidad para determinar el nivel más conveniente, dentro de los márgenes fijados.

El primer paso analizará los equipos y procesos, buscando niveles mínimos de operación. Luego buscará las restricciones a la expansión determinando la que se presentaría primero: extensión del mercado, distancias a centros consumidores o proveedores de insumos, saturación de la capacidad ambiental de recibir desechos, disponibilidad de personal, monto de las inversiones, etc.

El segundo paso debe hacerse con métodos relativamente simples, pues en caso contrario implicaría reproducir el estudio completo de rentabilidad varias veces. Pueden calcularse indicadores tales como costo unitario, utilidades totales, tasa contable de rentabilidad, para varios niveles de producción, estimando los valores necesarios mediante aproximaciones basadas en la experiencia. Puede estudiarse también un programa de expansión.

## 2.4 Localización

El problema que se presenta en primer término es reducir el estudio a dimensiones manejables, porque generalmente es difícil eliminar alternativas sin mayor análisis. Pueden determinarse eliminaciones a priori mediante algunos factores técnicos tales como clima, suelo, topografía, necesidades de grandes masas de agua, generación de contaminantes, etc. También factores políticos: regulaciones sobre industrias, planes regionales de desarrollo, etc. La disponibilidad de otros insumos, como mano de obra, energía, materia prima, es otro elemento a considerar. Con las áreas que han satisfecho estos requerimientos se pasa a realizar un análisis a fin de determinar la ubicación que resulta en costos más bajos, incluyendo producción y transporte.

Para el estudio de "macrolocalización" se distinguen primeramente las diversas zonas a comparar, con criterio de homogeneidad o polaridad; se investiga si existen diferencias en los precios de los insumos o en los rendimientos técnicos de la producción; se calculan costos de transporte para insumos y productos, basados en distancias teóricas o reales entre un punto representativo de la zona (centro de gravedad o polo funcional) y los puntos de origen o destino. Los costos pueden calcularse en términos unitarios o para toda la operación de transporte prevista, según sea necesario para las comparaciones.

En el estudio de "microlocalización" se escoge un cierto número de sitios dentro de la zona elegida y se comprueban las diferencias en cuanto a todos los aspectos que pueden afectar los costos de inversión u operación. En parte puede implicar la

reiteración de cálculos y comparaciones realizadas antes para zonas, pero en este caso con datos mucho más concretos: precios y rendimientos técnicos reales (y no promedio), distancias efectivas (y no teóricas), vías específicas, etc. Suele quedar un margen de factores no sujetos a valorización que deben especificarse para servir como elemento de juicio adicional para la decisión.

Hay que especificar a priori y mantenerlo siempre presente en los cálculos, si el estudio se hace desde el punto de vista privado o social. En el primer caso se toman estrictamente los costos sobrellevados por el proyecto, valorizados con los precios efectivamente pagados o el costo de oportunidad si son recursos propios. En el segundo caso hay que incluir los efectos indirectos y las externalidades y hacer las valorizaciones a precios sociales. Esto suele ser de considerable importancia en los costos de transporte, por el efecto de congestión y el deterioro de las vías que implican costos sociales pero no se reflejan en tasas de uso.

El criterio de mínimo costo exige que los costos calculados para las distintas alternativas sean conceptualmente comparables. Por razones de conveniencia es usual especificar dichos costos en términos de costos de inversión en un momento dado o costos anuales uniformes. Sin embargo, si los perfiles temporales de los costos de dos alternativas son muy diferentes, lo correcto es hacer las comparaciones en términos del valor actualizado calculado a la tasa de descuento que corresponda al caso.

## 2.5 Transporte

Para cada uno de los medios de transporte que puedan utilizarse (conjunta o alternativamente) se investiga el estado actual de la vías, equipo y terminales. Se describen las características de las vías: extensión, especificaciones técnicas, dificultades estacionales, peligros que imponen a las cargas, volumen de tránsito. Se describe el equipo: número de vehículos, tipo, capacidad, antigüedad, vida útil esperada, consumo, necesidad de mano de obra, entre otros. Para las terminales se indica su capacidad de manipulación de cargas, facilidades de carga y descarga, depósitos, personal.

En base a los datos de producción se determinan las necesidades de carga: en términos de volumen total y de número de viajes a efectuar con los vehículos previstos.

Se calculan los costos de transporte para diversas alternativas. Según convenga puede trabajarse en base a costos unitarios o para el total a transportar. Se establecen las inversiones necesarias en equipos, mejoras de las vías, terminales y los costos de operación. Se deducen de esos cálculos, y de la forma típica de operar de las empresas de transporte de que se trate, las tarifas que se cobrarían. La selección del modo de transporte se hace comparando los costos de las distintas alternativas. Estos pueden diferir cuando se les calcula desde el punto de vista privado o social. Estas circunstancias deben aclararse debidamente.

Conviene estudiar también, la congestión que significará la realización del proyecto para las vías y terminales (adicionando al volumen de tránsito actual su crecimiento previsto y el tránsito generado por el proyecto); también el grado de utilización del equipo. Si estos aspectos pueden valorarse económicamente, deben entrar en los cálculos de costo antes indicados.

## 2.6 Aspectos técnicos (o ingeniería del proyecto)

Pueden hacerse algunas referencias generales respecto al producto, tratando de poner de relieve los factores principales que determinan su calidad. Se resumen también las exigencias típicas de los usuarios. Finalmente se especifica las características del producto que se espera obtener en el proyecto, indicando si las mismas se basan en ensayos, diseños, prototipos, etc.

Conviene realizar la descripción del proceso tomando como referencia un diagrama de flujo de la producción. En el mismo las etapas se diferencian en base a los equipos, lugar, tiempo, mano de obra, etc. La descripción señala la transformación realizada, con los datos respectivos. Los tiempos y las cantidades de materiales utilizados conviene ponerlos por separado. Para este fin se analizan los tiempos que consume cada etapa, mostrando la compatibilidad de la productividad de los equipos, la cantidad de mano de obra, las horas de trabajo y la cantidad de insumos, con la producción planeada. Por otra parte se hace un balance de materiales, que indique todos los elementos que entran en cada etapa del proceso y su destino. Es conveniente especificar en los estudios referidos toda interferencia del proyecto con el medio ambiente: emisión de gases, líquidos y sólidos de desecho, calor, ruido, etc., a fin de facilitar el análisis ambiental.

Las necesidades de insumos deben calcularse para períodos anuales (períodos de evaluación). Se parte de los datos de proceso y se determinan los agregados anuales para los distintos insumos. Para los insumos de energía se obtienen los datos de los equipos y de los tiempos de funcionamiento.

Conciliando debidamente los análisis de demanda y de proceso se llega a concretar el plan de producción proyectado. Si existen desfasamientos entre el momento de producción y de venta, estos deben registrarse para ayudar a calcular las inversiones en inventarios y dimensionar los edificios, instalaciones y equipo para depósitos.

La descripción del equipo puede hacerse en base a las especificaciones de catálogos o de diseños de plantas similares. Datos indispensables son: capacidad, consumo y precio; las dimensiones son útiles para planear la planta. En un "layout" o diagrama de planta se determina la distribución del equipo. Debe entenderse que éste no es un diseño, sino un estudio preliminar. Por lo tanto los estudios de movimientos y otros análisis de optimización funcional se realizarán solamente hasta un punto que permita una razonable confianza en las estimaciones de espacio, tiempos, consumo de energía, necesidad de mano de obra, etc.

Con base en las características del sitio escogido en el análisis de localización, los datos de proceso y de equipo, se hace un diagrama a escala, de la distribución de edificios, vías, instalaciones de servicio y auxiliares, etc. También aquí es pertinente la aclaración de que se trata de un estudio preliminar. Se hace una descripción de las características principales de las construcciones: dimensiones, resistencia, materiales a emplear, criterios de diseño, etc. Se estiman los costos en base a valores típicos (recientes o actualizados), de unidades usuales: metro cuadrado de edificación o de pavimento, metro de tubería, metro cúbico de movimientos de tierra, etc. Al mismo tiempo se requiere una discriminación por tipo de insumo; típicamente: mano de obra (calificada y no calificada), materiales, combustibles, depreciación de maquinaria (nacional e importada) y otros. Estos datos pueden obtenerse de la experiencia de firmas constructoras.

Las obras complementarias pueden ser, entre otras: caminos de acceso; interconexión a líneas de electricidad, vías férreas, acueductos, alcantarillados, gasoductos; casas para el personal; etc. Para todas estas obras se requiere un estudio similar al de la planta principal, pero con la especificación de la forma en que serán solventado los costos.

Los requerimientos de mano de obra se obtienen a partir de las especificaciones del equipo, los datos de proceso y el plan de producción, con la debida atención a la legislación y práctica laboral y la previsión del ausentismo observado en el país. Los listados de personal con su calificación pueden incluir la remuneración.

Todas las obras deben quedar registradas en un programa de ejecución. Se asume un ritmo "normal" o promedio de trabajo, salvo que haya razones para proponer otra cosa. Debe mostrarse la concatenación entre las diversas obras y la oportunidad de su ejecución. El calendario de trabajo se ilustra en un diagrama de barras de Gantt. Deben discutirse los aspectos que requieren especial cuidado en la puntualidad: impacto de las estaciones climáticas, disponibilidad de la materia prima (cosechas), requerimiento del producto para otros proyectos, etc.

## 2.7 Inversiones

La enumeración detallada de gran parte de los artículos o componentes de inversión se encuentran en los capítulos de Ingeniería del Proyecto, Localización, Tamaño y Transporte. Resulta generalmente conveniente especificar allí mismo los valores unitarios, de modo de contar ya con los valores globales para el detalle de inversiones según clasificaciones contables. Deben agregarse como valor de la inversión todos los gastos relacionados con la adquisición del bien, tales como transporte, seguros, comisiones, montaje, supervisión técnica, impuestos, tasas, etc.

Las inversiones fijas complementarias a la planta se determinan en base a las pautas que rigen en el país respecto a facilidades administrativas, vehículos, etc.

La inversión diferida consiste generalmente de gastos en estudios de factibilidad, puesta en marcha, intereses pagados durante la construcción, etc. El diferir la inversión es sólo una ficción contable, que se utiliza para el cálculo de los costos contables, las utilidades imponibles y el monto de impuestos a pagar. Por lo tanto, para realizar estos cálculos debe tenerse en cuenta primordialmente la legislación impositiva del país.

El capital de trabajo incluye el efectivo en caja, los diferentes inventarios y la diferencia entre deudores por ventas y acreedores por compras. Para el cálculo de esos valores puede hacerse un análisis de los movimientos previstos y los saldos promedio de existencias resultantes, o guiarse por relaciones típicas para el país y rubro de actividad (coeficientes de liquidez, de rotación de inventarios, etc.)

Los valores deben especificarse en moneda extranjera y moneda local, según corresponda y convertirse a la tasa de cambio que rija para el tipo de importación correspondiente.

Teniendo en cuenta el programa de ejecución (capítulo de Ingeniería del Proyecto) se realiza el programa de inversiones, basándose en los desfases típicos entre pagos y realización de las obras.

Los gastos en moneda nacional deben discriminarse también por tipo de insumo a que correspondan: mano de obra (calificada y no calificada); materiales (nacionales e importados), depreciación de equipo (de origen nacional e importado), combustibles y otros. También debe indicarse si los pagos en moneda extranjera se revertirán en compras en el país, por qué montos y qué tipos de recursos (ejemplo: obras contratadas con empresas extranjeras por una suma global en divisas). Estas especificaciones son necesarias para la evaluación social del proyecto.

## 2.8 Presupuesto de ingresos y gastos

Los ingresos por ventas se deducen directamente de las conclusiones del capítulo de Mercado del Producto y de Ingeniería del Proyecto (plan de producción). Deben especificarse también para todo el período de vida útil fijado para el proyecto, los otros ingresos que puedan preverse: subsidios del Estado, intereses sobre inversiones financieras, etc. Los impuestos a las ventas figuran como deducción sobre los ingresos por ese concepto.

Los gastos anuales se presentan clasificados según diferentes criterios que faciliten su revisión y análisis. Siguiendo las prácticas contables se clasifican según el tipo de actividad que los genera: Producción, Ventas, Administración y Financieros. A su vez éstos pueden ir clasificados en aspectos propios de la actividad. Los gastos de producción se obtienen partir de las especificaciones técnicas del capítulo de Ingeniería del Proyecto y precios y condiciones de compra del Mercado de los Insumos; los de venta se basan en las políticas trazadas en el capítulo de Mercado del Producto; los de administración se calculan con referencia a las pautas locales para empresas similares y los financieros se extraen del capítulo de Financiamiento.

Los cargos por depreciaciones y amortizaciones se calculan en base a los datos del capítulo Inversiones y en lo posible, se presentan distribuidos en cada una de las clasificaciones de gastos corrientes. Los métodos de cálculo deben responder a las disposiciones legales correspondientes.

Con estos datos se formulan estados prospectivos de ganancias y pérdidas para todo el período de vida establecido para el proyecto.

Con los costos clasificados según su relación con el volumen de producción en fijos y variables, es usual presentar un análisis de punto de equilibrio para un año típico de operación. Para este objeto las asignaciones para amortización y depreciación deben hacerse con criterio económico y no con el criterio legal impositivo antes indicado.

Hay otras clasificaciones de ingresos y gastos necesarias para la evaluación social, en las que deben distinguirse los productos cuyos precios sociales difieran de los precios de mercado, estableciendo una clase para cada precio. En términos generales pueden distinguirse las siguientes clases de gastos: Mano de Obra (calificada y no calificada); Materiales, Servicios y Combustibles; todos estos aspectos a su vez con especificación en Moneda Nacional y en Divisas.

## 2.9 Financiamiento

Los requerimientos de capital están ya especificados en el capítulo de Inversiones, incluyendo el calendario de los mismos. La situación típica es la de escasez de recursos propios y la ventaja de aprovechar el " efecto palanca", de modo que generalmente se busca el aporte de fondos de instituciones financieras o créditos de proveedores. A partir del monto que el prestamista que se escoja puede financiar de acuerdo con sus normas operativas (cierto porcentaje del total, cierto tipo de inversiones, etc.) se calculan los requerimientos de fondos adicionales. Se comprueba si esto parece factible para quienes llevarían a cabo el proyecto. Si no resulta así, se trata de idear algún otro financiamiento complementario. Se programan los desembolsos conforme a las normas del prestamista y en la forma más adecuada a las necesidades y los aportes de capital propio para cubrir los déficit financieros resultantes (típicamente: pago de intereses durante el período pre-operativo, obras complementarias, gastos en moneda nacional, etc).

Se construye el cuadro amortización de la deuda en base a las condiciones del (de los) préstamo (s).

Finalmente se hace un análisis de fuentes y usos de fondos para todo el tiempo de duración del proyecto, incluyendo las fases preoperativas y operativa. Los datos respectivos se obtienen: para Fuentes: cuadros prospectivos de Ganancias y Pérdidas (capítulo de Presupuesto de ingresos y gastos ) y aportes de capital y desembolso de préstamos (en este capítulo ); para Usos: programa de inversiones (capítulo de Inversiones) y amortización de las deudas (en este capítulo). Este análisis mostrará la factibilidad financiera de la empresa y las posibilidades de distribución de utilidades:



Es usual hacer estos estudios para períodos anuales. Sin embargo puede ser conveniente; especialmente para el período preoperativo, hacer un plan con períodos más cortos, para una mejor sincronización de los movimientos de fondos.

Lo señalado en el párrafo anterior indica que no resulta aconsejable, metodológicamente, incluir el crédito a corto plazo en los cuadros mencionados. Para no omitir este aspecto, puede hacerse el análisis financiero de un año típico, mostrar las necesidades de financiamiento a corto plazo, prever las fuentes y establecer los costos. Estos costos podrán así incorporarse en los cuadros de ganancias y pérdidas. Además tomando las deudas a corto plazo en términos de promedio anual, podrá deducirse esto del rubro Capital de Trabajo, para una más correcta estimación del capital propio invertido en el proyecto. Si se quiere dejar constancia de estos movimientos en el cuadro de fuentes y usos de fondos, se incluye el total de créditos a corto plazo como fuente (desembolso) y como uso (amortización) simultáneamente.

## 2.10 Evaluación privada

La base para esta evaluación es el flujo de caja. Este se obtiene a partir del cuadro de fuentes y usos de fondos del capítulo de Financiamiento, considerando como valores negativos los aporte de capital y como positivos el cobro de utilidades. El período de vida se fija en base a la duración esperada de los bienes de capital principales, si no se prevé otra razón para finalizar las actividades anteriormente (agotamiento de materias primas, pérdida del mercado, sustitución del producto, etc.). En general, no se consideran períodos superiores a 30 años.

El VPN (Valor Presente Neto) se calcula según siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

donde  $t$  identifica el número de periodo,  $n$  el número total de periodos,  $F_t$  el valor de flujo de caja correspondiente a cada periodo e  $i$  la tasa de rendimiento de la mejor alternativa de inversión de los fondos. Los valores  $(1+i)^{-t}$  se encuentran en tablas financieras bajo la denominación de factor de actualización (o valor actual de una unidad monetaria recibida al final de  $t$  periodos a la tasa de interés  $i$ )

La TIR (Tasa Interna de Retorno) se calcula según la siguiente fórmula:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$$

donde los simbolos tienen el significado antes indicado. El cálculo se puede realizar en forma iterativa, buscando entre varias tasas de interés la que dé un VPN más próximo

a cero. Si el VPN es positivo hay que experimentar con tasas más altas y viceversa. Puede hacerse una interpolación lineal mediante la fórmula:

$$TIR(aprox) = i_1 + D_{1s} \frac{VPN(i_1)}{VPN(i_1) - VPN(i_2)}$$

donde  $i_1$  es la tasa inferior,  $i_2$  la tasa superior,  $D_{1s}$  la diferencia entre ambas, mientras que  $VPN(i_1)$  el valor actual neto del flujo de caja calculado con la tasa indicada. ( $VPN(i_2)$  es negativo, por lo tanto los valores se suman).

La interpretación de los indicadores es la siguiente:

1. Realizar el proyecto representa para el empresario un aumento en su riqueza, en el momento inicial, en una suma igual al VPN. Por lo tanto un VPN positivo indica un proyecto aceptable; un VPN negativo indica un proyecto rechazable.
- 2a. Si la tasa de rendimiento de la mejor alternativa de inversión de los fondos es menor que la TIR, el proyecto es aceptable.
- 2b. Si los fondos obtenidos del proyecto se invierten en proyectos se reinvierten en proyectos idénticos, el capital crecerá, en promedio, a una tasa igual al valor de la TIR.

Para evaluar el rendimiento del capital total invertido en el proyecto, se construye el flujo de caja del proyecto. Para ello se suma algebraicamente al flujo de caja del empresario, el valor de los desembolsos de préstamos (con signo negativo) y los servicios de la deuda (intereses y amortizaciones, con signo positivo). Para este nuevo flujo se calcula también el VPN y/o la TIR. Este análisis es útil cuando los créditos no están atados al proyecto y se les puede exigir un rendimiento igual al del capital propio, superior al costo de aquéllos.

Para llevar a cabo el análisis de sensibilidad deben analizarse en primer término los factores determinantes del flujo de fondos, tratando de localizar aquellos más inciertos entre los que sean importantes. Hay que tener especial cuidado con los que aparecen en operaciones de multiplicación (precios, coeficientes técnicos) o potenciación (tasas de crecimiento). Una vez seleccionados esos factores, se hace una estimación de su margen de variación, determinando valores alternativos. Con estos valores alternativos se recalculan los flujos de caja y los respectivos VPN y TIR. Esto puede hacerse para cada factor manteniendo los demás iguales, buscando todas las posibles combinaciones. Esto multiplica los cálculos con el número de factores y valores alternativos de éstos, por lo que su realización depende de las facilidades de cómputo de que se disponga.

Otra forma más sencilla es diferenciar los valores del flujo correspondientes a inversiones y utilidades y hacer los cálculos para variaciones porcentuales fijas para unos y otros. Por ejemplo: inversiones 90, 100 y 110 por ciento de lo calculado; utilidades de 95, 100 y 105 por ciento de lo calculado;

En algunos casos (mercados de capital muy imperfectos, por ejemplo) debe considerarse además del rendimiento promedio para toda la vida del proyecto, los ingresos del empresario en cada período. Proyectos rentables a largo plazo pero con ingresos menores de cierto nivel de algún (os) períodos (s) pueden ser rechazables, o inferiores a otros con rendimientos más bajos pero sin altibajos. También requieren especial cuidado los casos en que el proyecto implica riesgos de pérdidas considerables. Cuando esos riesgos se pueden disminuir a cierto costo, deben presentarse las condiciones de intercambio, para facilitar las decisiones.

En los proyectos que ponen a trabajar ciertos recursos del (de los) empresario (s) (trabajo, tierra, etc.) la evaluación se hace considerando el costo de oportunidad de esos recursos y se señalan las rentas extras que el proyecto les proporciona.

## 2.11 Evaluación social

La evaluación social podría realizarse a partir de los datos básicos del proyecto, pero resulta interesante hacerlo a partir de los datos elaborados para la evaluación financiera, pues esto ayuda a poner de manifiesto las diferencias que los dos criterios alternativos determinan. El método que aquí se propone consiste en efectuar ajustes en los valores del flujo de caja del proyecto, que reflejen las valoraciones sociales. A continuación se detallan esos ajustes, indicando los valores como "adiciones" y "deducciones" respecto al flujo del proyecto.

### *i) Ajustes por impuestos y subsidios*

a. Se adicionan los impuestos sobre la venta de productos y se restan los subsidios recibidos por el mismo concepto. Debe constatarse que dichos pagos no afecten los realizados por (o a ) otras empresas, pues en este caso debe calcularse solamente la diferencia (incremento neto).

b. Se adicionan los impuestos y se restan los subsidios incorporados en el precio de los insumos (o su incremento si aquellos resultan en un cambio para otras empresas). No se adicionan las cargas sociales puesto que al ser obligatorias serían pagadas por empleadores alternativos. El caso de desempleo está considerado en el aspecto "precio social de la mano de obra", más abajo.

c. Se adicionan los impuestos sobre el patrimonio (territoriales, sobre activos, etc.)

d. Se adicionan los impuestos sobre utilidades.

Con estos ajustes se obtiene el flujo económico neto, valuado a precios de mercado. El VPN y la TIR que se obtienen se interpretan como rendimiento del proyecto para la economía. Para calcular el VPN se usa la tasa social de descuento.



*ii) Ajustes por precios sociales*

a. Se adiciona con el signo respectivo la diferencia que hubiere entre el precio de los insumos, neto de impuestos y subsidios, y el costo marginal social de dichos insumos. (Deben incluirse los insumos obtenidos gratuitamente).

b. Si el incremento en la demanda de algún insumo provoca un considerable aumento en su precio, en la evaluación social puede tomarse, como aproximación, un promedio del precio "sin el proyecto" y del precio " con el proyecto". Por lo tanto debe adicionarse una suma igual a la mitad del incremento de precio por la cantidad de ese insumo utilizado en el proyecto.

c. Si el incremento en la oferta del producto causa una considerable disminución en su precio, el valor de la producción puede aproximarse tomando un precio promedio. Por lo tanto se adiciona una suma igual a la mitad del decremento de precio por la cantidad producida.

d. Se adiciona un porcentaje de los ingresos en divisas igual al porcentaje en que el precio social de la divisa exceda a la tasa de cambio utilizada en los cálculos financieros; se deduce el mismo porcentaje del importe de gastos de inversión, de operación y financieros realizados en divisas. Cuando hay financiamiento externo conviene especificar: inversión (total de gastos en divisas), ingresos (desembolso de préstamos externos) y egresos (servicios de la deuda).

e. Se adiciona la proporción de los gastos en mano de obra no calificada (inversión y operación) resultante de:

$$\left( 1 - \frac{SSP_n}{SPP_n} \right)$$

donde SSP es salario social promedio y SPP salario pagado promedio, para manos de obras no calificadas (subíndice n). Se deduce la proporción de los gastos en mano de obra calificada resultante de:

$$\left( \frac{SSP_c}{SPP_c} - 1 \right)$$

donde c indica "calificada". Antes de realizar este ajuste debe constatarse que el mercado de mano de obra calificada específica para el proyecto es imperfecto y no la valora adecuadamente.

Con estos ajustes se obtiene el flujo de beneficios sociales netos directos, valuados a precios sociales. El VPN (calculado con la tasa social de descuento) y la TIR se interpretan como rendimiento de los recursos nacionales en beneficio para el país considerando una valuación social, fundada a su vez en las elecciones individuales de los participantes en la economía.

### *iii) Ajustes por beneficios indirectos.*

Se analiza la situación que tendrán "con el proyecto" las empresas existentes con actividades más estrechamente ligadas al mismo: productores y usuarios de los mismos insumos; productores de bienes complementarios o sustitutivos del que producirá el proyecto. Para aquellas en que pueda esperarse un cambio sustancial en la producción, se determina si sus precios de venta difieren de su costo marginal social (los impuestos y subsidios no se consideran " costo", sino transferencias, y por lo tanto forman parte de esa diferencia). Se adiciona, con su signo, el valor resultante de multiplicar la diferencia encontrada por la cantidad en que variará la producción. En lo que se refiere a diferencias por impuestos, debe conciliarse el tratamiento dado aquí con el utilizado en los apartados ia e ib para evitar una doble cuenta. Metodológicamente se sugiere el tratamiento por separado, pues aquel surge directamente de los cálculos del proyecto, mientras que los ajustes por beneficios indirectos requieren investigaciones adicionales.

### *iv. Ajustes por externalidades*

Los ajustes por externalidades deben basarse en un adecuado estudio de los efectos ambientales del proyecto. Los efectos allí detectados deberán valuarse, ya sea por su precio de mercado, con los ajustes que sean necesario conforme a los otros métodos explicados o con un precio imputado que refleje la valuación social. Las cantidades obtenidas se adicionan si son beneficios y se deducen si son costos.

También pueden incorporarse como externalidades los efectos que el proyecto tiene respecto a las cualidades de los trabajadores, como miembros de la fuerza de trabajo. En este sentido se adicionarán los incrementos en la capacidad productiva de los trabajadores, en el momento en que los mismos sean transferidos al resto de la economía. Por otra parte se deducirán las pérdidas de capacidad productiva debidas a la operación del proyecto (pérdidas de miembros, enfermedades profesionales, muerte, etc.). Pueden cuantificarse estos aspectos tomando el valor descontado a la tasa social de descuento del cambio en el importe de los salarios percibidos por el trabajador a partir del hecho considerado y hasta el fin de su vida activa, respecto a lo que hubiera sucedido de no mediar el mismo.

Con los últimos ajustes se obtiene el flujo de beneficios sociales netos, directos e indirectos, a precios sociales. El VPN (calculado con la tasa social de descuento) y la TIR de ese flujo, reflejan el rendimiento de los recursos utilizados, para toda la economía con valuaciones sociales derivadas de las elecciones individuales de los participantes en esa economía.

Aparte de todas las consideraciones sujetas a medición y evaluación, se detallan las que no entran en esa categoría. Pueden discutirse las ventajas y desventajas políticas, sociales, culturales entre otros, que presenta el proyecto. Aun en estos casos, cuando sea posible, deben incorporarse elementos cuantitativos que ayuden al análisis, como son: número de personas en los grupos referidos, indicadores de bienestar, edades, tiempo de residencia en su lugar, entre otros.

## 2.12 Organización

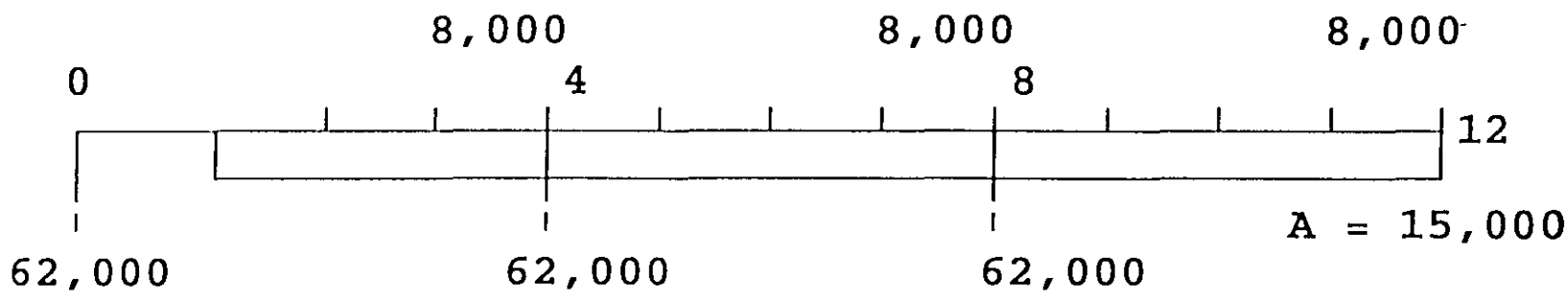
Se revisan las formas jurídicas de constitución de empresas del país, para escoger la más conveniente para el proyecto. Para esto habrá que contemplar los intereses en juego, por parte de proveedores, compradores, competidores, capitalistas, organismos públicos y privados y para la sociedad como un todo. La viabilidad del proyecto se asegura en la medida en que esos diferentes intereses confluyen en apoyo del mismo.

Los aspectos de organización interna se analizan solamente en base a grandes lineamientos. Uno de los principales objetivos es la determinación del número y calificación del personal, para servir de base al cálculo de los costos operativos. Las relaciones funcionales se resumen en un organigrama, acompañado de una breve descripción que incluye las calificaciones del personal necesarias y una justificación de las formas adoptadas.

Se analizan también las relaciones de la empresa proyectada con otros organismos sociales, con énfasis en los gubernamentales. (Por ejemplo: sindicatos obreros o patronales, aduana, organismos oficiales reguladores de la actividad escogida, oficinas de control sanitario y ambiental, etc.). Debe mostrarse la factibilidad de que el proyecto pueda operar de acuerdo con esos organismos y adelantar un calendario para establecer los contactos con los mismos.

## E J E M P L O

<b>C o n c e p t o</b>	<b>MAQUINA A</b>	<b>MAQUINA B</b>
<b>Costo inicial</b>	<b>62,000</b>	<b>7,700</b>
<b>Costo anual de Operación</b>	<b>15,000</b>	<b>21,000</b>
<b>Valor de rescate</b>	<b>8,000</b>	<b>10,000</b>
<b>Vida útil (años)</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b><math>i = 15 \% \text{ anual}</math></b>		



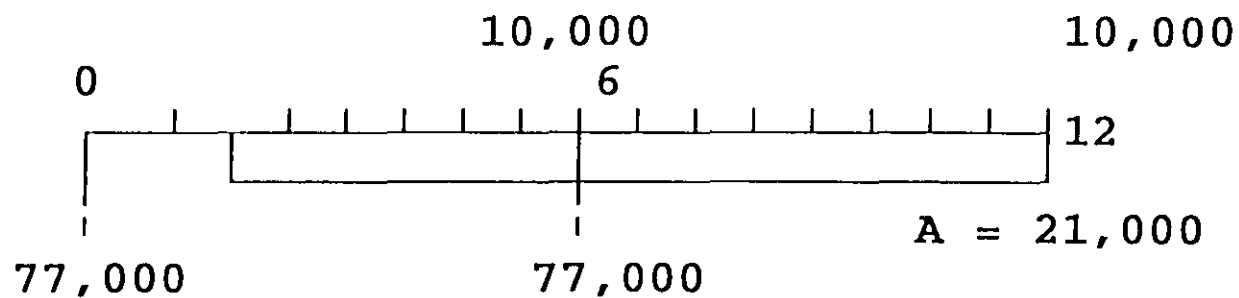
**Flujo efectivo máquina A**

$$\begin{aligned}
 VP &= 62,000 + 15,000 (P/A, 15\%, 12) \\
 &+ 54,000 (P/F, 15\%, 4) + 54,000 (P/F, 15\%, 8) \\
 &- 8,000 (P/F, 15\%, 12)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VP &= 62,000 + 15,000 (5.4206) + 54,000 \\
 &(0.5718 + 0.3269) - 8,000 (0.1869)
 \end{aligned}$$

$$VP = 190,344$$





### Flujo efectivo máquina B

$$VP = 77,000 + 77,000 (P/F, 15\%, 6)$$

$$+ 21,000 (P/A, 15\%, 12)$$

$$- 10[(P/F, 15 \%, 6) + (P/F, 15 \%, 12)]$$

$$VP = 217,928$$

## **PROBLEMA**

**La CNA está analizando un proyecto para extender canales de irrigación en una nueva área del noroeste de México. El costo inicial del proyecto se calcula en \$1.5 millones y los costos de operación anuales serían de \$25,000. Los ingresos provenientes de la agricultura se estiman en \$175,000 anuales. La vida útil del proyecto se considera de 20 años y la tasa de descuento es de 6% anual.**

*¿Conviene realizar el proyecto?*

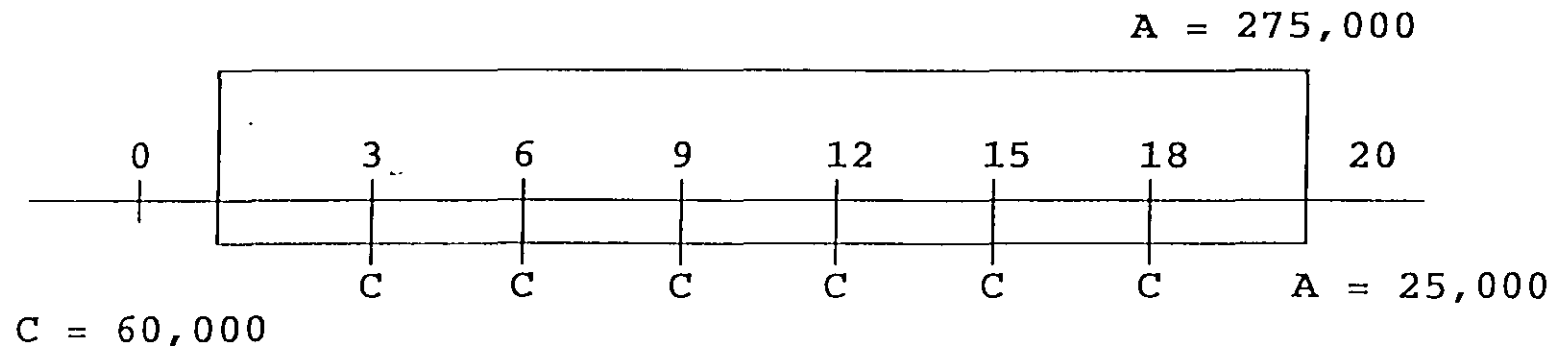
$$C = 1'500,000 \text{ (A/P, 6 \%, 20)} + 25,000 = \$ 155,770$$

$$B = \$175,000$$

$$B/C = \frac{175,000}{155,770} = 1.12 > 1 \text{ ; } \textit{se extienden los canales}$$

Suponga, adicionalmente, que el canal debe dragarse cada tres años con un costo de \$60,000 y se estima una pérdida de beneficio de \$15,000 anuales asociados con el proyecto, debido a la construcción (afectación de una zona arqueológica).

*¿Se realiza o no el proyecto?*



$$\begin{aligned}
C &= 1'500,000 (A/P, 6 \%, 20) + 25,000 + 60,000 \\
&\quad [(P/F, 6 \%, 3) + (P/F, 6 \%, 6) + (P/F, 6 \%, 9) \\
&\quad + (P/F, 6 \%, 15 \%) + (P/F, 6 \%, 18)] (A/P, 6 \%, 20) \\
&= 1'500,000 (0.08718) + 25,000 + 60,000 \\
&\quad [(0.8396) + (0.7050) + (0.5919) + (0.4970) + (0.3503) \\
&\quad + (0.4173)] (0.08718) = \$ 173,560
\end{aligned}$$

$$B = \$175,000$$

**Pérdida de beneficio anual = \$ 15,000**

$$B/C = \frac{175,000 - 15,000}{173,560} = 0.422 < 1 \quad ; \quad \textit{no se realiza}$$

*Bueno, y sí..., se realiza?...*

# Criterios para la Evaluación Social de Proyectos

## A. Coeficiente de ocupación

Expresa los puestos de trabajo generados por unidad de inversión requerida por el proyecto. Esta relación se estima para un año determinado de la vida útil del proyecto. Específicamente

$$C_1 = NP/K$$

donde NP es el número de puestos de trabajo permanentes de mano de obra no calificada creados por el proyecto en condiciones del mayor uso de la capacidad instalada prevista en la formulación del mismo. Asimismo, K es el valor de las inversiones en activos fijos y en capital de trabajo.

Un mayor grado de rigurosidad en el indicador se obtendría contabilizando, además del empleo directo, los nuevos puestos de trabajo que resultarán de la expansión de las actividades encadenadas con el proyecto, tanto hacia atrás como hacia adelante.

## B. Coeficiente de productividad

Expresa la eficiencia con que se usa no sólo el factor capital, sino todos los recursos productivos comprometidos en el proyecto. Se le define en valores medios anuales como sigue:

$$C_1 = \left[ \sum_{i=1}^N \frac{VAN(i)}{(K/N) + CO(i)} \right] / N$$

donde VAN(i) es el valor neto agregado generado por el proyecto en el año i (i=1, 2, ..., N). Para su cálculo puede seguirse cualquiera de los métodos como diferencia entre el valor de la producción y la compra de insumos; CO=(i) es el costo de los insumos utilizados en la operación y en la reparación y mantenimiento del capital fijo en el año i. Los insumos comprenden las materias primas (materiales que aparecen en el producto final), y las materias auxiliares (combustibles, energía eléctrica, lubricantes, reactivos, etc.); K y N tienen el mismo significado descrito en el indicador anterior.

Este indicador mide el ingreso generado por el proyecto por unidad capital e insumos requeridos para producirlo. En rigor, debería incorporarse, además el valor agregado en los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante (aspecto especialmente importante para el análisis de proyectos integrados).

### C. Coeficiente de distribución del ingreso

Expresa la participación de las remuneraciones pagada a la mano de obra no calificada, permanente y eventual, en el ingreso generado por el proyecto. Específicamente

$$C_3 = \left[ \sum_{i=1}^N \frac{RP(i)}{VAN(i)} \right] / N$$

donde  $RP(i)$  es el total de remuneraciones (salarios gratificaciones, participación de utilidades, etc.) pagados por mano de obra no calificada utilizada en el año  $i$ . El resto de parámetros ha sido definido anteriormente.

### D. Coeficiente de Impacto Regional

Se basa en la distinción del origen de los insumos materiales utilizados en los procesos de producción, administración y ventas considerados en el proyecto. Se expresa en valores medios anuales de la siguiente manera:

$$C_4 = \left[ \sum_{i=1}^N \frac{IAP(i)}{ITP(i)} \right] / N$$

donde  $IAP(i)$  es el valor de los insumos adquiridos en la región o estado que se utilizan en la producción, administración y venta en el año  $i$ . Asimismo,  $ITP(i)$  es el valor total de los insumos utilizados en la producción administrativa y ventas en el año  $i$ , sin importar su origen.

## E. Coeficiente de Impacto sobre la Balanza de Pagos

Expresa la contribución relativa del proyecto a la balanza de pagos, resultante del incremento de las exportaciones o sustituciones de importaciones, provocados por el proyecto. Para ello se relaciona la liberación de divisas con el valor de la producción en divisas, expresándolo en valores medios anuales, como sigue:

$$C_s = \left[ \sum_{i=1}^N \frac{SD(i)}{VPD(i)} \right] / N$$

$SD(i) = VPD(i) - COD(i)$  donde  $VPD(i)$  es el valor en divisas de la producción del proyecto en el año  $i$  calculado a precios FOB si es exportable o a precios CIF si sustituye importaciones;  $COD(i)$  equivale a los costos operativos efectuados en divisas en el año  $i$ . Incluye mano de obra insumos (a precios CIF), depreciación de los bienes de capital importados y pago de regalías, amortización e intereses de deudas en divisas. Asimismo  $SD(i)$ , es el monto de las divisas liberadas (incremento en las disponibilidades por ingreso o ahorro) por el proyecto en el año  $t$ .

Para una medición más exacta del impacto sobre la balanza de pagos, se deberían estimar los efectos indirectos hacia adelante y hacia atrás y los efectos secundarios dados por la propensión marginal a importar.

## F. Coeficiente de impacto sobre el Medio Ambiente

Se expresa en la forma del indicador-físico (de situación, descarga o impacto), que mejor refleje el uso de los elementos del medio ambiente que el proyecto requiere. Con la colaboración de tecnólogos y ecólogos se deberán definir esos indicadores relevantes para cada tipo de proyectos, así como proporcionar sus valores recomendables para poder ser empleados como referentes en los casos necesarios. A modo de ejemplo, se podría tener indicadores de metros cúbicos por hora de sedimentos arrastrados por un río, hectáreas por año de tierras cultivables inutilizadas por erosión cólica; toneladas por día de partículas sólidas arrojadas por chimeneas, etc.

De dificultarse las definiciones anteriores, podría pensarse en una estimulación cualitativa, clasificando las posibles alternativas del impacto ambiental, en base a alguna escala. Por ejemplo, dada las diversas formas utilizadas para el control de plagas en la agricultura y los diferentes impactos ambientales que originan, podría establecerse que es malo por medio químicos; regular por medios mecánicos; bueno por medios biológicos; muy bueno en forma cultura y excelente un control combinado.



## **G. Coeficiente de Organización Social**

Su definición es esencialmente cualitativa. Seguramente existirían algunas formas de organización social preferible a otras, en función de los lineamientos estratégicos. De ser así, se deberían establecer a nivel central, con el fin de poder clasificarlas adecuadamente. Así, por ejemplo, en el caso de proyectos agroindustriales, podrían valorarse cualitativamente los diversos tipos de organización posibles, tales como, para pequeña propiedad, cooperativa, sociedad de producción rural, colonias, unión de comunidades; unión de ejidos y otros.

El valor asignado a cada una de esas posibles formas de organización dependerá de su funcionalidad respecto a la estrategia y a los objetivos para el desarrollo regional.

**DIPLOMADO  
GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA y DEPFI-UNAM**

**B. El Método  
Electre**

**Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
1999**

### 1. ANTECEDENTES

Es una técnica que analiza diversas alternativas de solución mediante criterios múltiples a través de relaciones binarias de sobreclasificación. Aunque existen algunas otras técnicas sustitutas, tales como la técnica de la suma ponderada o el proceso de jerarquización analítica, las características que la técnica Electre posee la hacen sumamente atractiva para quienes desean jerarquizar y seleccionar un conjunto de alternativas.

Electre se basa en la comparación de parejas de soluciones. Este principio se tomó de la regla expresada en el siglo XVIII por el filósofo francés, el marqués de Condorset que dice:

Quando una acción "A" es mejor que una "B" en la mayoría de los criterios de decisión y además, no existe un criterio para el cual "A" es claramente peor que "B" entonces se puede decir sin riesgo alguno, que "A" es mejor que "B", o en otras palabras, que "A" domina a "B", o bien, "B" está sobreclasificada respecto a "A".

Fue hasta 1966 cuando Benayoun plantea formalmente la técnica denominada Electre (ELimination Et Choix Traduisante la REalité)

La técnica utiliza información objetiva y/o subjetiva para evaluar simultáneamente un conjunto de alternativas  $A_k$  bajo diversos criterios de evaluación,  $I_j$  que pueden ser homogéneos, heterogéneos, cuantificables, cualificables o mezcla de ellos. La manera de hacerlo es mediante el manejo de relaciones de preferencia, las cuales comparan las evaluaciones parciales asignadas a las alternativas A, identificando la(s) mejor(es) mediante un proceso de sobreclasificación

Aquí se presenta una simplificación de los modelos Electre I y II; existen además los modelos Electre III y IV que incorporan el manejo de conjuntos borrosos.

## 2. PROCEDIMIENTO

2.1. Se define el problema y se determinan:

a. Un conjunto finito y homogéneo  $A$  de alternativas  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) que se desean priorizar.

b. Los atributos o criterios  $I_j$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) de evaluación, mutuamente exclusivos y exhaustivos con los que se pretende priorizar: político, rentabilidad, ecológico, cercanía del mercado, necesidades de inversión, etc.

c. Los pesos  $W_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) asociados a cada uno de los criterios y sus escalas de medición cualitativas y/o cuantitativas. Hay que recordar que no todos los criterios necesariamente tienen el mismo peso específico para el decisor, por lo que habrá que asignarles un valor. Asimismo, no todos los aspectos pueden ser medidos con una misma escala de medición y en consecuencia también pueden tener diferentes rangos.

Por ejemplo, para un determinado proyecto, la disponibilidad de mano de obra calificada, el impacto ambiental o la rentabilidad financiera pueden tener diferente peso específico. Asimismo, se miden de distinta manera y sus escalas de medición pueden ser diferentes.

Con esta información se procede a construir la matriz de alternativas-criterios como la que se muestra en la Figura 19:

		CRITERIOS				
		1	....	$l_j$	....	$l_m$
ALTERNATIVAS	$a_1$					
	...					
	$a_k$			$e_{kj}$		
	$a_l$			$e_{lj}$		
	...					
	$a_n$					

Figura 19. Estructura de la matriz alternativas-criterios

## 2.2. Llenado de la matriz de alternativas-criterios

A continuación se capturan las evaluaciones  $e_{ij}$  para cada una de las alternativas  $a_i$  con base en los diversos criterios  $l_j$  establecidos. Estas se obtendrán de estudios objetivos y/o de la opinión de expertos.

## 2.3 Generación de la matriz de concordancia (medida ordinal)

Teniendo las evaluaciones  $e_{ij}$  de la matriz de alternativas criterios se construye la matriz de concordancia. Esta matriz expresa qué tanto acuerdo hubo en las evaluaciones de las alternativas con base en los criterios establecidos.

La concordancia se realiza con la siguiente regla:

Las evaluaciones serán comparadas por pares para cada uno de los criterios; para dos opciones  $a_k, a_l$  que son evaluadas por medio

del criterio  $l_j$ , preferimos la alternativa  $a_k$  sobre la alternativa  $a_l$ , sí y sólo sí :

$$e_{k_j}(a_k) \geq e_{l_j}(a_l)$$

La concordancia se calcula con la siguiente expresión:

$$C_{kl} = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_{kl} \cdot W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

donde:

$W_j = (W_1, W_2, \dots, W_n)$  es el vector de pesos que refleja la importancia o peso específico de cada criterio de evaluación.

$\Pi_{kl}$  es un parámetro de impacto: será 1 si  $e_{k_j} \geq e_{l_j}$ , será 0 si  $e_{l_j} > e_{k_j}$

Realizando lo anterior se genera la matriz de concordancia

$$C = c(a_k, a_l)$$

que consiste de  $n$  filas y  $n$  columnas. Los elementos de la matriz  $C$  son  $C_{kl}$  donde:  $k = 1, 2, \dots, n$  y  $l = 1, 2, \dots, n$

#### 2.4. Generación de la matriz de discordancia (medida cardinal)

A partir de los datos de la matriz de alternativas-criterios se construye la matriz de discordancia. Esta matriz expresa qué tanto desacuerdo hubo en las evaluaciones de las alternativas con base en los criterios establecidos.

La discordancia se calcula con la siguiente expresión:

Se considera desacuerdo, al mayor rango relativo que no está en concordancia con la hipótesis de que  $a_k$  es preferida a  $a_l$ . Esto es,

que  $\Pi_{kl} = 0$ .

La discordancia se calcula con la siguiente expresión:

$$D_{kl} = \frac{\max [e_{lj} - e_{kj}; \quad j = 1, 2, \dots, m]}{d} \quad k \neq l$$

donde:

$\max [e_{lj} - e_{kj}]$ , es el máximo rango de las evaluaciones en que  $e_{lj} > e_{kj}$

$d$  es el rango máximo de las escalas asociadas a los criterios de evaluación.

Realizando lo anterior se genera la matriz de discordancia

$$D = d(a_k, a_l)$$

## 2.5. Análisis de las relaciones de sobreclasificación

A continuación se hace un análisis de sobreclasificación utilizando la información de las matrices de concordancia y discordancia empleando la siguiente regla:

Un elemento  $a_k$  R (sobreclasifica o domina) a otro  $a_l$  si cumple con:

- i. Existe un indicador de mayoría de criterios para los cuales se puede afirmar que  $a_k$  es al menos tan bueno como  $a_l$ . (Índice de concordancia)
- ii. Ningún criterio en desacuerdo con esta mayoría muestra una superioridad demasiado fuerte que  $a_l$  es mejor que  $a_k$ . (Índice de discordancia)

Para definir lo que se entiende como mayoría o superioridad se definen dos parámetros denominados: parámetro de concordancia  $p$

y parámetro de discordancia  $q$ .

En consecuencia,  $a_k R a_l$  si existe  $p, q \in [0,1]$  tal que

$$C(a_k, a_l) \geq p \quad \text{y} \quad D(a_k, a_l) < q$$

donde:

$p$  y  $q$  son definidos arbitrariamente en  $[0,1]$ . En algunas ocasiones se maneja que el umbral de concordancia de  $p$  varía de 0.5 a 1.0, siendo más severo en su aproximación a 1; y que el umbral de discordancia  $q$  es más severo cuando se aproxima a 0. Un perfecto resultado para la concordancia es 1; y un fatal resultado para la discordancia es 0.

Se dice que  $a^*_k$  es la mejor opción, si dados los números  $p$  y  $q \in [0,1]$  sucede que:

- ninguna opción domina a  $a^*_k$
- y para toda  $a \in A$ ,  $a \neq a^*_k$  existe

$a' \in A$  tal que  $a' R a$  en el sentido de Electre

El papel que están desempeñando los parámetros  $p$  y  $q$  dentro del proceso Electre, es similar al que tiene la tasa de descuento para el cálculo del valor presente neto en la evaluación financiera de proyectos. Consiste en cribar los proyectos o alternativas cerrando o abriendo la trama de la criba definida por  $p$  y  $q$ .

A cada relación de sobreclasificación se le asocia una gráfica paramétrica

$$G(p, q) = (A, U_{(p, q)})$$

2.6. Finalmente, después de realizar varios análisis de sensibilización con diversas parejas de parámetros  $p$  y  $q$ , y teniendo varias gráficas paramétricas asociadas a cada uno de los análisis, se hace una conjunción de ellos y se jerarquizan las alternativas,



expresándose en una gráfica síntesis.

### 3. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

3.1. Los modelos I y II son menos sensibles para la jerarquización de las alternativas que los modelos III y IV, sin embargo requieren de información menos sofisticada.

En México, la dificultad de conseguir información de calidad es un problema básico en la solución de problemas. Para fines prácticos, los modelos I y II son los más recomendados. Hay que tener cuidado en la selección de los criterios y de ser posible realizar un segundo análisis más sensible, esto es, desagregando los criterios o los aspectos relevantes de las alternativas analizadas.

3.2. Una limitante de la técnica debido a la subjetividad, radica en la asignación de los pesos específicos de los criterios y en la determinación de las evaluaciones. Se sugiere complementar su aplicación utilizando otras técnicas.

### 4. ESTUDIOS DE CASO

#### 4.1 Ejemplo genérico

Se busca seleccionar una de entre seis alternativas que han sido evaluadas según cinco criterios. Las calificaciones para los criterios 2 al 5 se harán conforme a las notas: "Malo", "Pasable", "Neutro", "Bueno" y "Muy Bueno"

Supongamos que a los criterios de evaluación se les asocia las escalas siguientes.

Para el criterio 1; su escala variará de 1 a 10

Para los criterios 2 y 3 ; M=0, P=5, N=10, B=15 y MB=20

Para los criterios 4 y 5 ; M=4, P=7, N=10, B=13 y MB=16

Entonces, la matriz de evaluación que se tiene es:

CRITERIOS

		1	2	3	4	5
A L T E R N A T I V A S	a <sub>1</sub>	5	20	5	10	16
	a <sub>2</sub>	1	5	5	16	10
	a <sub>3</sub>	1	10	0	16	7
	a <sub>4</sub>	10	5	10	10	10
	a <sub>5</sub>	10	10	15	10	13
	a <sub>6</sub>	10	10	20	13	13

La función de pesos es:  $W = \{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5\} = \{3, 2, 3, 1, 1\}$

Generación de la matriz de Concordancia

Ejemplos:

	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>
a <sub>1</sub>	-	.40	.10	.70	.70	.70
a <sub>2</sub>	.90	-	.60	.90	.90	.90
a <sub>3</sub>	.90	.80	-	.70	.90	.90
a <sub>4</sub>	.40	.40	.30	-	1.0	1.0
a <sub>5</sub>	.40	.10	.30	.40	-	1.0
a <sub>6</sub>	.30	.10	.30	.30	.60	-

MATRIZ DE CONCORDANCIA >

$$c(a_1, a_2) = (3+2+3+0+1)/10 = 0.90$$

$$c(a_2, a_1) = (0+0+3+1+0)/10 = 0.40$$

Generación de la matriz de Discordancia

Ejemplos:

	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>
a <sub>1</sub>	-	.75	.50	.75	.50	.50
a <sub>2</sub>	.30	-	.25	.30	.30	.15
a <sub>3</sub>	.30	.25	-	.30	.30	.15
a <sub>4</sub>	.25	.45	.50	-	0	0
a <sub>5</sub>	.50	.50	.75	.25	-	0
a <sub>6</sub>	.75	.75	1.0	.50	.25	-

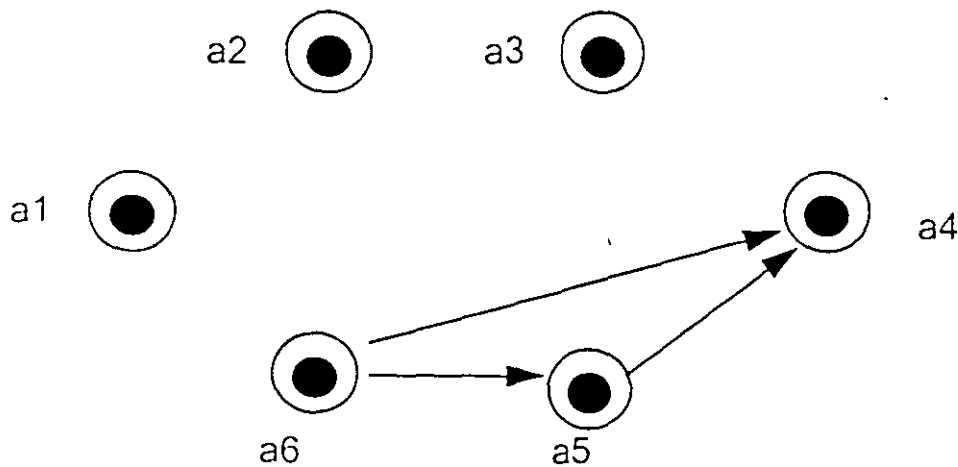
MATRIZ DE DISCORDANCIA >

$$d(a_1, a_2) = 6/20 = 0.30$$

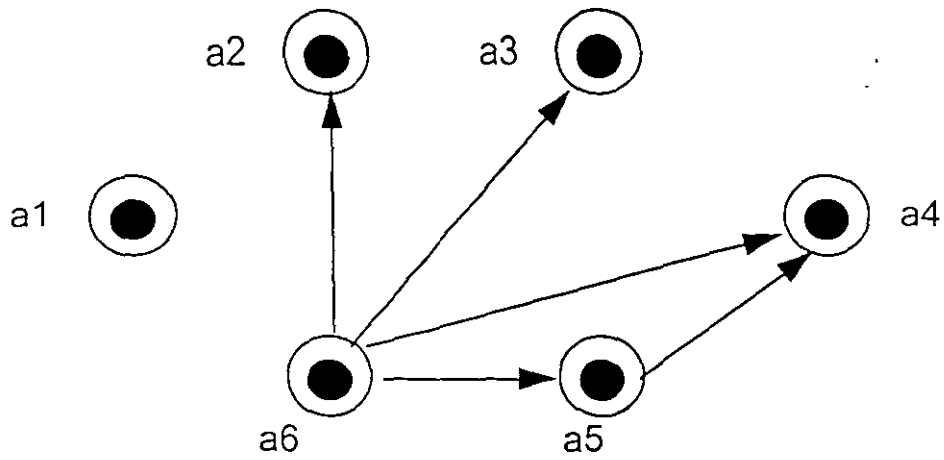
$$d(a_2, a_1) = 15/20 = 0.75$$

Análisis de las relaciones de sobreclasificación

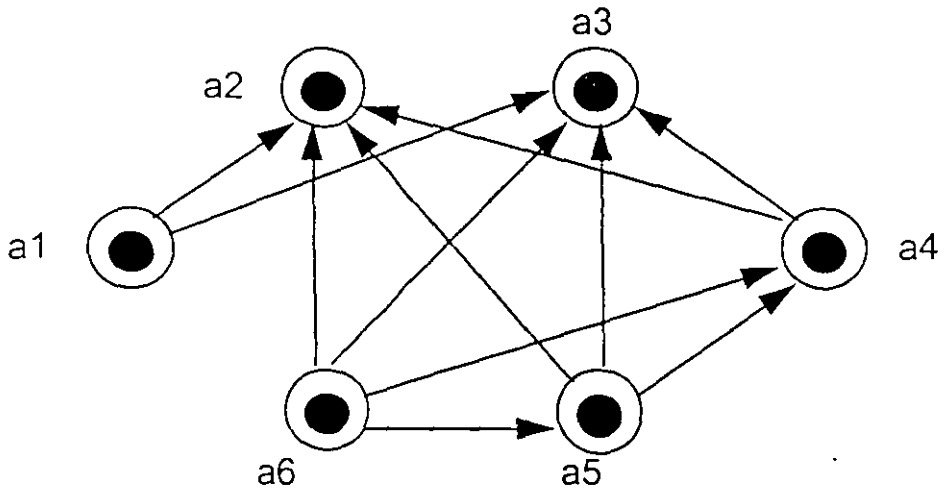
A continuación se construyen las gráficas paramétricas a partir de valores distintos de p y q siguientes:



Gráfica 1 para valores p = 0.90 y q = 0.15



Gráfica 2 para valores  $p = 0.90$  y  $q = 0.30$



Gráfica 3 para valores  $p = 0.70$  y  $q = 0.50$

Figura 20. Análisis de sensibilización para diversos valores de  $p$  y  $q$

VALORES	No. DE ALTERNATIVAS QUE		JERARQUIZACIÓN (ORDEN DE PREFERENCIA)
	DOMINA	ES DOMINADA	
.90, .15	a <sub>1</sub> (2)	a <sub>1</sub> (0)	a <sub>6</sub>
.90, .30	a <sub>2</sub> (1)	a <sub>2</sub> (5)	a <sub>5</sub>
.70, .50	a <sub>3</sub> (0)	a <sub>3</sub> (6)	a <sub>1</sub>
	a <sub>4</sub> (2)	a <sub>4</sub> (6)	a <sub>4</sub>
	a <sub>5</sub> (5)	a <sub>5</sub> (3)	a <sub>2</sub>
	a <sub>6</sub> (10)	a <sub>6</sub> (0)	a <sub>3</sub>

#### 4.2 Determinación del dominio de una marca en el mercado

A petición de una tienda departamental, una compañía especializada en mercadeo estratégico, llevó a cabo una investigación de mercado para precisar el dominio en el mercado, según la apreciación del consumidor, del café soluble marca libre que la tienda ofrece.

Para esto, se levantó una encuesta en sus tiendas de toda la República Mexicana llegándose a acumular 1,200 encuestas contestadas. Los resultados del estudio a continuación se presentan:

Las marcas a considerar fueron:

Marca Libre	(ML)
Decaf	(D)
Oro	(O)
Nescafé	(N)

Los criterios considerados fueron los que el consumidor señaló como características importantes. Estos criterios fueron agrupados en tres clases:

- a) Organolépticos: Atributos que los pueden captar los consumidores por medio de los sentidos.
- b) Técnicos: Relacionados con el proceso de fabricación
- c) Mercadológicos: Relación del producto en el mercado.

Para calificar cada criterio se usó una escala de cinco categorías, que correspondió a: Excelente, Bueno, Regular, Malo, Inaceptable.

Los pesos que se les asignó dependió de la importancia que los consumidores señalaron para cada una de ellas. Los criterios y sus pesos asociados se presentan en la siguiente tabla.

CRITERIOS	P E S O S				
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Inaceptable
<b>a) Organolépticos</b>					
1) Sabor agradable	20	15	10	5	0
2) Olor	15	10	7	5	0
3) Color	10	7	5	2	0
4) Sin sabor amargo	20	15	10	5	0
<b>b) Técnicos</b>					
5) Disolución rápida	10	7	5	2	0
6) No forma grumos	10	7	5	2	0
7) No se humecta	15	10	7	5	0
8) Dosificación	15	10	7	5	0
<b>c) Mercadológicas</b>					
9) Publicidad	10	7	5	2	0
10) Precio	20	15	10	5	0
11) Presentaciones	10	7	5	2	0
12) Envase practico	10	7	5	2	0
13) Facil obtencion	15	10	7	5	0

Con la información anterior se construyó la matriz alternativas-criterios que a continuación se muestra:

**MATRIZ ALTERNATIVAS - CRITERIOS**

MARCAS	C R I T E R I O S												
	Organolépticos				Técnicos				Mercadológicos				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Marca Libre	5	5	5	5	7	5	10	5	0	20	2	5	5
Decaf	15	15	10	20	10	2	10	10	7	15	7	10	15
Oro	10	7	5	15	5	5	10	7	5	15	5	7	10
Nescafé	20	10	10	15	10	7	15	15	10	10	10	10	15

Función de pesos	5	3	3	5	4	3	2	4	3	5	1	1	4
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Matriz de concordancia**

	ML	D	O	N
ML	-	0.81	0.79	0.88
D	0.23	-	0.23	0.70
O	0.40	0.93	-	0.88
N	0.12	0.58	0.23	-

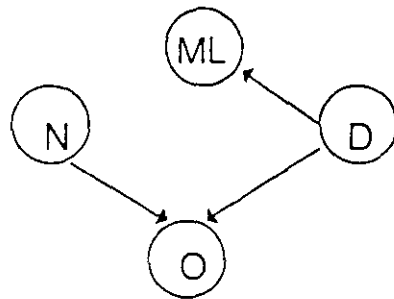
**Matriz de discordancia**

	ML	D	O	N
ML	-	0.25	0.25	0.50
D	0.75	-	0.40	0.25
O	0.50	0.15	-	0.25
N	0.75	0.25	0.50	-

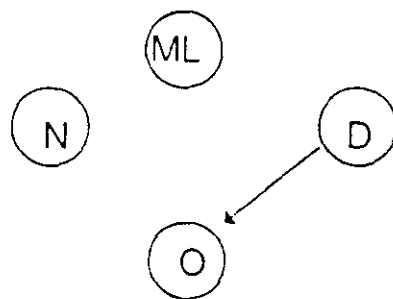
## Análisis de las relaciones de sobreclasificación

Se construyen tres gráficas paramétricas a partir de los siguientes valores:

Gráfica	p	q
1	0.80	0.35
2	0.75	0.20
3	0.70	0.40

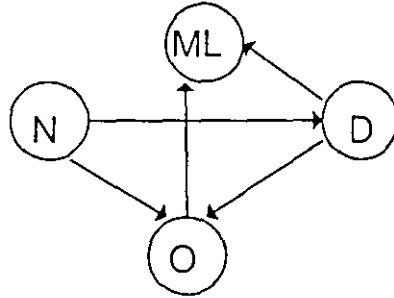


Gráfica 1



Gráfica 2





Gráfica 3

Finalmente, la siguiente tabla resumen muestra los resultados del análisis realizado.

Valores		Alternativas		Jerarquización
p	q	Domina	Dominada	
0.80	0.35	ML ( 0 )	ML ( 3 )	DECAF
0.75	0.20	D ( 5 )	D ( 1 )	NESCAFÉ
0.70	0.40	O ( 1 )	O ( 5 )	ORO
		N ( 3 )	N ( 0 )	MARCA LIBRE

Los resultados nos muestran que el líder en el mercado de café soluble, según la apreciación de los consumidores encuestados (1,200), es Decaf, seguido en el liderato por Nescafé. La marca libre no tiene dominio en el mercado.

La información de la matriz alternativas - criterios es de gran relevancia, ya que permite identificar aquellas características que deberán mejorarse en la marca libre para poder llevar al producto a ser líder en el mercado.

**DIPLOMADO  
GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA y DEPMI-UNAM**

**C. Análisis de  
Jerarquización Analítica**

**Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
1999**

---

# Capítulo 16

## Jerarquización analítica

---

### 1. ANTECEDENTES

El Método de Jerarquización Analítica fue desarrollada durante los setentas en la Universidad de Pennsylvania por el Dr. Thomas L. Saaty, al buscar elaborar un instrumento formal para la evaluación y selección de alternativas, que tuvieran las características de ser sólido en sus fundamentos matemáticos, útil en la toma de decisiones y sencillo en su aplicación.

Saaty considera que para la solución de un problema el decisor realiza tres etapas: inicia con la formulación del problema, luego realiza una evaluación y finalmente selecciona el mejor curso de acción que más contribuya al alcance del objetivo.

Este método puede ser realizado en grupo o de manera individual, aplicándose preferentemente a problemas complejos.

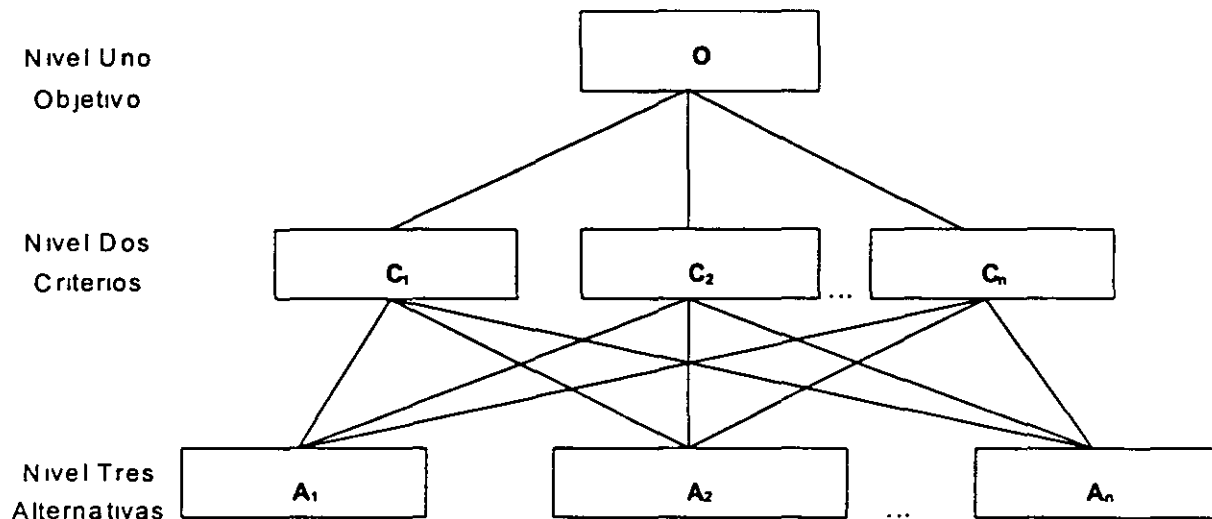
### 2. PROCEDIMIENTO

El método se integra de cuatro etapas. A continuación se describe el procedimiento siguiendo la solución de un ejemplo.

## 2.1. Primera etapa. Representación del problema

Para esto se requiere representar el problema mediante la construcción de un arreglo jerárquico de al menos tres niveles, llamado diagrama de árbol, como el que se muestra enseguida.

### Representación Jerárquica del Problema



La jerarquía implica una clasificación ordinal donde los niveles están subordinados entre sí, mediante alguna base definida.

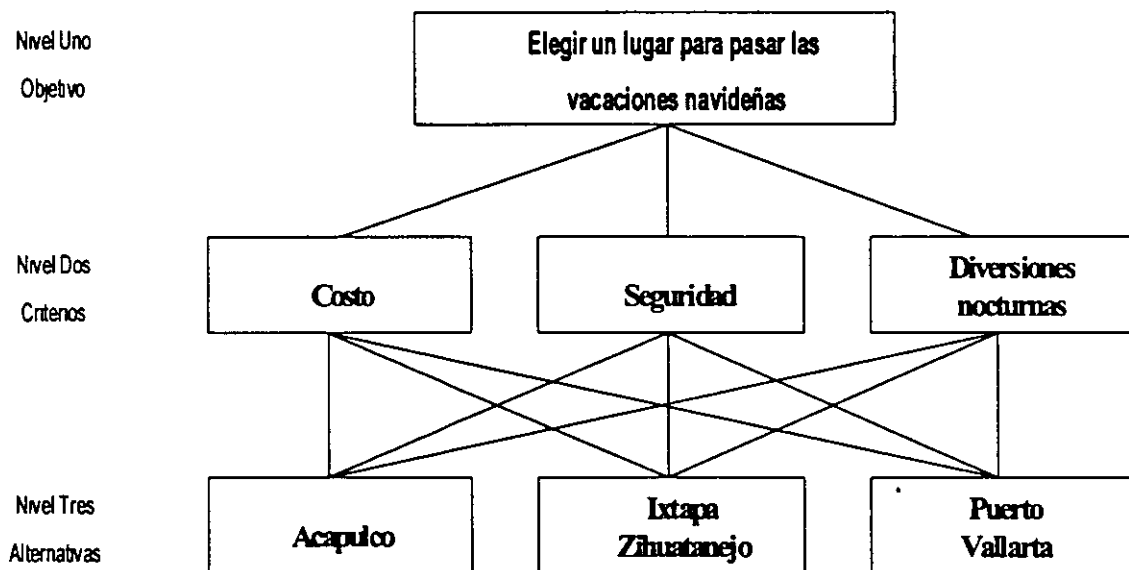
Este arreglo arbóreo se forma con los tres factores básicos para la toma de decisiones: las alternativas que serán sujetas de valoración (llámense actividades, estrategias, proyectos, cursos de acción, etc.), el objetivo que se pretende alcanzar y los criterios de valoración con los que se habrán de valorar las alternativas.

El árbol no se limita a un número de niveles ni de elementos por nivel, sin embargo se sugiere un máximo de cuatro niveles y siete elementos por nivel.

Conviene vigilar que tanto las alternativas como los criterios procuren ser homogéneos y mutuamente

excluyentes, de lo contrario se pueden producir problemas de consistencia.

Como ejemplo, iniciemos con el problema de decidir qué destino turístico es el mejor para disfrutar unas vacaciones navideñas. Después de analizar la situación, se ha representado el problema como lo muestra la siguiente figura:



Supongamos que se hubieran considerado como criterios el costo, la seguridad y el costo en diversiones o que en las alternativas estuvieran Acapulco, Ixtapa – Zihuatanejo y acampar en Mazatlán. Es claro que el criterio del costo en diversiones no es excluyente y que acampar en Mazatlán es una alternativa de otras características y otro nivel.

2.2 Segunda etapa. Evaluación de los criterios de valoración.

En esta etapa se construye una matriz A a partir de la comparación de los diferentes criterios con el propósito de estimar el peso relativo de cada uno de ellos.

La matriz A tiene la forma

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

y presenta la propiedad de que  $a_{ji} = 1/a_{ij}$  y  $a_{ii} = 1$

A cada comparación se le asignará una calificación. Saaty propone la siguiente escala de importancia relativa de la cual se obtienen las calificaciones para las diferentes comparaciones.

### Escala de Importancia Relativa

Intensidad de la Importancia	Definición	Explicación
1	Igual Importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio están moderadamente a favor de una actividad sobre la otra
5	Importancia Fuerte	La experiencia y el juicio están fuertemente a favor de una actividad sobre la otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad está muy fuertemente favorecida y su dominio ha sido demostrado en al práctica
9	Importancia extrema	Es máxima la importancia de una actividad sobre la otra
2,4,6,8	Valores intermedios entre los dos juicios contiguos	Cuando un término Medio es necesario
Recíproco de los números de amba	Si al elemento i le fue asignado alguno de los números de arriba al compararse con el elemento j, entonces j tiene el valor recíproco cuando se compra con el elemento i	

Continuando con el ejemplo, primero iniciamos con la comparación de los criterios costo y seguridad. Nos preguntamos cuál de los dos criterios es el más importante. Si son igualmente importantes la intensidad de la importancia sería 1, sin embargo en este caso se considera que el costo es más importante que la seguridad, otorgándole una calificación de 4 y de acuerdo a lo establecido, la seguridad comparada con el costo, o sea la comparación recíproca, tendrá el valor de  $\frac{1}{4}$ ; si es que la calificación fue consistente. En la tabla siguiente la línea punteada señala la comparación hecha.

En el supuesto caso que la seguridad hubiera sido más importante que el costo también con una intensidad de 4, el valor se tendría que haber registrado a la inversa en las dos celdas de la matriz.

Estas calificaciones se van registrado en la matriz A como la que se muestra a continuación.

Comparación de Criterios	Costo	Seguridad	Diversiones nocturnas	Pesos W
Costo	1	4	2	0.5714
Seguridad	$\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	0.1429
Diversiones nocturnas	$\frac{1}{2}$	2	1	0.2857

Matriz A

RI = 0.0008

Ya se mencionó que las calificaciones de la diagonal principal de la matriz tiene valor 1, esto es, al compararse un elemento por si mismo mantiene igual importancia.

Esto es, siguiendo con el ejemplo, la matriz A' se calcula como sigue. Se suman las calificaciones de cada columna de la matriz A, respectivamente:  $1 + 0.25 + 0.50 = 1.75$ ,  $4 + 1 + 2 = 7.00$ ,  $2 + 0.50 + 1 = 3.50$ . Posteriormente cada calificación de la matriz A se divide entre el total de su respectiva columna, formándose la siguiente matriz normalizada A'

	Costo	Seguridad	Diversiones nocturnas
Costo	0.5714	0.5714	0.5714
Seguridad	0.1428	0.1428	0.1428
Diversiones nocturnas	0.2857	0.2857	0.2857

↗  
Matriz A'

A continuación se calcula el promedio del renglón 1 hasta el n, y se obtiene la matriz W de los pesos relativos o eigenvector, que con frecuencia se coloca al lado derecho de la matriz A.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} + \frac{a_{12}}{\sum a_{i2}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \frac{a_{21}}{\sum a_{i1}} + \frac{a_{22}}{\sum a_{i2}} + \dots + \frac{a_{2n}}{\sum a_{in}} \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} + \frac{a_{n2}}{\sum a_{i2}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{bmatrix}$$



Siguiendo el ejemplo, se calcula el promedio de las calificaciones para cada uno de los tres renglones de la matriz  $A'$ , respectivamente: 0.5714, 0.1428, 0.2857, los cuales serán los pesos  $w$  de los criterios correspondientes, que para este caso son los mismos valores debido a que en las calificaciones hubo casi total consistencia. Estos valores integran la matriz  $W$  de pesos de los criterios que se colocan a la derecha de la matriz  $A$ .

### Cálculo de la razón de inconsistencia

Una medida del grado de inconsistencia en el que se incurre al momento de asignar calificaciones es la razón de inconsistencia **RI**, la cual indica el grado de incoherencia que se comete al agrupar los criterios y alternativas de un problema. Una práctica común es colocarla en el parte inferior de cada matriz de comparaciones  $A$  con el propósito de vigilar la consistencia en las calificaciones.

Para su cálculo se multiplica  $AW$  obteniéndose una estimación de  $\lambda_{\max} W$  esto es,  $AW = \lambda_{\max} W$

Posteriormente se divide cada componente de  $\lambda_{\max} W$  por el componente correspondiente de  $W$ , obteniéndose  $\lambda_{\max i}$ ; se puede promediar esta estimación para encontrar una estimación total de  $\lambda_{\max}$ .

A continuación se calcula el índice de consistencia mediante la siguiente expresión.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Este índice se compara con los valores de la consistencia aleatoria **CA** que Saaty propone, de acuerdo al tamaño  $n$  de la matriz, que son el número de criterios o alternativas analizadas.

n Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>CA</b> Consistencia aleatoria	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Por último, se calcula la razón de inconsistencia **RI** dividiendo el índice de consistencia entre la consistencia aleatoria, que es el número que se obtiene de la tabla anterior.

$$RI = \frac{IC}{CA}$$

Si la razón es considerablemente mayor a un 10%, se recomienda una revisión de las calificaciones.

Continuando con el ejemplo, se presenta el cálculo de la **RI** de la última matriz de alternativas, correspondiente al criterio de diversiones nocturnas.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1.5 \\ 1/2 & 1 & 1/2 \\ 0.666 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 0.45385 \\ 0.19915 \\ 0.34701 \end{bmatrix}$$

$$AW = \begin{bmatrix} 1.3726 \\ 0.5996 \\ 1.0479 \end{bmatrix} = \lambda_{max} W \quad \lambda_{max} = \begin{bmatrix} 3.0245 \\ 3.0107 \\ 3.0197 \end{bmatrix}$$

---

dividiendo AW entre W se obtiene  $\lambda_{max}$

Promediando los valores de  $\lambda_{max} = 3.01831$

$$IC = \frac{3.01831 - 3}{3 - 1} = 0.0095$$

De los valores de consistencia aleatoria que Saaty propone en la tabla se tiene,

$$CA = 0.58$$

que es la inconsistencia para una matriz de tamaño 3

$$RI = \frac{0.00915}{0.58} = 0.01578$$

que es el valor de la inconsistencia de la matriz de diversiones nocturnas. Como el valor es considerablemente menor a un 10%, se aceptan los valores de la matriz como consistentes.

### 2.3 Tercera etapa. Evaluación de las alternativas

Ahora, en esta etapa se construyen tres matrices, una para cada criterio. En cada matriz se van a comparar entre si las tres alternativas de acuerdo al correspondiente criterio. El llenado de las matrices y el cálculo de los pesos relativos es similar a la etapa anterior.

<b>Costo</b>	<b>Acapulco</b>	<b>Ixtapa Zihuatanejo</b>	<b>Puerto Vallarta</b>
Acapulco	1	1.3	1.3
Ixtapa Zihuatanejo	0.77	1	1
Puerto Vallarta	0.77	1	1

<b>Pesos W</b>
0.3939
0.3031
0.3031

**RI = 0.0006**

<b>Seguridad</b>	<b>Acapulco</b>	<b>Ixtapa Zihuatanejo</b>	<b>Puerto Vallarta</b>
Acapulco	1	1/3	1/2
Ixtapa Zihuatanejo	3	1	2
Puerto Vallarta	2	1/2	1

<b>Pesos W</b>
0.1637
0.5389
0.2973

**RI = 0.0079**

<b>Diversiones nocturnas</b>	<b>Acapulco</b>	<b>Ixtapa Zihuatanejo</b>	<b>Puerto Vallarta</b>
Acapulco	1	2	1.5
Ixtapa Zihuatanejo	1/2	1	1/2
Puerto Vallarta	0.666	2	1

<b>Pesos W</b>
0.4538
0.1991
0.3470

**RI = 0.0158**

## 2.4 Cuarta etapa. Jerarquización de las alternativas

Finalmente, para conocer qué alternativa es la más importante de acuerdo a los criterios establecidos se realizan algunos cálculos sencillos.

Se multiplica cada una de las componentes de la matriz de pesos de los criterios por la correspondiente matriz de pesos de cada una de las matrices de las alternativas, esto es:

$$0.5714 \begin{bmatrix} 0.3939 \\ 0.3031 \\ 0.3031 \end{bmatrix} + 0.1428 \begin{bmatrix} 0.1637 \\ 0.5389 \\ 0.2973 \end{bmatrix} + 0.2857 \begin{bmatrix} 0.4538 \\ 0.1991 \\ 0.3470 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3781 \\ 0.3071 \\ 0.3148 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Acapulco} \\ \text{Ixtapa} \\ \text{Vallarta} \end{array}$$

De lo anterior, por tener un mayor peso, se selecciona el puerto de Acapulco para disfrutar las vacaciones navideñas.

## 3. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

3.1 Es importante señalar que como todas las técnicas, son sólo apoyos a la toma de decisiones, por lo que además de combinarse con otros instrumentos similares, deberán seguir un proceso metodológico de toma de decisiones.

3.2 La escala de importancia relativa propuesta por Saaty puede ser modificada de acuerdo a los intereses y necesidades del decisor y a las circunstancias particulares durante su aplicación.

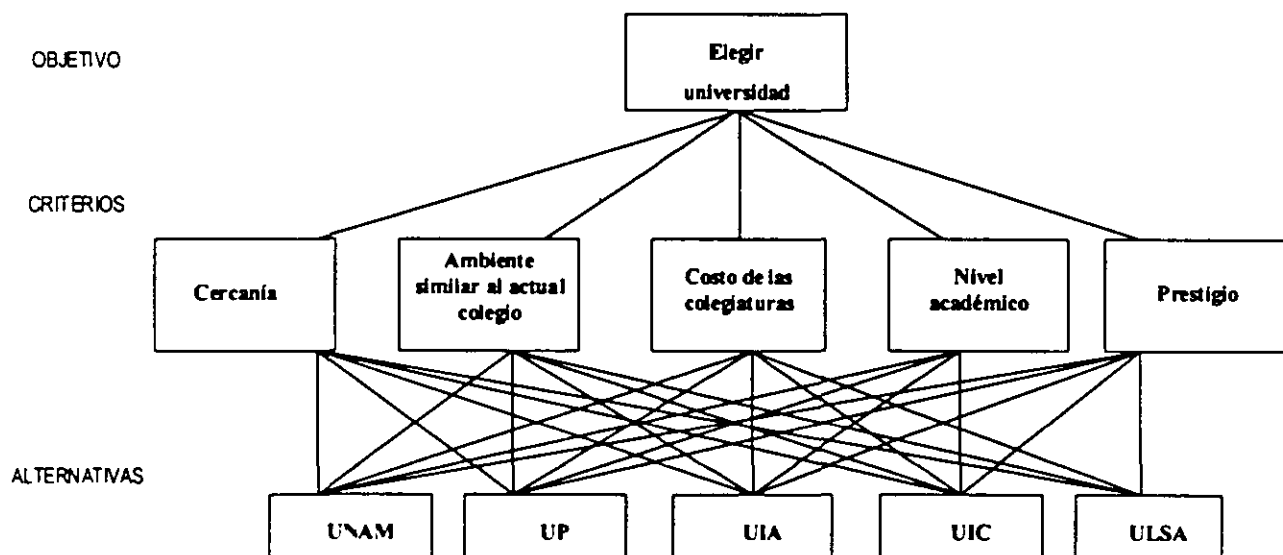
3.3 Deben vigilarse los resultados cuando únicamente se comparan dos elementos en total, ya que se produce una gran inconsistencia.

## 4. ESTUDIO DE CASO

### 4.1 Selección de Universidad

Una alumna de preparatoria desea seleccionar en que universidad continuar con sus estudios profesionales. De acuerdo a la licenciatura elegida y a la opinión de sus amigos, sus padres y la información que se le ofreció en su actual colegio, ella determinó considerar cinco universidades y cinco criterios de valoración. Las evaluaciones correspondientes las realizó en dos sesiones de 60 minutos cada una de ellas. Posteriormente se procedió a jerarquizar las universidades.

#### Representación del problema



UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México  
 UP: Universidad Panamericana  
 UIA: Universidad Ibero Americana.  
 UIC: Universidad Inter Continental  
 ULSA: Universidad La Salle

### Evaluación de los criterios

	Cercanía al domicilio	Ambiente similar al actual colegio	Costo de las colegiaturas	Nivel académico	Prestigio	Pesos W
Cercanía al domicilio	1	2	1	1/9	1/9	0.06499
Ambiente similar al actual colegio	1/2	1	2	1/8	1/6	0.06859
Costo de las colegiaturas	1	1/2	1	1/5	1/5	0.06232
Nivel Académico	9	8	5	1	1	0.41348
Prestigio	9	6	5	1	1	0.39062

RI = 0.0651

### Evaluación de las alternativas

Cercanía al domicilio	UNAM	UP	UIA	UIC	ULSA	Pesos W
UNAM	1	1/5	1/9	1	1/7	0.04091
UP	5	1	1/5	3	1/3	0.12928
UIA	9	5	1	9	7	0.56704
UIC	1	1/3	1/9	1	1/5	0.04502
ULSA	7	3	1/7	5	1	0.21775

RI = 0.0904

Técnicas heurísticas para la planeación

Ambiente similar al actual colegio	UNAM	UP	UIA	UIC	ULSA	Pesos W
UNAM	1	1/5	1/3	1/6	2	0.06778
UP	5	1	3	1/3	5	0.26452
UIA	3	1/3	1	1/4	4	0.14462
UIC	6	3	4	1	7	0.47673
ULSA	1/2	1/5	1/4	1/7	1	0.04635

RI = 0.0485

Costo de las colegiaturas	UNAM	UP	UIA	UIC	ULSA	Pesos W
UNAM	1	9	6	7	3	0.52288
UP	1/9	1	1/4	1/3	1/6	0.03746
UIA	1/6	4	1	2	1/3	0.11266
UIC	1/7	3	1/2	1	1/5	0.07323
ULSA	1/3	6	3	5	1	0.25377

RI = 0.0436



Nivel académico	UNAM	UP	UIA	UIC	ULSA	Pesos W
UNAM	1	1/4	1/2	2	4	0.14714
UP	4	1	2	6	7	0.46417
UIA	2	1/2	1	4	5	0.26269
UIC	1/2	1/6	1/4	1	2	0.07761
ULSA	1/4	1/7	1/5	1/2	1	0.04838

RI = 0.0155

Prestigio	UNAM	UP	UIA	UIC	ULSA	Pesos W
UNAM	1	7	5	5	3	0.50762
UP	1/7	1	1/3	1	1/3	0.06653
UIA	1/5	3	1	1	1/3	0.11219
UIC	1/5	1	1	1	1/3	0.08552
ULSA	1/3	3	3	3	1	0.22814

RI = 0.0357

## Jerarquización de las alternativas

<b>Universidad</b>	<b>Peso</b>
UNAM	0.29902
UP	0.24679
UIA	0.20623
UIC	0.10569
ULSA	0.14227

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, la recomendación para la alumna de preparatoria, sería de que continúe sus estudios profesionales en la UNAM.

**DIPLOMADO  
GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA y DEPFI-UNAM**

**D. Matrices de Análisis  
II**

**Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero  
1999**

---

## Capítulo 11

### Matrices para la evaluación y selección de alternativas

---

#### 1. ANTECEDENTES

Antes de concluir el libro con una técnica muy socorrida en la solución de problemas como es el método Electre, se hablará un poco acerca de la generación de alternativas y el proceso de evaluación y selección de las mismas empleando algunos arreglos matriciales.

Se pretende mostrar la potencialidad analítica y sintética de las matrices y la oportunidad de nosotros de elaborar instrumentos efectivos como los que serán presentados.

#### 2. ACERCA DE LA GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

Mostramos anteriormente algunas técnicas que son útiles para la identificación de alternativas, sin embargo conviene resaltar algunos aspectos que en ocasiones se omiten o se dan por conocidos durante este proceso.

Producir una alternativa de solución es señalar la ruta por donde hay que canalizar los esfuerzos del cambio, esfuerzos orientados por los objetivos y lineamientos de política a largo y mediano plazo. En otras palabras, es una posibilidad para promover el desarrollo. Hablar de generar alternativas es entonces referirse a la producción de ideas.

La necesidad de producir soluciones que orienten los recursos y el desempeño de una organización no es privativa de la dirección

de empresas, se requiere en las operaciones de una estación de bomberos, en la psicoterapia, en la investigación científica o en la milicia.

Considero que para tener una mente innovadora no es cuestión de inscribirse a un curso o comprar un video; apoyan pero no lo es todo. Si en verdad nuestro interés es llegar a tener una mente de tal naturaleza, hay que iniciar por reconocer qué factores influyen para lograrlo.

Primeramente, debemos reconocer las diferencias individuales con las que cada uno de nosotros llegamos al mundo. Supongo, que la mayoría de nosotros nos encontramos en transición entre el mundo de los limitados cerebralmente y el mundo de los genios. Esto es tenemos un "equipo normal".

En segundo término, están la voluntad y la automotivación para producir ideas, que no está delimitada y que gracias a ellas podemos llegar hasta donde queramos. Digo automotivación porque regularmente la motivación proviene de afuera de nosotros mediante diversos mecanismos, sin embargo una vez que se suspende, nuestra motivación disminuye.

Y por último, conectado a los factores anteriores está el desarrollo de las habilidades, que son técnicas y procedimientos que aprendemos y que están soportados por conocimiento básico e información de calidad, las cuales una vez que las hacemos nuestras, nos irán creando el hábito de hacer cosas diferentes.

En consecuencia, todos nosotros tenemos la potencialidad de desarrollar una mente innovadora y generar ideas novedosas. Solo se requiere estar decidido a cambiar y actuar. No hay magia.

No pretendo ofrecer una técnica específica para generar alternativas novedosas o estratégicas, propongo algunos elementos

que el empresario o el facilitador ante un grupo de planeación pueden considerar cuando se decidan poner en acción su mente.

Para realizar el proceso de generación de alternativas se requiere de tres funciones básicas: la elaboración, la evaluación y la selección.

### 3. ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS

La elaboración de alternativas tiene el propósito de producir un conjunto de soluciones para la organización a partir de los resultados del diagnóstico de la misma.

En la elaboración, a su vez se realizan tres tareas:

Primera. Jerarquizar los problemas del diagnóstico. Esta actividad se realiza de acuerdo con la disponibilidad de los recursos económicos, el tiempo e información y el grado de urgencia, importancia y trascendencia que tendrían en su solución.

Segunda. Analizar las fuerzas de la organización. Para esto podemos hacer uso de la matriz TOWS de Wehrich (1982). Consiste en contrastar las fortalezas y debilidades con las amenazas y oportunidades. Esto es, el análisis interno del presente con el análisis externo previsible.

En la contrastación se analiza el presente, el pasado, las tendencias y aspiraciones de la organización en cuanto a los recursos físicos, las tecnologías, el clima organizacional, la posición competitiva y los recursos financieros

Tercera. Síntesis de la información. Aquí usted tiene que producir alternativas. Esta tarea es de generación de ideas y es el producto de contrastar las tareas anteriores. Sugerencias hay miles, una es, mientras más soluciones intente generar más posibilidades tendrá de encontrar una buena, así es que empiece a equivocarse.

Conviene precisar, que cuando generamos alternativas, nuestro proceso cognoscitivo se direcciona "hacia afuera" mediante un proceso de síntesis, lo que invita a identificar abiertamente todas las posibles opciones. En este proceso, debemos vigilar que estas soluciones sean lo más globales y busquen no ser remedios de corto plazo.

Otro aspecto importante por considerar en la identificación de alternativas es que cada una de ellas está basada en supuestos, los cuales están por lo general subyacentes. La recomendación es que antes de analizar la viabilidad de una alternativa, se hagan explícitos los supuestos y se cuestione su validez en el seno de un debate con los diversos involucrados.

Recuerdo que en una ocasión, en una reunión de un comité de seguridad en la Universidad se discutía si se cercaba o no el campus universitario ante el incremento de los actos delictivos cometidos dentro del mismo. Las soluciones variaban en que si se cercaba por subsistemas o por facultades, o que si se pedía credencial o no al ingreso del campus, en fin, lo que sí no se hacía era cuestionar los supuestos de cada una de ellas. Suponían que las personas ajenas a la Universidad eran las "malas" y que las de adentro eran las "buenas", cosa que pedí que se demostrara.

Al respecto, recientemente escuché por la radio que la asociación de tiendas de autoservicio había hecho un estudio respecto al robo de mercancías en varias tiendas. Uno de los resultados fue que la mayoría de los robos eran cometidos por personal de las propias tiendas.

Por otro lado, la búsqueda de alternativas resulta ser más efectiva mientras más participativa sea, incorporando las diversas concepciones de los involucrados (de manera estructurada) mediante un ejercicio de diálogo y reflexión. Recordemos que en la práctica no existe la respuesta correcta, por el contrario, después de producirse varias alternativas irán surgiendo las mejores. Visto de

otra forma, este es un proceso de negociación, como en muchas otras cosas de nuestra vida, que invita a llegar a consensos y esquemas en donde todos ganamos.

En consecuencia, para cuando tengamos la certeza de tener ya un conjunto de alternativas válidas y útiles, debimos haber realizado un proceso sintético, contrario al que se realizará cuando se inicie la selección de la más conveniente.

#### **4. RESPECTO A LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN**

En muchas ocasiones el planeador o el tomador de decisiones requieren estudiar de manera conjunta diversas alternativas de solución. De la práctica hemos aprendido que para realizar esta tarea de manera efectiva se necesita la valoración tanto de los aspectos objetivos como de los aspectos subjetivos involucrados.

Desafortunadamente, es frecuente que se empleen exclusivamente modelos cuantitativos de evaluación y toma de decisiones, los cuales analizan aisladamente las diversas alternativas y minimizan su atención en la consideración de muchos aspectos difíciles de cuantificar, tales como los impactos tecnológicos, sociales o políticos, que si bien es ya difícil su identificación, su valoración nos resulta más complicada.

En búsqueda de reducir estas limitaciones de los modelos cuantitativos, al final de la década de los ochenta claramente se observa un movimiento teórico que reflexiona acerca de la construcción y del uso o abuso de este tipo de modelos, (Etzioni, 1989), (Bierman, 1989), (Brightman, 1988), (Evans, 1989), proponiéndose encontrar nuevos caminos en el ámbito de los procesos heurísticos. En los últimos años, es más evidente esta búsqueda por encontrar un equilibrio entre los mundos analítico y sintético



En México son evidentes los efectos que ha ocasionado el abuso del empleo de estos modelos; rescate de autopistas concesionadas, rescate de bancos, carteras vencidas, club de deudores, etc.. No puede negarse que en su momento muchos de esos proyectos, ahora no viables, se evaluaron y se aprobaron tomándose las decisiones racionales pertinentes, sin embargo en ocasiones la racionalidad nos limita y por lo mismo nos presenta una realidad parcial.

Considerar todos los aspectos relevantes involucrados en las decisiones es una tarea de síntesis y de análisis. Nuestra incapacidad de asir la realidad en su totalidad nos ha conducido a recorrer un camino, válido y útil, pero que no siempre es el adecuado; el analítico. Ahora la solución de problemas nos impone la necesidad de probar caminos alternos, la síntesis; también válida y útil, y que busquen sensibilizar y enriquecer los resultados. Con ambos enfoques las decisiones posiblemente serán más efectivas.

## 5. LAS MATRICES DE ANÁLISIS

Sin pretender minimizar la gran importancia que tienen los modelos matemáticos para la toma de decisiones, a continuación proponemos cinco formas distintas de apoyar el proceso de evaluación y selección de alternativas; Cada vez que utilicemos el término alternativa podemos entenderlo como ideas, objetivos, soluciones, estrategias, proyectos, etc..

Son matrices que a lo largo de quince años nos han mostrado reiteradamente su valiosa utilidad para mejorar la comprensión en la toma de decisiones

Ahora, como resultado del estudio y la práctica en las organizaciones, las hemos adaptado pretendiendo convertirlas en instrumentos sencillos para emplearse cotidianamente. Ofrecen una estructura que incita a reflexionar acerca de diversos aspectos subjetivos que muchas veces dejamos de lado.

No se desea ofrecer instrumentos que optimicen la valoración y la decisión por las razones antes señaladas, pero tampoco se pretende recomendar como camino alterno lanzar "un volado".

Así, en este apartado presentamos instrumentos para conocer cuál o cuáles alternativas nos conviene elegir. En ellos se realiza un proceso de "filtración", se inicia teniendo un conjunto de alternativas y se concluye con la selección de las más pertinentes, de acuerdo con los pesos específicos de los criterios y atributos considerados. Las matrices pueden ser empleadas para realizar una evaluación diagnóstica, una evaluación ex-ante o bien, una evaluación ex-post.

### 5.1 MATRIZ I

En realidad es un arreglo de dos matrices, y es una adaptación de Kepner & Tregoe (1981). En ella se busca seleccionar un conjunto de alternativas, revisando en cada una de ellas si cumple o no con las expectativas de los objetivos obligados (lo mínimo) que previamente han sido definidos por la organización. Esto es, se anota un SÍ o un NO. Aquella alternativa que no los satisface es eliminada o reformulada. El grupo participante tiene la libertad de establecer los criterios de selección, por ejemplo pueden acordar que al analizar las alternativas solo se permitirá un NO para cada una de ellas. Ver figura 14.

Las alternativas aprobadas son ahora valoradas de acuerdo con el grado con el que se aproximen más a los objetivos deseables de la organización. Para esto, cada alternativa se calificará, de 1 a 10, para cada uno de los objetivos y se multiplicará por su correspondiente peso específico, este último también establecido por los participantes o el decisor. Por último, son jerarquizadas las alternativas aceptadas basándose en las calificaciones obtenidas.

Análisis del cumplimiento de los resultados obligados (Si / No)						
Resultados obligados	Alternativas consideradas					
	A1	A2	...			

Alternativas que sí cumplieron



Adaptación de Kepner & Tregoe (1981)

Calificación C[1-5] de las alternativas por su aproximación a los objetivos deseables						
Objetivos deseables	Peso B	Alternativas consideradas				
		A1	A2	...		
TOTAL	B X C					

Jerarquización de acuerdo con las calificaciones



Figura 14 Matrices de Análisis I

## ESTUDIO DE CASO

Unos 100 colonos de la Unidad Habitacional Narciso Mendoza, organizados por un partido político, iniciaron la búsqueda de soluciones al grave problema de la inseguridad en la zona, antes de permitir alcanzar niveles alarmantes como en otras partes de la Ciudad de México.

Después de realizar seis sesiones de dos horas durante un mes, los colonos estructuraron siete soluciones maestras para enfrentar el problema:

1. Contratar seguridad privada para cada uno de los sectores de las cinco manzanas.
2. Crear un cuerpo de seguridad integrado por jóvenes colonos previamente adiestrados para enfrentar la delincuencia
3. Presionar a las autoridades de la Delegación Tlalpan a cumplir cabalmente con su función de protección.
4. Colocar un sistema de alarmas y dispositivos para la alerta y protección de los colonos.
5. Infiltrar a varios "vengadores anónimos" dedicados a capturar cualquier delincuente dentro de la Unidad.
6. Iniciar un programa de autocontrol entre los colonos, buscando la organización para la autoprotección.
7. Cercar las manzanas y sectores y mantener un control de acceso

Con la participación de los colonos se asignaron los pesos a los criterios y las calificaciones a las alternativas. El análisis se

realizó con el apoyo de una matriz. Para analizar el costo de las alternativas se realizó un breve análisis económico. Para la primera etapa del análisis se consideró que dos respuestas negativas significaba que la solución no era viable.

Análisis y cumplimiento de los resultados obligados (Si / No)	Alternativas a considerar						
	1	2	3	4	5	6	7
Reducir en 75% los daños a colonos	SI	NO	SI	SI	NO	?	SI
Que el costo se cubra con el 20% de aumento a las cuotas de mantenimiento, 5 años	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
Que los trámites administrativos se realicen en un mes como máximo	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI
Que la puesta en marcha del sistema no rebase cuatro meses	SI	SI	?	SI	SI	NO	SI

Alternativas que aprobaron el primer análisis 1, 4, 7

		Calificación C [1 - 5] de las alternativas consideradas					
Análisis del cumplimiento de los objetivos deseables ( B X C )	Peso B	1			4		7
Reducir al máximo los efectos secundarios	3	4			4		3
Que el sistema no sea vulnerable al corto plazo	4	2			3		1
Que el costo a 5 años se pueda mantener	1	4			2		1
Que no demande mucho tiempo para administrar el sistema	2	3			5		4
TOTAL B X C		30			36		22

Preferencia de las alternativas:

- 1° - 4
- 2° - 1
- 3° - 7

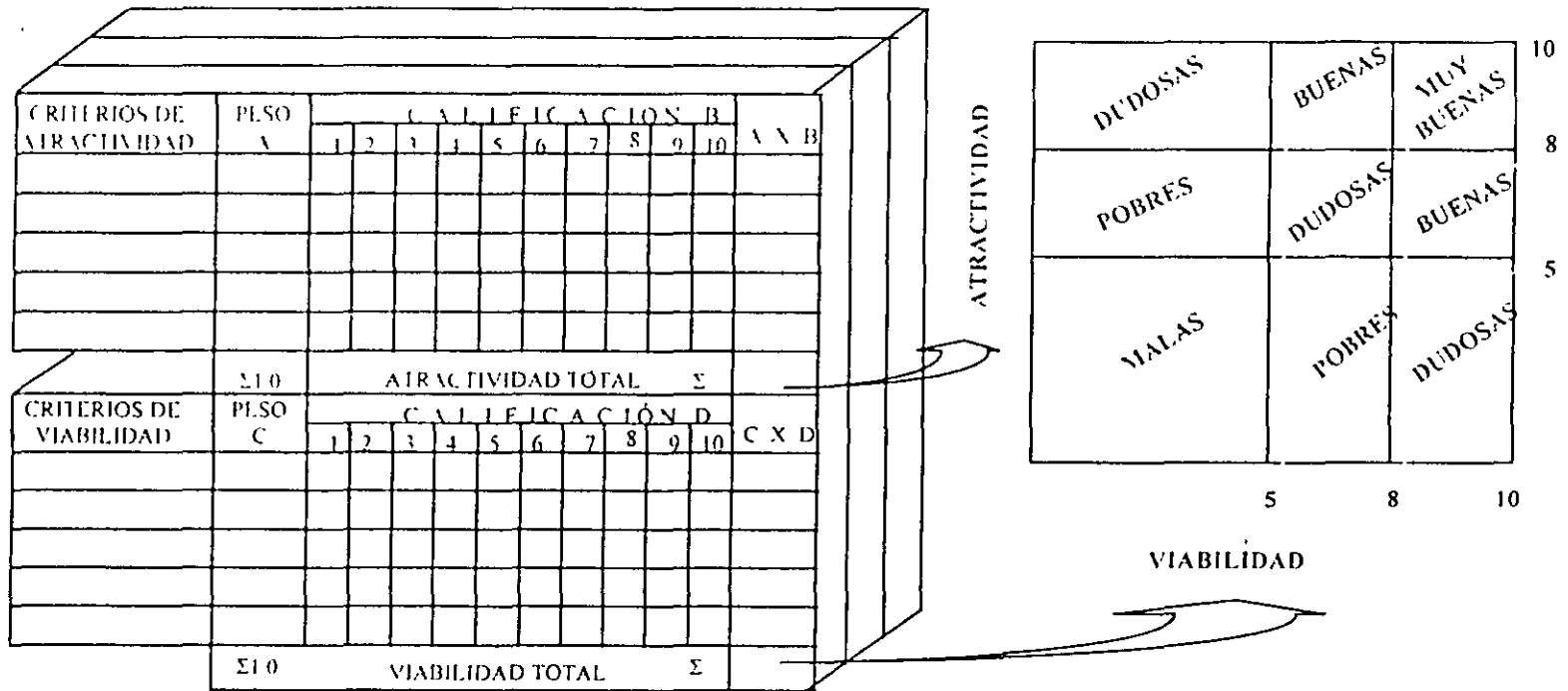
En consecuencia, los colonos eligieron colocar un sistema de alarmas y dispositivos.

## 5.2 MATRIZ II

La matriz II es una adaptación de Majaro (1988), la cual busca cribar un conjunto de alternativas dependiendo de su calificación. El proceso ocurre en dos pasos. Primero, en una matriz inicial (la matriz ubicada a la izquierda, en la Figura 15) se definen los criterios de atractividad y luego los de viabilidad, a cada uno de los criterios se le asigna un peso específico, una ponderación. La suma de los pesos asignados a cada uno de los criterios será de 1.0.

En seguida, cada alternativa es calificada de 1 a 10 para todos los criterios establecidos. Esto es, se marca con una X cada uno de los renglones en el rango de 1 a 10. Posteriormente se multiplica el peso específico por su calificación correspondiente. Finalmente, se suman todos los productos obtenidos tanto para la atractividad como para la viabilidad.

El segundo paso se realiza sobre la matriz de la derecha, graficando en ésta las sumas obtenidas en el paso anterior. Las dos dimensiones son la atractividad y la viabilidad. Los dos ejes de la gráfica tienen valores de 1 a 10 y lo que se pretende es clasificar las alternativas en "muy buenas", "buenas", "dudosas", "pobres" y "malas", de acuerdo con las calificaciones obtenidas de atractividad y viabilidad.



Adaptacion de Majaro (1988)

Figura 15. Matrices de análisis II



## ESTUDIO DE CASO

Con el propósito de contribuir al conocimiento racional de los métodos anticonceptivos de mayor uso entre la población del Distrito Federal, una Organización No Gubernamental decidió realizar un ejercicio valorativo, reuniendo de manera representativa y por delegación política, a grupos de personas de ambos sexos, a fin de evaluar los 17 métodos más comunes y seleccionar los de mayor preferencia para su difusión.

Los métodos anticonceptivos analizados con base en los criterios estipulados en la matriz de análisis fueron:

1. Píldora femenina
2. DIU
3. Condón femenino
4. Capuchón cervical
5. Ogini - Knauss
6. Coitus interruptus
7. Preservativo
8. Vasectomía
9. Diafragma
10. Píldora del día siguiente
11. Espermicidas
12. Temperatura basal
13. Ligadura de trompas
14. Bioself
15. Ducha vaginal
16. Método monoclonal
17. Método Billings

Cabe aclarar, que los criterios utilizados y sus pesos, fueron el producto del consenso de parejas, médicos, educadores, grupos religiosos y sociales entre otros participantes.

A todos los grupos se les proporcionó información de cada uno de los métodos referente a su composición y funcionamiento, ventajas e inconvenientes y eficacia del mismo.

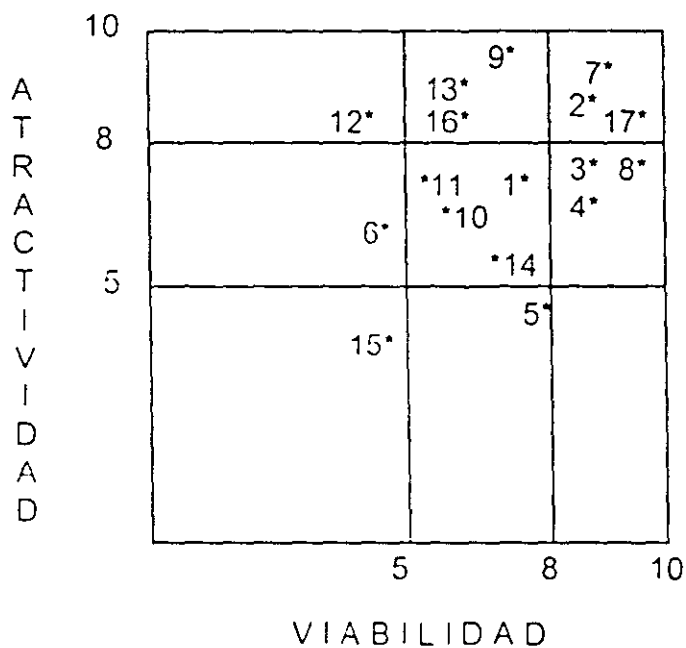
A continuación se muestra una matriz realizada por uno de los grupos participantes, correspondiente al método número siete, el preservativo.

Preservativo No. 7

CRITERIOS DE ATRACTIVIDAD	PESO A	CALIFICACIÓN B										A X B	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Facilidad de uso	0.25										X		2.25
2. Reversible	0.10					X							0.60
3. Eficacia	0.30											X	3.00
4. Portabilidad	0.05											X	0.50
5. Comodidad	0.30										X		2.40
ATRACTIVIDAD TOTAL												8.75	
CRITERIOS DE VIABILIDAD	PESO A	CALIFICACIÓN D										C X D	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Costo	0.25											X	2.25
2. Disponibilidad	0.15											X	1.35
3. Aceptación social	0.05											X	0.40
4. Efectos secundarios	0.10											X	0.80
5. Aceptación en la pareja	0.15											X	1.20
6. Protector de enfermedades	0.30											X	2.70
VIABILIDAD TOTAL												8.70	

Después de reunir y promediar los resultados generales de los grupos, las calificaciones fueron las siguientes;

MÉTODO	VIABILIDAD	ATRACTIVIDAD
1. Píldora femenina	7.77	7.80
2. DIU	8.27	8.30
3. Condón femenino	8.63	7.58
4. Capuchón cervical	8.40	6.76
5. Oigni - Knauss	7.78	4.63
6. Coitus interruptus	4.75	5.25
7. Preservativo	8.71	9.22
8. Vasectomía	9.55	7.60
9. Diafragma	7.80	9.08
10. Píldora d/d siguiente	5.60	5.57
11. Espermicidas	5.42	7.11
12. Temperatura basal	4.60	8.42
13. Ligadura de trompas	6.70	9.41
14. Bioself	7.43	6.50
15. Ducha vaginal	4.50	4.13
16. Método monoclonal	6.79	8.27
17. Método Billings	8.30	8.10



Finalmente, se inició una campaña promoviendo el uso del preservativo, el método Billings y el DIU como los métodos más preferidos. El método menos preferido fue la ducha vaginal.



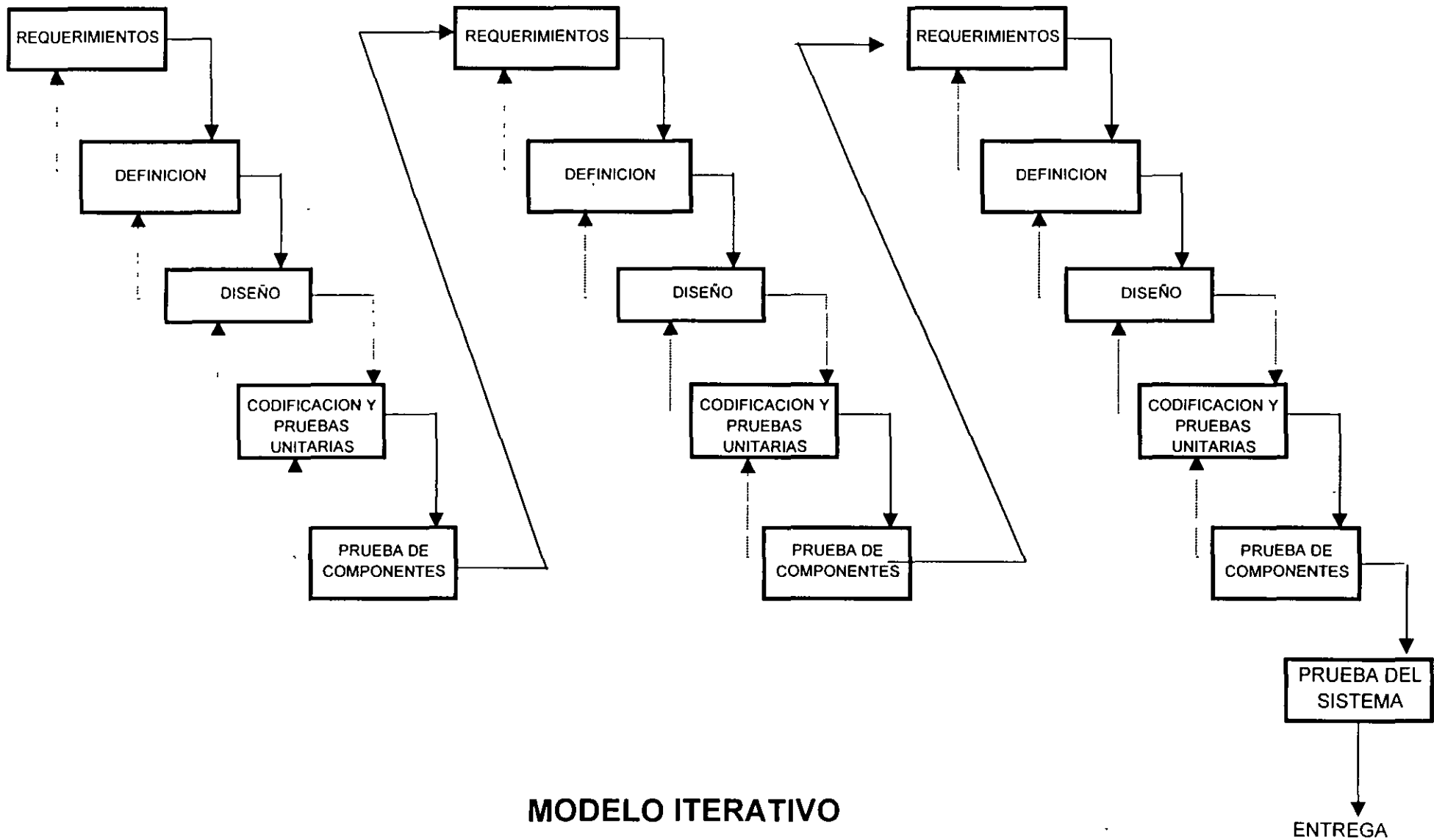
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

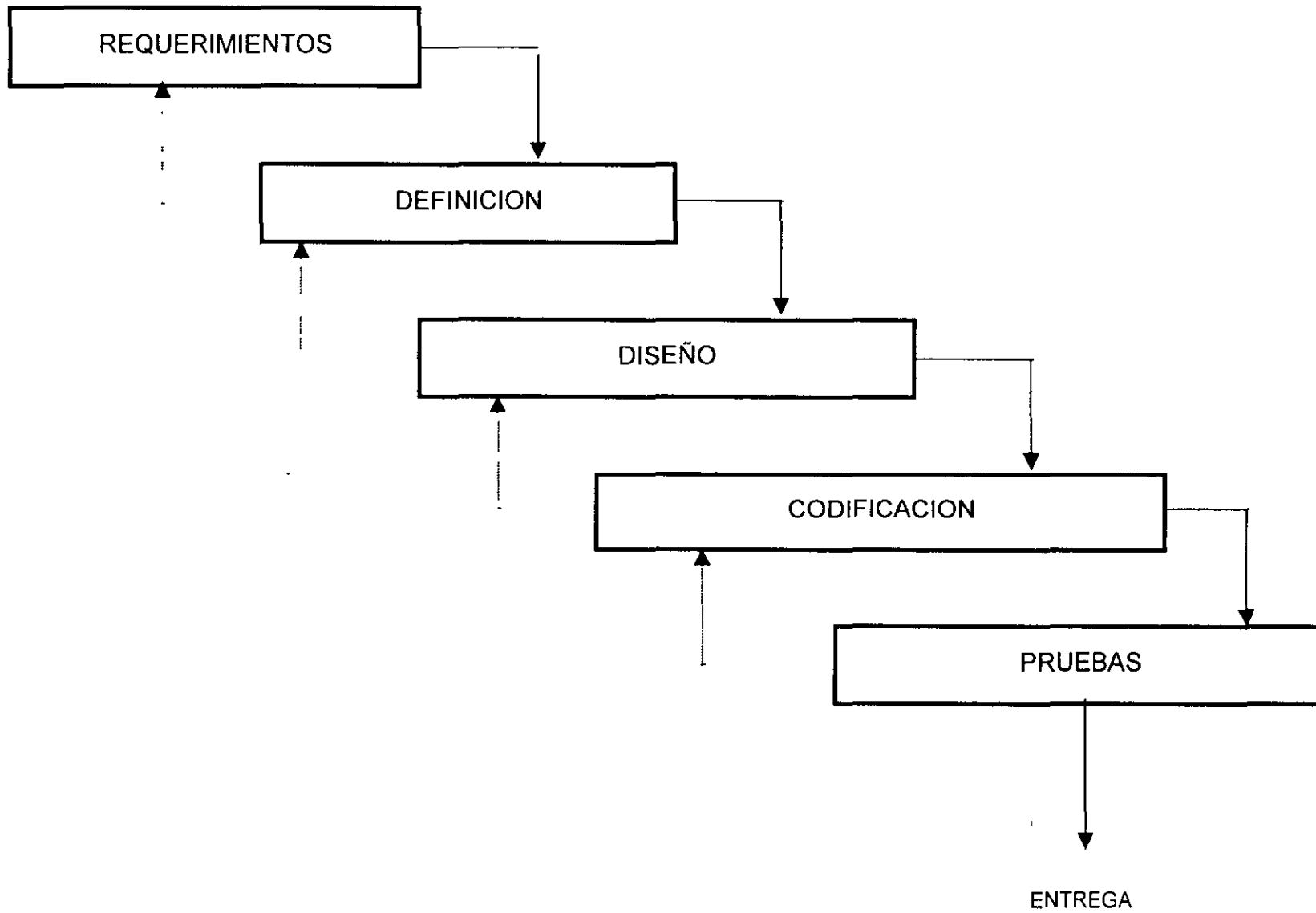
**CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA-DECFI, UNAM**

**Módulo I "Fundamentos de la Gestión de Proyectos Parte I"  
25, 26 y 27 de febrero de 1999.**

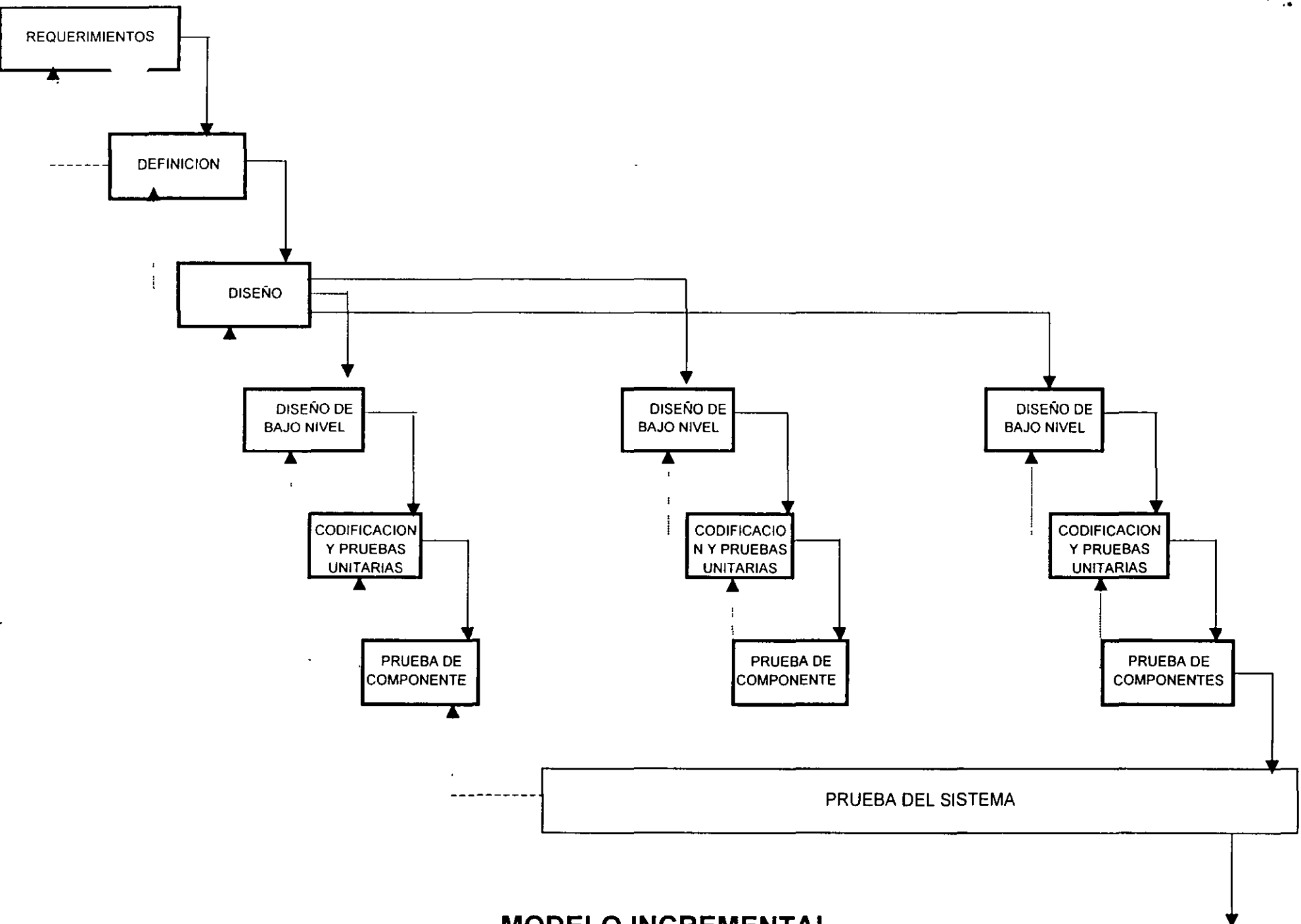
*Anexo Introducción y Ciclo de Vida de un Proyecto*

Ing. Carlos Iruegas Torres  
Palacio de Minería  
1999





**MODELO EN CASCADA.**



**MODELO INCREMENTAL**

ENTREGA





FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES  
DIPLOMADO GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA-DECFI, UNAM

Módulo I "Fundamentos de la Gestión de Proyectos Parte I"  
25, 26 y 27 de febrero de 1999.

*Introducción y Ciclo de Vida de Proyectos*

Ing. Carlos Iruegas Torres  
Palacio de Minería  
1999

## EL CAMBIO

El mundo de los negocios se caracteriza por el cambio constante derivado de los rápidos avances tecnológicos y de las profundas transformaciones que ha sufrido el entorno social en unos cuantos años



## DESTRUCCIÓN CREATIVA

La organización moderna debe diseñarse para la innovación, o como lo expresa un autor, para la "destrucción creativa"; para el abandono de sus sistemas que hoy tienen éxito.

# PROYECTOS

Los proyectos son el medio de que se vale la empresa para generar el cambio y crear productos y servicios futuros de valor para el cliente.

# PAPEL ESTRATÉGICO

**Antes de emprender un proyecto debemos preguntarnos**

- ¿ Cómo encaja el proyecto en la estrategia global de la empresa ?
- ¿ Va a reforzar alguna ventaja competitiva de la empresa ?
- ¿ Sobrevivirá al enfrentarlo a la competencia ?
- ¿ Quienes son los clientes ? ¿ Los hay realmente ?
- ¿ Somos suficientemente fuertes y tenaces para enfrentar los riesgos que plantea el cambio ?

# GERENCIA DE PROYECTOS

---

- Es un enfoque disciplinado
- Apunta hacia una comunicación, coordinación y control efectivos
- Se basa en un plan para evaluar el avance
- Proporciona un marco de trabajo con métodos y procesos definidos y control de los cambios



# PROYECTO (PMI)

***"Un esfuerzo temporal que se emprende para crear un producto o servicio único"***

Se lleva a cabo en cualquier nivel de la organización.

A menudo forma parte de la estrategia de negocios.

# *PROYECTOS TÍPICOS*

---

- Desarrollar un nuevo producto o servicio
- Efectuar un cambio estructural u organizacional
- Diseñar e implantar un sistema de información
- Construir un edificio o una instalación
- Llevar a cabo una campaña publicitaria
- Implantar un nuevo procedimiento de trabajo





# GERENCIA DE PROYECTOS (PMI)

*" La aplicación de conocimientos,  
habilidades, herramientas y técnicas, a las  
actividades de un proyecto, a fin de  
satisfacer o exceder las necesidades y  
expectativas de todas las partes con interés  
en el proyecto "*





# *GERENCIA TRADICIONAL*

---

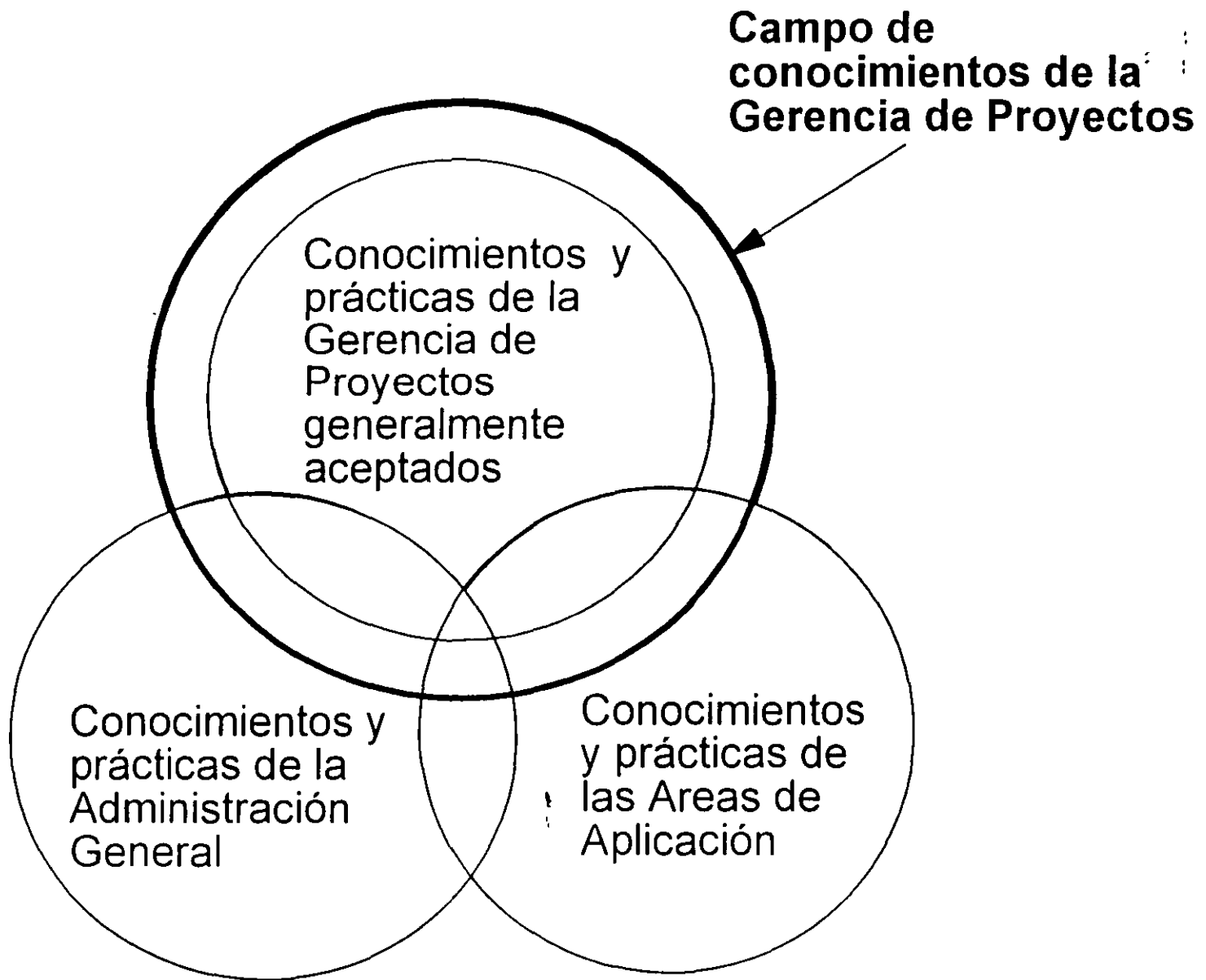
La preocupación de un Ejecutivo Corporativo se centra en la rentabilidad y las utilidades de la Empresa, a fin de mantenerla operando.



# *GERENCIA DE PROYECTOS*

---

La preocupación de un Gerente de un Proyecto se centra en la terminación satisfactoria de éste





# SISTEMA

*" Conjunto organizado de elementos que actúan coordinadamente para la consecución de objetivos predeterminados, adaptándose a los requerimientos cambiantes de su ambiente "*

12



# SISTEMA

AMBIENTE

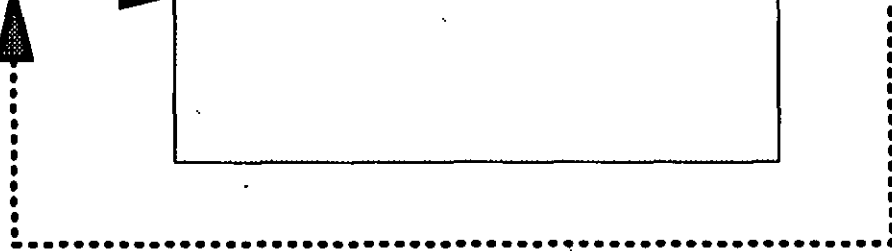
ENTRADAS



PROCESADOR

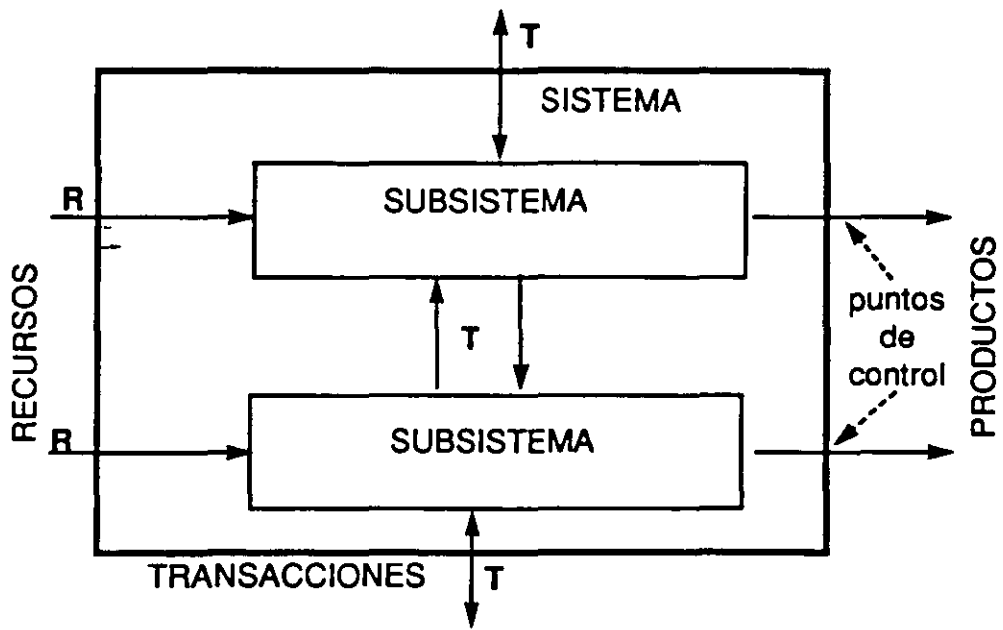


SALIDAS

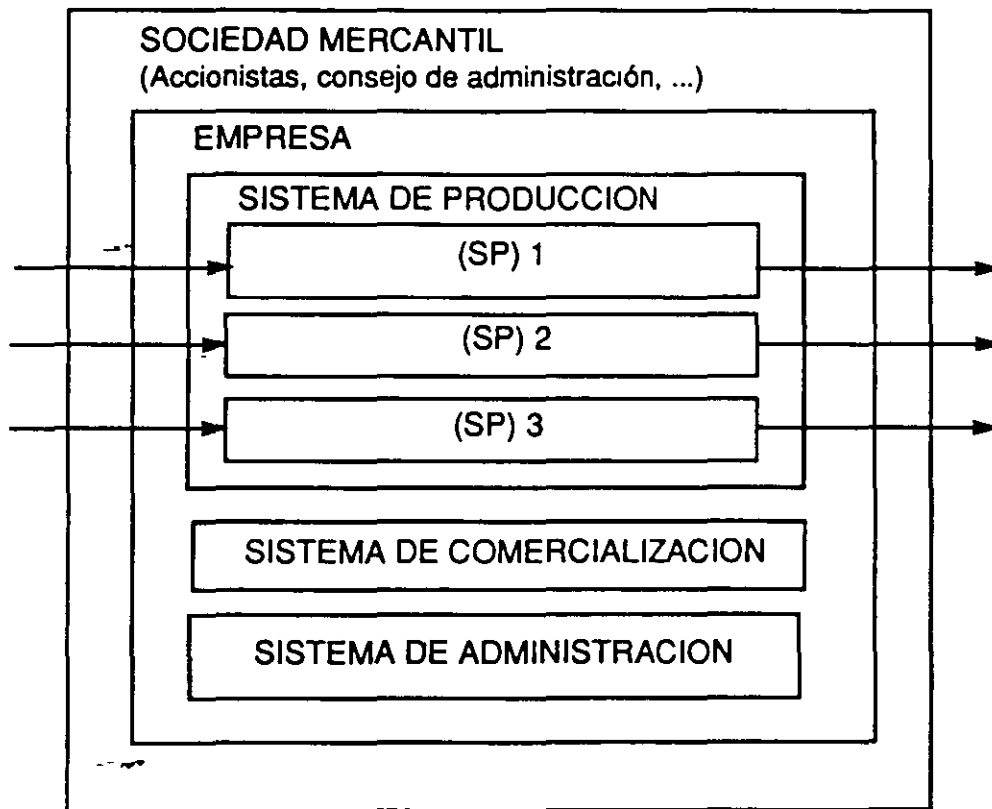


CONTROL

13



*Fig. 3.12 Control de los subsistemas*



*Fig. 3.13 Sistema de Empresa*





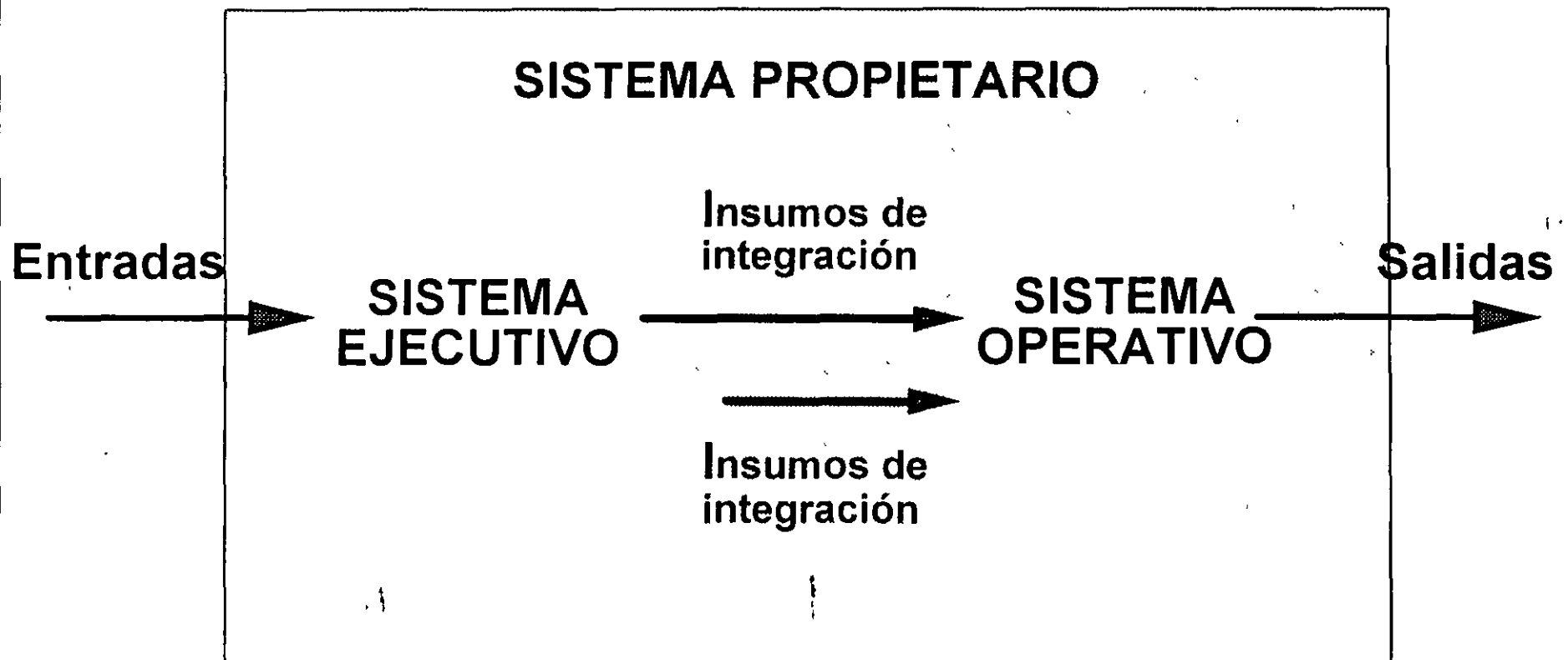
# PROYECTO

*" Proyecto es la creación de un nuevo sistema, patrocinado por un sistema de orden superior "*



97

# SISTEMA DUAL



17

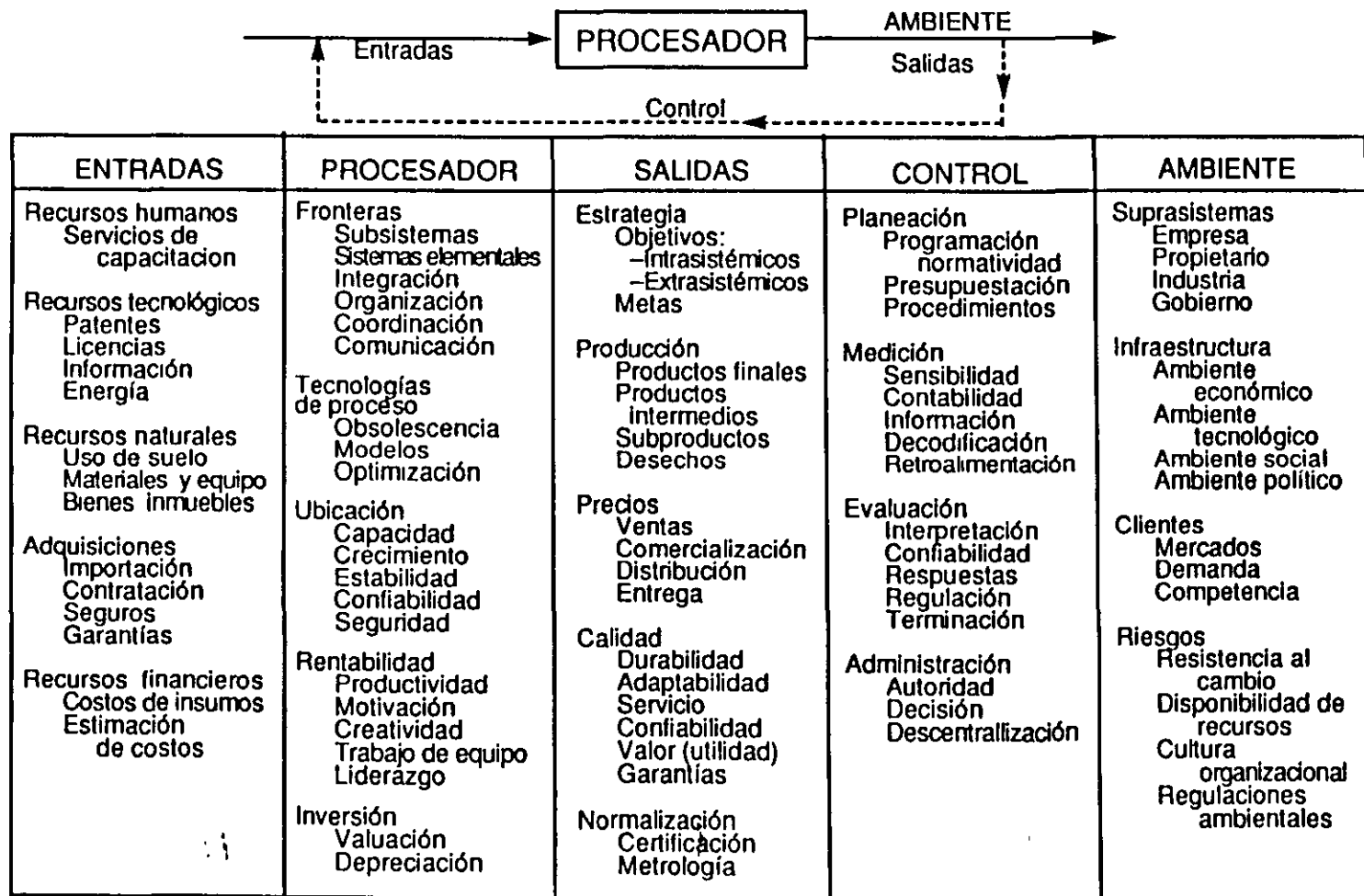


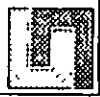
Fig 3.8 Conceptos asociados a los elementos de un sistema

28



# ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS





# ¿QUE ES LA PLANEACION?

20



# PLANEACION

Proceso integrador

- Fijar metas
- Fijar estrategias
- Fijar secuencias de actividades



## DESARROLLO DE UN PROYECTO

1. Análisis de necesidades
2. Definición del problema
3. Formulación de criterios de diseño
4. Generación de alternativas



## DESARROLLO DE UN PROYECTO (Cont.)

5. Verificación de factibilidad técnica
6. Verificación de factibilidad económica
7. Verificación de factibilidad financiera
8. Optimización de alternativas viables





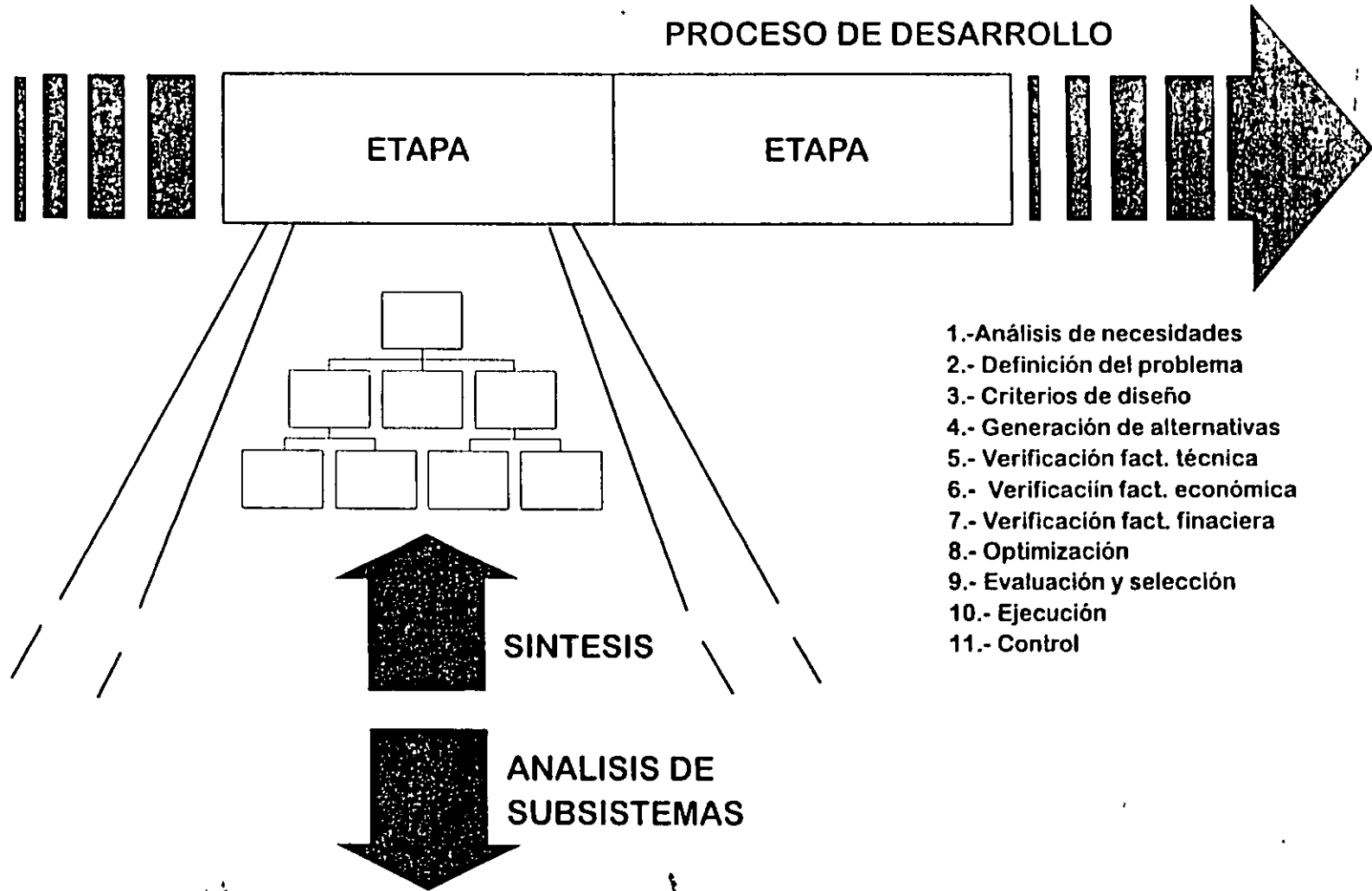
## DESARROLLO DE UN PROYECTO (Cont.)

9. Evaluación de alternativas y selección
10. Ejecución
11. Retroalimentación y control

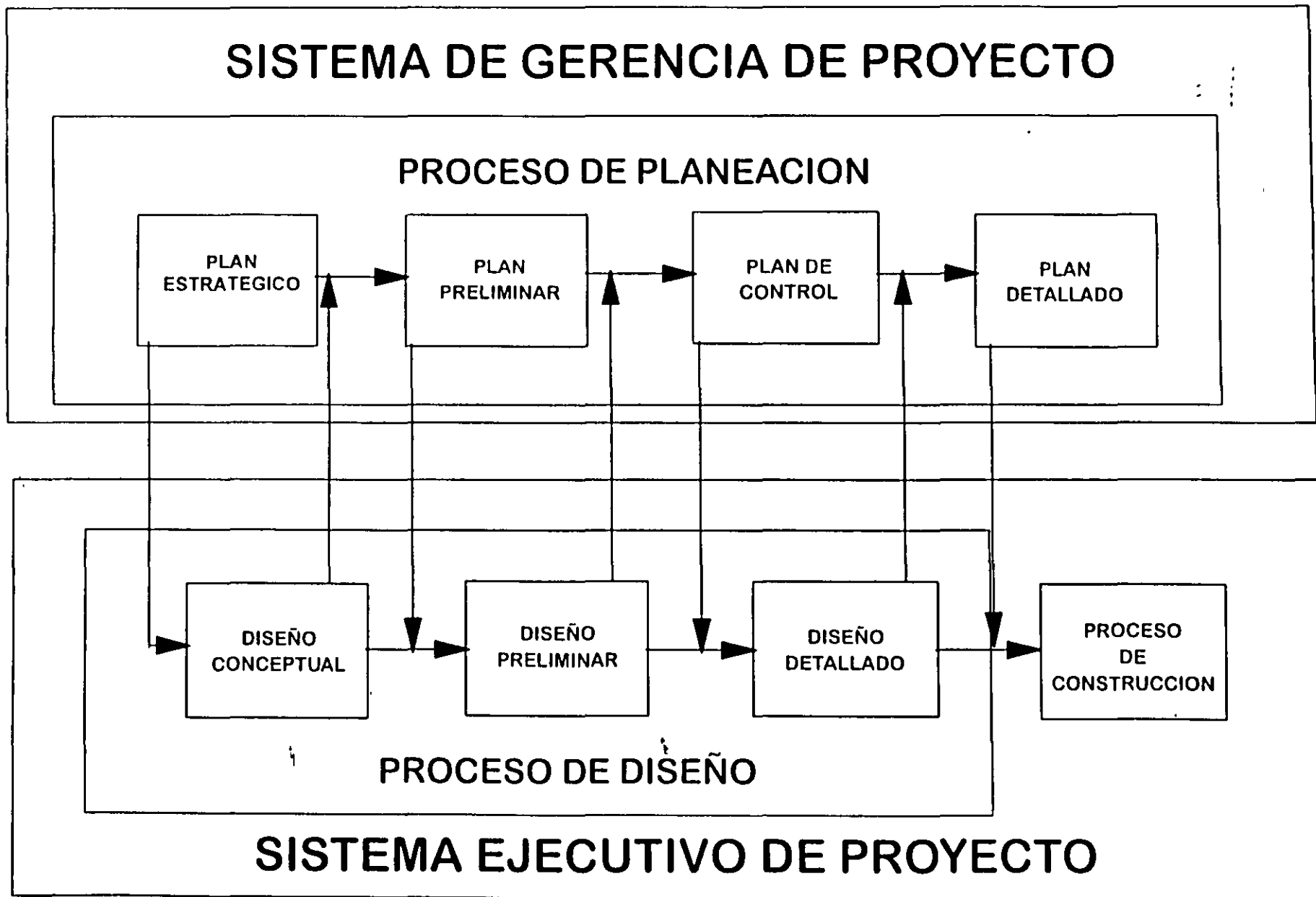


# DISEÑO DEL SISTEMA

- Conceptual
- Preliminar (básico)
- Detallado



*Fig. 1.4 Dos Dimensiones del Desarrollo de un Sistema (Proyecto)*



27

Fig. 1.5 Relación entre Planeación y Diseño



## PLANEACION ESTRATEGICA

- Identificar factores críticos de éxito
- Evaluar impacto potencial
- Analizar cursos de acción alternativas
- Adoptar plande acción más adecuado

**PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO**  
**( PROGRAMA MAESTRO)**

- Programas de ingeniería, entrega de equipo y construcción
- Interdependencia de actividades clave
- Estrategia de construcción
- Asignación de responsabilidades
- Recursos humanos estimados (promedio y pico)
- Curvas básicas de avance

## INICIACION

### - CONTACTO INICIAL CON EL PROMOTOR

- Definir y entender el alcance
- Determinar las necesidades del cliente
- Recabar información para un plan de acción

### - MEMORANDUM DE ENTENDIMIENTO

- Documentar el alcance de los trabajos
- Formalizar la solicitud inicial del promotor  
y los compromisos del grupo del proyecto
- Notificar al Promotor la información adicional sobre el  
alcance que deberá obtenerse antes de iniciar la planeación

## PLAN DE ACCION INICIAL

### Actividades requeridas para:

- elaborar la solicitud de aprobación de fondos y su justificación,
- asignar responsabilidades,
- establecer un programa básico realista,
- elaborar un estimado de horas de trabajo y costo para las etapas iniciales, y
- establecer la estrategia de ejecución del proyecto



## H O R A S   D E   C O N S T R U C C I O N

- **Horas de construcción = (Costo Total) x 0.38/40**  
o bien,
- **Horas de construcción = (NPE) . (FC) X 1700**  
siendo
- NPE = número estimado de piezas de equipo
- FC = factor de crecimiento:  
1.30 - 1.50 en diseño conceptual  
1.10 - 1.30 en diseño preliminar  
1.05 - 1.10 en diseño completo ( fase I )

**H O R A S   D E   I N G E N I E R I A**

Intimamente relacionadas con el número y clase de equipos

**Horas de ingeniería = (Costo Total) X 0.16/65**

o bien,

**Horas de ingeniería = ( Costo de equipo) X FC X 650**

## HÓRAS DE DISEÑO DE PROCESO

### Bajo

30 h./pza

#### **Extremo bajo:**

- Proceso simple
- Equipo sencillo
- Proyecto repetido
- Diseño hecho internamente

### Medio

75 h/pza

### Alto

150 h/pza

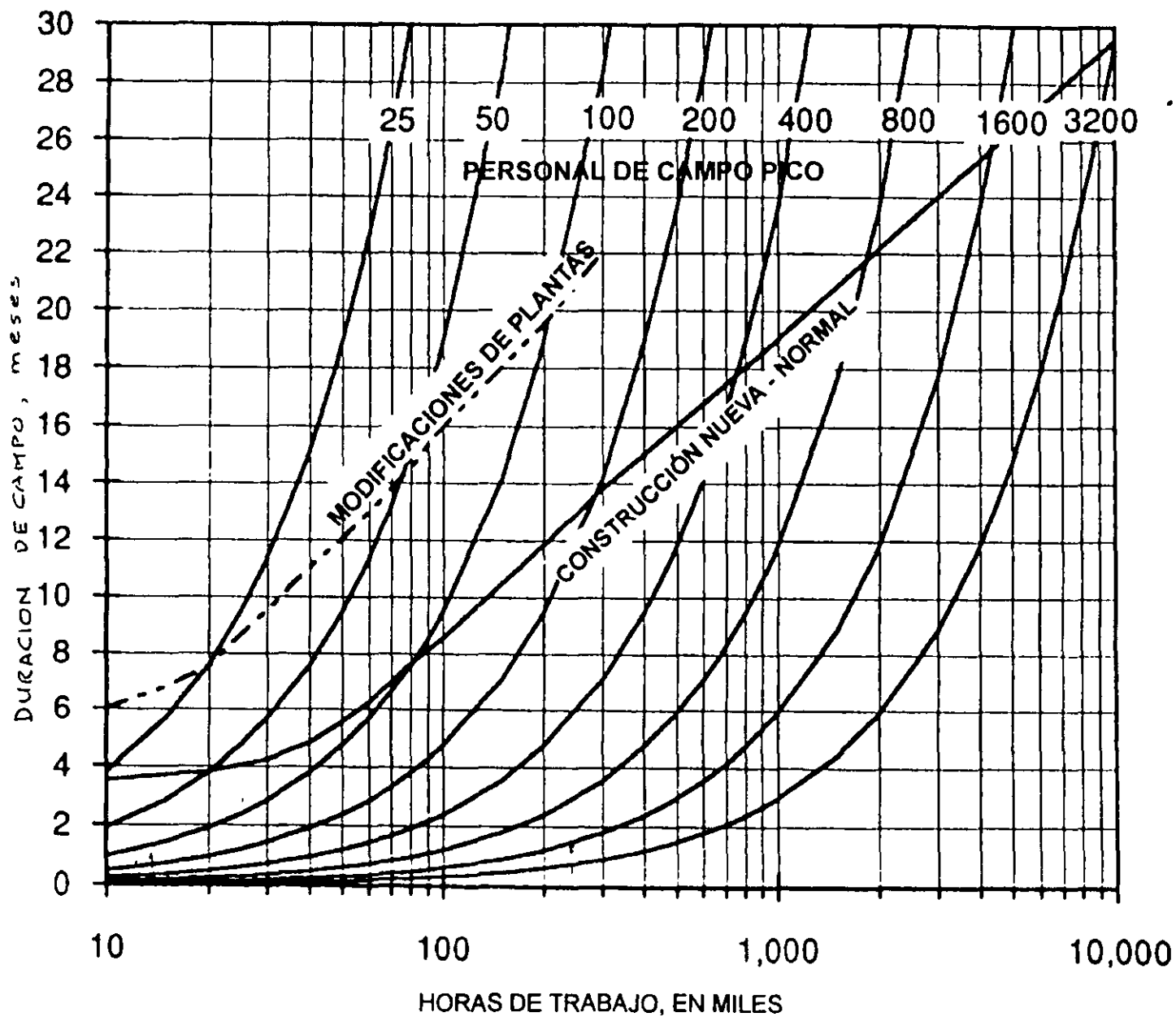
#### **Extremo alto**

- Nueva tecnología
- Servicio peligroso
- Complejidad de proceso
- Equipo de gran tamaño
- Opciones de proceso
- Ejecución por contrato

**Horas aproximadas para Fase I = 0 12 (Horas de ingeniería)**

**Paquete preliminar Fase 0 = 0 40 (Horas fase I)**

**DURACION DEL PROYECTO Y  
MAXIMOS RECURSOS HUMANOS**



NOTA:  
 - DURACIÓN DE CAMPO DESDE INICIO DE CIMENTACIONES HASTA TERMINACIÓN MECÁNICA.  
 - HORAS DE CAMPO INCLUYEN EL TIEMPO DE TRABAJADORES DIRECTOS, SUB-CONTRATISTAS Y DE SUPERVISIÓN.

FIGURA 2.1 GRÁFICA DE DURACIÓN DE CONSTRUCCIÓN

## DURACION DEL PROYECTO

- Número aproximado de horas de construcción
- Número aproximado de horas de ingeniería
- Número aproximado de horas de diseño de proceso

**DURACION DEL PROYECTO (Cont.)**

En una planta de proceso químico típica,

Duración fase de Construcción = 0.80 (Duración total)  
(después de terminar fase I)

Tiempo de adelanto de ingeniería

y procuración \_\_\_\_\_ = 0.20 (Duración total) ( ≥ 3 meses)

Horas de ingeniería en este periodo = 30% a 40% del total.

## EJEMPLO

DADAS Horas de construcción \_\_\_\_\_ 80,000

Horas de ingeniería \_\_\_\_\_ 28,000

partiendo de CT ó NPE aproximados

Duración de construcción ( fig. 2.1) \_\_\_\_\_ 7 meses

Personal pico \_\_\_\_\_ 100 trabajadores

Duración total:  $7/0.8$  \_\_\_\_\_ 9 meses

Tiempo de adelanto de ingeniería 9-7 \_\_\_\_\_ 2 meses

deben considerarse (min) \_\_\_\_\_ 3 meses

Por tanto, duración total,  $7 + 3$  \_\_\_\_\_ 10 meses

Horas de ingeniería adelantadas,  $0.35 \times 28,000$  \_\_\_ 9,800 horas

$9800/3$  \_\_\_ 3300 h/mes

$3300/160$  \_\_\_ 21 pers prom

$21 \times 16$  \_\_\_ 24 pers.pico

Ademas

Horas Fase I,  $28.000 \times 0.12$  \_\_\_\_\_ 3400 horas

Suponiendo 5 - 6 ingenieros disponibles,

Duración Fase I \_\_\_\_\_ aprox 4 meses



## CASO DE ESTUDIO

Diseño y Construcción de Planta química de producto orgánico líquido, de tecnología conocida, localizada en un sitio disponible.

Comercialización exige que la planta empiece a operar en 18 meses. El grupo del promotor ha elaborado un diseño de proceso preliminar ( Fase 0) con 50 piezas de equipo y un costo total de instalación del orden de 10 millones de dólares

### Validación del costo total

FC de equipo anticipado \_\_\_\_\_ 25%

Costo total anticipado:

50 piezas X 1.25 X \$ 224 K/pza. = \$ 14.0 M

La diferencia de costo ( + 40% ) debe discutirse con el promotor

### Horas de construcción preliminares

- Con base en el costo anticipado,

Bajo \_\_\_\_\_ ( 10M X 0.38 ) / \$ 40/hora \_\_\_\_\_ 95,000

Alto \_\_\_\_\_ ( 14M X 0.38)/40 \_\_\_\_\_ 133,000

- Con base en el número de piezas de equipo,

50 piezas X 1.25 X 1700 h/pza \_\_\_\_\_ 116,000

Promedio \_\_\_\_\_ 111,000

**Horas de ingeniería preliminares**

- Con base en el costo anticipado,

Bajo \_\_\_\_\_ ( 10M X 0.16 ) / \$ 65 por h. \_\_\_\_\_ 24,600

Alto \_\_\_\_\_ ( 14M X 0.16 ) / \$ 65 por h. \_\_\_\_\_ 34,500

- Con base en el número de piezas de equipo,

50 piezas X 1.25 X 650 h/pza. \_\_\_\_\_ 40,600

Promedio \_\_\_\_\_ 32,200

**Duración de ingeniería/construcción y personal pico**

Dadas: Horas de construcción	_____	111,000
Horas de ingeniería	_____	32,000
Entonces. Duración de construcción	_____	9 meses
y personal de construcción pico	_____	125
Duración de ingria/const. $9/0.8$	_____	11.25
Adelanto de ingeniería $11.25 - 9 (< 3)$	_____	3 meses
Duración revisada de la Ingria./const	_____	12 meses
Horas de Ingria. en periodo de anticipo,		
35% X 32,200	_____	11,300
Equivalente a 11300/3 meses	_____	3,800 h/mes
Personal promedio Ingria $3800/160$	_____	23.5
Personal pico Ingria.	_____	38

**Duración y horas de diseño de proceso**

Con base en número de piezas de equipo,

$$50 \times 125 \times 75 \text{ h/pza} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 4700$$

Con base en horas de ingeniería,

$$32,200 \times 0.12 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 3900$$

$$\text{Promedio} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 4300$$

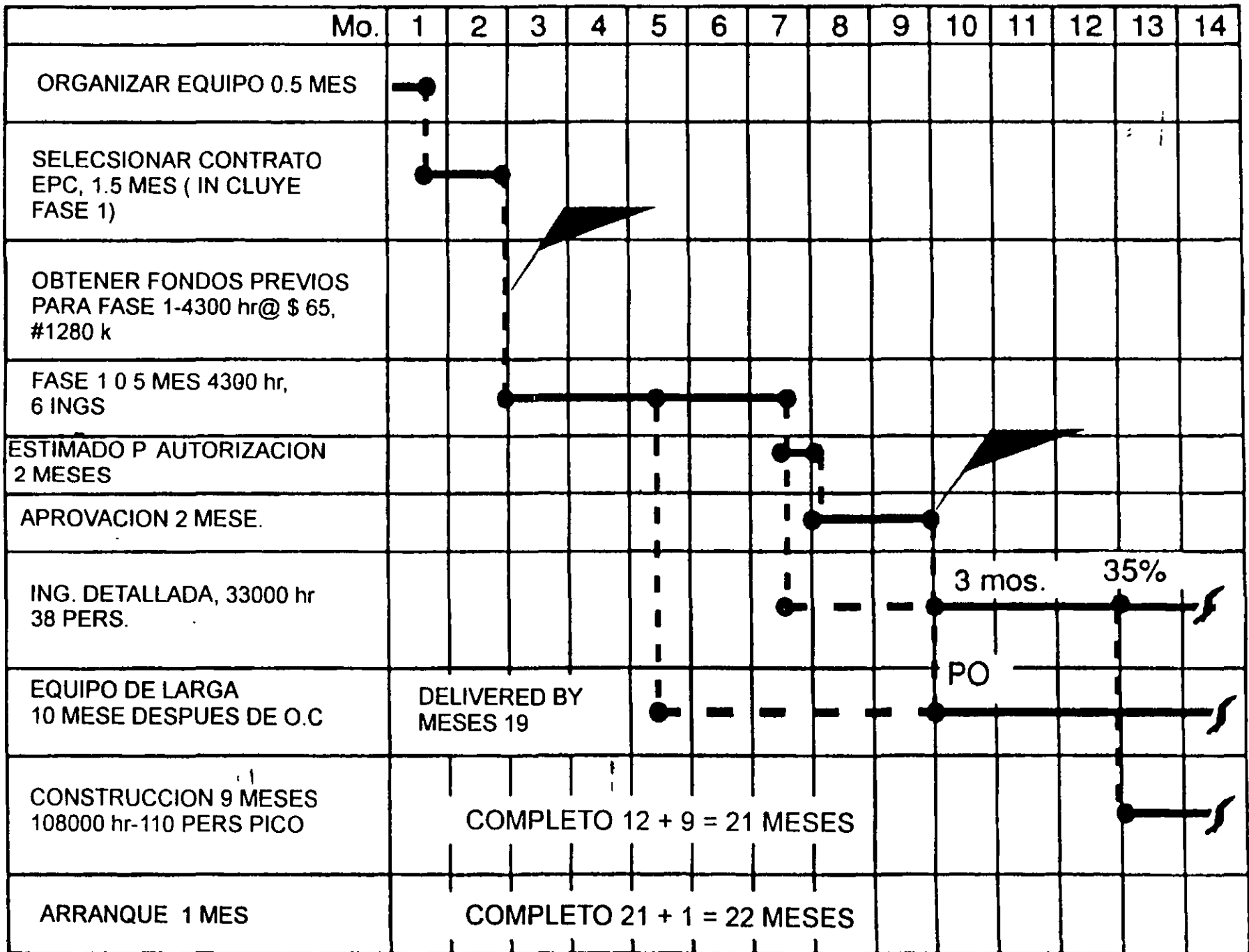
(6 personas trabajando 4.5 meses)

**Duración total normal del proyecto**

<b>Paso</b>	<b>Duración (Meses)</b>	<b>Comentarios</b>
- Formar grupo de proyecto _____	0.5 _____	Se requiere criterio
- Seleccionar contratista _____	1.5 _____	Para realizar Fase I
- Aprobar fondos para Fase I _____	- _____	\$ 280 K para pagar 4300 Horas
- Terminar Fase I _____	4.5	
- Elaborar estimado para aprobación de fondos del proyecto _____	0.5	
- Aprobación de solicitud de fondos _____	2.0	Según procedimientos de la Compañía
- Etapa inicial ingeniería detallada _____	3.0	Tiempo mínimos del adelanto
- Construcción _____	9.0	
- Pruebas y arranque _____	1.0	Según criterio
Total		22.0 meses

Esta duración excede bastante de la requerida ( 18 meses )

Ver diagrama , Fig. 2.2



44

PLAN INICIAL DE ACCION ( EJEMPLO, EJECUCION INICIAL)

### Duración con "Fast - Track"

Las siguientes acciones reducirán el tiempo total de ejecución a los 18 meses requeridos.

<b>Acción</b>	<b>Riesgos</b>
-Reducir la duración de la Fase I a 3.5 meses, utilizando 2 ingenieros adicionales.	Pérdida potencial de productividad que aumentará las horas totales
-Incrementar hasta 1.0 millón de dólares la autorización de gastos previos a la aprobación formal de fondos para el proyecto, a fin de cubrir 3 meses de ingeniería detallada y costos de cancelación de equipo con largo plazo de entrega	Perder todas los gastos hechos antes antes de la autorización formal si el proyecto no es aprobado después del estimado.
- Iniciar la ingeniería detallada antes de terminar la Fase I	Horas de diseño desperdiciadas debido a trabajo que hay que repetir dos o más veces

El proceso de "Fast - Track" se muestra en la Fig 2.3

DESCRIPCIÓN		% TOTAL DURACIÓN	DURACIÓN CONSTRUCCIÓN 9 MESES										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
TRABAJO EN EL SITIO		0 - 5	[Bar chart showing duration from month 0 to 5]										
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO			[Bar chart showing duration from month 1 to 2]										
CONCRETO		0 - 50	[Bar chart showing duration from month 0 to 50]										
ACERO ESTRUCTURAL		10 - 70	[Bar chart showing duration from month 10 to 70]										
EDIFICIOS			[Bar chart showing duration from month 4 to 7]										
ERECCION DE EQUIPO		20 - 80	[Bar chart showing duration from month 20 to 80]										
ERECCION DE TUBERIA		20 - 90	[Bar chart showing duration from month 20 to 90]										
OBRA ELECTRICA		40 - 100	[Bar chart showing duration from month 40 to 100]										
INSTRUMENTACIÓN		40 - 100	[Bar chart showing duration from month 40 to 100]										
AISLAMIENTO/ PINTURA		60 - >100	[Bar chart showing duration from month 60 to >100]										
ARRANQUE		—	[Bar chart showing duration from month 9 to 10]										
	MESES												
LUGAR DE TRABAJO	14	100	6	4			4				X	X	100
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO													
CONCRETO	50	80	6	12	14	14	4			X			80
ESTRUCTURA DE ACERO	26			4	6	8	8	2					
EDIFICIO	17						4	10	3				
ERECCION DE EQUIPO	41	60			4	10	10	11	6				60
FABRICACIÓN Y ERECCION DE TUBERIA	169	40	5	14	20	25	25	30		30	20		40
OBRA ELECTRICA	46					X	2	10	10	10	10	4	
INSTRUMENTACIÓN	48	20			X	2	2	10	10	10	10	6	20
AISLAMIENTO / PINTURA	37			X					2	10	10	10	
ARRANQUE	18		X									9	
	466	PERS. MENS. PROM	17	34	44	61	73	75	69	50	29	14	
		ACUMULATIVO	17	51	95	156	229	304	373	423	452	466	
		% TERMINACION		11	20	33	49	65	80	91	97	100	
			PERSONAL PICO 75 x 1.15 (S.C. Superv.) x 1.20 (Conting.) - 103										

## SUMARIO DEL PLAN DE EJECUCION (PROGRAMA MAESTRO)

### - Actividades Preliminares.

- Diseño de proceso, estimado para autorización, aprobación
- Selección del contratista de ingeniería: paquete de licitación, concurso, evaluación y adjudicación

### - Procuracion

- Equipo con plazo largo de entrega: especificaciones, licitación, órdenes de compra, planos del proveedor y entrega.

### - Ingeniería

- Diseño básico. diagramas de tuberías aprobadas, planos de distribución y arreglo de equipos
- Diseño civil al 60% y 90% de avance
- Diseño de tuberías al 60% y 90% de avance
- Diseño eléctrico y de instrumentos al 60% y 90% de avance

### - Subcontratos ( indicar tipos )

- Fabricación de acero estructural concurso, evaluación, adjudicación y fabricación
- Obra mecánica paquete de licitación, concurso, evaluación y adjudicación
- Obra eléctrica e instrumentación (iguales conceptos)
- Contratos diversos ( iguales conceptos)

### - Construcción

- Preparación de sitio
- Cimentaciones y concreto
- Acero estructural
- Erección de equipo
- Tubería fabricación en campo, erección, tratamiento térmico y prueba
- Edificios
- Obra eléctrica
- Instrumentos: instalación y chequeo
- Aislamiento y pintura
- Verificación final



## PAQUETES DE DISEÑO DE PROCESO

### 1. DISEÑO CONCEPTUAL



- Permite que el grupo de ingeniería de proceso comience a elaborar los datos técnicos y realizar el trabajo de diseño requerido para llevar a cabo el diseño de proceso (Fase 0).
- Permite al ingeniero de Costo Fijar una cifra aproximada del costo de la planta
- Proporciona a los ejecutivos información suficiente para evaluar los riesgos involucrados y hacer evaluaciones económicas válidas

### 2 DISEÑO FASE

- Proporciona la definición general de la planta de proceso químico propuesta
- Constituye la base para un estimado de costo preliminar y para la determinación de los costos de operación y del resultado económico esperado, desde la perspectiva del negocio
- Es el antecedente para el desarrollo del diseño del proceso detallado y de las especificaciones de ingeniería ( Fase I )

### 3. DISEÑO FASE I

- Es la definición detallada del proyecto. Idealmente, debe contener suficiente información para
- Que un contratista competente diseñe y construya la instalación, sin que se requiera más información del cliente
- Permitir a un Ingeniero de Costos elaborar un presupuesto base para la aprobación del proyecto



# ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS DE UN PROYECTO



## *¿ Por qué administración de Riesgos ?*

---

- La organización sobrevive buscando oportunidades mediante la realización de proyectos
- Los proyectos tratan de lograr algo nuevo; se deben realizar en un futuro incierto
- El riesgo es inherente a cualquier proyecto
- En nuestro mundo dinámico, los riesgos son mayores y deben considerarse en forma planeada y sistemática



## *Propósitos de la administración de riesgos*

---

- Identificar los factores específicos que pueden tener una influencia considerable sobre los objetivos del proyecto
- Cuantificar el impacto probable de cada factor
- Fijar estrategias para evitar o mitigar los riesgos
- Al mismo tiempo, aprovechar al máximo las oportunidades
- Convertir los riesgos en oportunidades
- Adoptar una actitud pro-activa más que reactiva



## *Definición de riesgo de un proyecto*

---

" El efecto acumulativo de las probabilidades de ocurrencia de eventos inciertos que afecten desfavorablemente los objetivos del proyecto ".



## *Evaluación subjetiva del Riesgo*

---

- Frecuentemente el riesgo se evalúa en forma subconsciente e intuitiva
- La evaluación no se considera como un proceso probabilístico, sino como un proceso elemental de juicios gerenciales acerca de:
  - ¿Qué podría salir mal?
  - ¿Cómo podemos protegernos?
  - ¿Qué riesgos son inaceptables?
- Es deseable un enfoque más formal y estructurado



## *Razones para un análisis formal*

---

1. Algunas decisiones que se toman en la etapa inicial de un proyecto pueden ser irreversibles y tener un impacto significativo sobre los tiempos y costos de ejecución

## *Razones para un análisis formal*

---

2. La alta Gerencia puede estar tomando decisiones o estableciendo directivas sin conocer o comprender totalmente los riesgos asociados a las decisiones.





## *Razones para un análisis formal*

---

3. Los sistemas de controles requieren a menudo varios meses para su puesta en práctica; si los requerimientos se identifican hasta que el proyecto está a medias, los controles pueden resultar extemporáneos o poco efectivos.



## *Razones para un análisis formal*

---

4. La evaluación adecuada de los riesgos requiere con frecuencia la participación de diversas partes involucradas en el proyecto



## *Razones para un análisis formal*

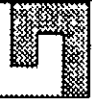
---

5. El análisis de riesgos resulta relativamente poco costoso; sin embargo, puede tener una alta relación beneficio/costo

# DEFINICIÓN

---

" La administración de riesgos de un proyecto es el arte y la ciencia de identificar, analizar, evaluar y responder a los riesgos del proyecto a lo largo del ciclo de vida de éste, en beneficio de sus objetivos ".

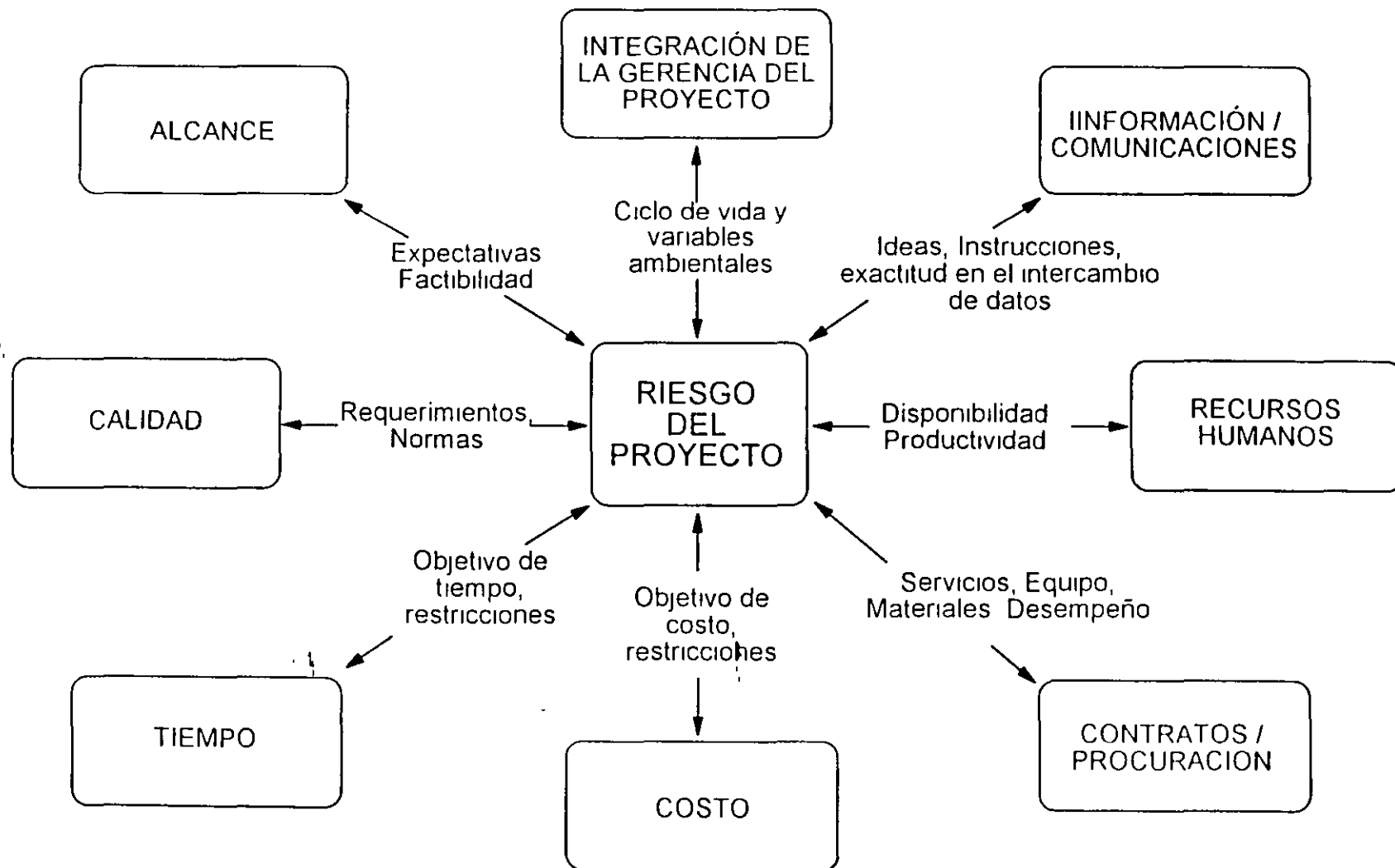


## *¿ Cuándo hacer análisis de riesgos ?*

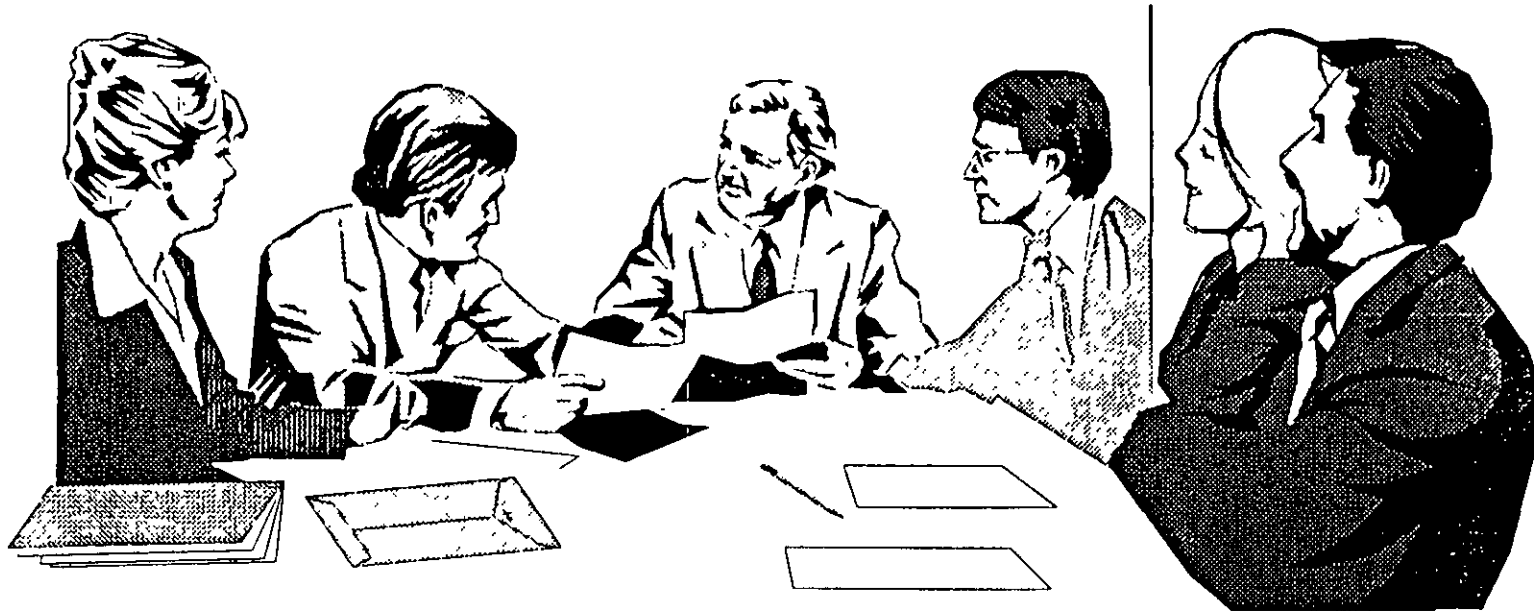
---

- En el estudio de factibilidad
- En la etapa de diseño conceptual
- En detalle, por área funcional, durante la fase de definición
- Actualizar después:
  - en el diseño detallado
  - en las contrataciones
  - al contar con mayor información

# Relaciones entre la administración de Riesgos y los demás campos de conocimiento

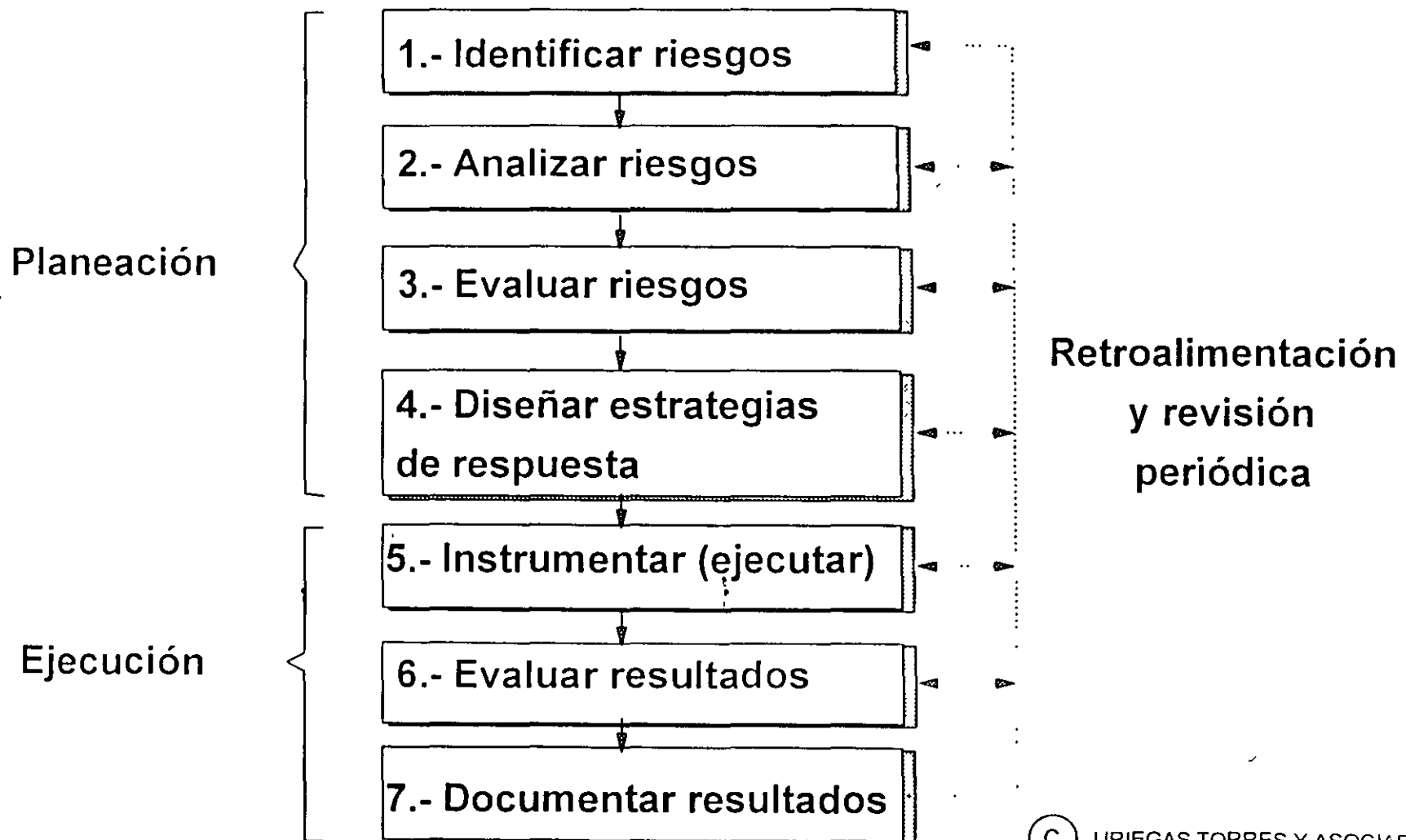


# ¿QUIÉN DEBE HACERLO?



Ningún participante en el proyecto tiene el conocimiento completo de los riesgos involucrados. El análisis debe elaborarse en forma mancomunada por los diversos responsables.

# Proceso de Administración de Riesgos





# ***FASES DE UN PROYECTO***

- **Representan etapas principales del desarrollo del producto.**
- **La terminación de cada fase es un punto de evaluación y decisión.**
- **Se celebran juntas de revisión y evaluación promotor-gerente-dirección general.**
- **Se puede tomar cualquiera de los siguientes acuerdos:**
  - **Proceder a la siguiente fase**
  - **Modificar objetivos o bases, y proceder.**
  - **Recabar información adicional, antes de aprobar**
  - **Cancelar el proyecto**

# **DEFINICIONES DE CICLO DE VIDA**

*(según Kerzner)*

INGENIERIA	MANUFACTURA	PROGRAMACION DE COMPUTO	CONSTRUCCION
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciación</li> <li>- Definición</li> <li>- Detallado</li> <li>- Terminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación</li> <li>- Introducción</li> <li>- Producción</li> <li>- Descontinuación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptual</li> <li>- Planeación</li> <li>- Definición y diseño</li> <li>- Implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planeación ; recopilación de datos y procedimientos</li> <li>- Estudios e Ing. Básica</li> <li>- Revisión a fondo</li> <li>- Ingeniería detallada</li> <li>- Ing. detallada y Const.</li> <li>- Construcción</li> <li>- Pruebas y puesta en operación</li> </ul>

# ***DOCUMENTACION DE ARRANQUE***

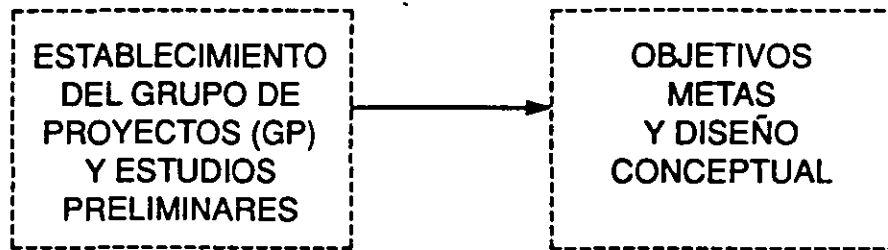
- **Declaración del trabajo por ejecutar (SOW)**
- **Especificaciones del proyecto**
- **Programa maestro**
- **Estructura de división del trabajo (EDT)**

# ***DISTRIBUCION DE EROGACIONES***

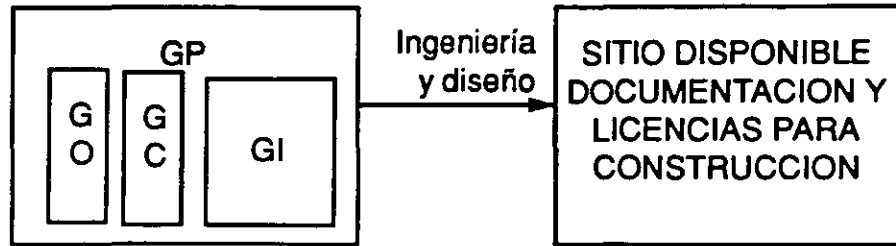
<b><u>FASE</u></b>	<b><u>% M. de O. DIRECTA</u></b>
<b>Conceptual .....</b>	<b>5</b>
<b>Factibilidad .....</b>	<b>10</b>
<b>Planeación preliminar .....</b>	<b>15</b>
<b>Planeación detallada .....</b>	<b>20</b>
<b>Ejecución .....</b>	<b>40</b>
<b>Puesta en marcha .....</b>	<b>10</b>

# CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

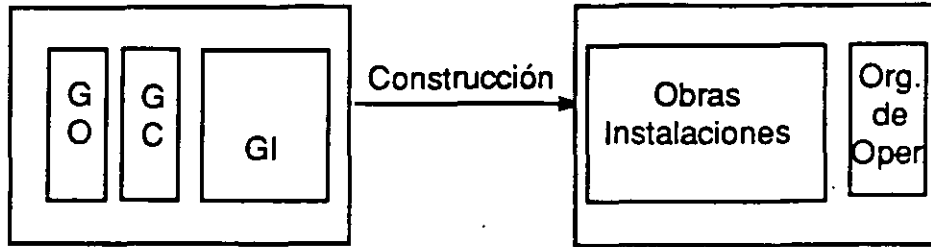
- ▶ Fase conceptual
- ▶ Fase de definición
- ▶ Fase de construcción/producción
- ▶ Fase de transferencia
- ▶ Fase de operación
- ▶ Fase de liquidación



*Fig. 4.2 Fase conceptual*



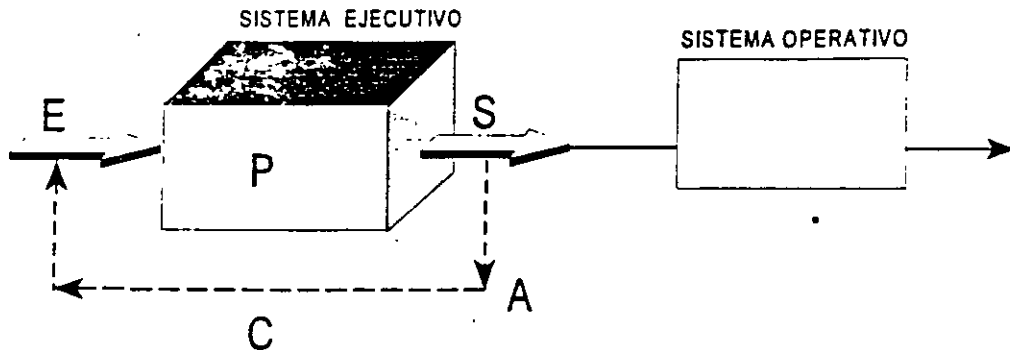
*Fig. 4.3 Fase de definición*



*Fig. 4.4 Fase de construcción*



FIG. 1.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA EJECUTIVO EN LA FASE CONCEPTUAL

**AMBIENTE (A):**

- Organización del Propietario para la ejecución de proyectos
- Dependencias organizacionales que intervienen en los proyectos
- Disponibilidad de servicios de consultoría e ingeniería
- Experiencia del Propietario en proyectos similares
- Autoridades que deberán intervenir en la ejecución del proyecto

**SALIDAS (S):**

- Estudio de factibilidad actualizado
- Documentación del diseño conceptual aprobada
- Plan de ejecución del proyecto
  - Alcance: EDT básica y Diccionario de elementos
  - Especificaciones técnicas
  - Plan de calidad y seguridad
  - Programa maestro
  - Presupuesto de control
- Manual de políticas y procedimientos

**PROCESADOR (P):**

- Establecimiento de la sede del proyecto
- Celebración de acuerdos con las unidades que intervendrán
- Elaboración del diseño conceptual
- Elaboración del plan de ejecución del proyecto
- Elaboración del manual de políticas y procedimientos
- Obtención de licencias
- Solicitud de propuestas de ingeniería
- Contratación de los servicios de ingeniería

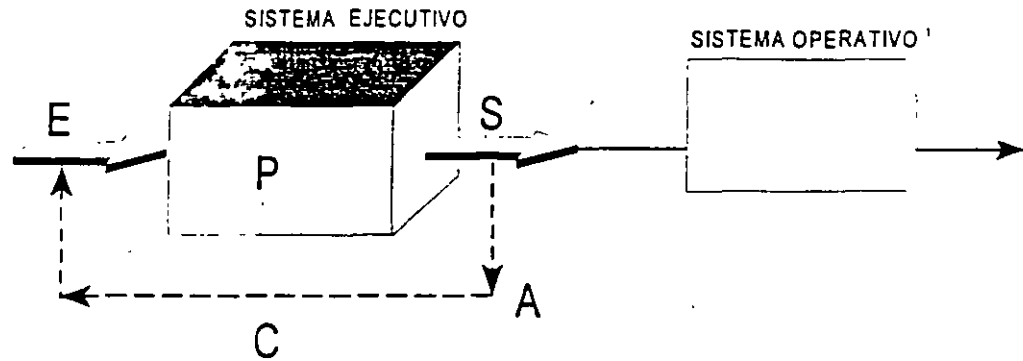
**ENTRADAS (E):**

- Nombramiento del Gerente de Proyecto
- Integración del Grupo de Proyecto
- Recursos iniciales para el proyecto

**CONTROL (C):**

- Programación y control de actividades de iniciación
- Actividades de coordinación y seguimiento
- Información a patrocinadores y sectores interesados

FIG. 1.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA EJECUTIVO EN LA FASE DE DEFINICION

**AMBIENTE (A):**

- Organización acordada para la ejecución del proyecto
- Participación y responsabilidades de departamentos funcionales
- Normas establecidas por el Propietario
- Autoridades que deben aprobar diseños e ingeniería
- Proyectos que compiten por recursos organizacionales
- Grupos externos interesados en el proyecto
- Mecanismos de financiamiento en esta fase
- Organización a cargo del sistema operativo
- Legislación y códigos aplicables en esta fase

**SALIDAS (S):**

- Proyecto preliminar
- Ingeniería básica
- Diseño e ingeniería de detalle
- Prototipos
- Plantas piloto
- Documentos para licitación de la construcción

**PROCESADOR (P):**

- Desarrollo y organización del grupo de Diseño
- Integración del grupo inicial de Construcción
- Integración del grupo inicial de Operación
- Administración de contratos de ingeniería y diseño

- Desarrollo del proceso de diseño
- Evaluación de alternativas de diseño
- Producción de planos
- Producción de especificaciones y otros documentos del proyecto
- Elaboración de estimados de costo actualizados
- Revisiones del diseño
- Capacitación y adiestramiento del personal

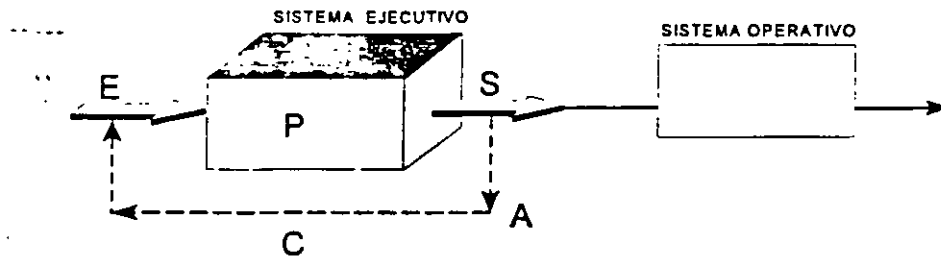
**ENTRADAS (E):**

- Bases de diseño
- Especificaciones del Propietario
- Recursos humanos: selección y reclutamiento
- Software de terceros: incluye instalación, pruebas y capacitación del personal
- Estándares y normas aplicables
- Asesores en tecnologías específicas

**CONTROL (C):**

- Estructura de división del trabajo de Ingeniería y Diseño
- Paquetes de trabajo y cuentas de costos
- Programa de desarrollo de la ingeniería y diseño
- Presupuesto de ingeniería y diseño
- Base presupuestal calendarizada
- Control de cambios del proyecto
- Control costo/tiempo
- Control de calidad del diseño
- Control de la rentabilidad del proyecto
- Control de planos y otros documentos
- Sistema de información gerencial

FIG. 1.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA EJECUTIVO EN LA FASE DE CONSTRUCCION

**AMBIENTE (A):**

- Normas y restricciones impuestas para la fase de construcción
- Organización del Propietario para la construcción
- Autoridades que tienen injerencia en la construcción
- Grupos externos interesados en el proyecto
- Mecanismos de financiamiento de la construcción
- Organización a cargo del sistema operativo
- Legislación y códigos aplicables a la construcción

**SALIDAS (S):**

- Cambios del diseño y adiciones
- Planos de fabricación y montaje
- Construcciones y edificaciones para el proyecto
- Equipo fabricado en planta
- Montajes e instalaciones
- Manuales de operación y mantenimiento
- Planos de construcción actualizados
- Catálogo de equipos, proveedores y garantías

**PROCESADOR (P):**Grupo de Ingeniería

- Adaptación del diseño a condiciones imprevistas
- Cambios del diseño por requerimientos del Propietario
- Cambios de diseño por requerimientos de autoridades
- Revisión de planos de taller
- Revisión de planos de instalaciones temporales
- Supervisión técnica de la construcción
- Pruebas de funcionamiento

Grupo de Construcción

- Instalaciones para la construcción
- Procesos de producción

- Procesos de construcción
- Servicios generales
- Gerencia de construcción
- Administración de recursos
- Licitación y contratación
- Capacitación y adiestramiento de personal

Grupo de Operación

- Intervención de la gerencia del Sistema Operativo en las decisiones de Ingeniería y Construcción
- Elaboración de planes de operación
- Iniciación de capacitación de personal de operación y mantenimiento
- Recepción de los productos del sistema ejecutivo

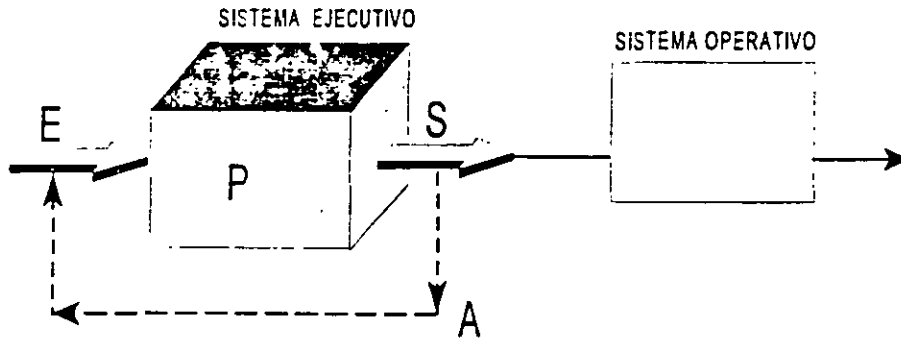
**CONTROL (C):**

- Estructura de división del trabajo de construcción
- Paquetes de trabajo y cuentas de costo
- Programa de construcción
- Presupuesto de construcción
- Base presupuestal calendarizada (BPC)
- Control de cambios del proyecto y de la BPC
- Control tiempo/costo y pronósticos
- Aseguramiento y control de calidad
- Control de la seguridad
- Control de contratos y subcontratos
- Control de adquisiciones e inventarios
- Control de utilización del sitio
- Control financiero y de rentabilidad del proyecto
- Sistema de información gerencial

**ENTRADAS (E):**

- Sitio de la obra listo para ocupación
- Planos y documentación del proyecto
- Especificaciones de construcción/producción
- Materiales y equipo del sistema operativo
- Recursos humanos para la construcción
- Energía y consumos para la construcción
- Maquinaria de construcción
- Recursos diversos para la construcción
- Servicio a terceros

FIG. 1.5 ELEMENTOS DEL SISTEMA EJECUTIVO EN LA FASE DE TRANSFERENCIA

**AMBIENTE (A):**

- Procedimientos establecidos para la puesta en marcha de nuevas instalaciones
- Acuerdos específicos del Propietario para la entrega
- Autoridades que deben ser notificadas de la terminación de la construcción
- Organización a cargo del Sistema Operativo

**SALIDAS (S)**

- Componentes del Sistema Operativo, debidamente probados
- Instalaciones del Sistema Operativo integral que satisfagan los parámetros de funcionamiento acordados
- Manuales de operación y mantenimiento y documentación completa de todos los componentes del sistema
- Asesoría al grupo de operación en la fase inicial

**PROCESO (P)**

- Realización de pruebas
- Ajustes y correcciones finales
- Integración de la documentación de ingeniería/construcción
- Finiquito de contratos celebrados por el Sistema Ejecutivo
- Informe final del proyecto
- Disposición de instalaciones y bienes sobrantes de la fase de construcción
- Desintegración del grupo de construcción y transferencia o terminación del personal

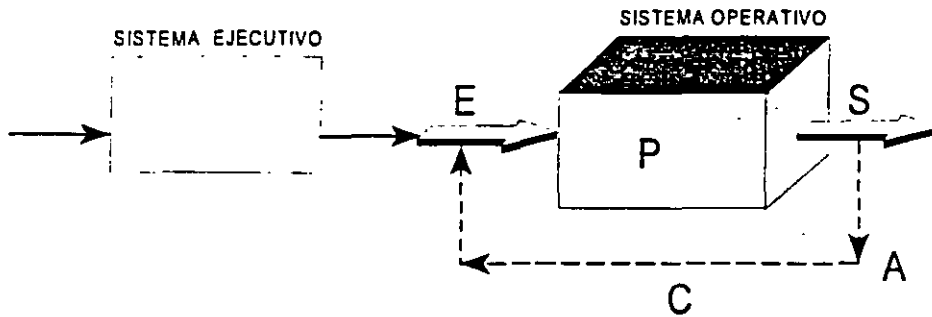
**ENTRADAS (E):**

- Recursos necesarios para la terminación de la construcción, pruebas y transferencia

**CONTROL (C):**

- Plan aprobado para disposición de sobrantes
- Plan aprobado para transferencia o terminación de personal
- Documentación de entregas a operación

FIG. 1.6 ELEMENTOS DEL SISTEMA OPERATIVO EN LA FASE DE TRANSFERENCIA

**AMBIENTE (A):**

- Establecimiento formal de la nueva organización
- Establecimiento del marco legal para operar
- Difusión de información sobre la nueva organización en la empresa y entidades con las que tenga relación
- Campaña promocional de los productos
- Difusión de la imagen corporativa

**SALIDAS (S):**

- Objetivos y metas de operación a corto y mediano plazo
- Políticas y normas de producción
- Plan detallado de comercialización
- Producciones de prueba

**PROCESADOR (P):**

- Pruebas de operación del sistema completo
- Verificación de los parámetros de operación y seguridad
- Ajustes finales y corrección de errores
- Operación inicial a diferentes niveles de carga
- Establecimiento de la organización formal
- Inducción y asignación de personal
- Creación de inventario inicial de productos

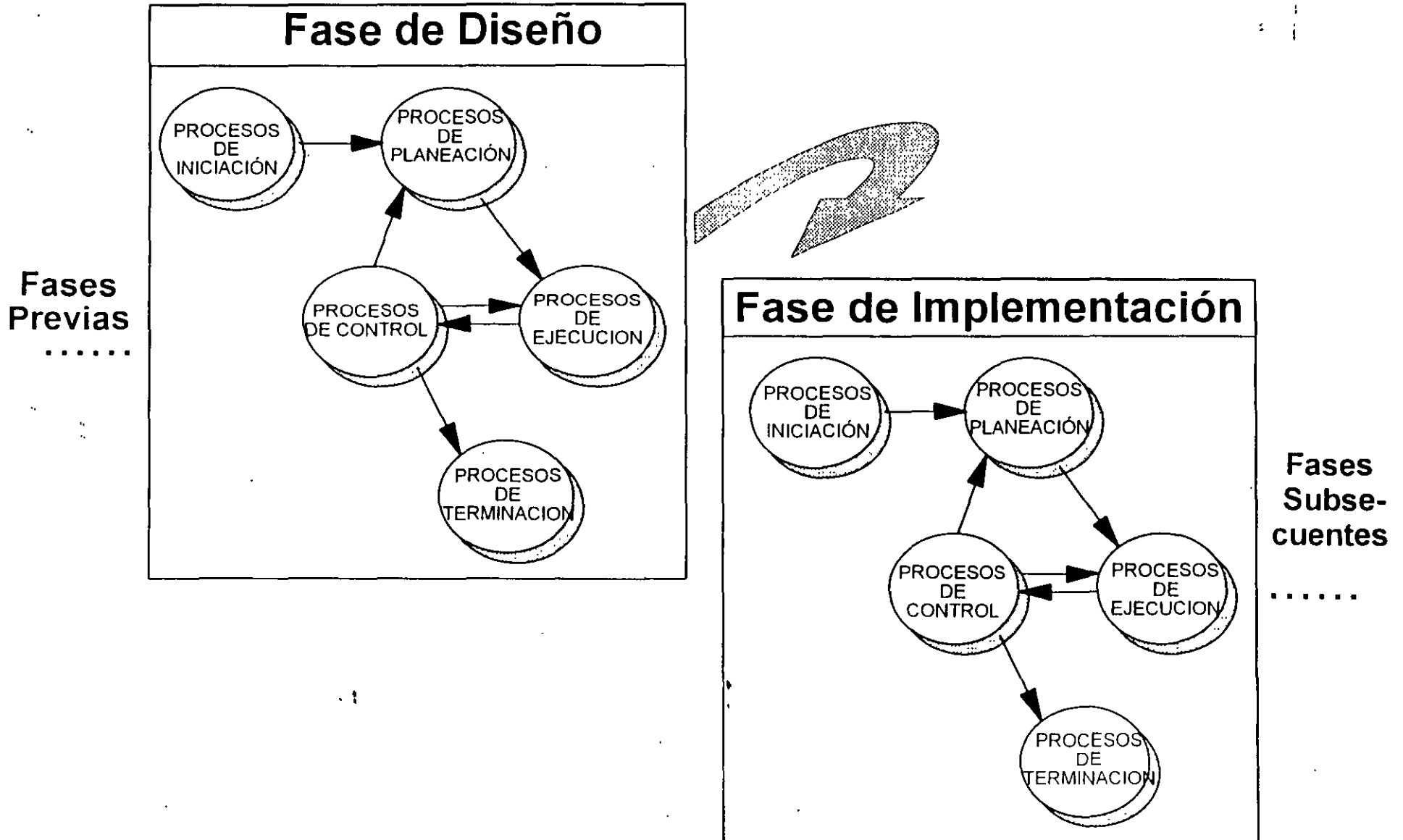
**ENTRADAS (E)**

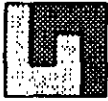
- Inspección final y recepción de instalaciones
- Recepción final de manuales e información técnica de la planta
- Contratación de los cuadros de personal
- Asesores del grupo de construcción para iniciación de operaciones
- Formación de inventarios completos de insumos
- Adquisiciones de equipo y bienes inmuebles para operación

**CONTROL (C):**

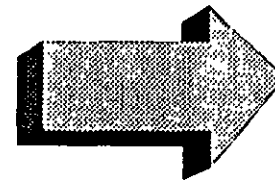
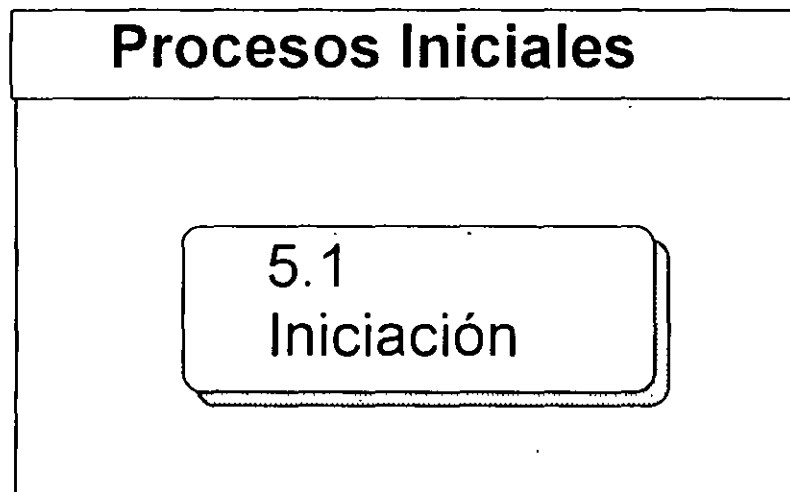
- Documentación de las entregas de Construcción
- Aprobaciones oficiales para iniciación de operaciones
- Autorización del Proprietario para iniciación de operaciones

# Interacciones entre Fases





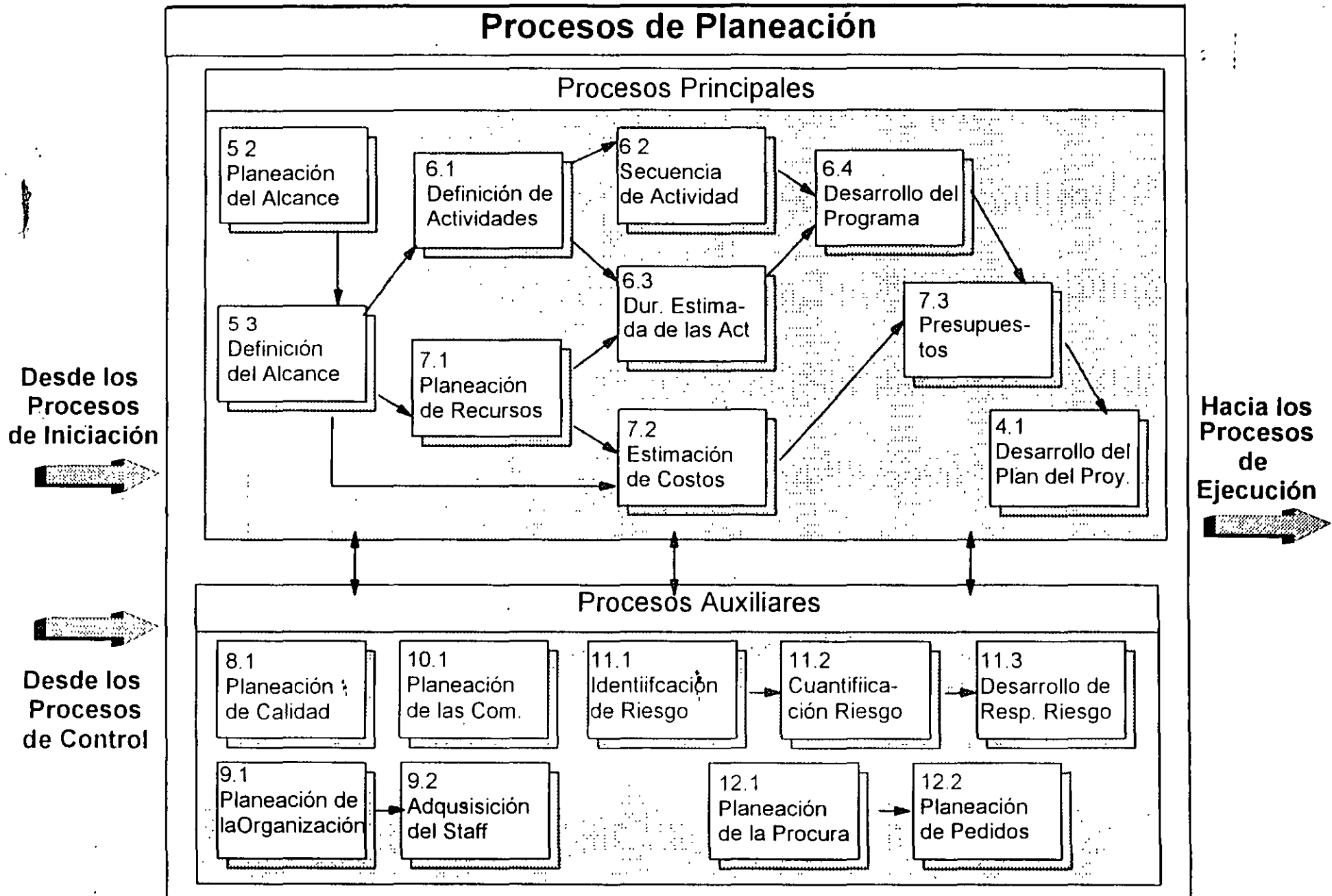
## Relaciones entre Procesos Iniciales



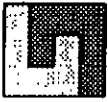
A los Procesos  
de Planeación

87

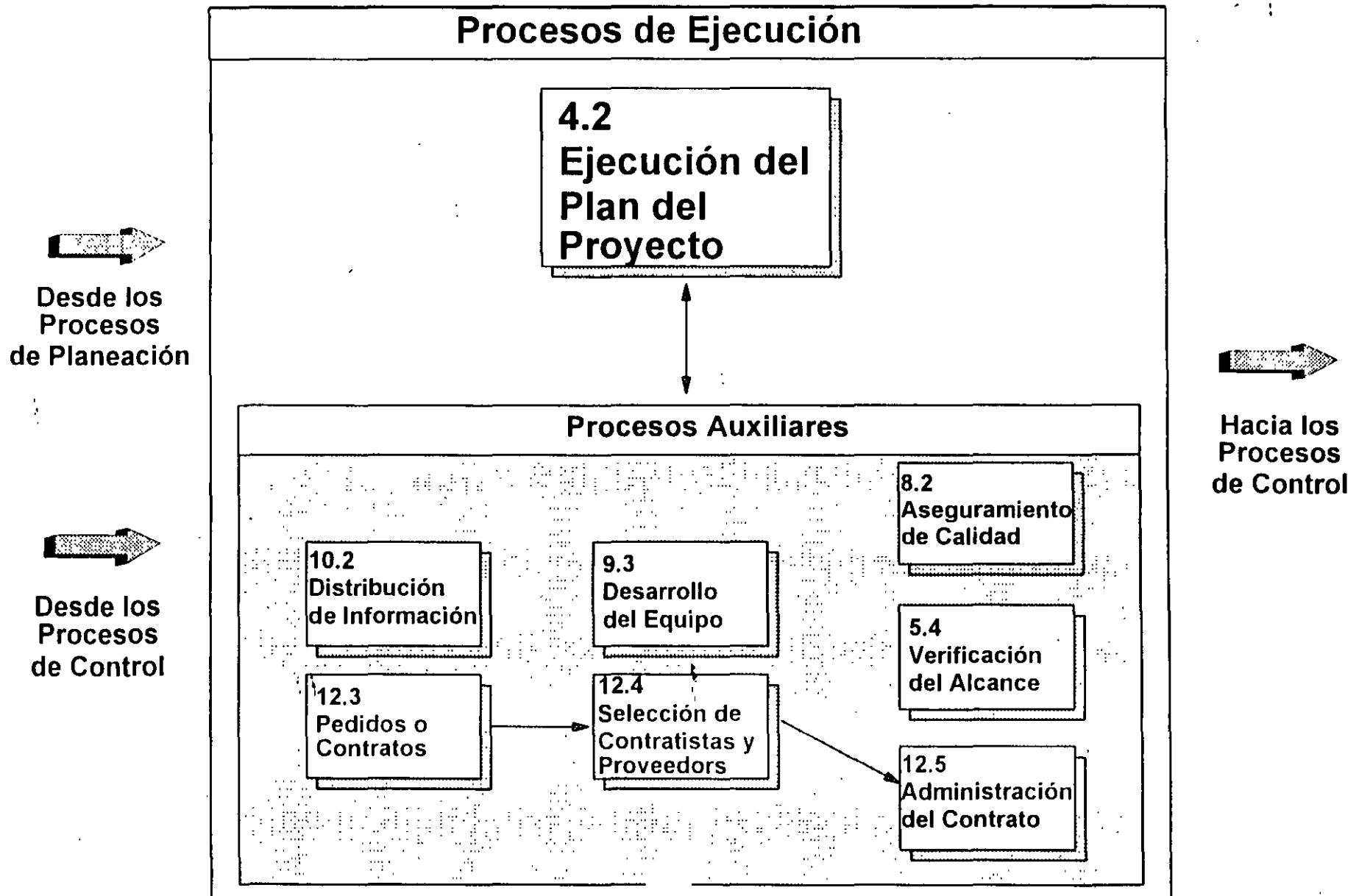
# Relaciones entre los Procesos de Planeación





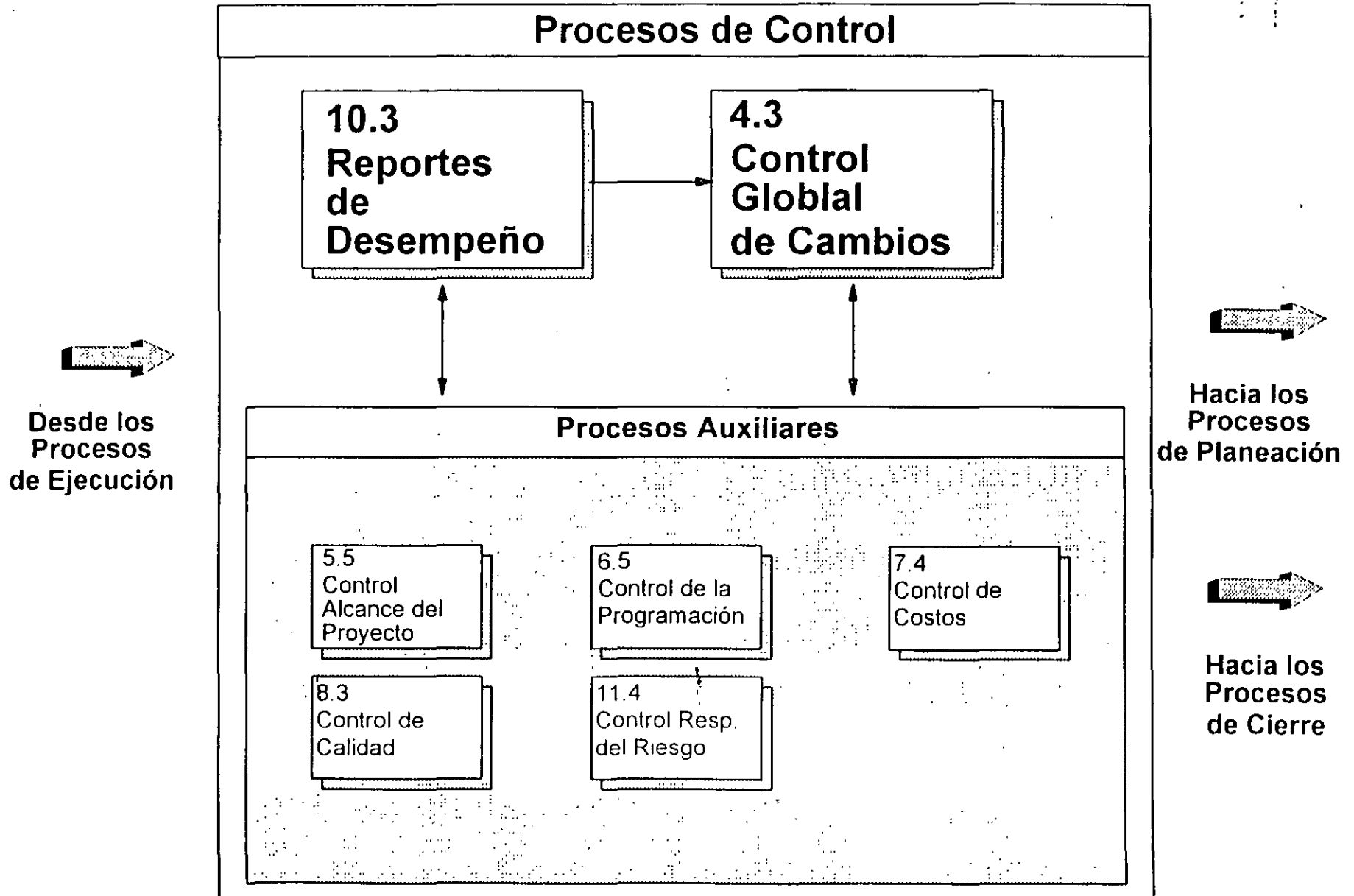


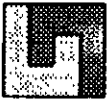
## Relaciones entre los Procesos de Ejecución





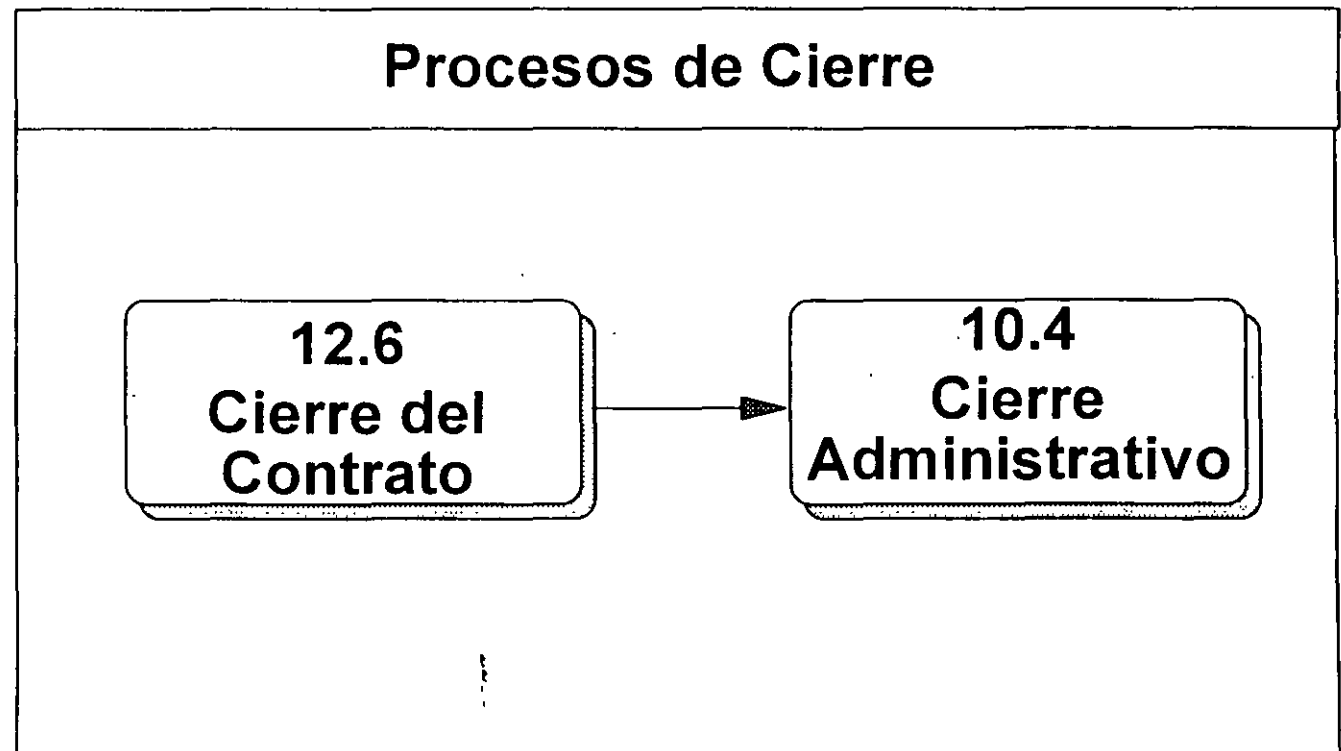
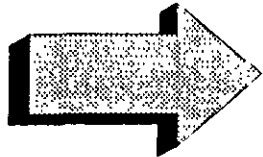
# Relaciones entre los Procesos de Control

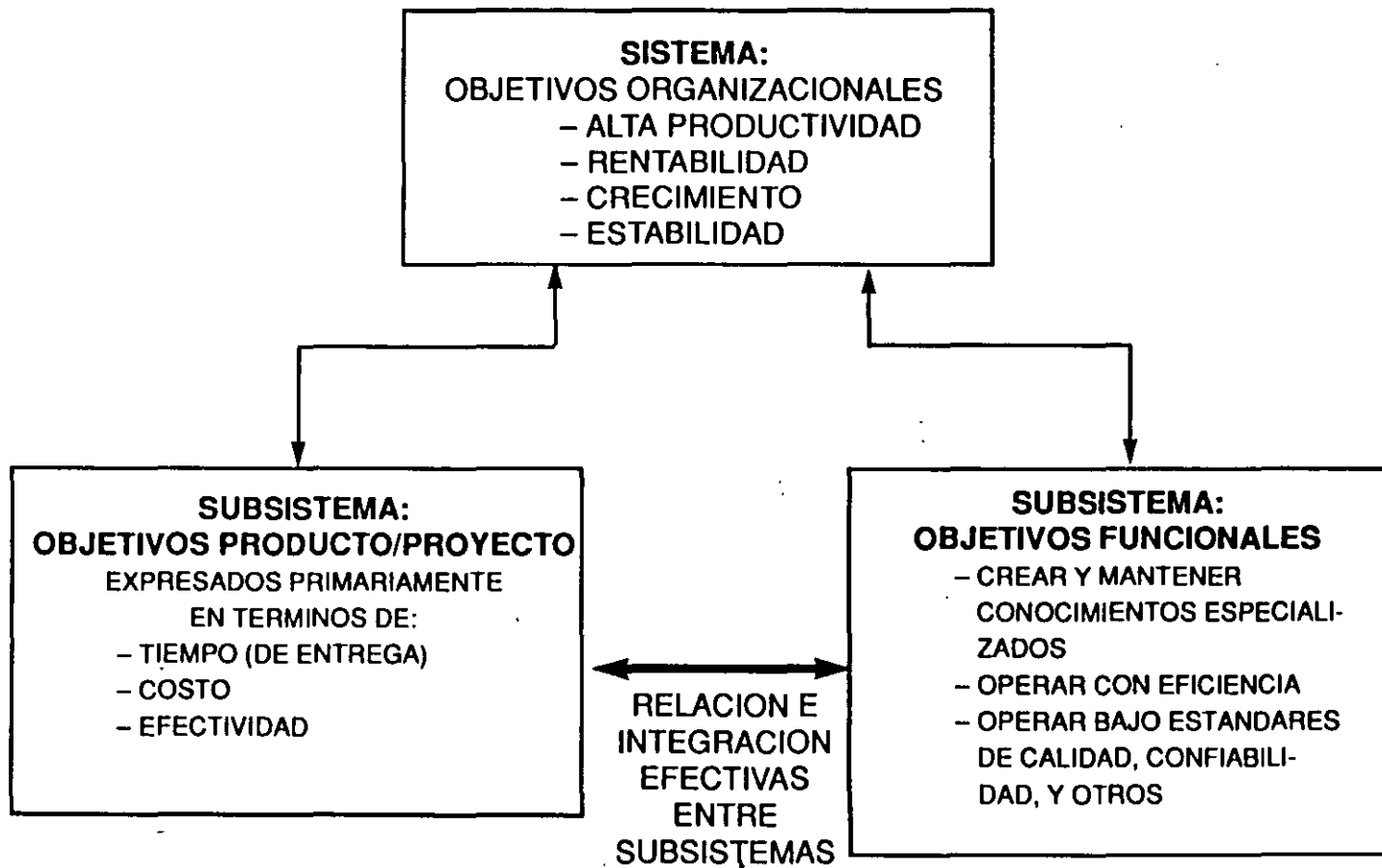




## Relaciones entre los Procesos de Cierre

Desde los  
Procesos  
de Control





*Fig. 5.4 Coordinación de proyectos en la empresa*

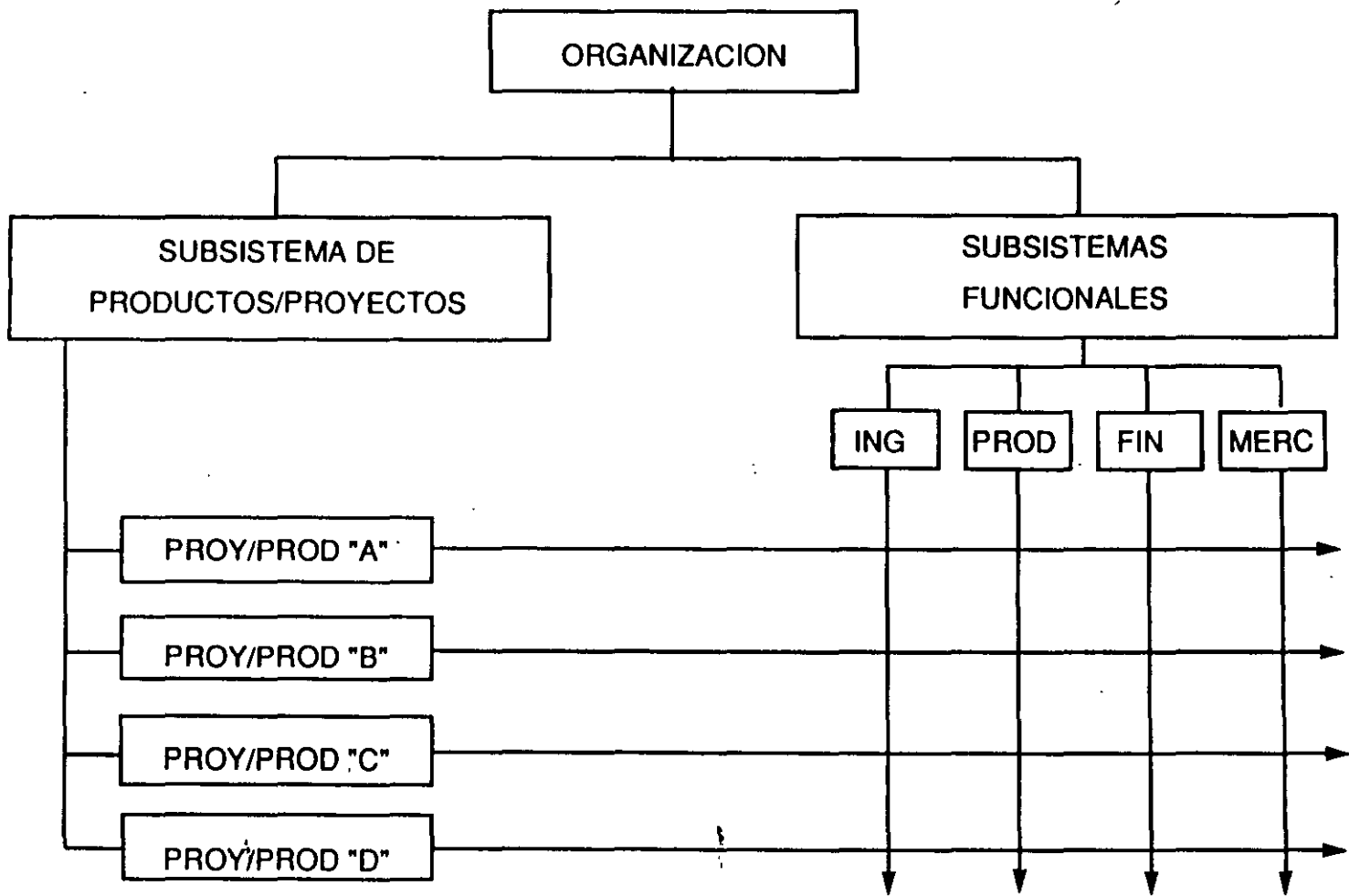
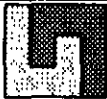


Fig. 5.3 Flujos de autoridad

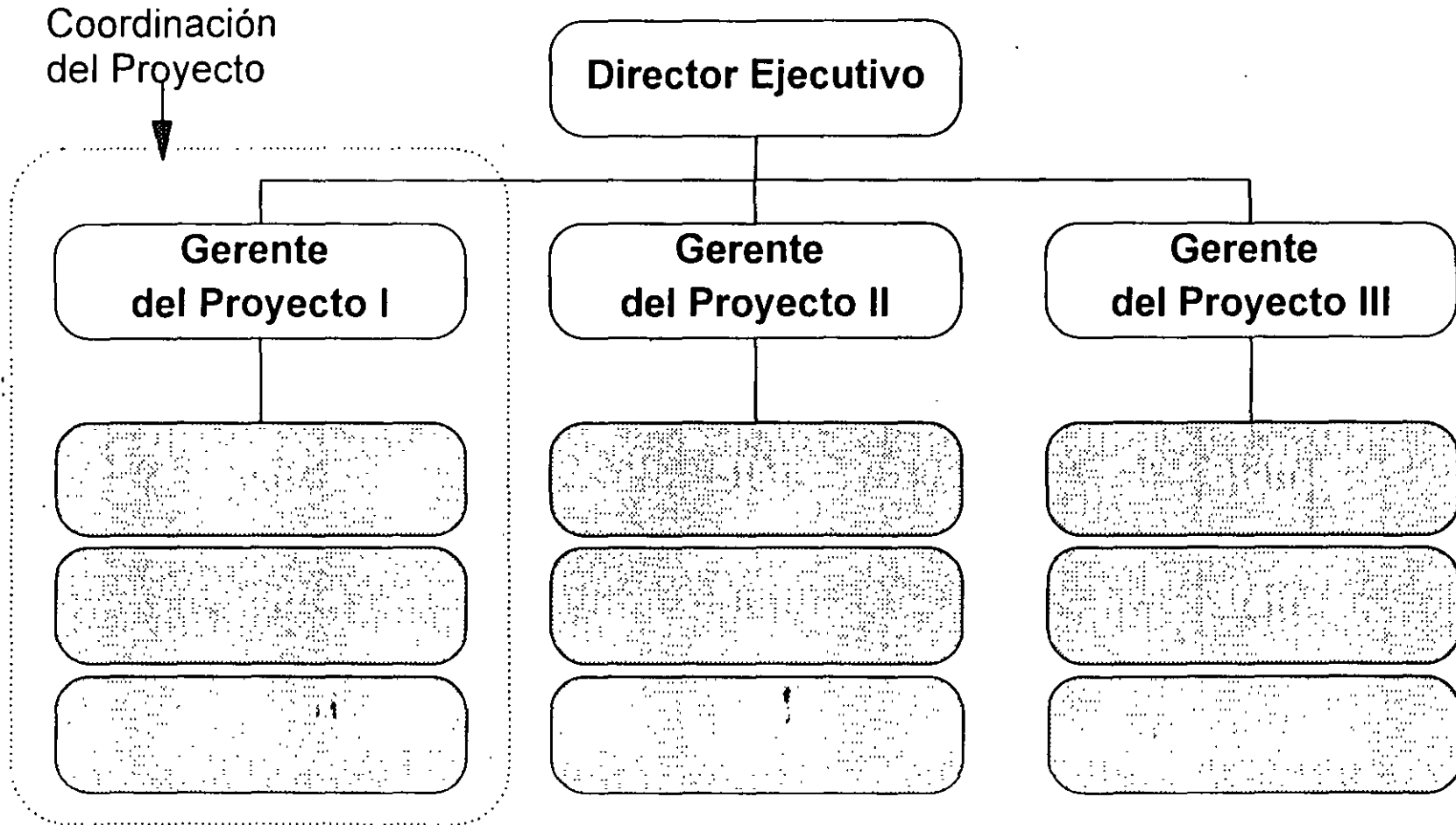
84

TIPO DE ORGANIZACION	FUNCIONAL	MATRICIAL				POR PROYECTOS
%DEL PERSONAL QUE PERMANECE EN LOS DEPARTAMENTOS FUNCIONALES	100					
	50					
	0					
ADMINISTRACION DE PROYECTOS	SIN COORDINADOR	COORDINADOR DE TIEMPO PARECIAL	COORDINADOR DE TIEMPO COMPLETO	GERENTE DE PROYECTO	OFICINA DE PROYECTO	SIN COORDINADOR
RELACIONES LATERALES	DIRECTAS	LIGA ENTRE GRUPOS DE TRABAJO		PREDOMINA AUTORIDAD POR CONOCIMIENTO		DIRECTAS

Fig 5.5 Gama de organizaciones matriciales (Adaptada de la Ref. 17).

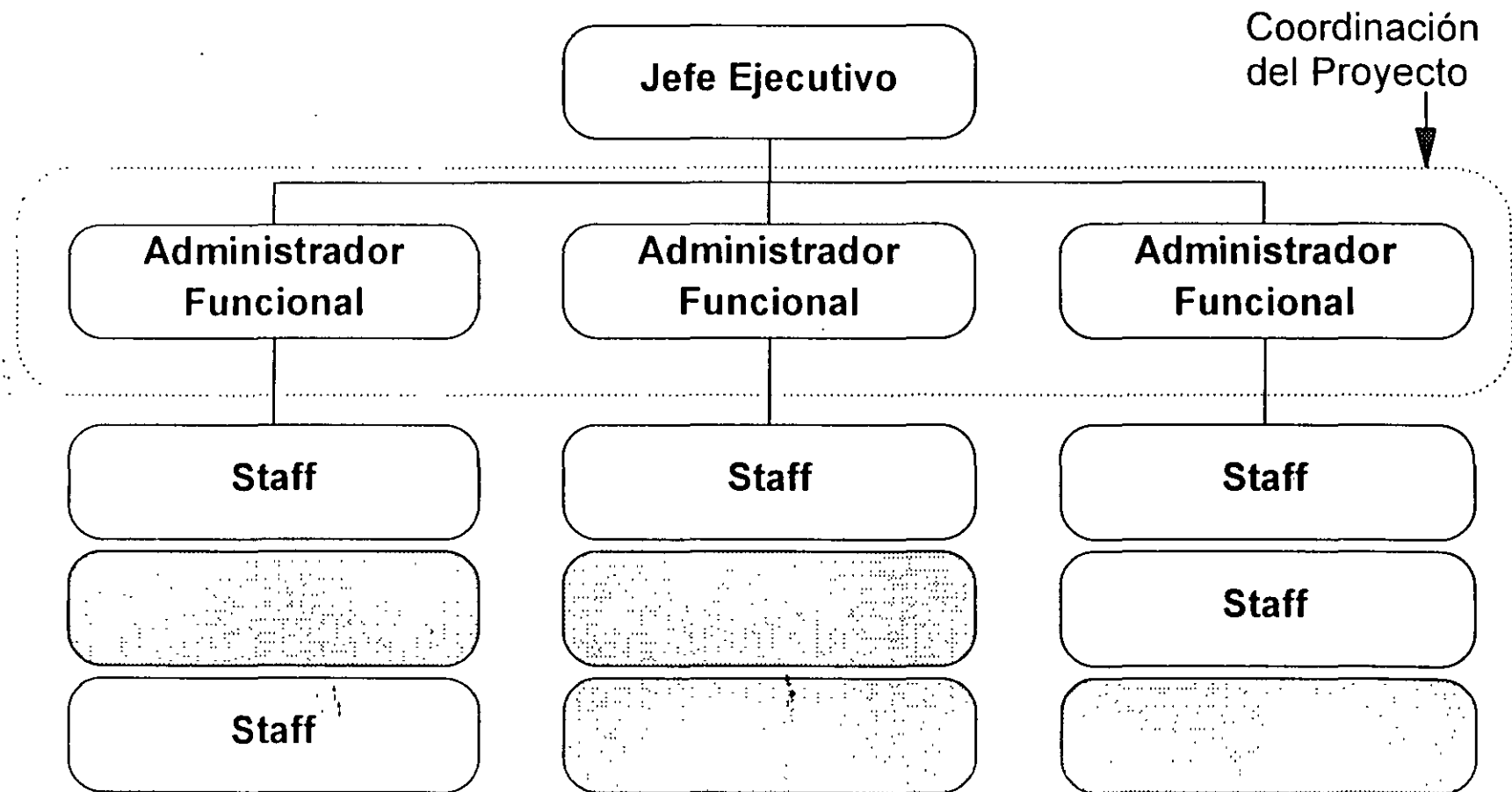


# Organización por Proyecto



(Las cajas grises representan al staff comprometido en las actividades del proyecto)

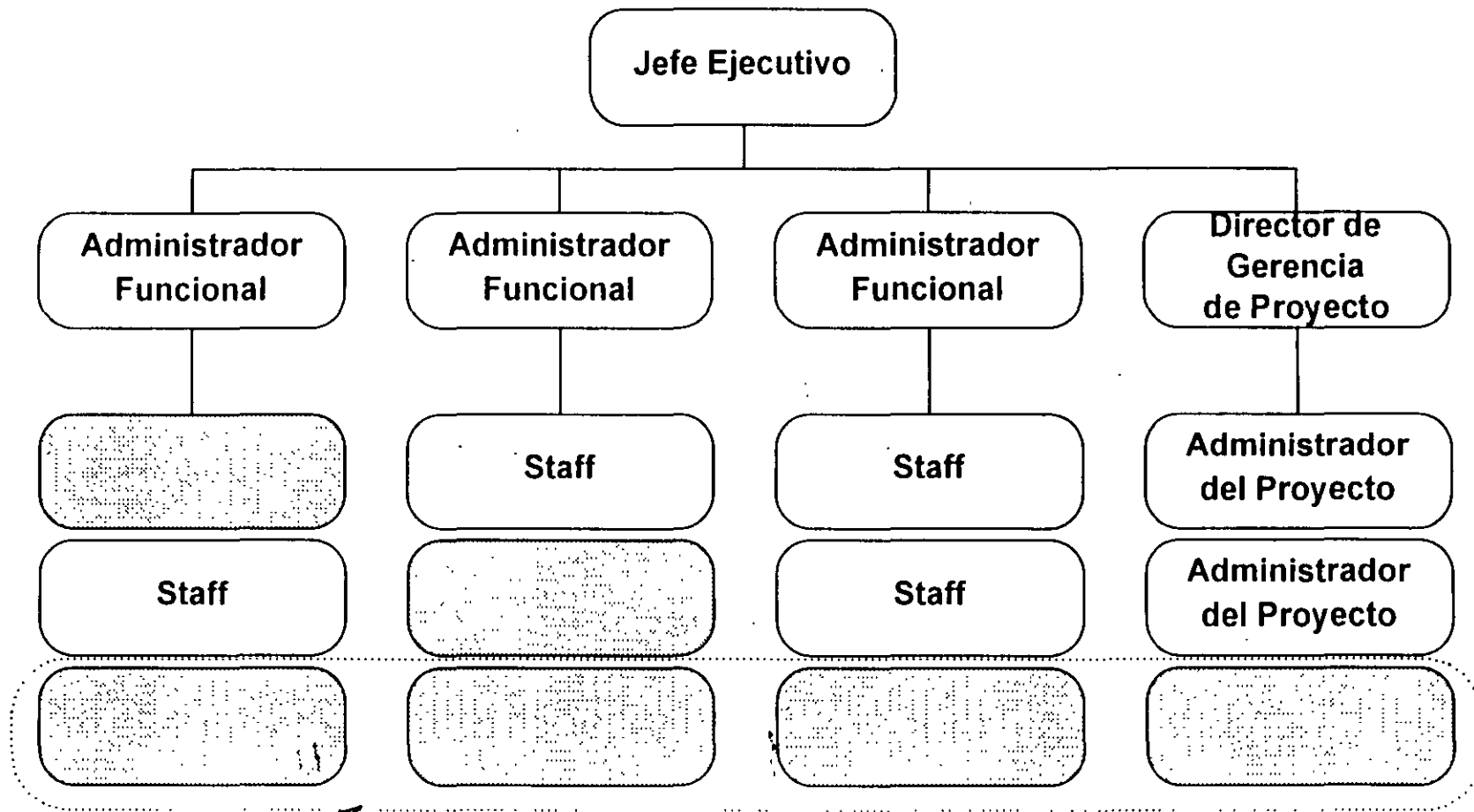
# Organización Funcional



(Las cajas grises representan al staff comprometido en las actividades del proyecto)



# Organización Matricial Fuerte



Coordinación del Proyecto

(Las cajas grises representan al staff comprometido en las actividades del proyecto)

# CARACTERISTICAS ESENCIALES

## I.- ENFOQUE SISTÉMICO

1. Visión integradora externa
2. Visión integradora interna
3. Énfasis en la planeación
4. Administración de los riesgos
5. Aseguramiento de la calidad



# CARACTERISTICAS ESENCIALES

## II.- ORGANIZACIÓN

1. Organización Matricial
2. Enfasis en la formación de Equipos
3. Administración por Equipos Autodirigidos
4. Administración de las Comunicaciones

# CARACTERISTICAS ESENCIALES

## III.- PLANEACIÓN

1. Definición del Alcance mediante la EDT y PT's.
2. Congruencia de Alcance, Programa y Presupuesto
3. Establecimiento de una Línea Base Presupuestal ( LBP )
4. Planeación de recursos con base en EDT y Programa



# CARACTERISTICAS ESENCIALES

## IV.- CONTROL

1. Concepto de Valor Devengado
2. Medición objetiva y sistemática de los avances
3. Análisis continuo de las desviaciones
4. Control sistemático de los recursos
5. Revisión continua de los pronósticos a la terminación
6. Control riguroso de los cambios del Proyecto
7. Administración de la LBP

# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## OBJETIVO BÁSICO

El papel de la gerencia de proyectos es de dirigir y administrar los procesos de cambio en la forma más efectiva.



# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## SIGNIFICADO

Es una filosofía que armoniza personas,  
procesos e información.

# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## PAPEL INTEGRADOR

Es una disciplina que trasciende estructuras organizacionales y traspasa los muros entre funciones.





# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## RESULTADO

Convierte visiones en realidades

# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## APLICACIONES

Es aplicable :

- En la sala de consejo
- En el sitio de la obra
- En el taller de Ingeniería
- En la planta de manufactura
- En la oficina administrativa



# CONCEPTOS DE BOZNAK SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS

## PERSPECTIVA

Puede dinamizar la organización; alimentar la innovación; aumentar la productividad.





# *PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE*

---

El PMI promueve :

El profesionalismo, los estándares y el planteamiento disciplinado en la administración de proyectos.



# *PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE*

---

El PMBOK - es la piedra angular del PMI

PMP - Profesional certificado en Gerencia  
de Proyectos

Red internacional



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO GERENCIA DE PROYECTOS  
ICA-DECFI, UNAM

Módulo I "Fundamentos de la Gestión de Proyectos Parte I  
25, 26 y 27 de febrero de 1999

*"Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos" y  
"Constructabilidad"*

Dr. Jorge Vanegas  
Palacio de Minería  
1999

1  
DECFI – ICA  
DIPLOMADO SOBRE GERENCIA DE PROYECTOS  
*Módulo 1: Fundamentos de la Gestión de Proyectos*

# "Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos" y "Constructabilidad"

Preparado y presentado por:

**Dr. Jorge A. Vanegas**

Profesor Asociado y Coordinador

Programa de Ingeniería y Administración de la Construcción

Colegio de Ingeniería Civil y Ambiental

Facultad de Ingeniería

y

Co-Director

Centro de Investigación de la Construcción

Facultad de Arquitectura

Instituto Tecnológico de Georgia (Georgia Tech)

Atlanta, Georgia 30332-0355

(404) 894-9881 tel. • (404) 894-5418 fax

Email: [jvanegas@ce.gatech.edu](mailto:jvanegas@ce.gatech.edu)

Febrero 26, 1999

## Resumen Biográfico

El Dr. Jorge Vanegas es el Coordinador del Programa de Gerencia, Administración, e Ingeniería de la Construcción del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental del Instituto Tecnológico de Georgia (Georgia Tech). Dentro de sus responsabilidades en este cargo, el Dr. Vanegas enseña varios cursos en diversos aspectos de la gerencia, administración, e ingeniería de la construcción a estudiantes de licenciatura, de maestría, y de doctorado. Al mismo tiempo, el Dr. Vanegas administra un activo programa de investigación. En apoyo a este programa, el Dr. Vanegas ha recibido de varias entidades gubernamentales y del sector privado, más de \$2 millones de dólares hasta la fecha, para la ejecución de varios proyectos dentro de su programa de investigación. Los resultados de estos esfuerzos están documentados en más de 60 publicaciones técnicas de las cuales el Dr. Vanegas ha sido autor o co-autor. La áreas de investigación y de publicaciones del Dr. Vanegas incluyen el desarrollo e implementación de: (1) estrategias y mecanismos integrados de diseño y construcción para el desarrollo y rehabilitación de edificaciones y sistemas de infraestructura civil; (2) estrategias, herramientas, y técnicas avanzadas para el manejo efectivo de proyectos capitales; (3) tecnologías sostenibles para el diseño y construcción de edificaciones y sistemas de infraestructura civil; (4) programas de constructibilidad y técnicas avanzadas de modularización; y (5) programas y cursos académicos de licenciatura, de maestría, de doctorado, y de educación continua.

El Dr. Vanegas actualmente también ocupa el cargo de Co-Director del Centro de Investigación de la Construcción de la Facultad de Arquitectura de Georgia Tech. Dentro de sus responsabilidades en este cargo, el Dr. Vanegas está desarrollando y ejecutando un plan estratégico para el establecimiento de una infraestructura de investigación integrada, de calidad, multidisciplinaria, e institucional para el desarrollo de soluciones técnicas y administrativas avanzadas para diseño y construcción sostenible, y para el avance del estado de la práctica de la industria de la construcción a niveles local, regional, nacional e internacional, a través de la adquisición, generación y diseminación de conocimientos básicos y aplicados.

Desde el verano de 1994 al verano de 1997, el Dr. Vanegas sirvió como Director Asociado del Centro para Tecnologías Sostenibles, a cargo de los programas educativos. En este puesto, su responsabilidad principal fue participar activamente en el apoyo de iniciativas de diseminación, intercambio de información, y transferencia de conocimientos y tecnologías, dentro y afuera de Georgia Tech, en el área de desarrollo y tecnologías sostenibles. Dentro de estas actividades, su proyecto más sobresaliente fue la implementación de un programa multidisciplinario integrado de educación e investigación para el desarrollo de un currículum académico en desarrollo y tecnologías sostenibles para la ingeniería. Este proyecto se llevó a cabo durante cuatro años, y los resultados han sido integrados a través de diversos programas educativos y de investigación de Georgia Tech.

El Dr. Vanegas es miembro activo de varias asociaciones profesionales: (a) la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineering-ASCE); (b) la Sociedad Americana para la Educación en Ingeniería (American Society for Engineering Education-ASEE); (c) el Instituto de Gerencia y Administración de Proyectos (Project Management Institute-PMI); y (d) Instituto Urbano de Tierras (Urban Land Institute-ULI). Regularmente, el Dr. Vanegas también contribuye a los programas de investigación y educación del Instituto de la Industria de la Construcción (Construction Industry Institute-CII), y participa en las actividades de sus Consejos Locales de Usuarios (Local User Councils) de la Mesa Redonda de la Industria de la Construcción (Business Roundtable-BRT). El Dr. Vanegas es invitado con frecuencia por universidades de Estados Unidos y América Latina, y por diversas organizaciones y compañías de la industria de la construcción y de otras industrias, para el desarrollo e instrucción de cursos de entrenamiento y desarrollo profesional. Igualmente, él también es miembro de varias Juntas Asesoras Externas de varios programas académicos y centros de investigación.

En reconocimiento a sus logros profesionales, el Dr. Vanegas (a) recibió un Premio Nacional al Investigador Joven de la Fundación Nacional de la Ciencia (National Science Foundation National Young Investigator Award) en 1992; (b) fue electo Presidente del Consejo de Investigación de la Construcción (Construction Research Council-CRC) de la ASCE; (c) fue el primer recipiente del Premio al Instructor Sobresaliente (Outstanding Instructor Award) del Instituto de la Industria de la Construcción (Construction Industry Institute-CII) en 1995; y (d) recibió el Premio de Actividades Interdisciplinarias Sobresalientes de Georgia Tech en 1998.

El Dr. Vanegas nació en Santafé de Bogotá, Colombia. Recibió el título de Arquitecto en 1979, en la Universidad de los Andes, Santafé de Bogotá, Colombia. Trabajó en Colombia por cuatro años, antes de radicarse en los Estados Unidos desde 1983. En 1985 recibió el título de Maestría, y en 1988 el título de Doctorado en Ingeniería Civil con especialización en Ingeniería y Administración de la Construcción, en la Universidad de Stanford, Stanford, California. Antes de aceptar un cargo como Profesor Asociado en Georgia Tech, el Dr. Vanegas fue Profesor Asistente en el Colegio de Ingeniería Civil y en la División de Ingeniería y Administración de la Construcción de la Universidad de Purdue, en Indiana.



**CURSO SOBRE ESTRUCTURA DE ORGANIZACIÓN PARA EL MANEJO DE  
PROYECTOS Y CONSTRUCTIBILIDAD  
Febrero 27, 1999**

**PREGUNTAS PARA EL EXAMEN DE EVALUACIÓN**

**DR. JORGE VANEGAS  
GEORGIA TECH**

**Instrucciones:** Para esta evaluación, por favor escoja un proyecto específico en el que usted haya estado involucrado directamente en el pasado, o en el que usted esté participando actualmente. Utilizando información real sobre este proyecto, y basándose en su propia experiencia y sus conocimientos, por favor conteste las siguientes preguntas:

**1. Relación entre la Estructura de la Organización y la Estructura de Despiece de un Proyecto (50%):**

A. Haga un esquema de la Estructura de Organización del proyecto (Organigrama). Trate de incluir el mayor nivel de detalle que sea posible.

B. Haga un análisis de esta organización por:

- Tipo: qué tipo de organización es? (funcional, proyecto, o matriz); pp. S3-2 – S3-5
- Elemento: cuáles son sus elementos principales? (qué, quién, cómo, con qué, dónde, cuándo); que p S2-14
- Papel: qué papel juega cada elemento? p. S2-13

C. Qué Procesos de Administración están apoyados por esta organización? P S2-15

En su respuesta, por favor sea tan específico como pueda en vincular elementos específicos a procesos de administración específicos.

D. Utilizando el concepto de desglose (página S2-8) discutido en clase, por favor describa este proyecto utilizando un esquema narrativo organizado por:

- Estructura de Despiece de Proyecto (Project Breakdown Structure).
- Estructura de Despiece de Trabajo (Work Breakdown Structure) Funcional y por Sistemas Constructivos.

E. Haga un análisis de qué tan adecuada es la estructura de organización de este proyecto y los procesos de administración apoyados por ella, a la estructura de despiece de proyecto y de trabajo del proyecto. En esta respuesta, asigne el siguiente nivel de adecuación, y justifique su respuesta:

Excelente \_\_\_\_\_ Muy Bueno \_\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_

- Justifique su respuesta.
- Qué modificaciones propondría a la estructura de organización de este proyecto y/o a los procesos de administración para mejorar su efectividad, eficiencia, o eficacia? Por qué?

## 2. Programa de Constructibilidad (50%):

- A. De los conceptos de constructibilidad discutidos en el curso (pp. S5-1 – S5-4), cuáles son los que en su opinión son los más aplicables a este proyecto? Provea ejemplos específicos en la medida que sea posible.
- B. Discuta 5 conceptos de constructibilidad (no incluidos en los 17 presentados en el curso), que sean específicos de ICA en este proyecto, o en general, de la industria de la construcción mexicana.
- C. Discuta 5 lecciones aprendidas en este proyecto, o en su experiencia profesional en otros proyectos. Por qué serían estas lecciones de interés o de importancia a otros colegas suyos dentro de la empresa?
- D. Discuta 5 barreras u obstáculos dentro de ICA para el establecimiento de un programa de constructibilidad. Que estrategias propondría usted para eliminar estas barreras u obstáculos?
- E. Discuta 5 beneficios para ICA que traería el establecimiento de un programa de constructibilidad.

## Objetivos del Curso

### General

- Proveer un *foro* para el intercambio entre los participantes del curso, de ideas y experiencias sobre la estructura de la organización para el manejo de proyectos de construcción, y sobre la aplicación de constructabilidad en proyectos de construcción.

### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos

- Proveer un *marco conceptual global* de la estructura de organización que se requiere para el manejo efectivo y eficiente de proyectos de construcción.
- Presentar *conceptos fundamentales* de organización de proyectos de construcción.
- Explorar las *características e implicaciones* de los diferentes tipos de organizaciones.
- Discutir *estrategias de integración*.

### Constructabilidad

- Proveer un *marco conceptual global* para la aplicación de conceptos de constructabilidad en proyectos de construcción.
- Presentar *conceptos fundamentales* de constructabilidad.
- Discutir el *mapa de aplicación* de estos conceptos a nivel de oficina central y a nivel de obra.
- Explorar diferentes *herramientas* para la aplicación de constructabilidad en proyectos de construcción, específicamente, la ingeniería de valor y la aplicación de lecciones aprendidas.

## Indice

• <u>Resumen Biográfico</u> .....	i
• <u>Objetivos del Curso</u> .....	ii
• <u>Indice</u> .....	ii
• <u>Agenda para el Curso</u> .....	iv
• <u>Sesión 1:</u> .....	S1-1
– Introducción al Curso	
• <u>Sesión 2:</u> .....	S2-1
– Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos (I)	
• <u>Sesión 3:</u> .....	S3-1
– Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos (II)	
• <u>Sesión 4:</u> .....	S4-1
– Constructabilidad (I)	
• <u>Sesión 5:</u> .....	S5-1
– Constructabilidad (II)	

## Agenda del Curso (8 hrs.)

---

### *Inauguración del Curso*

---

- **Sesión 1:**
  - Introducción al Curso
- **Sesión 2:**
  - Marco Conceptual y Conceptos Fundamentales de la Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos de Construcción

---

### *Receso (15 minutos)*

---

- **Sesión 3:**
  - Características e Implicaciones de los Diferentes Tipos de Organizaciones, y Estrategias de Integración

---

### *Comida (60 minutos)*

---

- **Sesión 4:**
  - Marco Conceptual y Mapa para la Aplicación e Implantación de Constructabilidad a Nivel de Empresa y de Proyecto de Construcción

---

### *Receso (15 minutos)*

---

- **Sesión 5:**
  - Conceptos y Herramientas para la Aplicación de Constructabilidad en Proyectos de Construcción

---

### *Clausura del Curso*

---

# Sesión 1

## Introducción al Curso

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

*"Estructura de la Organización  
para el Manejo de Proyectos"  
y  
"Constructabilidad"*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Objetivos del Curso**  
(General)

- Proveer un **foro para el intercambio** entre los participantes del curso, **de ideas y experiencias** sobre la estructura de la organización para el manejo de proyectos de construcción, y sobre la aplicación de constructabilidad en proyectos de construcción.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Objetivos del Curso**  
(Sesiones 2 & 3)

- Proveer un **marco conceptual global** de la estructura de organización que se requiere para el manejo efectivo y eficiente de proyectos de construcción.
- Presentar **conceptos fundamentales** de organización de proyectos de construcción.
- Explorar las **características e implicaciones** de los diferentes tipos de organizaciones.
- Discutir **estrategias de integración**.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

**Objetivos del Curso**  
(Sesiones 4 & 5)

- Proveer un **marco conceptual global** para la aplicación de conceptos de constructabilidad en proyectos de construcción.
- Presentar **conceptos fundamentales** de constructabilidad.
- Discutir el **mapa de aplicación** de estos conceptos a nivel de oficina central y a nivel de obra.
- Explorar diferentes **herramientas** para la aplicación de constructabilidad en proyectos de construcción, específicamente, la ingeniería de valor y la aplicación de lecciones aprendidas.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Agenda del Curso**

- **Sesión 1:**
  - Introducción al Curso
- **Sesión 2:**
  - Marco Conceptual y Conceptos Fundamentales de la Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos de Construcción

>>> *Receso (15 minutos)*

- **Sesión 3:**
  - Características e Implicaciones de los Diferentes Tipos de Organizaciones, y Estrategias de Integración

>>> *Comida (60 minutos)*

---

---

---

---

---

---

---

---

**Agenda del Curso (cont.)**

- **Sesión 4:**
  - Marco Conceptual y Mapa para la Aplicación e Implantación de Constructabilidad a Nivel de Empresa y de Proyecto de Construcción

>>> *Receso (15 minutos)*

- **Sesión 5:**
  - Conceptos y Herramientas para la Aplicación de Constructabilidad en Proyectos de Construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Referencias Bibliográficas**

- Este curso está basado en material desarrollado por el Dr. Jorge Vanegas dentro de su programa de investigación/educación, y en material seleccionado y adaptado de las siguientes publicaciones:
  - Professional Construction Management
    - Libro por Donald S. Barrie & Boyd C. Paulson: McGraw-Hill
  - Project Management Body of Knowledge
    - Publicación del Project Management Institute
  - Project Management Education Module
    - Módulo de Educación Continua desarrollado para la Siemens
  - Constructability Implementation Guide
    - Publicación 34-1 del Construction Industry Institute
  - Constructability Education Module
    - Módulo de Educación Continua desarrollado para la NASA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

« Blank »

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

« Blank »

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## **Sesión 2**

# Marco Conceptual y Conceptos Fundamentales de la Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos de Construcción

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

Sesión 2  
Marco Conceptual y Conceptos  
Fundamentales de la Estructura de la  
Organización para el Manejo de  
Proyectos de Construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Definiciones Básicas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Definiciones Básicas**

- Operaciones vs. Proyectos
  - ambos son:
    - ◆ ejecutados por personas
    - ◆ restringidos por recursos limitados
    - ◆ planeados, ejecutados, controlados
  - difieren en que:
    - ◆ las operaciones son continuas y repetitivas
    - ◆ los proyectos son temporales y únicos
- Características básicas de un proyecto:
  - por ser temporal se tiene un comienzo y final
  - por ser único se tiene una elaboración progresiva del comienzo hasta el final

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Definiciones Básicas (cont.)**

- **Administración de Proyectos**
  - aplicación de conocimientos, experiencias, habilidades, herramientas, y técnicas a todas las actividades de un proyecto, para alcanzar o exceder las necesidades y expectativas de todos los participantes en el proyecto
- **Contexto vs. Procesos:**
  - el ambiente global que rodea a la administración de la ejecución del proyecto
  - los procesos específicos de administración del proyecto, y las interacciones entre ellos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Definiciones Básicas (cont.)**

- **Efectividad vs. Eficiencia vs. Eficacia**
  - hacer lo correcto...
  - hacer correctamente...
  - hacer lo correcto, correctamente...
- **La Organización juega varios papeles:**
  - respuesta a las necesidades de la empresa a nivel de operaciones y a nivel de proyectos...
  - infraestructura para la administración de proyectos...
  - respuesta al contexto global del proyecto...
  - apoyo a procesos específicos de administración...
  - mecanismo para la eficacia...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Definiciones Básicas (cont.)**

- **Tipos de Procesos de Administración:**
  - administración de la integración
  - administración de objetivos y alcance de trabajo
  - administración de riesgos
  - administración de procuración y suministros
  - administración de costos y tiempos
  - administración de recursos humanos, materiales y equipos
  - administración de calidad y seguridad
  - administración de comunicaciones

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

Marco Conceptual de la Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos de Construcción

---

---

---

---

---

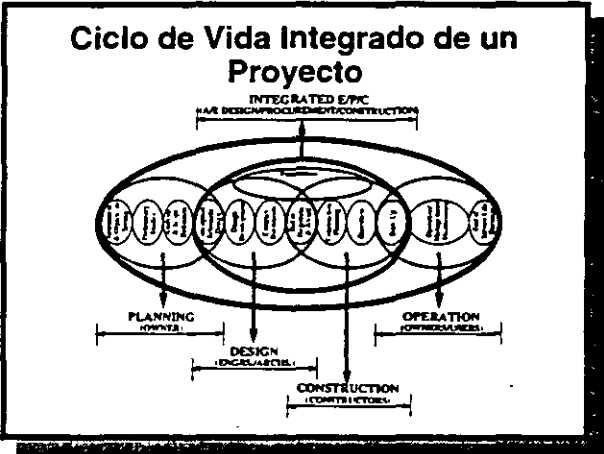
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ciclo de Vida Integrado

- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función de:
  - los niveles de integración deseados - de total a parcial
  - la necesidad de reducción del ciclo de tiempo total del proyecto, o del ciclo de tiempo de etapas específicas

---

---

---

---

---

---

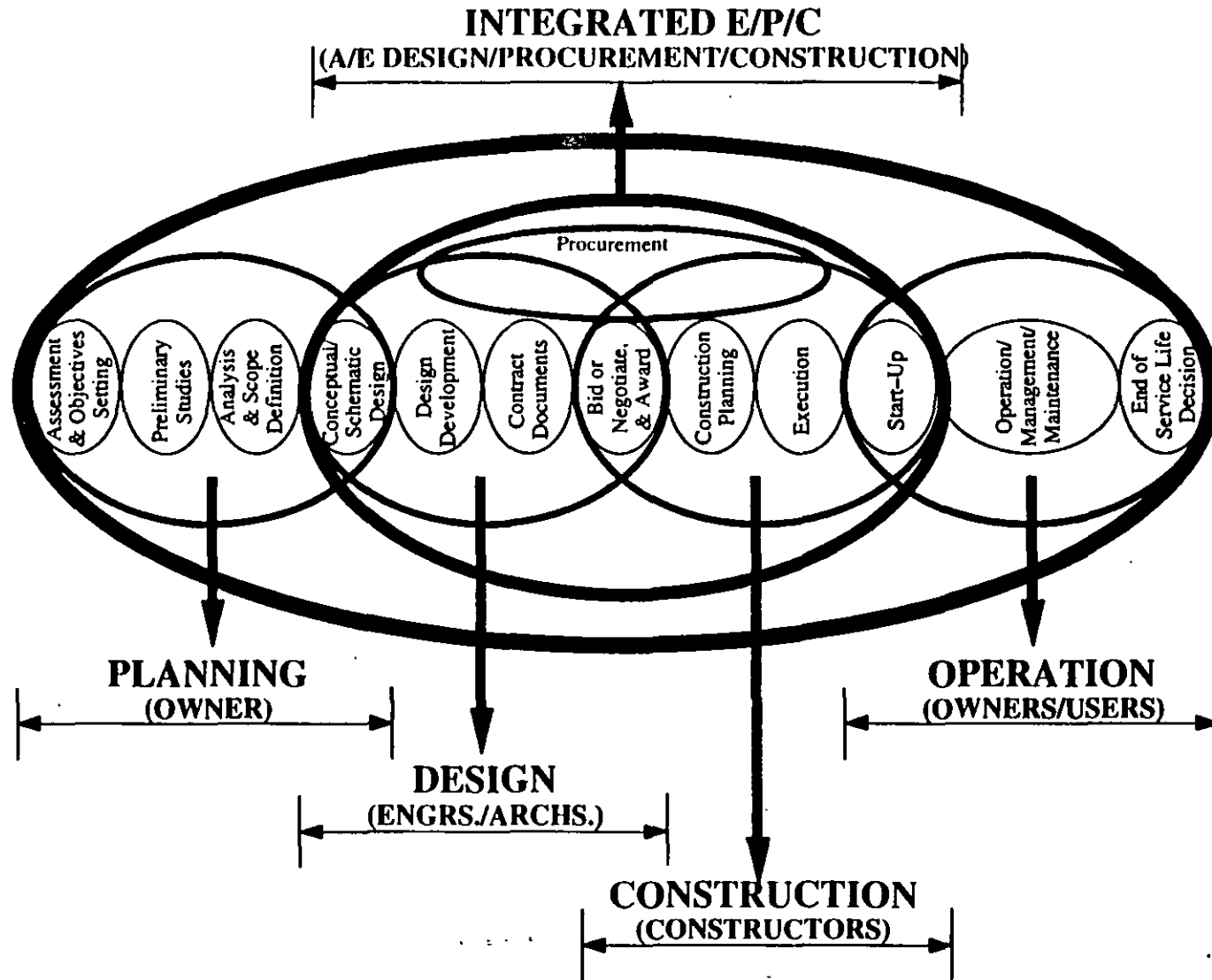
---

---

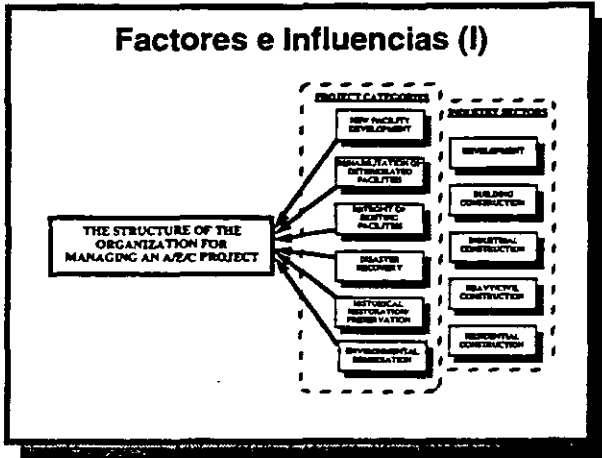
---

---

# Ciclo de Vida Integrado de un Proyecto



### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad




---

---

---

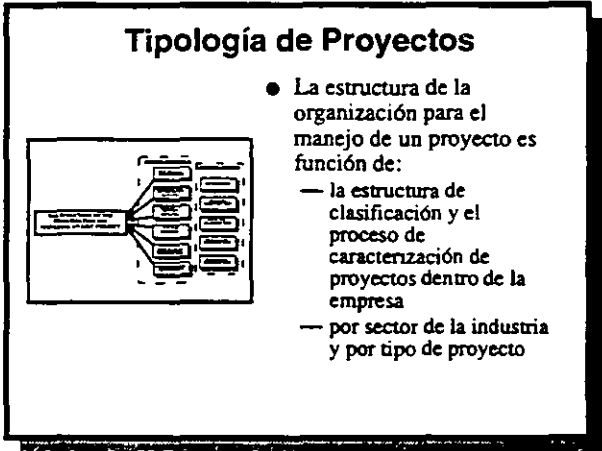
---

---

---

---

---




---

---

---

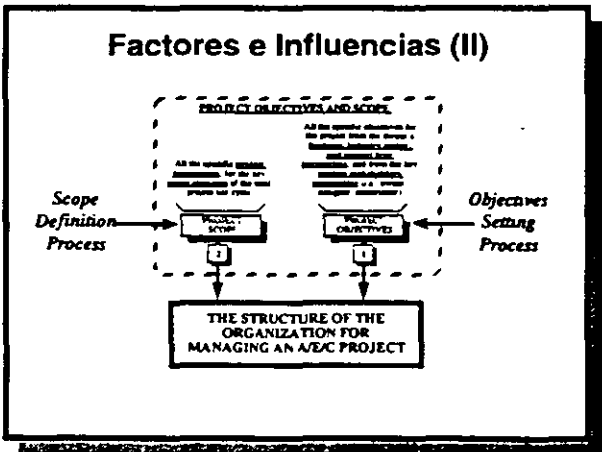
---

---

---

---

---




---

---

---

---

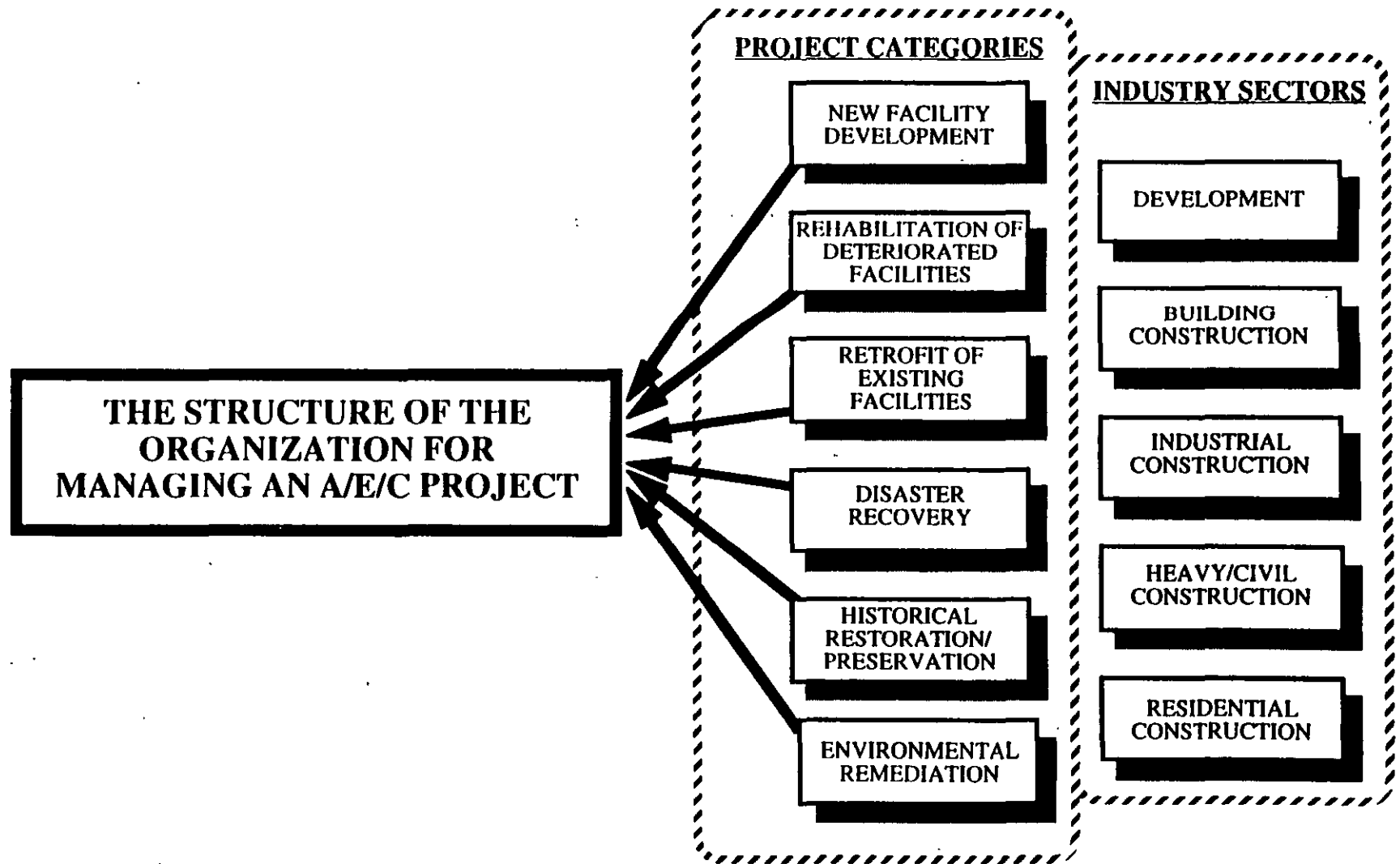
---

---

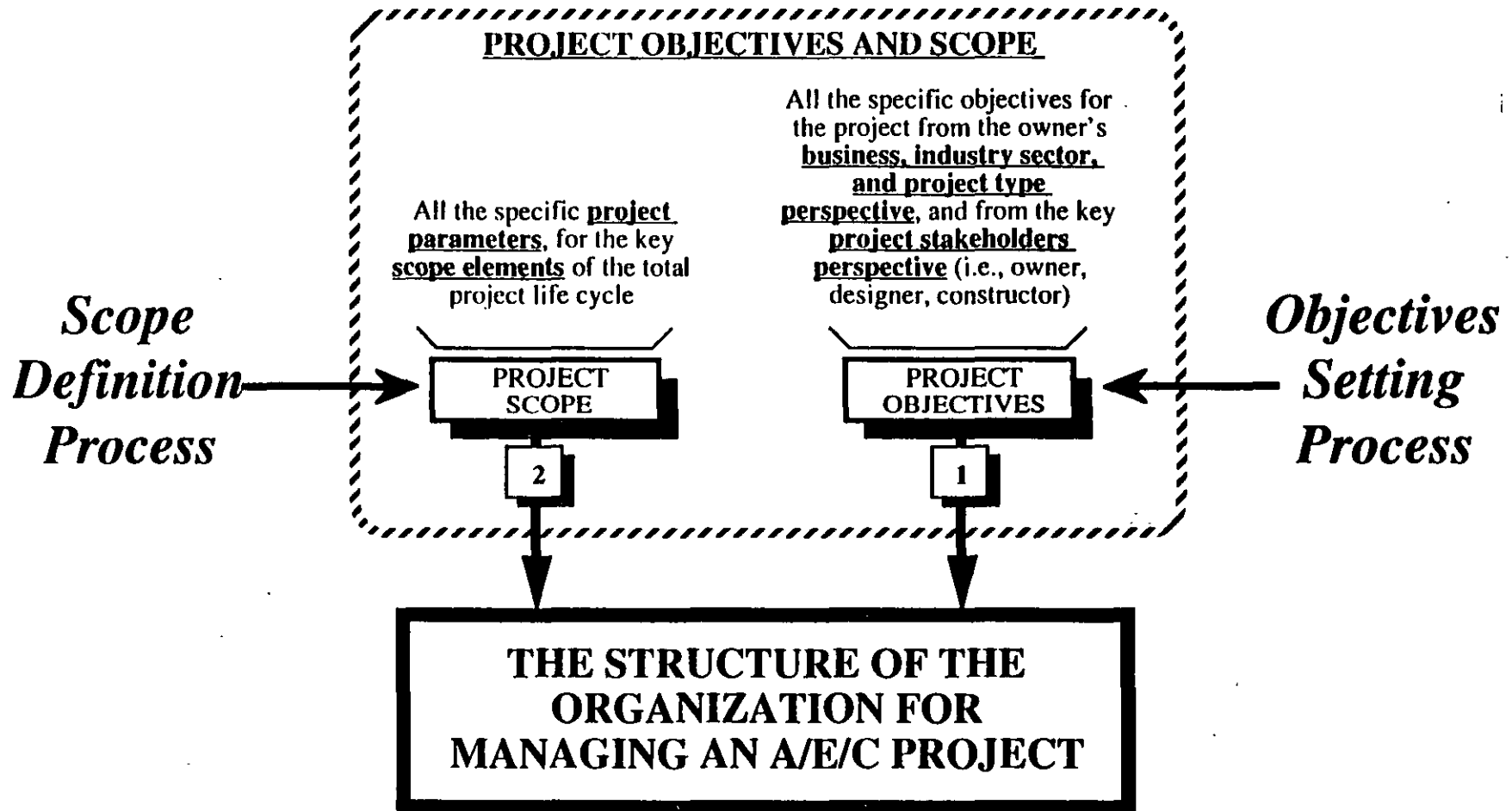
---

---

# Factores e Influencias (I)



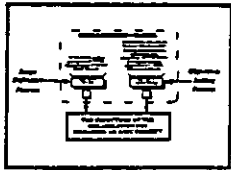
# Factores e Influencias (II)





### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

#### Objetivos y Alcance



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función de los resultados del:
  - proceso de definición de objetivos
  - proceso de definición del alcance del proyecto

---

---

---

---

---

---

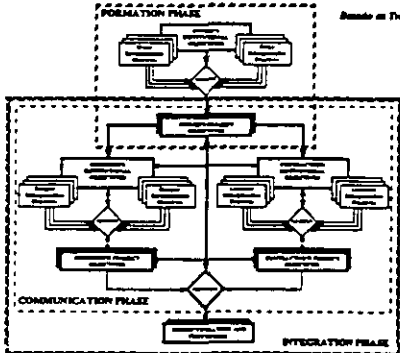
---

---

---

---

#### Definición de Objetivos



Basado en Trabajo del CII

---

---

---

---

---

---

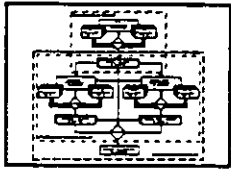
---

---

---

---

#### Objetivos



- El proceso de definición de objetivos requiere:
  - identificación de todos los participantes en el proyecto
  - alineación de los diferentes objetivos de cada suborganización dentro de la organización
  - tres etapas:
    - formación
    - comunicación
    - ◆ integración

---

---

---

---

---

---

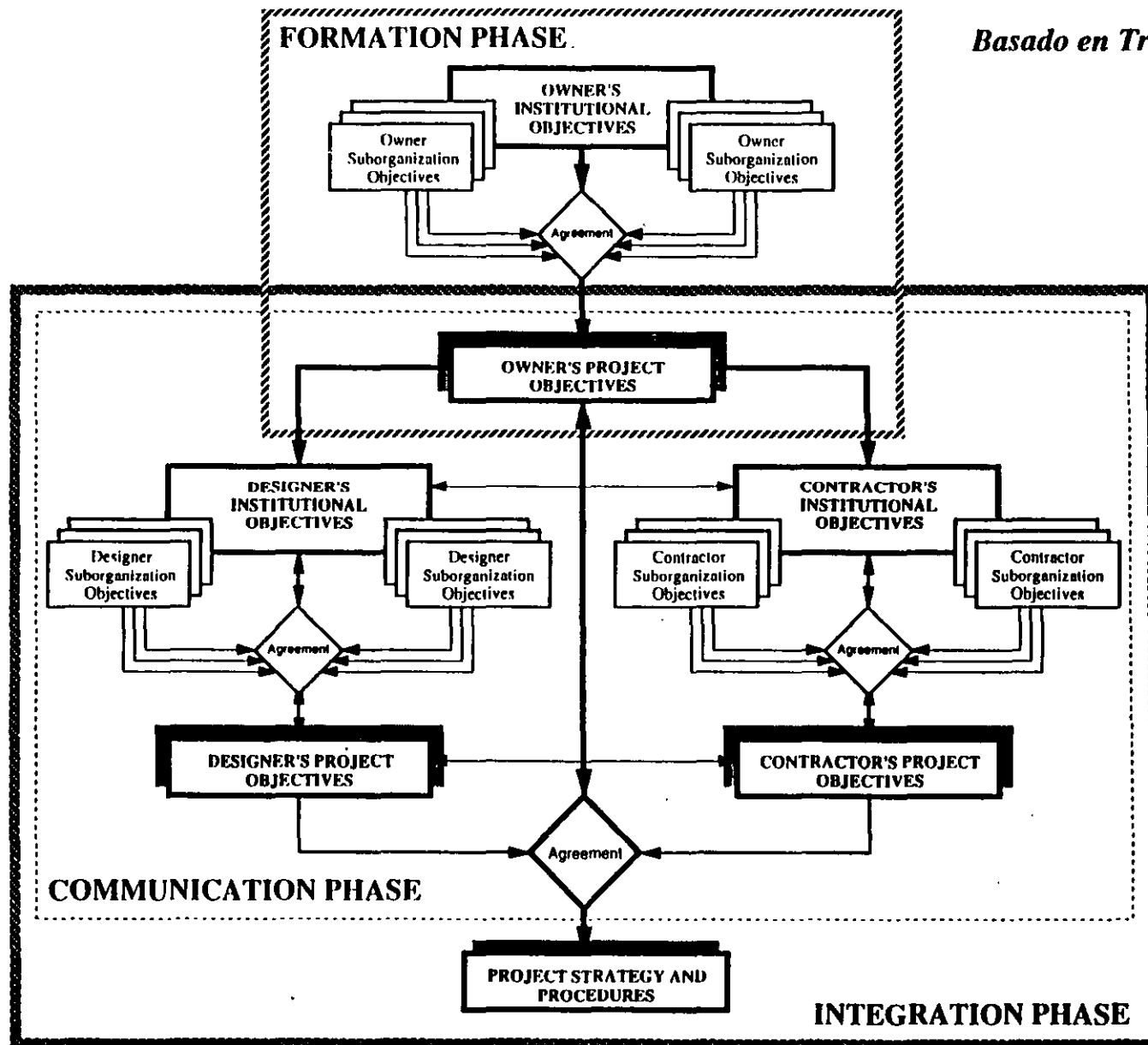
---

---

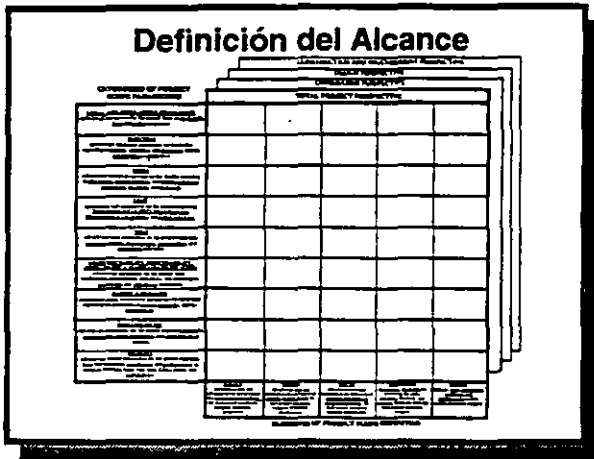
---

---

# Definición de Objetivos



### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad



---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

#### Alcance



- El proceso de definición del alcance requiere definición de:
  - las categorías de los parámetros principales del alcance
  - los elementos principales del alcance
  - cuatro perspectivas:
    - ◆ total del proyecto
    - ◆ cliente/usuarios
    - ◆ equipo de diseño
    - ◆ equipo de construcción y procuración

---

---

---

---

---

---

---

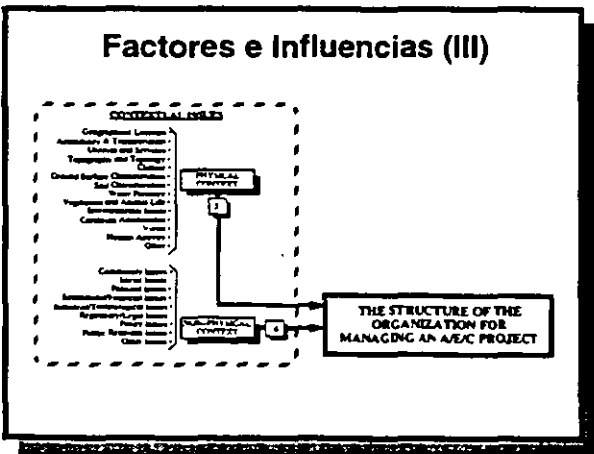
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

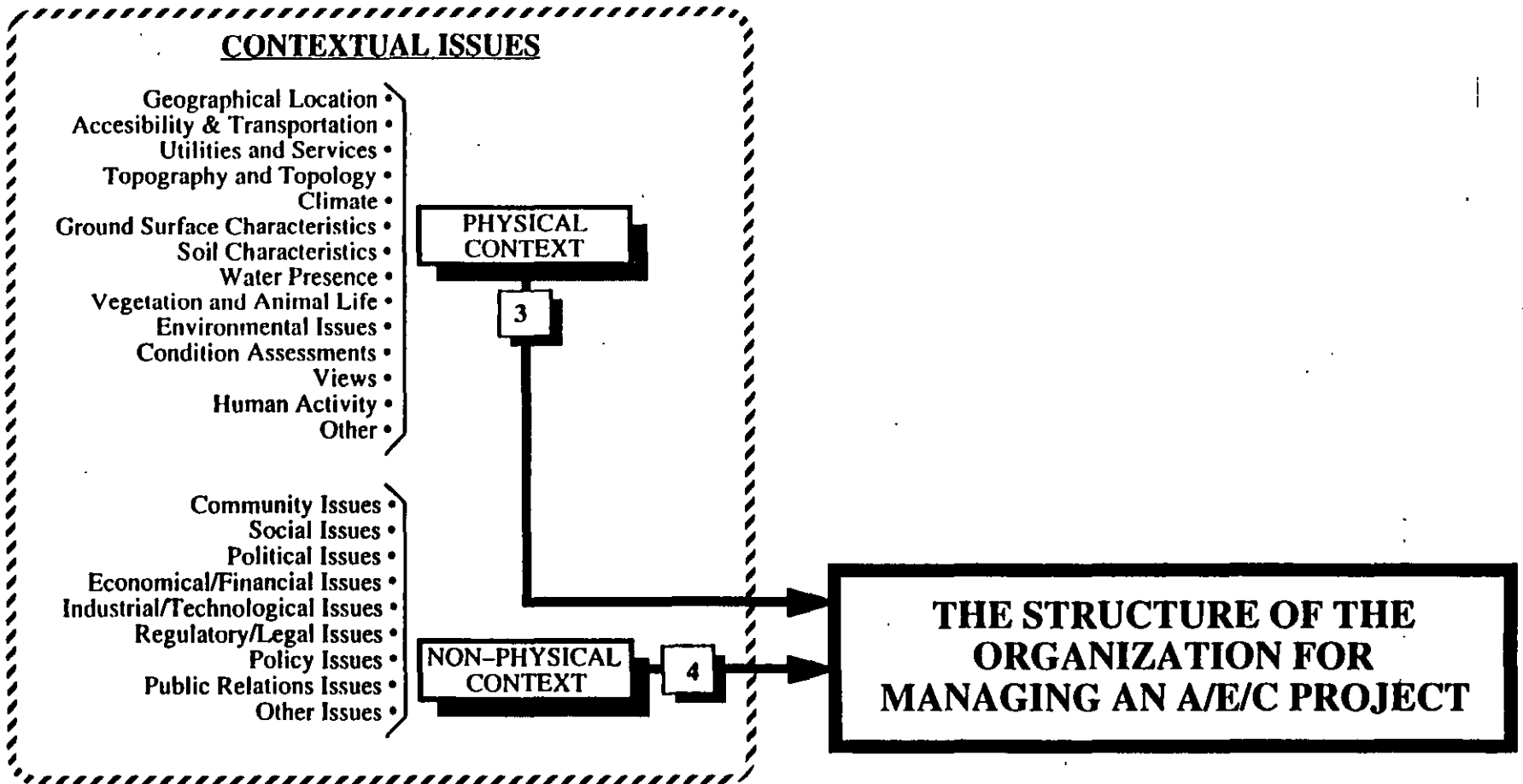
---

# Definición del Alcance

CATEGORIES OF PROJECT SCOPE PARAMETERS	CONSTRUCTION AND PROCUREMENT PERSPECTIVE				
	DESIGN PERSPECTIVE				
	OWNER/USER PERSPECTIVE				
	TOTAL PROJECT PERSPECTIVE				
<b>LEGAL AND REGULATORY COMPLIANCE</b> All relevant parameters for the project from an applicable <u>laws</u> and <u>codes</u> perspective					
<b>FUNCTION</b> All relevant functional parameters for the facility regarding its <u>people</u> , <u>activities</u> , and <u>processes</u> , and the <u>relationships</u> among them					
<b>FORM</b> All relevant formal parameters for the facility regarding its <u>site layout</u> , <u>spatial solution</u> , and <u>building systems</u> <u>equipment</u> , <u>products</u> , and <u>materials</u>					
<b>COST</b> All relevant cost parameters for the project regarding <u>Total Installed Cost (TIC)</u> , <u>Operations and Maintenance Costs (O&amp;M)</u> , and <u>Life Cycle Cost</u>					
<b>TIME</b> All relevant time parameters for the project regarding <u>planning</u> , <u>design</u> , <u>procurement</u> , <u>construction</u> , and <u>operations</u> schedules					
<b>CONSTRUCTABILITY, PROCURABILITY, OPERABILITY &amp; MAINTAINABILITY (CMO)</b> All relevant parameters for the project from a construction, procurement, operations, and maintenance <u>knowledge</u> and <u>experience</u> perspective					
<b>SAFETY &amp; SECURITY</b> All relevant safety and security parameters for the project regarding the protection of <u>people</u> , <u>property</u> , and the <u>environment</u>					
<b>SUSTAINABILITY</b> All relevant parameters for the project regarding <u>resource consumption</u> , <u>waste generation</u> , and <u>environmental impact</u>					
<b>QUALITY</b> All relevant quality parameters for the project regarding legal and regulatory <u>compliance</u> , and <u>performance</u> in terms of function, form, cost, time, CMO, safety, and sustainability					
	<b>GOALS</b> All relevant data and information for definition of the <u>owner/user objectives</u> for each project parameter category (primarily qualitative)	<b>NEEDS</b> All relevant data and information for definition of <u>specific requirements</u> for each project parameter category (primarily quantitative)	<b>FACTS</b> All relevant data and information for definition of <u>internal and external context constraints</u> for each project parameter category (constraints)	<b>CONCEPTS</b> Preliminary strategies for achieving the goals, satisfying the needs, and working within the facts for each project parameter category	<b>ISSUES</b> Specific areas of potential <u>problems</u> and <u>opportunities</u> in each project parameter category

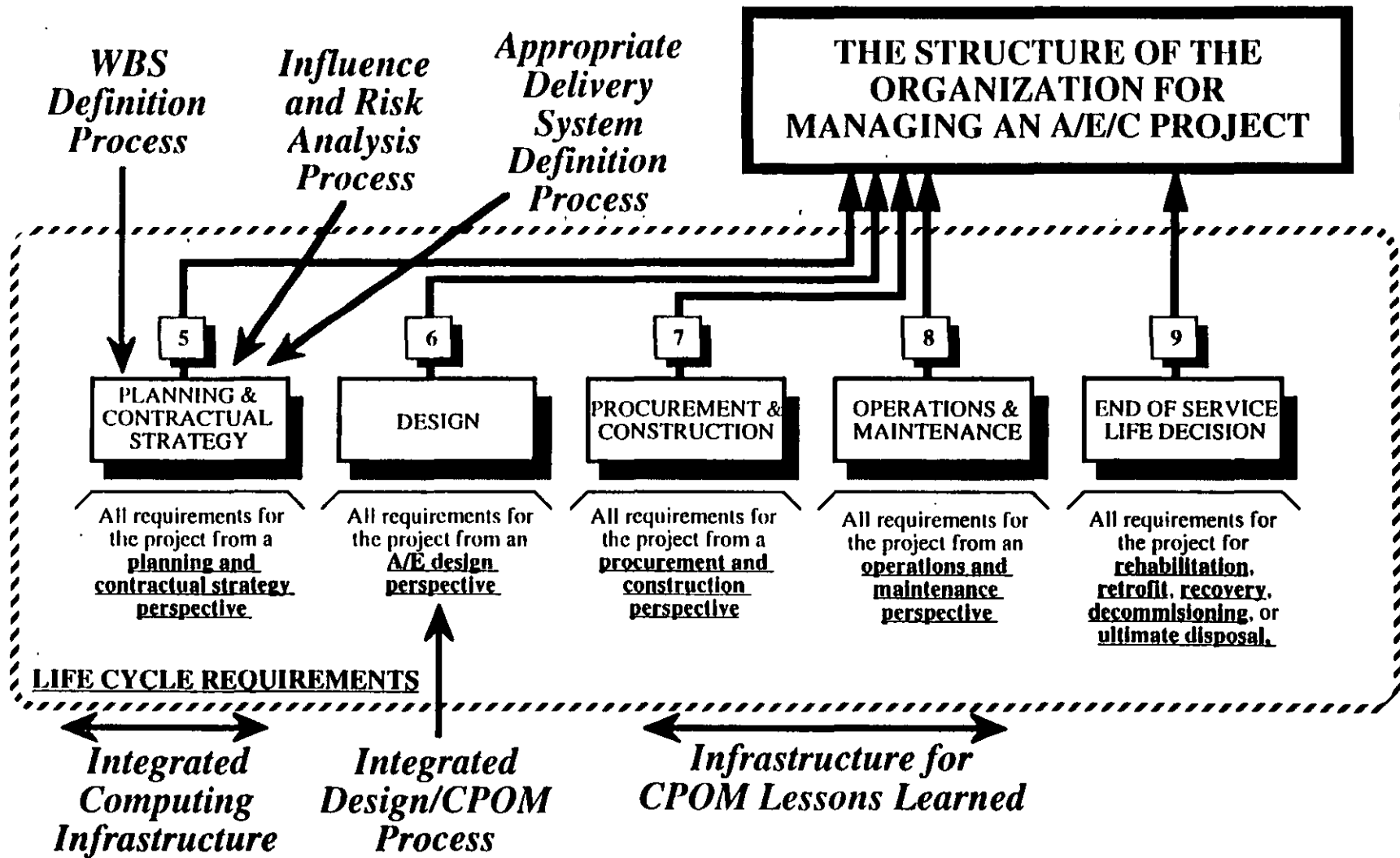
ELEMENTS OF PROJECT SCOPE DEFINITION

# Factores e Influencias (III)



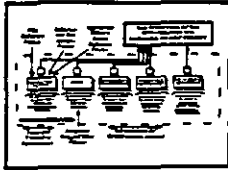


# Factores e Influencias (IV)



### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

#### Ciclo de Vida (cont.)



- Los procesos especiales incluyen los procesos de:
  - definición de los tipos de desglose del proyecto
  - análisis de influencias y riesgos
  - definición del sistema de entrega del proyecto
  - integración en el diseño de constructabilidad, procurabilidad, operabilidad y mantenibilidad

---

---

---

---

---

---

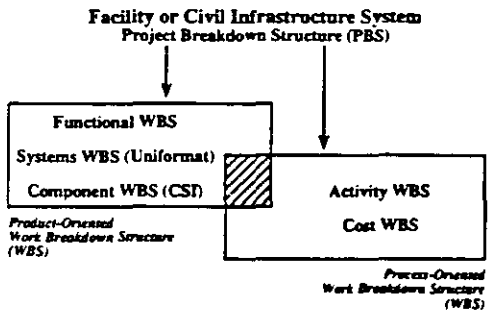
---

---

---

---

#### Tipos de Desglose



---

---

---

---

---

---

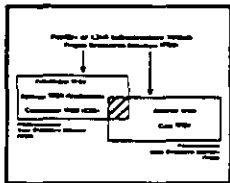
---

---

---

---

#### Desglose



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función de:
  - la estructura de desglose del proyecto total
  - la estructura de desglose del proyecto desde el punto de vista de:
    - ◆ producto
    - ◆ proceso

---

---

---

---

---

---

---

---

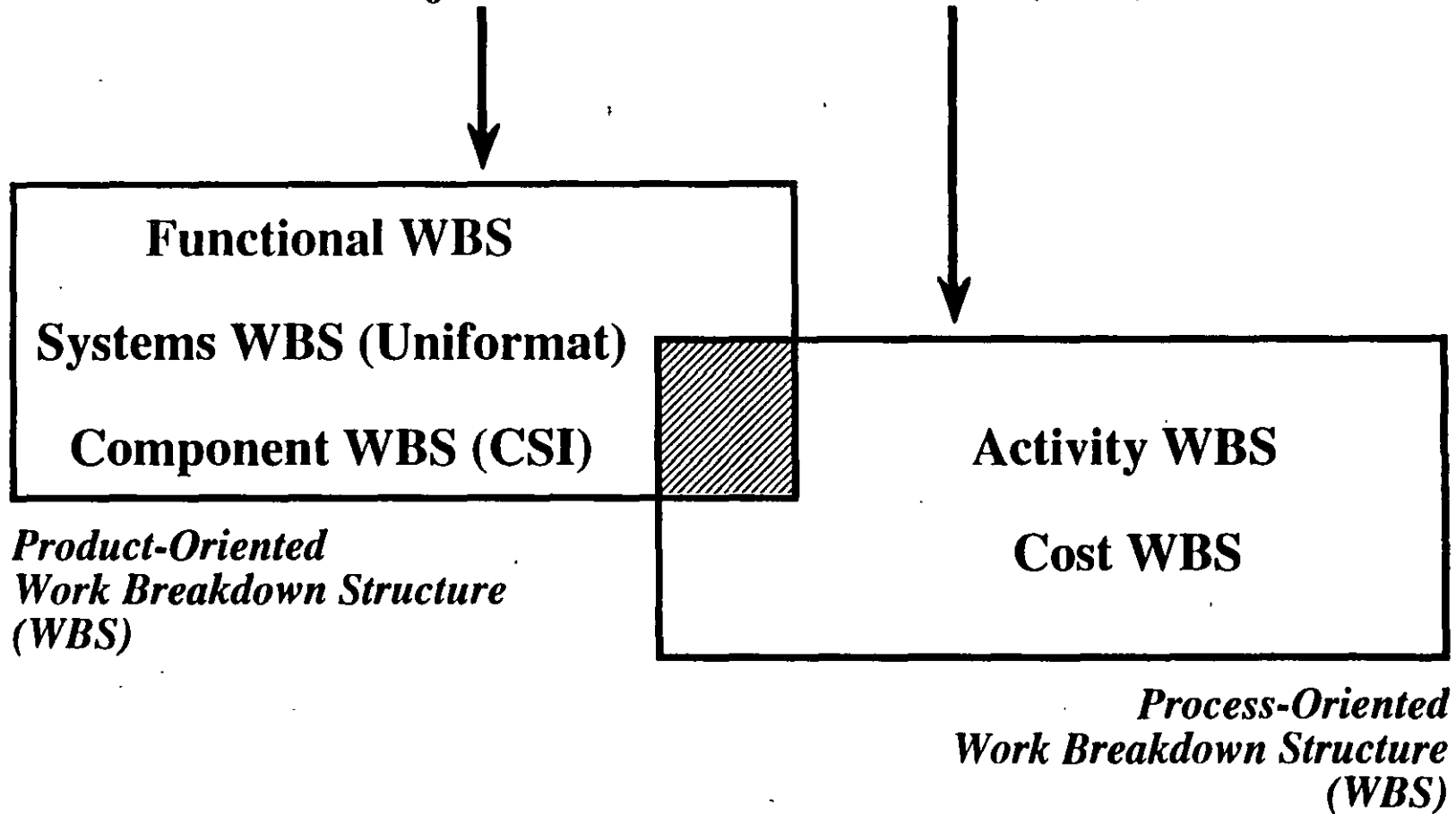
---

---



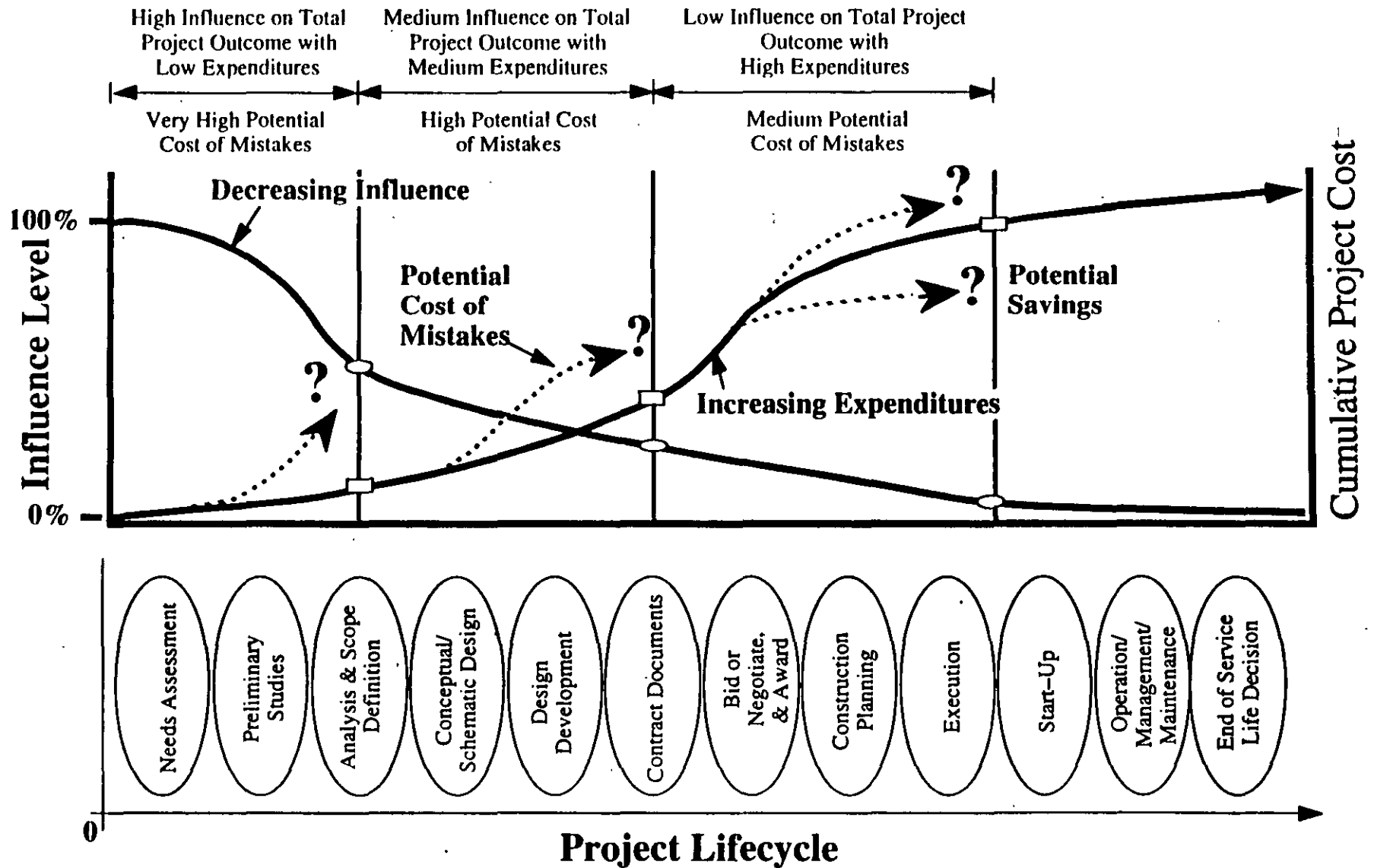
# Tipos de Desglose

Facility or Civil Infrastructure System  
Project Breakdown Structure (PBS)

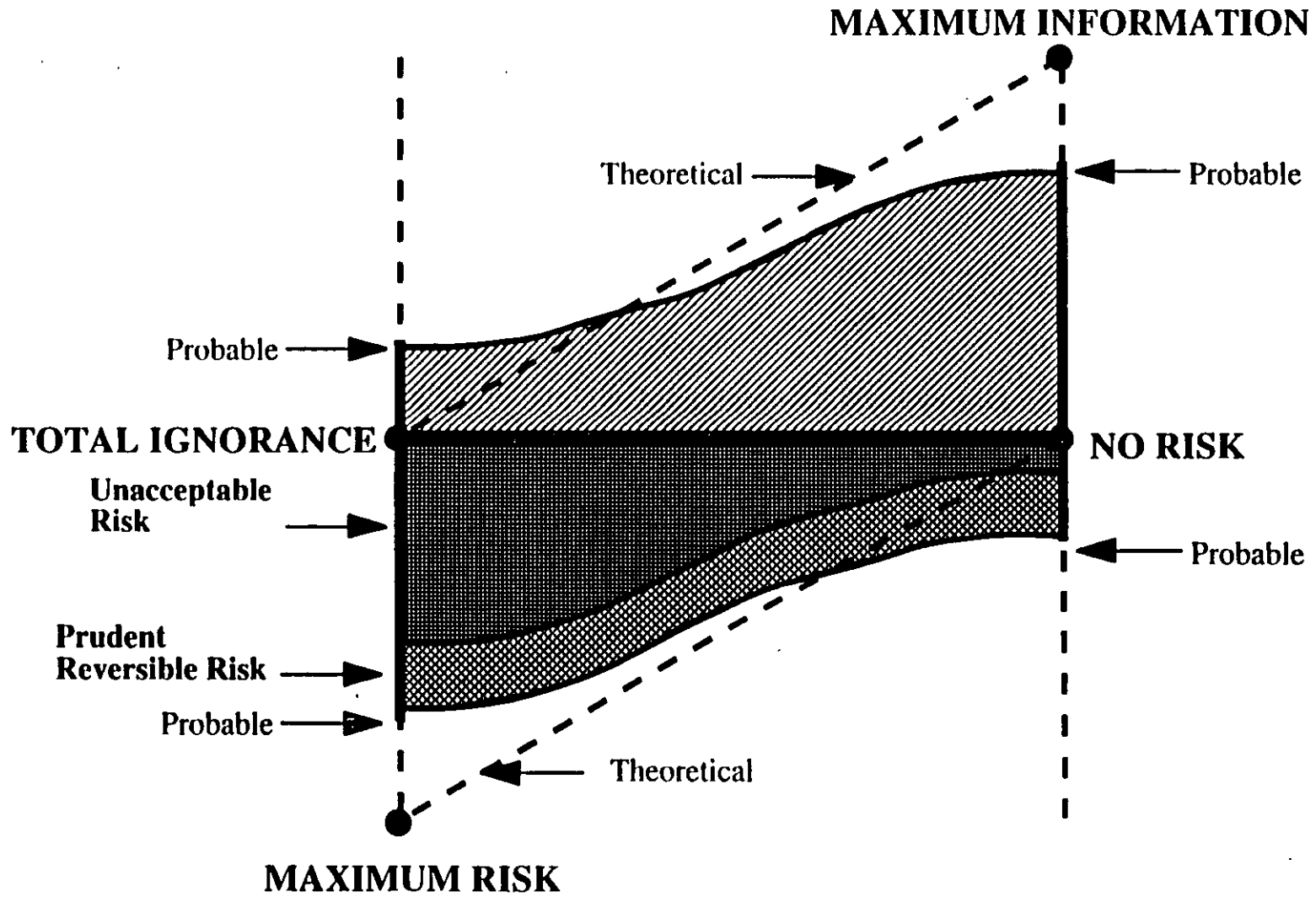




# Niveles de Influencia

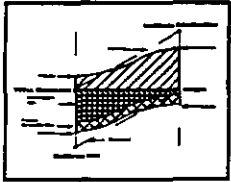


# Perfil de Riesgos



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

### Riesgos



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función:
  - del perfil de riesgos de un proyecto:
    - ◆ inaceptables
    - ◆ prudentes reversibles
  - de la cantidad de información necesaria para la reducción o eliminación de riesgos

---

---

---

---

---

---

---

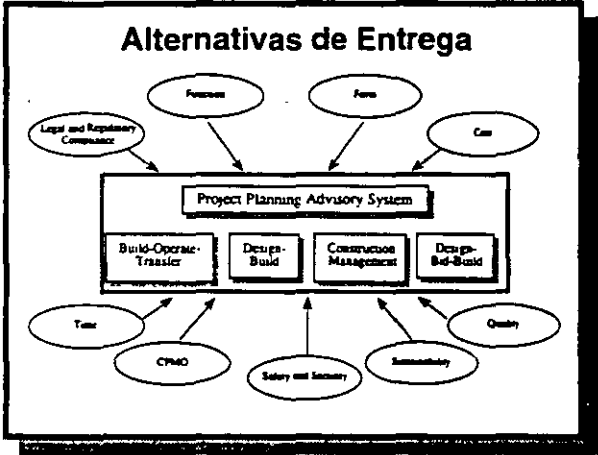
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

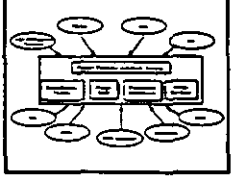
---

---

---

---

### Sistema de Entrega



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función del sistema de entrega de un proyecto basado en los parámetros principales del alcance:
  - construir, operar y transferir
  - diseño y construcción integrados
  - gerencia de proyectos
  - diseño, licitación, y construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

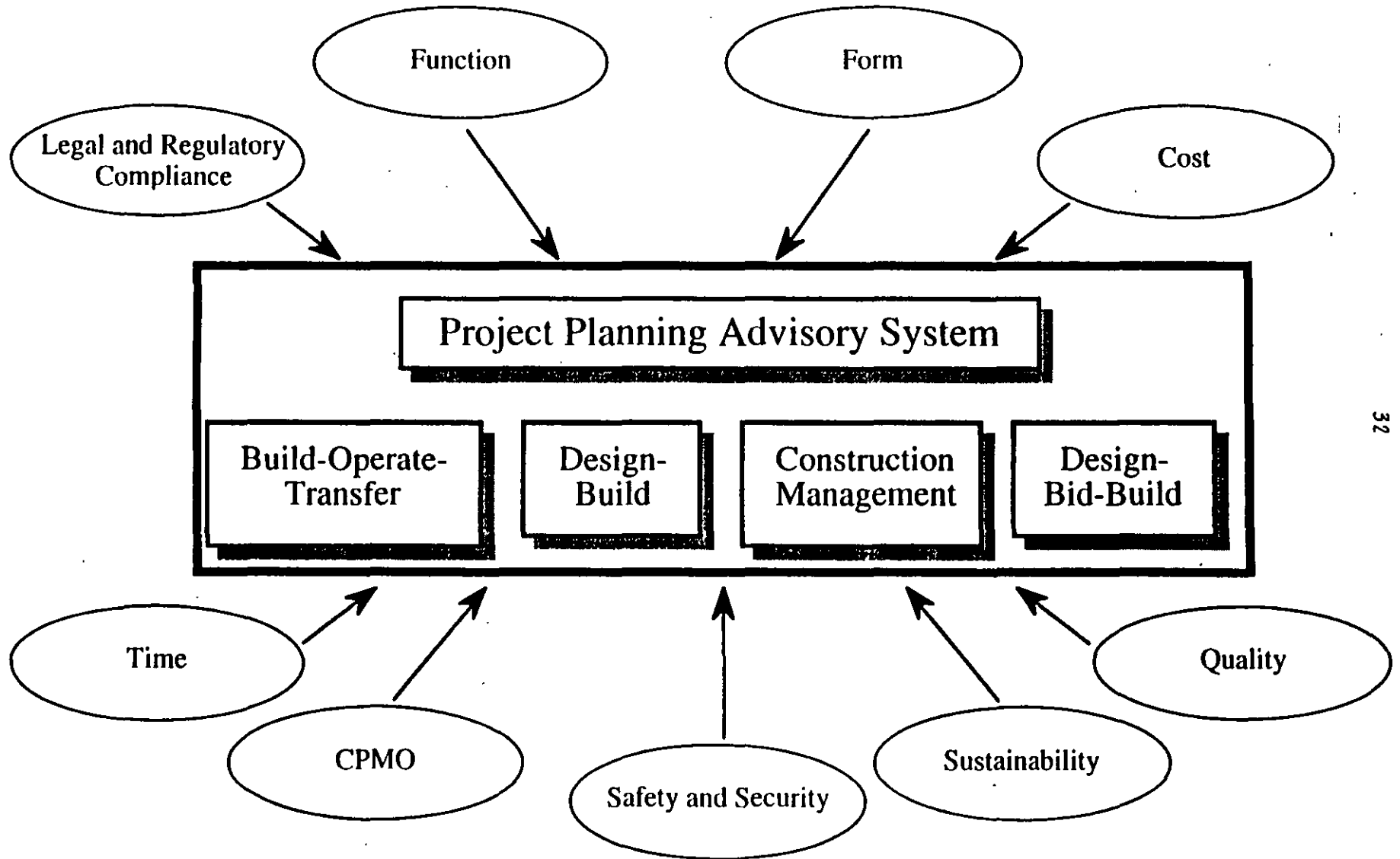
---

---

---

---

# Alternativas de Entrega



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad



---

---

---

---

---

---

---

---

---

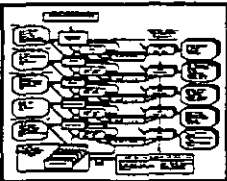
---

---

---

---

### Diseño



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función de cómo se llevó a cabo:
  - la integración explícita de C/P/O/M en las diferentes etapas y niveles de definición del proyecto
  - la coordinación entre las diferentes disciplinas de diseño del proyecto

---

---

---

---

---

---

---

---

---

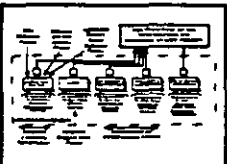
---

---

---

---

### Ciclo de Vida (cont.)



- La infraestructura de apoyo incluye:
  - infraestructura integrada de tecnologías de computación, como:
    - cómputo, recolección y procesamiento de datos, manejo de información, comunicación, colaboración, visualización, simulación, elaboración de perspectivas y programaciones, control, etc.
  - infraestructura integrada para la adquisición y aplicación de lecciones aprendidas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

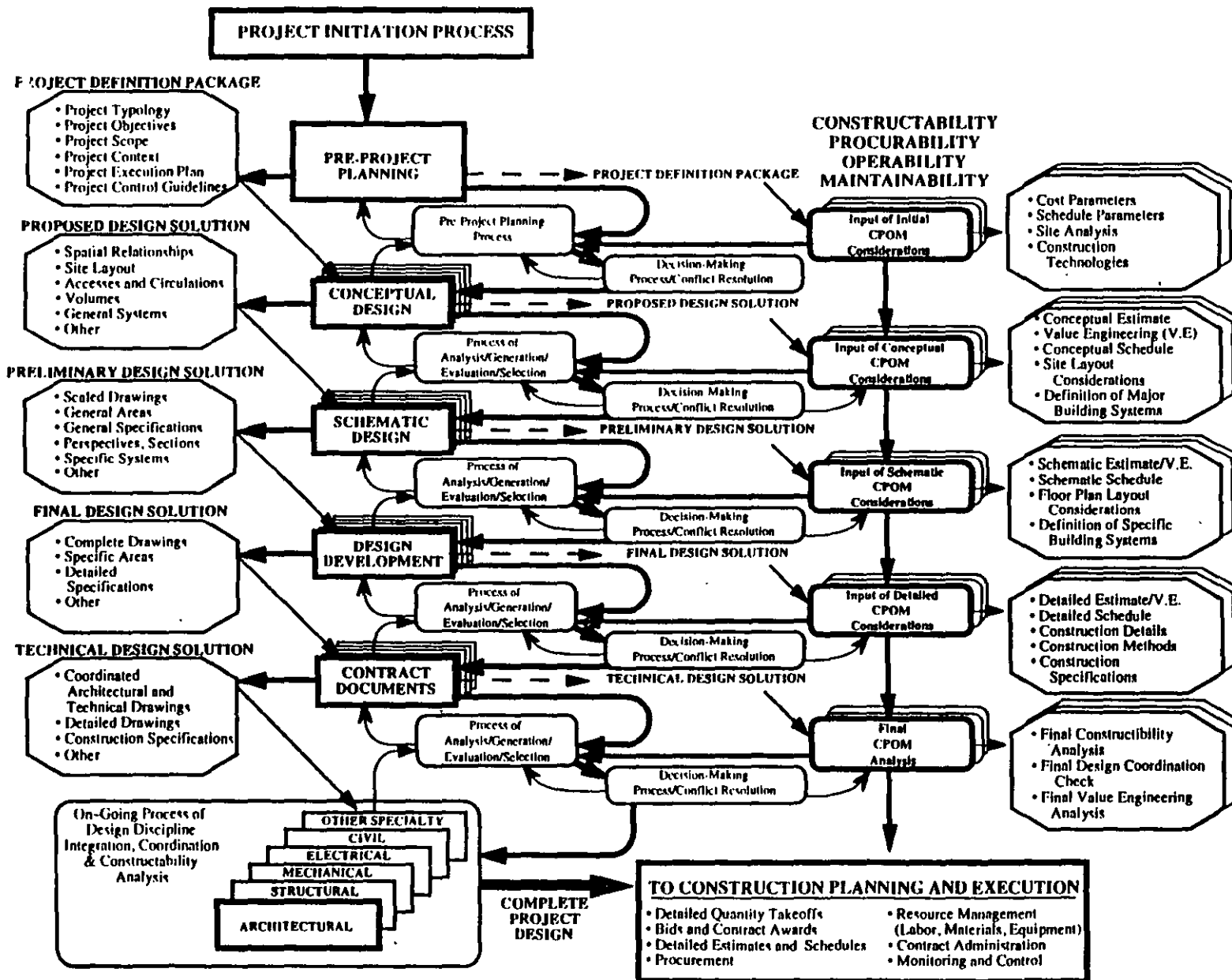
---

---

---

---

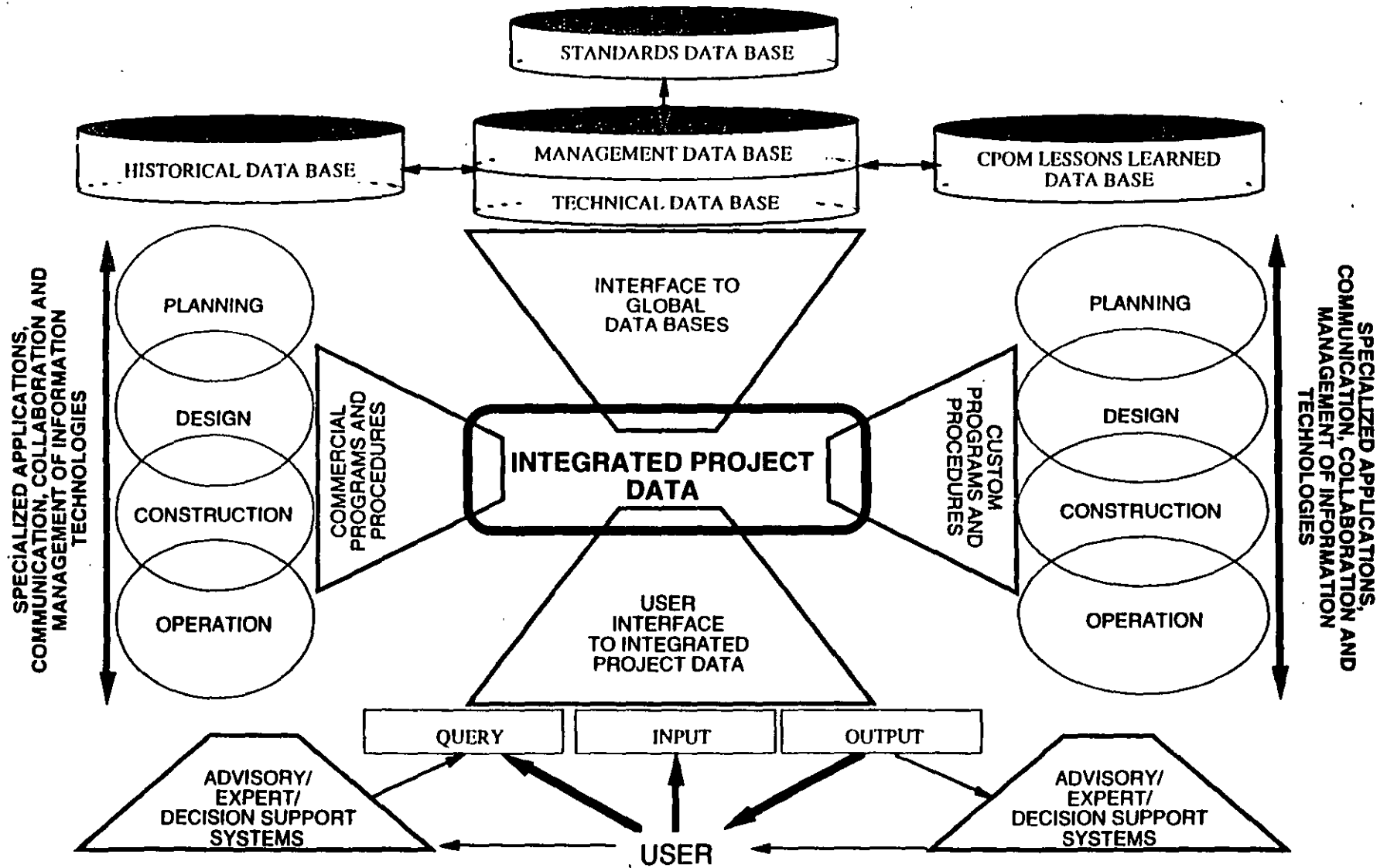
# Proceso Integrado de Diseño



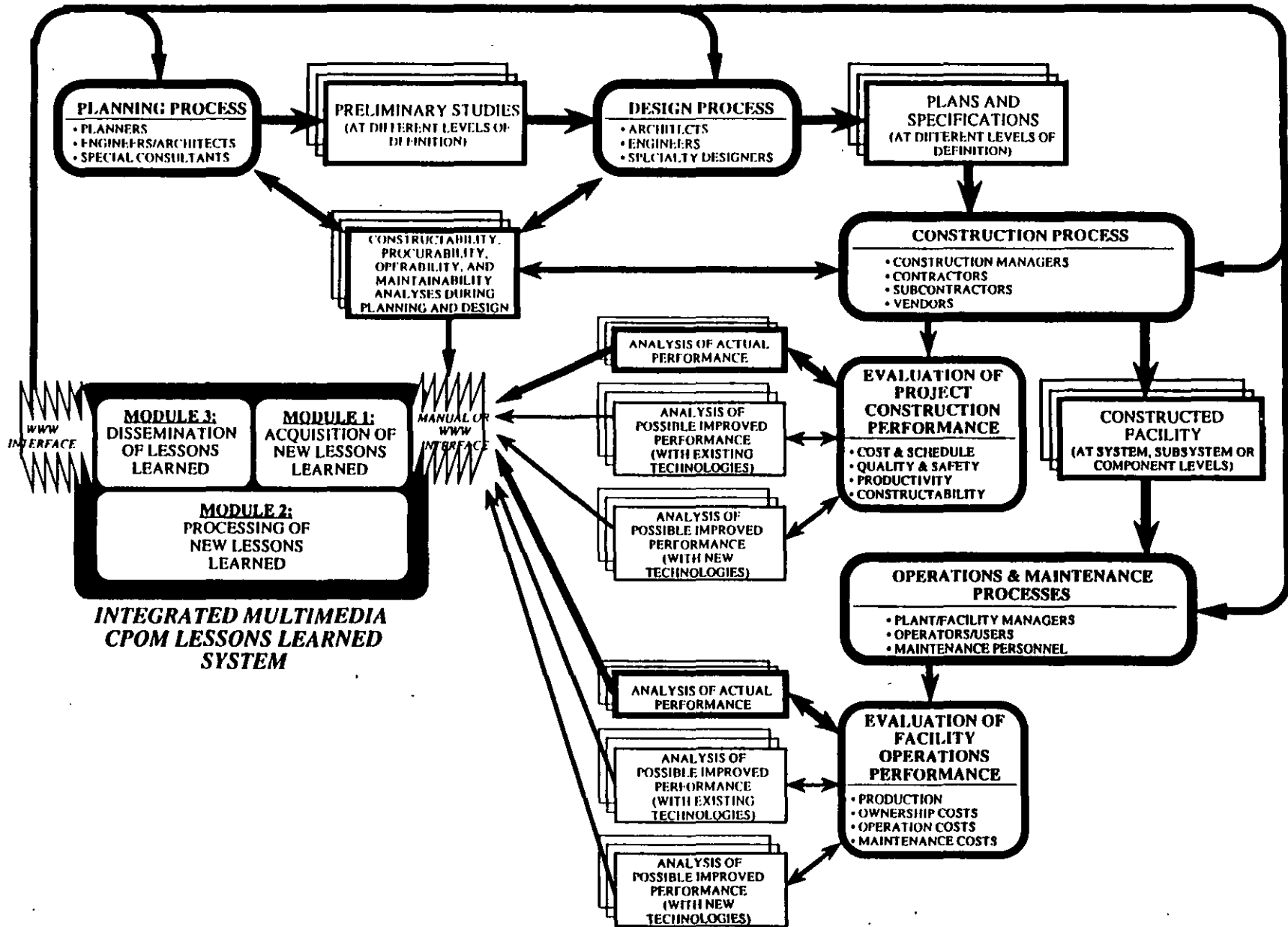




# Integración Tecnológica

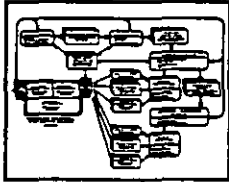


# Lecciones Aprendidas



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

**Infraestructura de Lecciones**



- La estructura de la organización para el manejo de un proyecto es función de la infraestructura de apoyo al proyecto para la:
  - aplicación de lecciones aprendidas de C/P/O/M en proyectos pasados en cada etapa del ciclo de vida del proyecto
  - adquisición de nuevas lecciones a medida que el proyecto avanza

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Conceptos Básicos

---

---

---

---

---

---

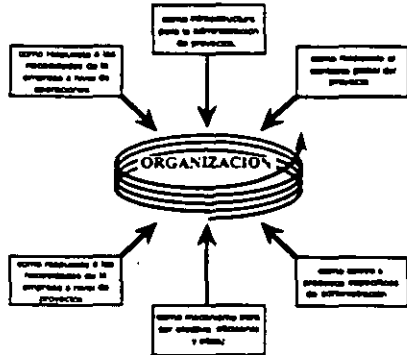
---

---

---

---

**Los Papeles de la Organización**



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Los Papeles de la Organización



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Elementos de la Organización**

- El *¿Qué...?*
  - la tipología, los objetivos, el alcance, y el contexto del proyecto
- El *¿Quién...?*
  - los participantes externos del proyecto:
    - ◆ representantes del cliente y de los usuarios
    - ◆ representantes de organizaciones regulatorias o gubernamentales, financieras, aseguradoras, de la comunidad, etc.
  - los participantes internos del proyecto:
    - ◆ el personal de la oficina central
    - ◆ el personal de obra

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Elementos de la Organización (cont.)**

- El *¿Cómo...?*
  - los procesos de administración
  - el papel y las responsabilidades del personal de oficina y de obra
  - las relaciones entre:
    - ◆ el personal de oficina
    - ◆ el personal de obra
    - ◆ el personal de oficina y el personal de obra
  - el papel y las responsabilidades de los participantes externos e internos del proyecto
  - las relaciones entre los participantes externos e internos del proyecto

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Elementos de la Organización (cont.)**

- El *¿Con qué...?*
  - los recursos e infraestructura de apoyo al proyecto:
    - ◆ infraestructura integrada de tecnologías de computación
    - ◆ infraestructura integrada para la adquisición y aplicación de lecciones aprendidas
- El *¿Dónde...?*
  - localización e infraestructura física
- El *¿Cuándo...?*
  - las necesidades y configuración específica de la organización en las diferentes etapas del proyecto

---

---

---

---

---

---

---

---

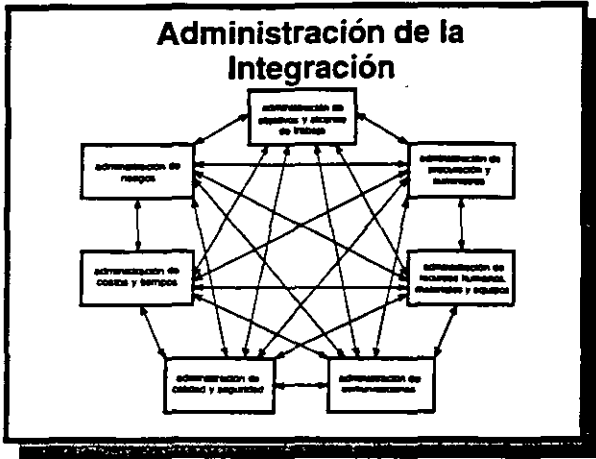
---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad



---

---

---

---

---

---

---

---

**Preguntas...?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tomemos un receso de  
15 minutos...**

---

---

---

---

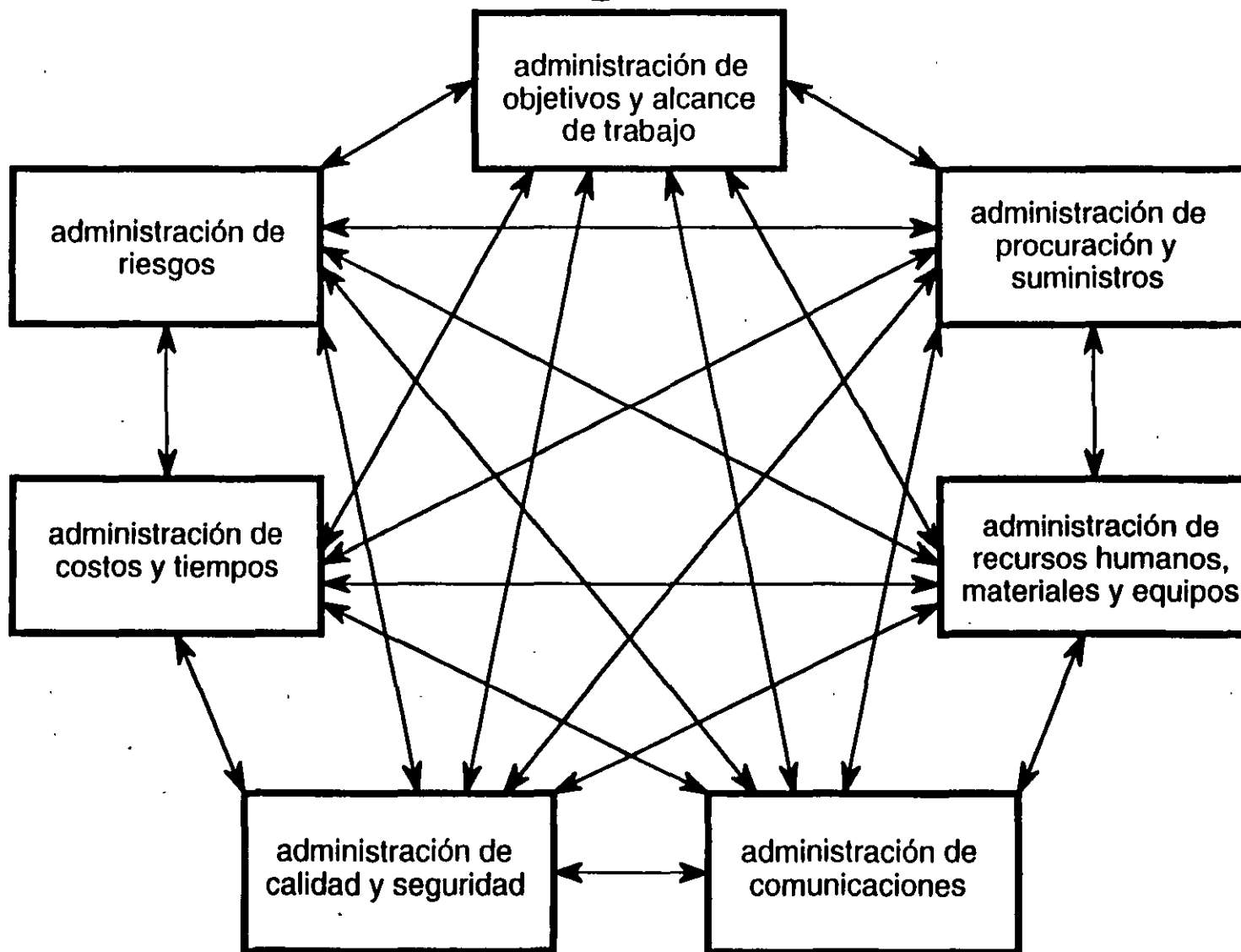
---

---

---

---

# Administración de la Integración





## **Sesión 3**

# Características e Implicaciones de los Diferentes Tipos de Organizaciones, y Estrategias de Integración

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Sesión 3**  
Características e Implicaciones de los  
Diferentes Tipos de Organizaciones,  
y Estrategias de Integración

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructuras Generales de  
Organización: Características e  
Implicaciones

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mecanismos de  
Departamentalización**

- Subdivisión de una organización en unidades para mejorar la eficiencia y descentralizar autoridad, responsabilidad, y contabilidad
- Tipos de departamentalización:
  - por funciones
  - por productos o líneas de productos
  - por clientes
  - por territorio geográfico
  - por proceso

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

Estructuras Básicas de Organización

- La estructura de una organización es función del tipo de departamentalización deseada
- Organización por Funciones:
  - diseñada alrededor de las diferentes funciones ejecutadas por cada unidad de la organización
  - tiene ventajas y desventajas
- Organización por Proyectos:
  - diseñada alrededor de la asignación de proyectos a cada unidad de la organización
  - tiene ventajas y desventajas

---

---

---

---

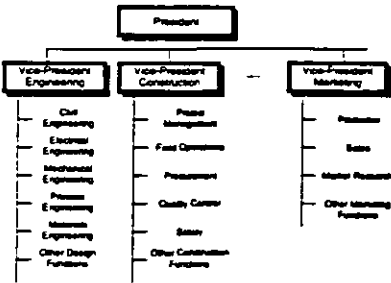
---

---

---

---

Organización por Funciones



---

---

---

---

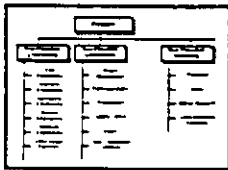
---

---

---

---

Organización por Funciones (cont.)



- Esencialmente es una organización vertical
- Ventajas:
  - 
  - 
  - ...
- Desventajas:
  - 
  - 
  - ...

---

---

---

---

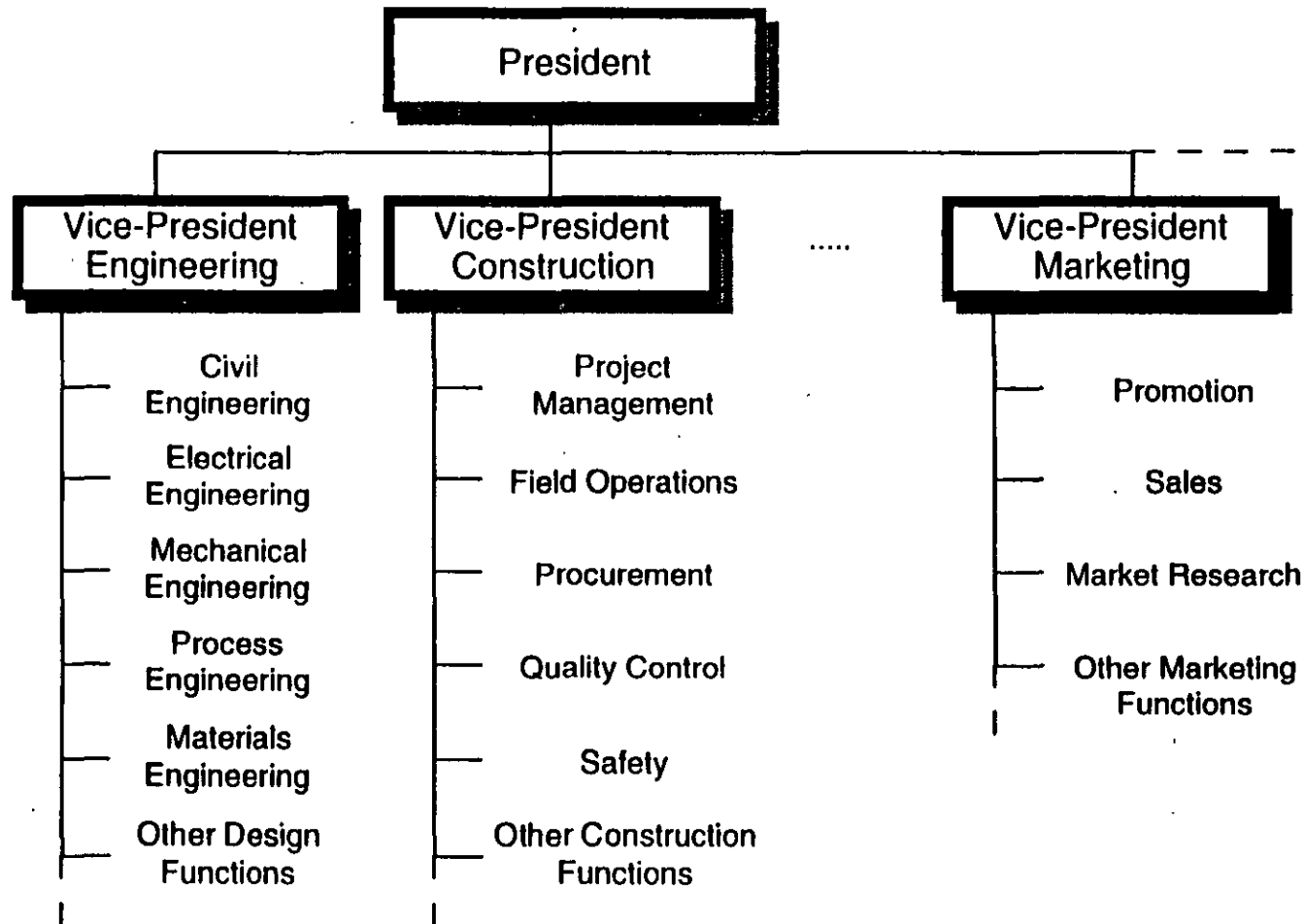
---

---

---

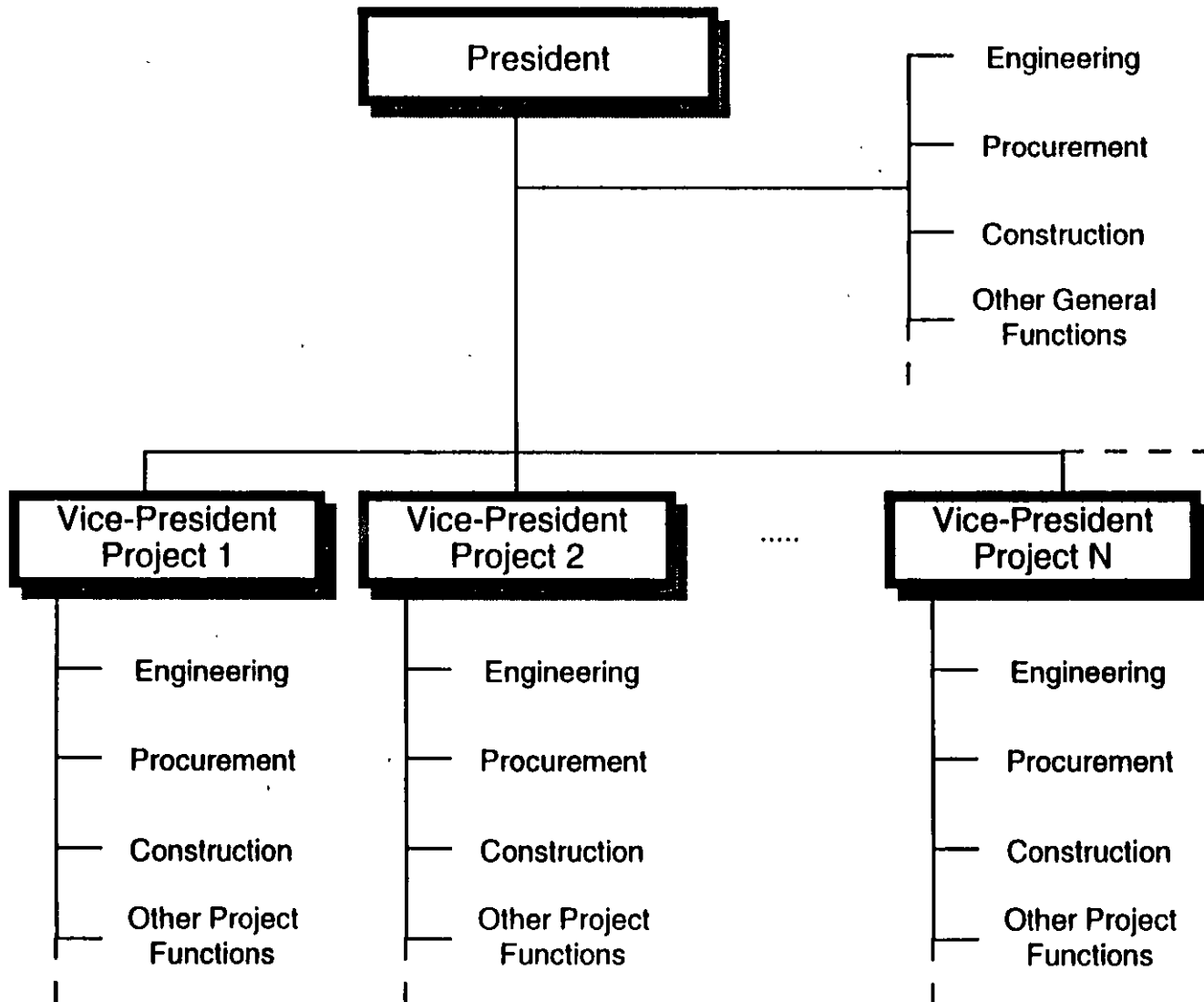
---

# Organización por Funciones





# Organización por Proyectos



### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

#### Otras Estructuras de Organización

- Organización por Producto:
  - diseñada alrededor de las similitudes entre productos o líneas de productos de gran volumen
- Organización por Cliente:
  - diseñada para responder a las necesidades específicas de un cliente que genere gran volumen de trabajo
- Organización por Territorio:
  - diseñada alrededor de zonas geográficas para estar cerca a clientes o mercados específicos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Organización por Matriz (cont.)

- Esencialmente es una organización híbrda
- Es el resultado de la combinación de una organización por funciones con una organización por proyectos
- Hay tres tipos de organizaciones por matriz:
  - matriz débil
  - matriz balanceada
  - matriz fuerte

---

---

---

---

---

---

---

---

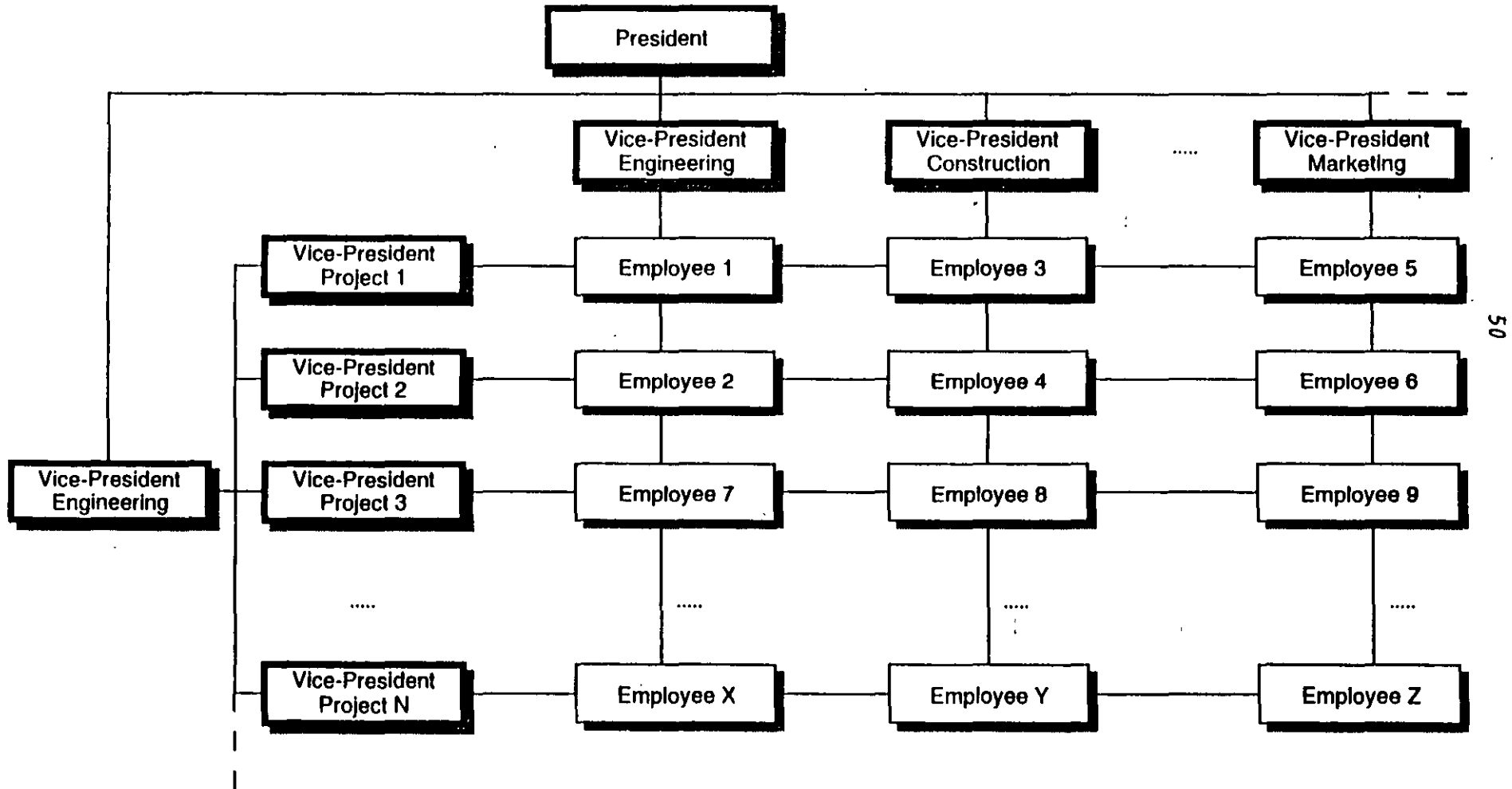
---

---

---

---

# Organización por Matriz





Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Tipos de Organización por Matriz**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tipos de Organización por Matriz (cont.)**

- Una organización por matriz débil asigna el poder máximo al administrador funcional
- Una organización por matriz fuerte asigna el poder máximo al administrador del proyecto
- Una matriz balanceada divide el poder entre los dos administradores

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Organización por Matriz (cont.)**

- Beneficios:
  - permite una mejor utilización de recursos
  - permite una aplicación del estado-del-arte de tecnologías
  - permite una rápida adaptación ambientes dinámicos de cambio
- Dificultades potenciales:
  - conflictos por autoridad entre el administrador del proyecto y el administrador funcional
  - dependencias creadas por falta de conocimientos técnicos por parte del administrador del proyecto
  - problemas de comunicación vertical y horizontal
  - conflictos por objetivos a corto y largo plazo

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

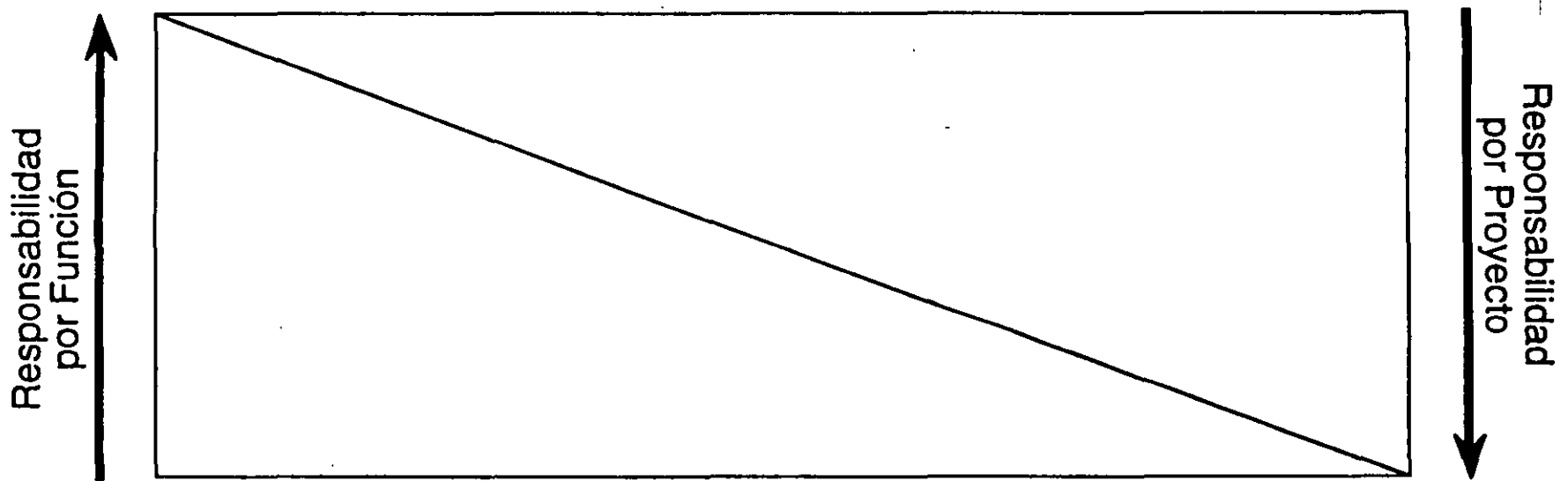
---

---

---

---

# Tipos de Organización por Matriz



Organización por Funciones

Matriz Débil

Matriz Balanceada

Matriz Fuerte

Organización por Proyectos

### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

## Estructuras de Organización de Proyectos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Necesidades

- Definición clara de:
  - la responsabilidad, autoridad, y contabilidad de los diferentes grupos funcionales que participan en el proyecto
  - las relaciones entre ellos
  - los canales de comunicación entre ellos
- Definición clara de:
  - la responsabilidad, autoridad, y contabilidad de los diferentes miembros del equipo del proyecto
  - las relaciones entre ellos
  - los canales de comunicación entre ellos
- Alineación de objetivos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Matriz de Interfaces entre Grupos Funcionales

ACTIVIDAD	FUNCIÓN 1	FUNCIÓN 2	FUNCIÓN 3	FUNCIÓN 4	FUNCIÓN 5	FUNCIÓN 6
UNIQUE ACTIVITY 1	1	2	3,4	5	-	-
UNIQUE ACTIVITY 2	1,2	3,4	5,6	-	-	-
UNIQUE ACTIVITY 3	3	4	5	6,7	-	-
UNIQUE ACTIVITY 4	3	4	-	5,6	-	-
LIST OF UNIQUE ACTIVITIES	-	-	-	-	-	-

1) Interface to work package  
 2) Interface to work package  
 3) Interface to work package for subcontracting a work package  
 4) Interface to work package of the owner of a work package  
 5) Interface to work package of the owner of a work package  
 6) Interface to work package of the owner of a work package that originates a work package  
 7) Interface to a work package

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Matriz de Interfaces entre Grupos Funcionales

ACTIVITY	FUNCTIONAL GROUPS	SPECIFIC FUNCTIONAL GROUP 1	SPECIFIC FUNCTIONAL GROUP 2	SPECIFIC FUNCTIONAL GROUP 3	SPECIFIC FUNCTIONAL GROUP M	LIST OF FUNCTIONAL GROUPS
SPECIFIC ACTIVITY 1	I	I	O, A	P	...	...
SPECIFIC ACTIVITY 2	I, N	I, N	I, R	P	...	...
SPECIFIC ACTIVITY 3	P	A	R	X, O	...	...
SPECIFIC ACTIVITY N	R	P	—	X, O	...	...
LIST OF SPECIFIC ACTIVITIES	...	...	...	...	...	...

**X: Initiates** a work package.

**A: Approves** a work package.

**P: Has Primary Responsibility** for accomplishing a work package.

**R: Conducts a Review** of the output of a work package.

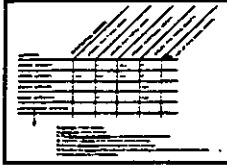
**N: Receives Notification** of the output of a work package.

**O: Receives the Output** of the output of a work package, and integrates it with own work.

**I: Provides Input** to a work package.

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

**Interfaces entre Grupos Funcionales**



- Para un paquete de trabajo, establece quién:
  - lo inicia
  - lo aprueba
  - tiene responsabilidad primaria
  - revisa el "output"
  - recibe notificación del "output"
  - recibe el "output"
  - provee "input"

---

---

---

---

---

---

---

---

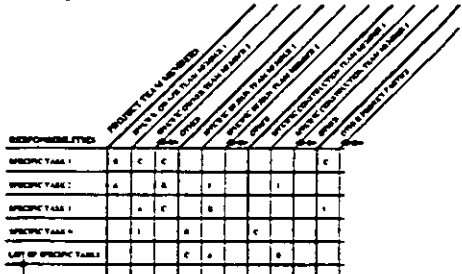
---

---

---

---

**Matriz de Interfaces entre Responsabilidades Individuales**




---

---

---

---

---

---

---

---

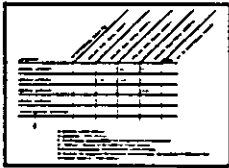
---

---

---

---

**Interfaces entre Responsabilidades Individuales**



- Para cada actividad del proyecto, se define quién:
  - es responsable por la ejecución de la actividad
  - tiene que aprobar la ejecución de la actividad
  - tiene que ser consultado antes que la actividad sea ejecutada
  - tiene que ser informado que la actividad fue ejecutada

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Matriz de Interfaces entre Responsabilidades Individuales

RESPONSIBILITIES	PROJECT TEAM MEMBERS									
	SPECIFIC OWNER TEAM MEMBER 1	SPECIFIC OWNER TEAM MEMBER 2	OTHER	SPECIFIC DESIGN TEAM MEMBER 1	SPECIFIC DESIGN TEAM MEMBER 2	OTHER	SPECIFIC CONSTRUCTION TEAM MEMBER 1	SPECIFIC CONSTRUCTION TEAM MEMBER 2	OTHER	OTHER PROJECT PARTIES
SPECIFIC TASK 1	R	C	C							C
SPECIFIC TASK 2	A		R		I		I			
SPECIFIC TASK 3		A	C		R					I
SPECIFIC TASK N		I		R		C				
LIST OF SPECIFIC TASKS				C	A		R			

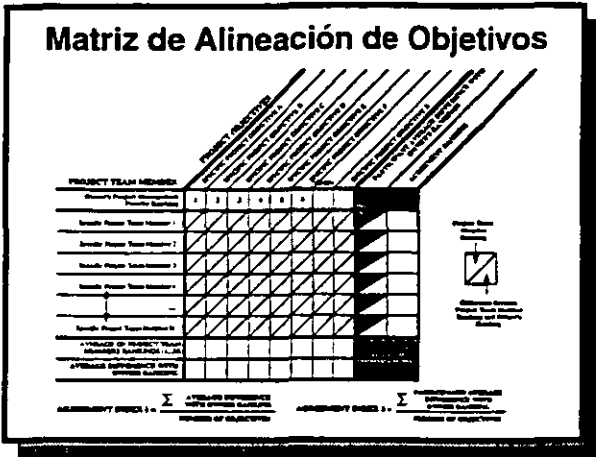
**R:** Is RESPONSIBLE for making the task happen.

**A:** Must APPROVE the task.

**C:** Must be CONSULTED by "R" team member prior to executing task.

**I:** Must be INFORMED of task results by "R" team member.

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad



---

---

---

---

---

---

---

---

---

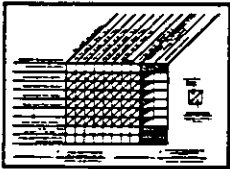
---

---

---

### Alineación de Objetivos

- Esta metodología es aplicable para establecer el nivel de alineación de los objetivos para el proyecto entre:
  - el cliente y cada uno de los miembros del equipo del proyecto (ejemplo)
  - el cliente y los grupos funcionales del proyecto
  - los grupos funcionales del proyecto y cada uno de los miembros del equipo del proyecto



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Alternativas

- Estructura de organización del proyecto por las funciones necesarias para su ejecución
- Estructura de organización del proyecto por sub-proyectos, paquetes de trabajo, o componentes del proyecto
- Estructura de organización del proyecto por matriz débil, balanceada, o fuerte, de acuerdo a las características específicas del proyecto
- No existe una solución única...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

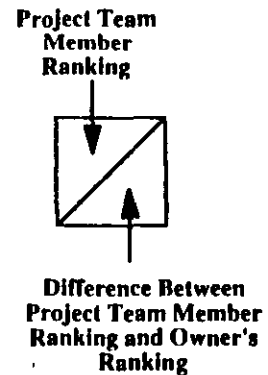
---

---

---

# Matriz de Alineación de Objetivos

PROJECT TEAM MEMBER	PROJECT OBJECTIVES						PARTICIPANT AVERAGE DIFFERENCE WITH OWNER'S RANKINGS	
Owner's Project Management Priority Ranking	1	2	3	4	5	6	AGREEMENT RANKING	
Specific Project Team Member 1								
Specific Project Team Member 2								
Specific Project Team Member 3								
Specific Project Team Member 4								
....								
Specific Project Team Member N								
AVERAGE OF PROJECT TEAM MEMBERS RANKINGS (1...N)								
AVERAGE DIFFERENCE WITH OWNER RANKING								



$$\text{AGREEMENT INDEX 1} = \frac{\sum \text{AVERAGE DIFFERENCE WITH OWNER RANKING}}{\text{NUMBER OF OBJECTIVES}}$$

$$\text{AGREEMENT INDEX 2} = \frac{\sum \text{PARTICIPANTS AVERAGE DIFFERENCE WITH OWNER RANKING}}{\text{NUMBER OF OBJECTIVES}}$$



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Factores de Selección**

- Número de proyectos en la organización
- Nivel de incertidumbre y riesgos del proyecto
- Tipo de tecnología a ser utilizada en el proyecto
- Complejidad del proyecto
- Duración del proyecto
- Recursos utilizados en el proyecto
- Costos indirectos
- Requerimientos de datos e información
- Otros...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Estrategias de Integración para los Diferentes Elementos de la Organización**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Estrategias**

- Definición de la tipología, los objetivos, el alcance, y el contexto del proyecto como un sistema integral
- Identificación explícita y clara de todas las personas que pueden ser afectadas por, o que pueden afectar, la ejecución del proyecto:
  - miembros del equipo del dueño
  - miembros del equipo de diseño
  - miembros del equipo de construcción (de oficina y de obra)
  - usuarios
  - representantes de organizaciones externas al proyecto

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

**Estrategias (cont.)**

- Identificación explícita y clara de:
  - los procesos de administración
  - la responsabilidad, autoridad, y contabilidad de los grupos funcionales del proyecto y de cada uno de los miembros del equipo del proyecto
  - las relaciones y canales de comunicación entre:
    - ◆ los grupos funcionales del proyecto
    - ◆ los miembros del equipo del proyecto
    - ◆ los grupos funcionales y los miembros del equipo del proyecto
    - ◆ el personal de oficina
    - ◆ el personal de obra
    - ◆ el personal de oficina y el personal de obra

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Estrategias (cont.)**

- Establecimiento integrado y temprano de la infraestructura de apoyo al proyecto:
  - tecnologías de computación
  - adquisición y aplicación de lecciones aprendidas
- Diseño e implantación de una infraestructura física que responda a las características específicas del proyecto
- Definición integrada y temprana de las necesidades de cada etapa del ciclo de vida del proyecto para el establecimiento y configuración de una estructura de organización adecuada

---

---

---

---

---

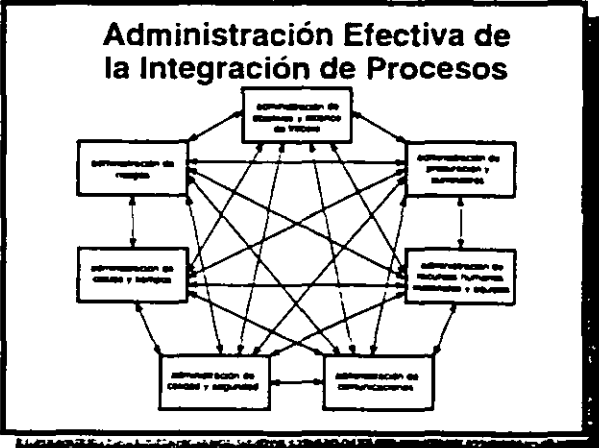
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

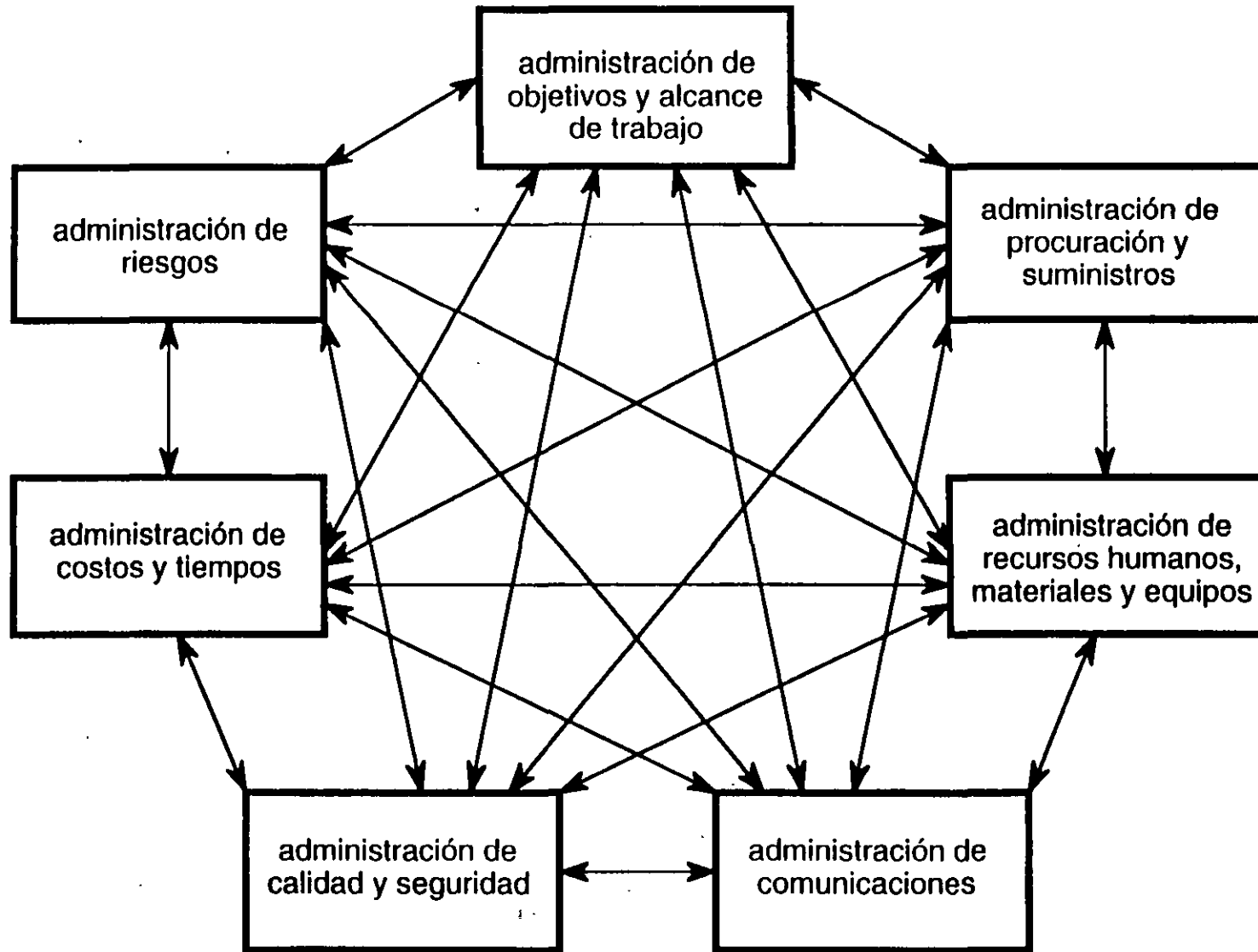
---

---

---

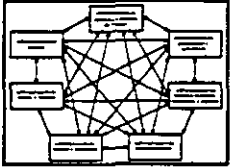
---

# Administración Efectiva de la Integración de Procesos



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

### Integración de Procesos



- Establecimiento de un proceso específico para la administración de la integración:
  - internamente entre los diferentes subprocessos dentro de cada proceso administrativo
  - externamente entre los diferentes procesos administrativos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Preguntas...?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sigamos a la comida...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **Sesión 4**

# Marco Conceptual y Mapa para la Aplicación e Implantación de Constructabilidad a Nivel de Empresa y de Proyecto de Construcción

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Sesión 4**  
Marco Conceptual y Mapa para la  
Aplicación e Implantación de  
Constructabilidad a Nivel de  
Empresa y de Proyecto de  
Construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Marco Conceptual para la  
Aplicación de Constructabilidad

---

---

---

---

---

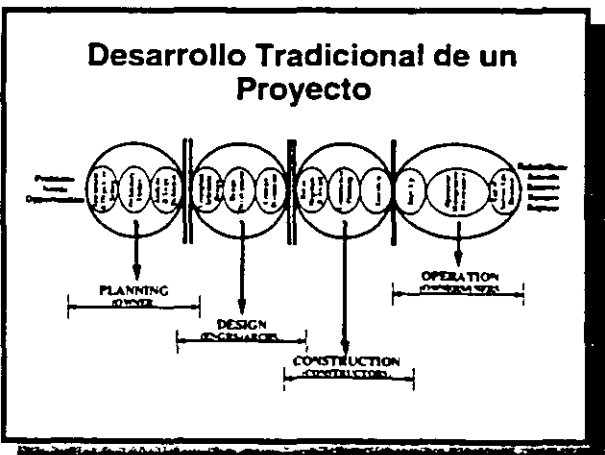
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

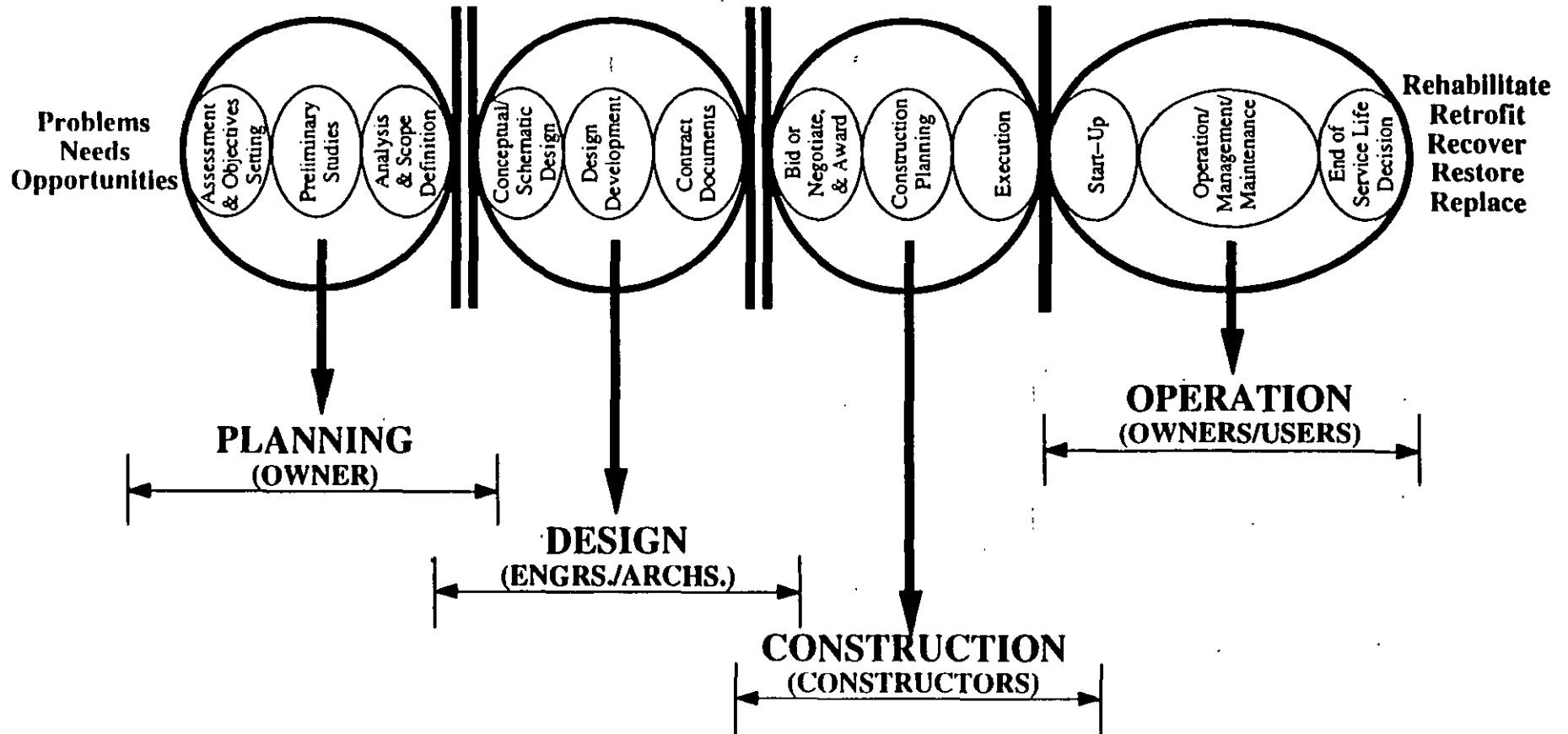
---

---

---

---

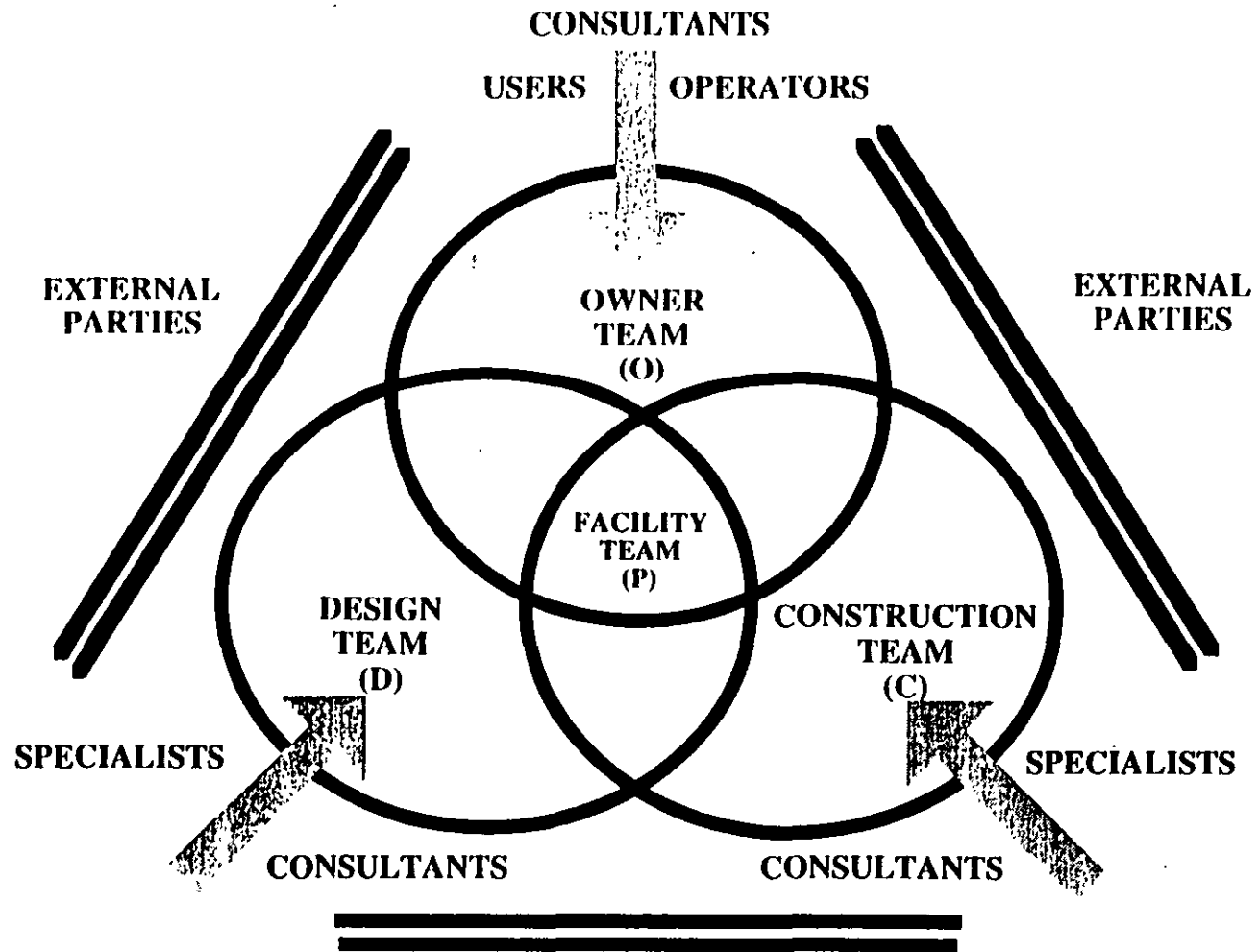
# Desarrollo Tradicional de un Proyecto







# Los Participantes de un Proyecto



## EXTERNAL PARTIES

- Financial Agencies
- Insurance Agencies
- Bonding Agencies
- Regulatory Agencies

# Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

## Incentivos

- La gente no sabe lo que no sabe...
  - muchas áreas de conocimientos no se conocen
- La gente trabaja en chimeneas...
  - tienen diferentes objetivos y puntos de vista
  - hay excesiva fragmentación y especialización
  - hay falta de comunicación e integración
- La curva de influencia en los costos de un proyecto.
- Mayor satisfacción al cliente, al usuario, y a todos los participantes de un proyecto.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definición Básica

*“Constructabilidad es la óptima utilización de conocimientos y experiencias de construcción en la planeación, diseño, procuración y operaciones de construcción para alcanzar los objetivos totales de un proyecto.”*

... Construction Industry Institute

Esta definición se modifica para incluir también la óptima utilización de conocimientos y experiencias de procuración, operación, y mantenimiento en el ciclo de vida completo de un proyecto.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

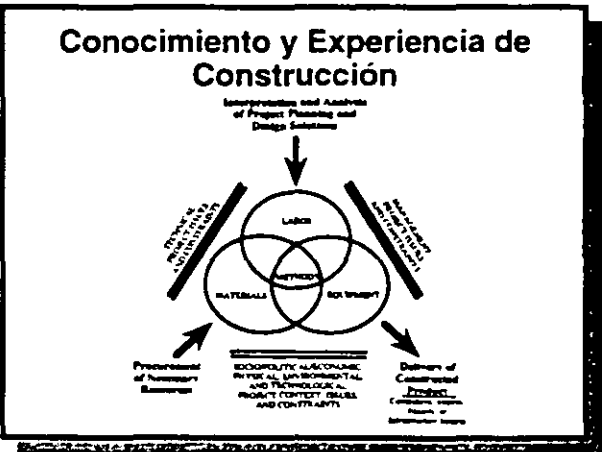
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

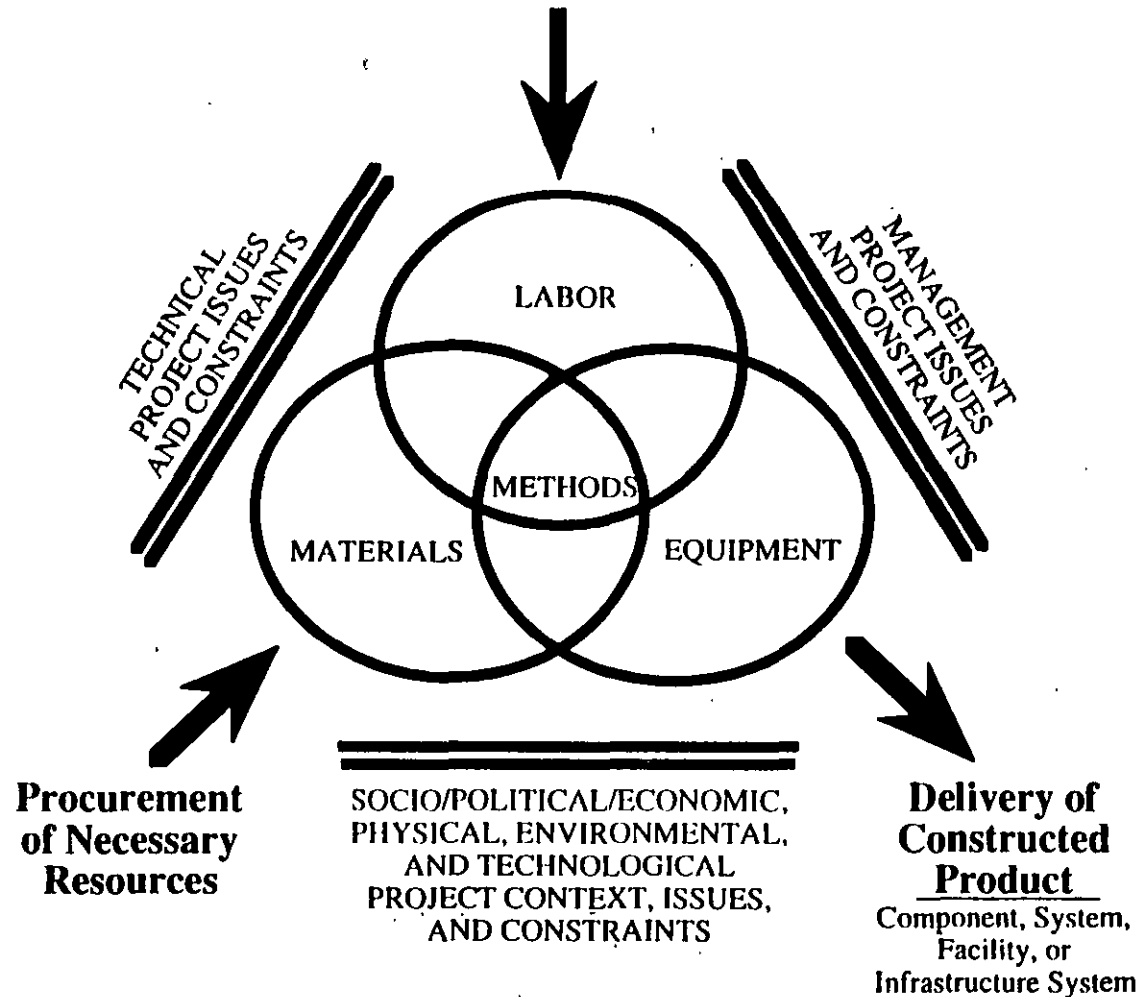
---

---

---

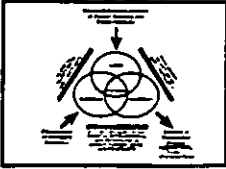
# Conocimiento y Experiencia de Construcción

Interpretation and Analysis  
of Project Planning and  
Design Solutions



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Conocimientos y Experiencias**



- Para construcción incluyen:
  - interpretación y análisis de la planeación y el diseño
  - procuración de los recursos necesarios
  - manejo efectivo de recursos humanos, materiales, equipos y métodos constructivos, dentro de restricciones técnicas, administrativas y contextuales

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Mapa para la Implantación de Constructabilidad a Nivel de Empresa y de Proyecto de Construcción

---

---

---

---

---

---

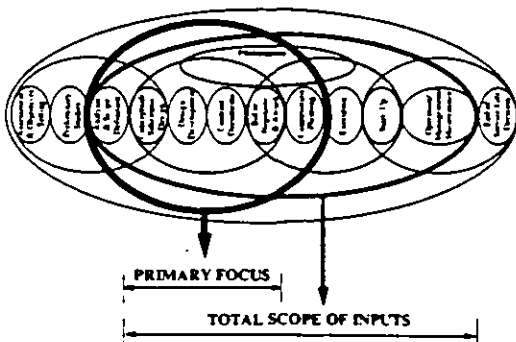
---

---

---

---

**Program Scope**



---

---

---

---

---

---

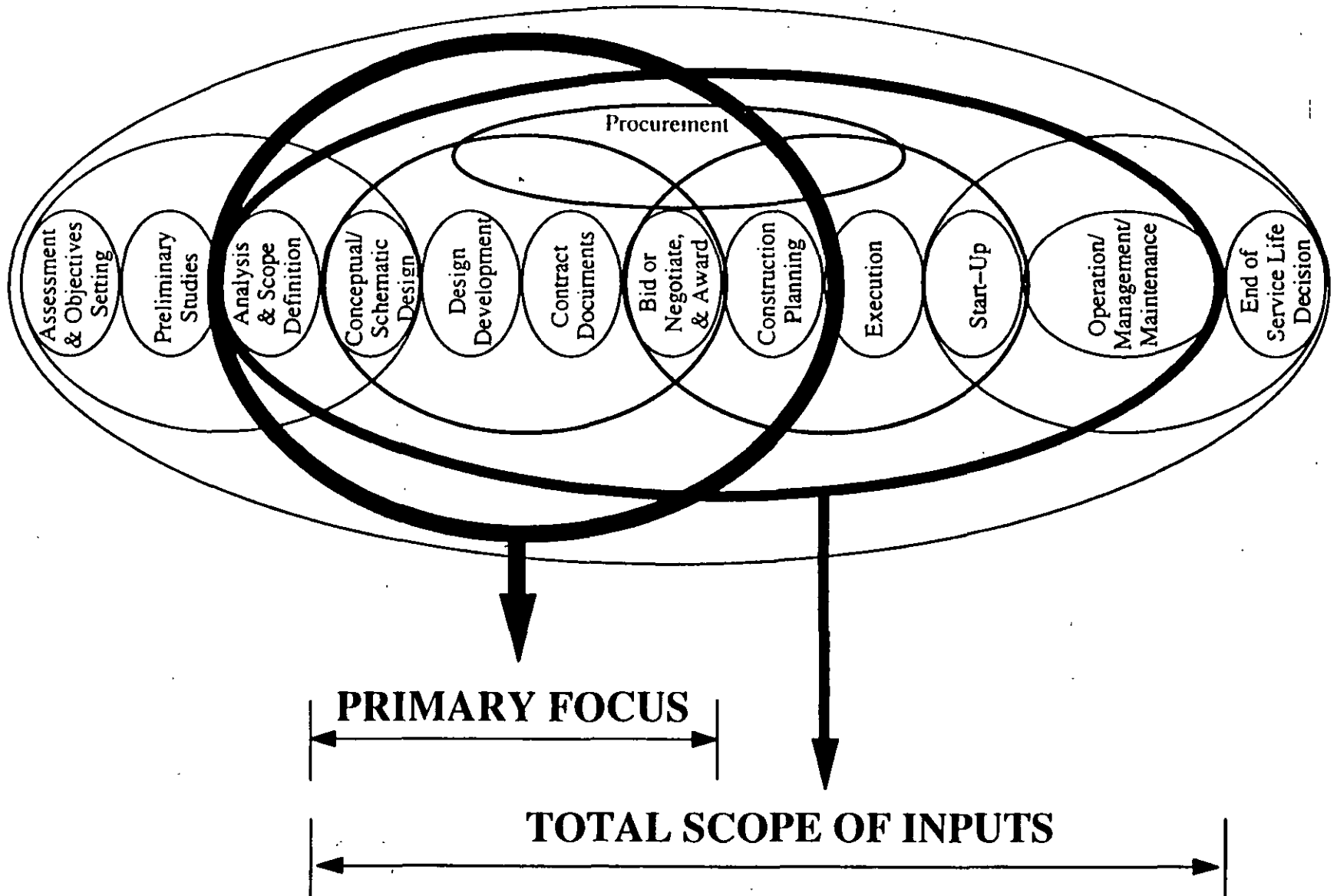
---

---

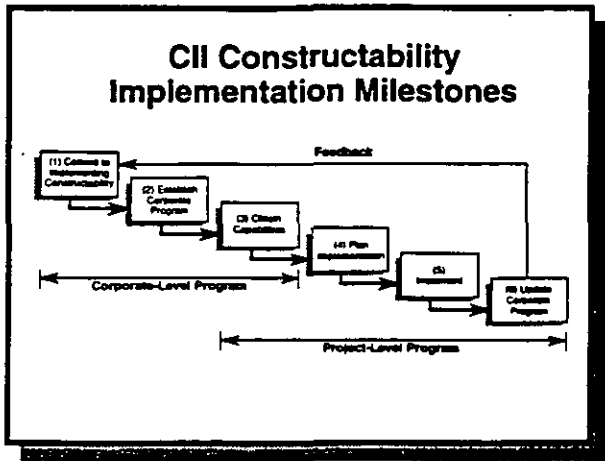
---

---

# Program Scope



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### (M1) Commit to Implementing Constructability

- **Task 1.1:** Understand Constructability Objectives, Methods, Concepts, and Barriers
- **Task 1.2:** Perform Self-Assessment and Identify Barriers
- **Task 1.3:** Assess and Recognize Constructability Benefits
- **Task 1.4:** Develop Implementation Policy

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### (M2) Establish Corporate Program

- **Task 2.1:** Identify Constructability Sponsor/Champion
- **Task 2.2:** Establish Functional Support Organization and Procedure
- **Task 2.3:** Develop Lessons-Learned File

---

---

---

---

---

---

---

---

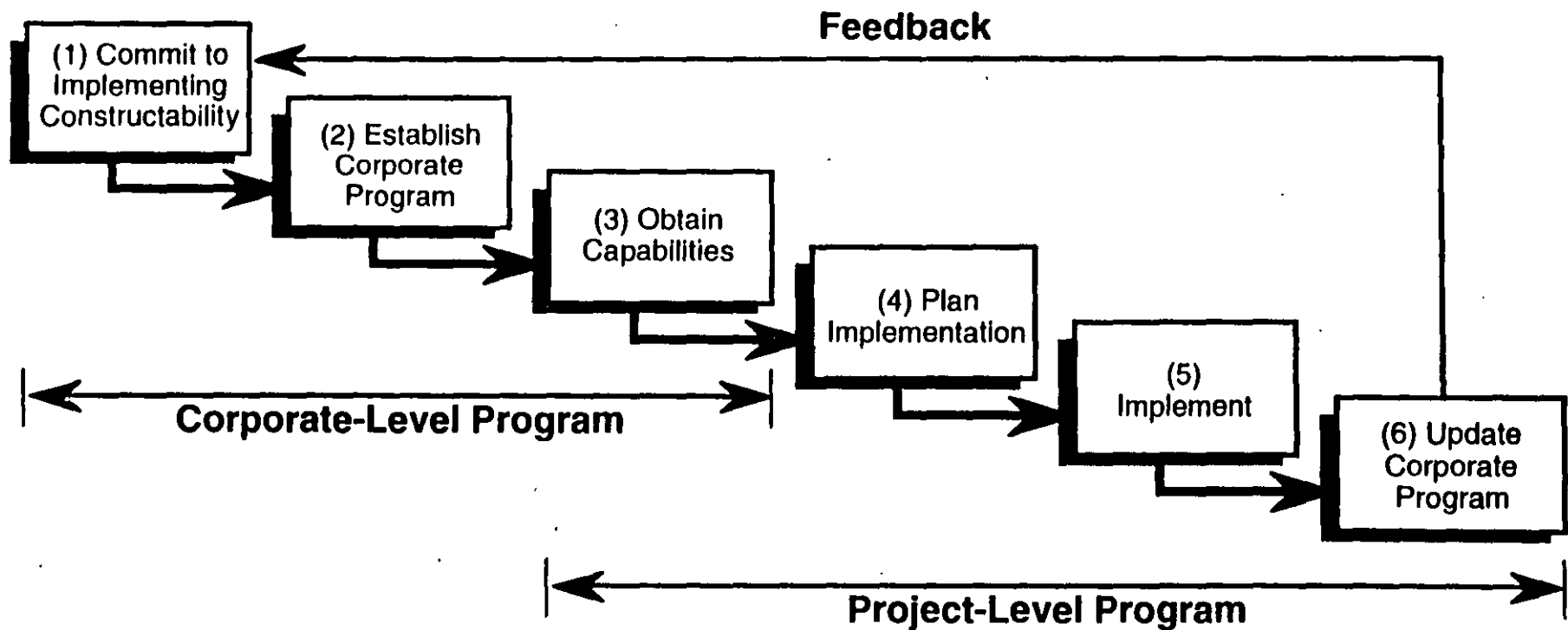
---

---

---

---

# CII Constructability Implementation Milestones



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**(M3) Obtain Capabilities**

- **Task 3.1:** Assemble Key Owner Team Members
- **Task 3.2:** Define Constructability Objectives and Measures
- **Task 3.3:** Select Project Contracting Strategy
- **Task 3.4:** Secure Contractors, Vendors, and Consultants

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**(M4) Plan Implementation**

- **Task 4.1:** Develop Constructability Team
- **Task 4.2:** Identify and Address Project Barriers
- **Task 4.3:** Consult Applications Matrix and Lessons-Learned File
- **Task 4.4:** Develop Constructability Procedures and Integrate Into Project Activities

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**(M5) Implement**

- **Task 5.1:** Apply Constructability Concepts and Procedures
- **Task 5.2:** Monitor and Evaluate Project Program Effectiveness
- **Task 5.3:** Document Lessons Learned

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**(M6) Update Corporate Program**

- **Task 6.1:** Evaluate Corporate Program Effectiveness
- **Task 6.2:** Modify Organization and Procedures
- **Task 6.3:** Update Lessons-Learned Database

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Preguntas...?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tomemos un receso de 15 minutos...**

---

---

---

---

---

---

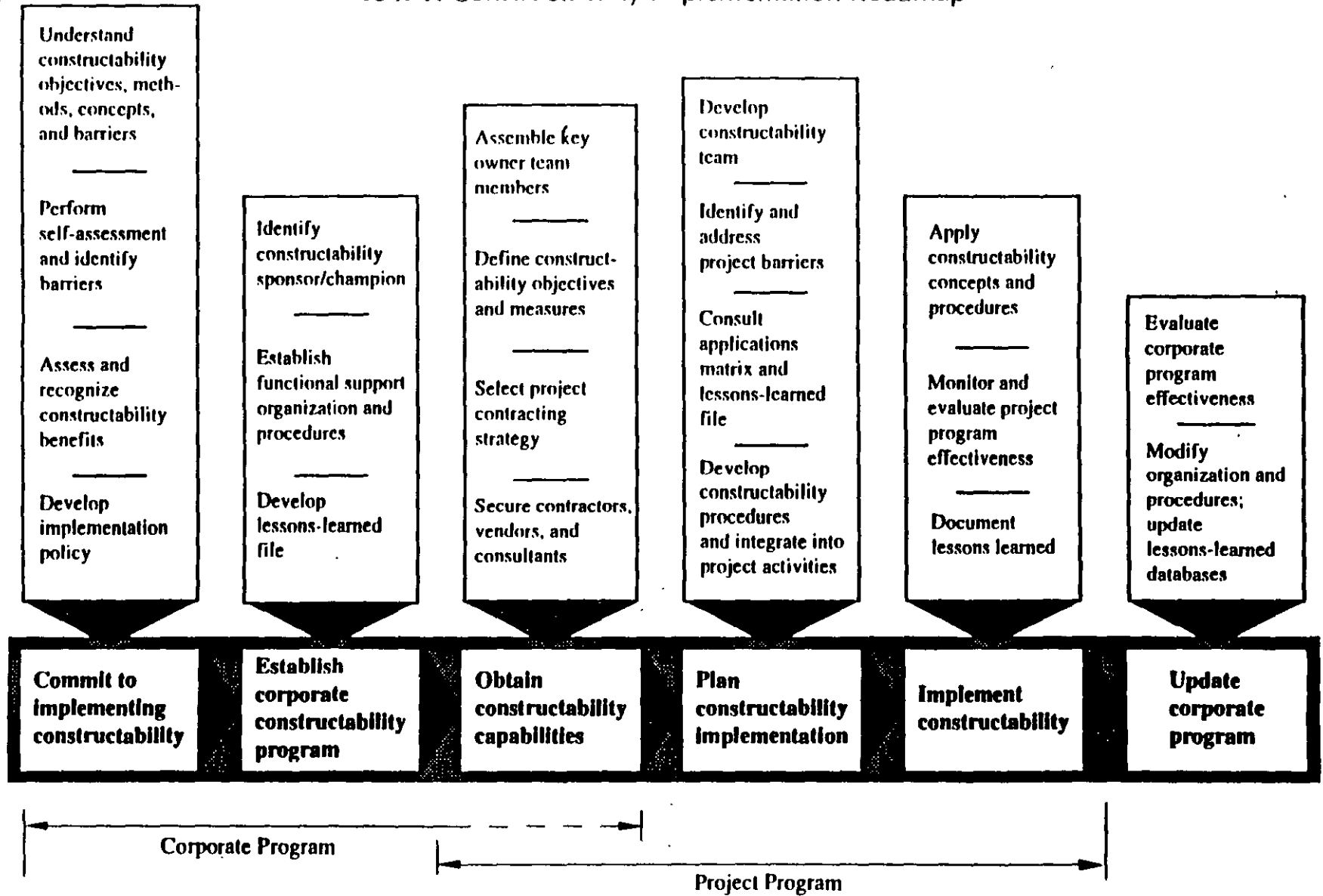
---

---

---

---

# Tool 1: Constructability Implementation Roadmap



## Tool 3: Corporate Constructability Program Evaluation Matrix

### Program Classification:

1 No Program	2 Application of Selected Supports	3 Informal Program	4 Formal Program	5 Comprehensive Formal Program
-----------------	--	--------------------------	------------------------	--------------------------------------

### I: Corporate Culture

A Program Designation	No designation	Part of standard construction management activities	Part of another program, such as Quality or only identified on a project level	Recognized on a corporate level, but may be part of another program	Stand-alone program on same level as Quality or Safety
B Corporate Constructability Policy Statement	None exists, no need seen for such	No corporate policy; may have on project level	Statement exists, but may be part of other policies	Widely distributed corporate policy	Widely distributed corporate policy
C Management Attitude Toward Constructability	No recognition of need for or benefits of constructability	Limited support within company; some recognition of benefits	Support varies within company; support on a project-by-project basis	Management supports program constructability, understood as a corporate philosophy	Total management support, actively participate in improving program
D Recognition of Constructability Barriers/Problems	Many barriers exist, no recognition of barriers or problems encountered	Many barriers exist; aware of external barriers, may deny internal factors	Recognize presence of barriers/problems, accept as part of the job	Actively identify, work to document and correct	Most barriers gone, problems caught and corrected quickly
E Constructability Training of Personnel	None	If any occurs, done as part of on-the-job training	As-needed seminars for specific projects	Part of standard orientation	Part of standard orientation, deeply ingrained in corporate culture

### II: Personnel

A Executive Sponsor for Constructability	No sponsor	No sponsor	Sponsor identified role of sponsor may be ambiguous or weak	Yes, sponsor actively supports program	Yes, sponsor actively supports program
B Assignment of Corporate Constructability Duties	None	No corporate personnel dedicated to constructability	May have corporate duties as part of other responsibilities	Full- or part-time corporate coordinator, corporate support organization for program implementation	Full-time, high-level corporate coordinator, support organization well developed

### III: Documentation/Tracking

A Constructability Program Documentation	None CD documents may be available	Limited reference to any manuals CD documents may be distributed or referenced	Project-level program documents exist, may be included to other corporate documents	Corporate constructability manual is available	Corporate constructability manual is thorough, widely distributed, and periodically updated
B Tracking of Constructability Lesson Learned	None	Believe that ideas are adequately conveyed via word of mouth, personal interaction	Some individual documentation primarily post-project reviews and reports	System exists for capture and communication of lessons learned	Database on lessons learned involves input from all levels
C Sharing Advanced Construction Technologies	Not done	New information routed occasionally - journals, word-of-mouth	Library may exist, information routinely routed or announced by e-mail	Formalized routing system, R&D department identifies and promotes	Formalized system with company seminars and pilot applications
D Constructability Referenced in Contract Documents	No reference	Limited reference, on specific projects often only at request of other project participants	Level of reference varies by project type, role or participants	Standard term in all contracts	Standard term in all contracts, actively promoted to other organizations
E Tracking Constructability Savings/Effects	Not applicable	No tracking or recognition of program results	No tracking, limited recognition of program results on project	Track for particular projects or selected items, may track major ideas across projects	Data kept on all projects, widespread confidence in savings by and those measured

## Tool 4: Project Constructability Program Evaluation Matrix

### Program Classification:

1 No Program	2 Application of Selected Supports	3 Informal Program	4 Formal Program	5 Comprehensive Formal Program
-----------------	--	-----------------------	------------------------	--------------------------------------

### I: Corporate Culture

A. Program Designation	No designation	Part of standard construction management activities	Part of another program, such as Quality, or only identified on a project level	Recognized on a corporate level, but may be part of another program	Stand-alone program on same level as Quality or Safety
D. Recognition of Constructability Barriers/Problems	Many barriers exist, no recognition of barriers or problems encountered	Many barriers exist; aware of external barriers, may deny internal factors	Recognize presence of barriers/problems, accept as part of the job	Actively identify, work to document and correct	Most barriers gone; problems caught and corrected quickly
E. Constructability Training of Personnel	None	If any occurs, done as part of on-the-job training	Awareness seminars for specific projects	Part of standard orientation	Part of standard orientation, deeply ingrained in corporate culture

### II: Personnel

C. Role of Project Constructability Coordinator	Not identified	Part-time if identified, very limited responsibility	Full- or part-time position, responsibilities vary by project size, type, participants	Full- or part-time position, responsibilities vary by project size, type, participants	Full-time position, plays major project role
---	----------------	--	--	--	--

### III: Documentation/Tracking

A. Constructability Program Documentation	None. CI documents may be available	Limited reference in any manuals, CI documents may be distributed or referenced	Project-level program documents exist, may be included in other corporate documents	Corporate constructability manual is available	Corporate constructability manual is thorough, widely distributed, and periodically updated
C. Sharing Advanced Construction Technologies	Not done	New information routed occasionally - journals, "word-of-mouth"	Library may exist; information routinely routed or seminar held	Formalized routing system, R&D department identifies and promotes	Formalized system with company website and pilot applications
D. Constructability Referenced in Contract Documents	No reference	Limited reference, on specific projects, often only at request of other project participants	Level of reference varies by project type, role, or participants	Standard term in all contracts	Standard term in all contracts, actively promoted to other organizations
E. Tracking Constructability Savings/Efforts	Not applicable	No tracking or recognition of program results	No tracking, limited recognition of program results on project	Track for particular projects or selected areas, may track major ideas across projects	Data kept on all projects, widespread confidence in savings beyond those measured

### IV: Implementation

A. Nature of Project-level Efforts & Inputs	None	Reactive approach, constrained by reverse causality, lack of understanding of proactive benefits	Aware of major benefits proactive approach, efforts vary project by project	Proactive effort on all projects, routinely consult lessons learned	Aggressive, proactive efforts from beginning of project, routinely consult lessons learned
B. Implementation of Constructability Concepts	None	Some concepts used periodically; often considered too late to be of use	Selected concepts applied regularly, full use, consistency of input varies across projects	All concepts consistently considered timely implementation of feasible concepts	All concepts consistently evaluated, aggressively implemented

## Tool 5: Owner Corporate Constructability Barriers Assessment Checklist

Significance of Barrier:

Insig- nificant	Signifi- cant	Very Signifi- cant
--------------------	------------------	--------------------------

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Complacency with the status quo
  - resistance to change
  - conservative, non-innovative approaches
  - risk-averse attitudes towards trying something new
  - no rewards for intelligent risk-taking
  - a “not invented here” syndrome

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of documentation and retrieval of “lessons learned”
  - no formal system for documenting lessons learned
  - reliance on word-of-mouth and experienced personnel to transfer innovative ideas

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of awareness/understanding of the concepts of constructability; no procedural “roadmap” is available
  - constructability used as a buzzword
  - efforts ineffective due to lack of coordination, direction

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Perception that “we do it”
  - “routine design practices fully exploit constructability”
  - “we already pay for it”
  - “we do value engineering; value engineering equals constructability”

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- There are no proven benefits of constructability
  - “too expensive”
  - senior management is not convinced of the cost-benefits

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Reluctance to invest additional money, effort, and time in early project stages
  - inability to acquire additional front-end funding
  - inflexible design fee structure/inflexible scope of design services
  - expectation of free advice/consulting from contractors and consultants

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of genuine commitment to constructability
  - constructability is a low priority
  - no policy statement exists, no champion
  - “There are higher priorities”; “There are bigger fish”

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Other: \_\_\_\_\_

## Tool 9: Project Constructability Barriers Assessment Checklist

Significance of Barrier:

Insig- nificant	Signifi- cant	Very Signifi- cant
--------------------	------------------	--------------------------

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

### General Project Barriers

- Complacency with the status quo
  - resistance to change
  - conservative, non-innovative approaches
  - risk-averse attitudes towards trying something new
  - no rewards for intelligent risk-taking

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- The “right people” were/are not available

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

### Owner Project Barriers

- Lack of awareness/understanding of the concepts of constructability; no procedural “roadmap” is available
  - constructability used as a buzzword
  - efforts ineffective due to lack of coordination, direction

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Perception that “we do it”
  - “routine design practices fully exploit constructability”
  - “we already pay for it”
  - “we do value engineering; value engineering equals constructability”

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of team-building or partnering
  - client-contractor relationships/communications are not respected & nurtured
  - adversarial relationships are free to develop (expected, accepted, and perhaps even subconsciously promoted)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Misdirected design objectives & designer performance measures
  - mentality is design-driven vs. construction-driven
  - design process is design-cost driven
  - design process is design-schedule driven

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Use of lump-sum competitive contracting, leading to:
  - limited opportunity for involvement of construction contractor up-front
  - a false sense of economy with a low bid, with constructability viewed as an “accessory”
  - requirement for complete plans and specs, precluding a fast-track approach
  - adversarial relationships on changes
  - not wanting to give a competitive bidding advantage to reviewers

## Tool 9 (cont.): Project Constructability Barriers Assessment Checklist

Significance of Barrier:

Insig- nificant	Signifi- cant	Very Signifi- cant
--------------------	------------------	--------------------------

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

### Owner Project Barriers (cont.)

- Reluctance to invest additional money, effort, and time in early project stages
  - inability to acquire additional front-end funding
  - inflexible design fee structure/inflexible scope of design services
  - expectation of free advice/consulting from contractors and consultants

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Other: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

### Designer Project Barriers

- Perception that "we do it"; very narrow view of constructability

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of awareness/understanding of constructability concepts and/or benefits
  - constructability used as a buzzword
  - efforts ineffective due to lack of coordination, direction

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of construction experience/qualified personnel

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Lack of mutual respect between designers and constructors
  - resentment of outsiders
  - pride of "authorship"

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Contractor or construction input is requested too late to be of value
  - belief design personnel can provide construction input during early stages
  - reluctance to allow construction into the review processes

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Other: \_\_\_\_\_

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

### Constructor Project Barriers

- Poor timeliness of input

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Poor communication skills; design criticism is often non-constructive or communicated in a offensive, tactless manner

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Other: \_\_\_\_\_

## Tool 10: Constructability Barrier Breakers

Barrier	Recommended Breakers	When Effective		Type of Breaker			Roadmap Activities	
		Corporate	Project	Cultural	Procedural	Awareness		Incentive
1: Complacency with the status quo	• Designate a strong program champion.	X		X		X		"Identify constructability sponsor/champion"
2: Reluctance to invest additional money & effort in early project stages	• Promote the attitude that constructability should be viewed as an investment opportunity with corresponding downstream payoff.	X	X				X	"Assess and recognize constructability benefits" "Define constructability objectives and measures"
	• Include constructability as part of a standard bid response and in cost tracking/control efforts.		X		X	X		"Select project contracting strategy"
3: Limitations of lump-sum competitive contracting	• Owner/designer acquire in-house construction expertise for input during design.		X		X	X		"Assemble key owner team members" "Develop the constructability team"
	• Develop a short list of contractors who offer constructability input in return for the opportunity to be on the short list of bidders.		X		X			"Select project contracting strategy" "Secure contractors, vendors, and consultants"
4: Lack of construction experience in design organization	• Communicate construction issues from field engineers to office engineers/designers.		X	X	X			"Consult applications matrix and lessons learned"
	• Close the "project loop" by getting feedback from the field and by tracking lessons learned		X	X	X			"Document lessons learned"
	• Modify design management practices to elevate the visibility of constructability issues.	X		X		X		"Develop implementation policy" "Define constructability objectives and measures"
5: Designer's perception that "we do it"	• Secure comprehensive understanding of what constructability is prior to assessing adequacy of efforts	X				X		"Understand constructability objectives, methods, concepts, and barriers"
6: Lack of mutual respect between design and constructors	• Aggressively promote effective team-building among project personnel		X	X				"Develop the constructability team"
	• Establish constructor presence in design process before pride of authorship develops		X	X	X			"Develop constructability procedures and integrate into project activities" "Select project contracting strategy"
	• Keep the project team focused on common objectives and accepted procedures rather than personalities		X	X				"Orient project constructability team/perform team building"
7: Construction input requested too late to be of value	• Increase awareness of the necessity for early construction involvement.	X				X		"Understand constructability objectives, methods, concepts, and barriers"
	• Include constructability as an early activity in a formal project activity flow plan or roadmap.	X	X		X			All Roadmap Activities
	• Include individuals with significant construction experience in the project team from the outset	X	X		X			"Assemble key owner team members" "Select project contracting strategy"



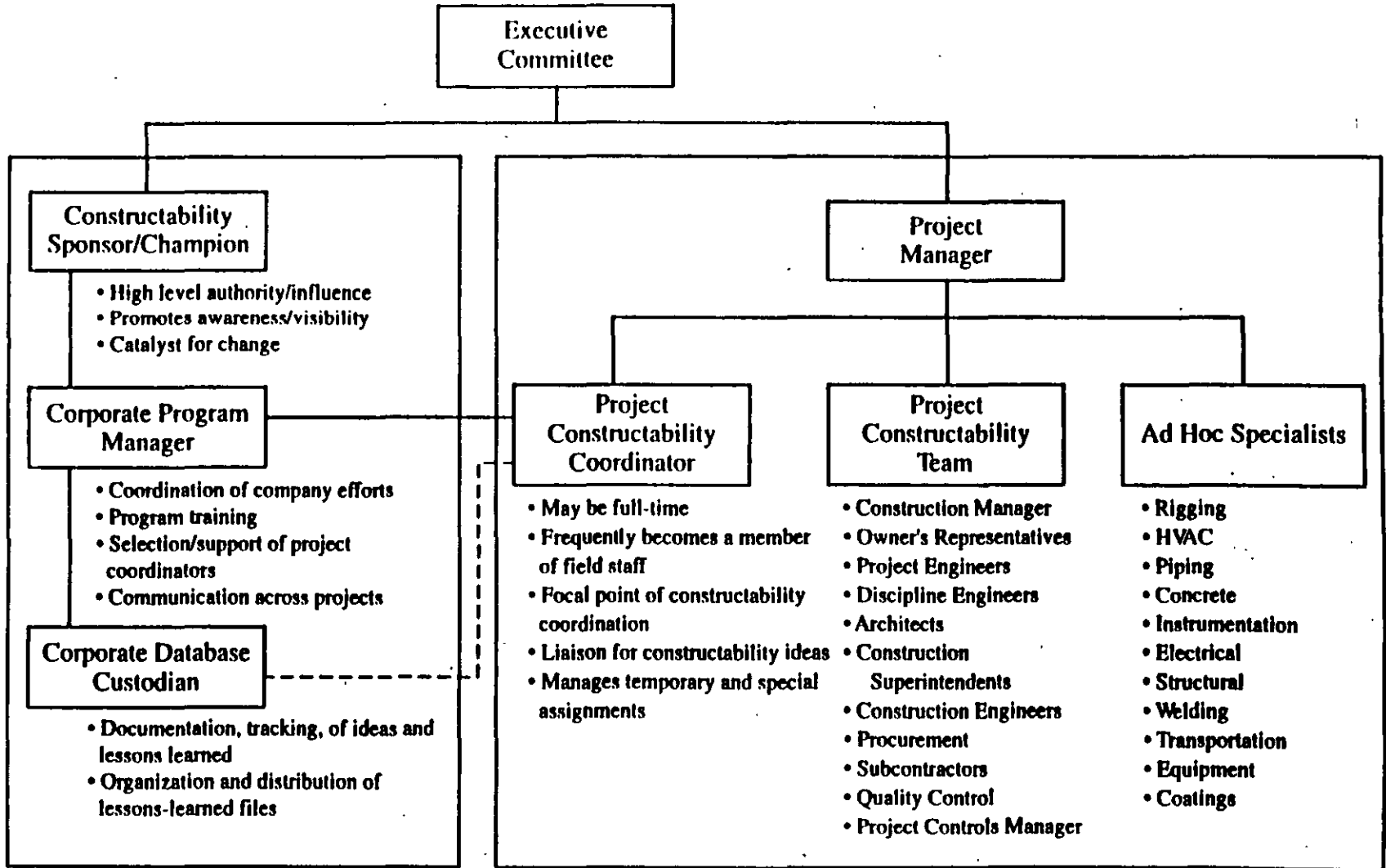
**Table B.7. Barrier Breakers Considered for Seven Most Common Barriers to Constructability**

<p><b>1. Complacency with the Status Quo</b></p> <p>A. Designate a strong program champion.</p> <p>B. Report constructability program benefits regularly.</p> <p>C. Make constructability the responsibility of younger, energetic individuals who regularly confront the status quo.</p> <p>D. Establish funded programs that promote creativity and intelligent risk-taking.</p> <p>E. Establish monetary awards for rewarding innovation and intelligent risk-taking.</p> <p>F. Conduct training programs in shifting paradigms, promoting creativity, and promoting critical thinking.</p> <p>G. Screen out personnel who regularly support the status quo.</p>
<p><b>2. Reluctance to Invest Additional Money &amp; Effort in Early Project Stages</b></p> <p>A. Shift traditional construction budget dollars to project planning and design; key additional design funding to constructability studies.</p> <p>B. Document success stories and use to sell the program to owners; tabulate concrete, defensible cost-savings data to prove the benefits of early involvement.</p> <p>C. Promote the attitude that constructability should be viewed as an investment opportunity with a corresponding downstream payoff.</p> <p>D. Get CII or others to create promotional tools to sell the program to owners.</p> <p>E. Include constructability as part of a standard bid response and in cost tracking/control efforts.</p> <p>F. Establish formal commitment to the idea of constructability, then convince owners that constructability must start very early in the project process.</p> <p>G. Designate a strong program champion at the highest corporate position possible.</p> <p>H. Increase flexibility in design services/design funding practices.</p>
<p><b>3. Limitations of Lump-Sum Competitive Contracting</b></p> <p>A. Owner/designer acquire in-house construction expertise as input during design.</p> <p>B. Owner/designer procure out-of-house construction expertise as input during design.</p> <p>C. Use only A/Es with strong constructability capabilities.</p> <p>D. Document/disseminate cost-benefit data to disprove the low-bid economy mentality.</p> <p>E. Understand the benefits and flexibility of negotiated contracts and acquire skills to manage same; include constructability as a reimbursable service.</p> <p>F. Develop a short list of contractors who offer constructability input in return for the opportunity to be on the short list of bidders.</p> <p>G. Focus on optimizing the project rather than optimizing the design phase.</p>
<p><b>4. Lack of Construction Experience in Design Organization</b></p> <p>A. Conduct in-house training on construction (constructability, methods, field problems, lessons-learned, etc.).</p> <p>B. Send employees to constructability shortcourses.</p> <p>C. Communicate construction issues from field engineers to office engineers/designers.</p> <p>D. In the design budget, include adequate travel allowance for field visits by design office personnel.</p>

**Table B.7. (cont.) Barrier Breakers Considered for Seven Most Common Barriers to Constructability**

<p><b>4. Lack of Construction Experience in Design Organization (cont.)</b></p> <p>E. Modify hiring practices: establish construction experience as a criterion for hiring; look for good communication skills; look for team skills.</p> <p>F. Close the "project loop" by getting feedback from the field and by tracking lessons learned.</p> <p>G. Modify design management practices to elevate the visibility of constructability issues (e.g., make constructability a routine meeting agenda item from the start of the project).</p> <p>H. Change attitudes: get designers to start viewing the field as a good source of information.</p> <p>I. Establish a constructability "lessons-learned" database within the design office.</p> <p>J. Establish a new in-house position: Constructability Specialist.</p>
<p><b>5. Designer's Perception that "We Do It"</b></p> <p>A. Involve outside experts in conducting a thorough self-assessment: is constructability really being done?</p> <p>B. Conduct and be receptive to constructor end-of-project assessments on actual degree of constructability.</p> <p>C. Periodically question or quiz design personnel on timely, relevant constructability issues; ascertain the breadth &amp; depth of their knowledge on constructability.</p> <p>D. Convince yourself that conventional Value Engineering analyses do not address the breadth of constructability opportunities or issues.</p> <p>E. Find out what constructability is before assessing whether or not you are doing it.</p>
<p><b>6. Lack of Mutual Respect Between Designers &amp; Constructors</b></p> <p>A. Aggressively promote effective team-building among project personnel; expose the roles and contributions of each individual; conduct role-playing and objectivity exercises.</p> <p>B. Establish constructor presence in design process before pride of authorship develops.</p> <p>C. Keep the project team focused on common objectives and accepted procedures rather than personalities.</p> <p>D. Cross-pollinate knowledge and experience between design and construction personnel.</p> <p>E. Conduct sensitivity training for selected individuals who have difficulty working with different types of people.</p>
<p><b>7. Construction Input Is Requested Too Late To Be Of Value</b></p> <p>A. Increase awareness of the necessity for early construction involvement; recognize the benefits of the pro-active (vs. reactive) approach.</p> <p>B. Include constructability as an early activity in a formal project activity flow plan or "roadmap."</p>

## Tool 12: Constructability Organizational Structure



# Tool 13: Constructability Suggestion Form

## Constructability Suggestion Form

Topic: \_\_\_\_\_

Discipline/Craft Affected: \_\_\_\_\_

Description & Illustration: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Originated by: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Project: \_\_\_\_\_

### Assessment of Impact to Project: (to be completed by the Constructability Coordinator)

Cost: \_\_\_\_\_

Schedule: \_\_\_\_\_

Quality: \_\_\_\_\_

Safety: \_\_\_\_\_

Engineering/Procurement: \_\_\_\_\_

Need to change/update corporate standard specs? \_\_\_\_\_

Other: \_\_\_\_\_

### Approvals:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Comments: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Tool 14: Constructability Idea Log

Project \_\_\_\_\_

Item No.	Date	Description	Initiator Name	Initiating Company	Estimated Savings	Effort-Hour Savings	A-Approved R-Rejected

**Tool 15: Constructability Program Quarterly Report**PROJECT: *[Project Name]*

TO: Executive Sponsor for Constructability

Date: *[Date]*FROM: *[Project Manager]*

The *Project Name* Project identified and approved the following major constructability applications during the period *[date]* to *[date]*

Description	Estimated Savings	Schedule Savings
1.	\$ <i>[Total estimated savings for each application including impacts on Engineering, Procurement, etc.]</i>	Wks.
2.		
3.		
4.		
5.		
Period Savings	\$ <i>[Period Total]</i>	Wks.
Previous Total Savings	<i>[Prior Total]</i>	Wks.
Total Savings to Date	\$ <i>[Total to Date]</i>	Wks.

Estimated cost of the Constructability Team to date is \$*[cost.]* The current Savings-to-Cost Ratio is *[xx]/1*.

*[If desired, the Project Manager may add a paragraph to discuss constructability related matters.]*

---

*[Project Manager]*

Project Distribution:

*[Appropriate Distribution]*

## **Sesión 5**

# Conceptos y Herramientas para la Aplicación de Constructabilidad en Proyectos de Construcción

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

Sesión 5  
Conceptos y Herramientas para la  
Aplicación de Constructabilidad en  
Proyectos de Construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Conceptos Fundamentales para  
la Aplicación de  
Constructabilidad en Proyectos  
de Construcción

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**CII Constructability  
Concepts**

- Definition:
  - what are they?
  - where do they come from?
- Organización:
  - during Conceptual Planning
    - 8 concepts
  - during Design and Procurement
    - 8 concepts
  - during Field Operations
    - 1 concept

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Conceptual Planning  
Concepts 1 & 2**

Details of the constructability program should be an integral part of the project execution plan.

Project planning actively involves construction knowledge and experience.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Conceptual Planning  
Concepts 3 & 4**

Early construction involvement is considered in development of contracting strategy.

Project schedules are construction-sensitive.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Conceptual Planning  
Concepts 5 & 6**

Basic design approaches consider major construction methods.

Site layouts promote efficient construction.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Conceptual Planning  
Concepts 7 & 8**

Project team participants responsible for constructability are identified early on.

Advanced information technologies are applied throughout the project.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Design and Procurement  
Concepts 1 & 2**

Design and procurement schedules are construction-sensitive.

Designs are configured to enable efficient construction.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Design and Procurement  
Concepts 3 & 4**

Design elements are standardized.

Construction efficiency is considered in specification development.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Design and Procurement  
Concepts 5 & 6**

Module/pre-assembly designs are prepared to facilitate fabrication, transport, and installation.

Designs promote construction accessibility of personnel, material, and equipment.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Design and Procurement  
Concepts 7 & 8**

Designs facilitate construction under adverse weather conditions.

Design and construction sequencing should facilitate system turnover and startup.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Field Operations Concept**

Constructability is enhanced when innovative methods are used.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Concepts Application Matrix

		PROJECT TYPE																			
		Project Phase 1					Project Phase 2					Project Phase 3					Other				
		Activity 1	Activity 2	Activity 3	Other...	...	Activity 1	Activity 2	Activity 3	Other...	...	Activity 1	Activity 2	Activity 3	Other...	...	Other...	...	...		
CONSTRUCTABILITY CONCEPTS	PROCURABILITY CONCEPTS	C-1																			
		C-2																			
		C-3																			
		C-4																			
		C-5																			
		C-6																			
		C-7																			
		C-8																			
	OPERABILITY CONCEPTS	DP-1																			
		DP-2																			
		DP-3																			
		DP-4																			
		DP-5																			
		DP-6																			
		DP-7																			
		DP-8																			
MAINTAINABILITY CONCEPTS	FO-1																				
	Other...																				
	...																				

■  
 Shaded areas indicate how the desirable timing for application of constructability concepts would be represented

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos  
Constructabilidad

**Function**

- **Function:**
  - ◆ specific purpose or use intended for an item
- **Basic Function:**
  - ◆ performance feature that must be attained for an item to work or perform (i.e., necessary and essential)
- **Secondary Function:**
  - ◆ performance features other than those that must be accomplished (i.e., nice to have but not necessary, or necessary but non-essential)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Value**

- **Use Value:**
  - ◆ properties and qualities which satisfactorily and reliably accomplish a use.
- **Esteem Value:**
  - ◆ properties, appearance, or other qualities which create a desire to own the item
- **Cost Value:**
  - ◆ sum of labor, materials, and other costs required to procure the item.
- **Exchange Value:**
  - ◆ properties, or qualities which enable to change the item for something else desired.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**General Value Engineering Process**

- Select high cost areas to study.
- Determine the basic function of an item.
- Brainstorm the problem and develop a list of alternative ways of performing the function of the selected item.
- Select the best possible alternative to perform the function at the lowest cost.
- Present and sell the proposal.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de la Organización para el Manejo de Proyectos Constructabilidad

### High Cost Areas

- Expensive items
- Items that are repeated many times
- Parts that can be eliminated without altering a basic function
- Materials that are critical and expensive

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### High Cost Areas (cont.)

- Required tolerances that are too tight
- Specifications that contain unneeded costly requirements
- Items that are difficult to construct
- Items that are too costly to maintain

---

---

---

---

---

---

---

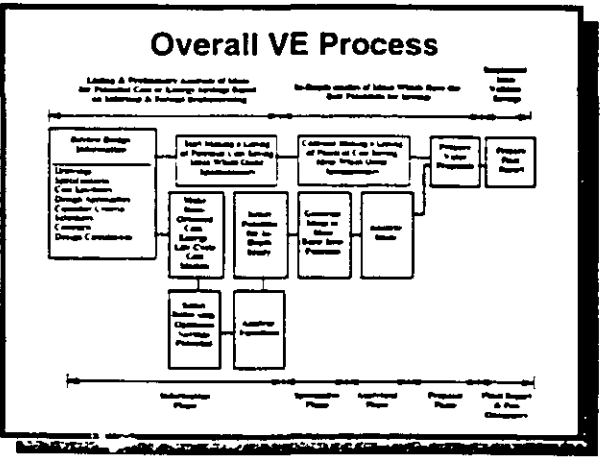
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

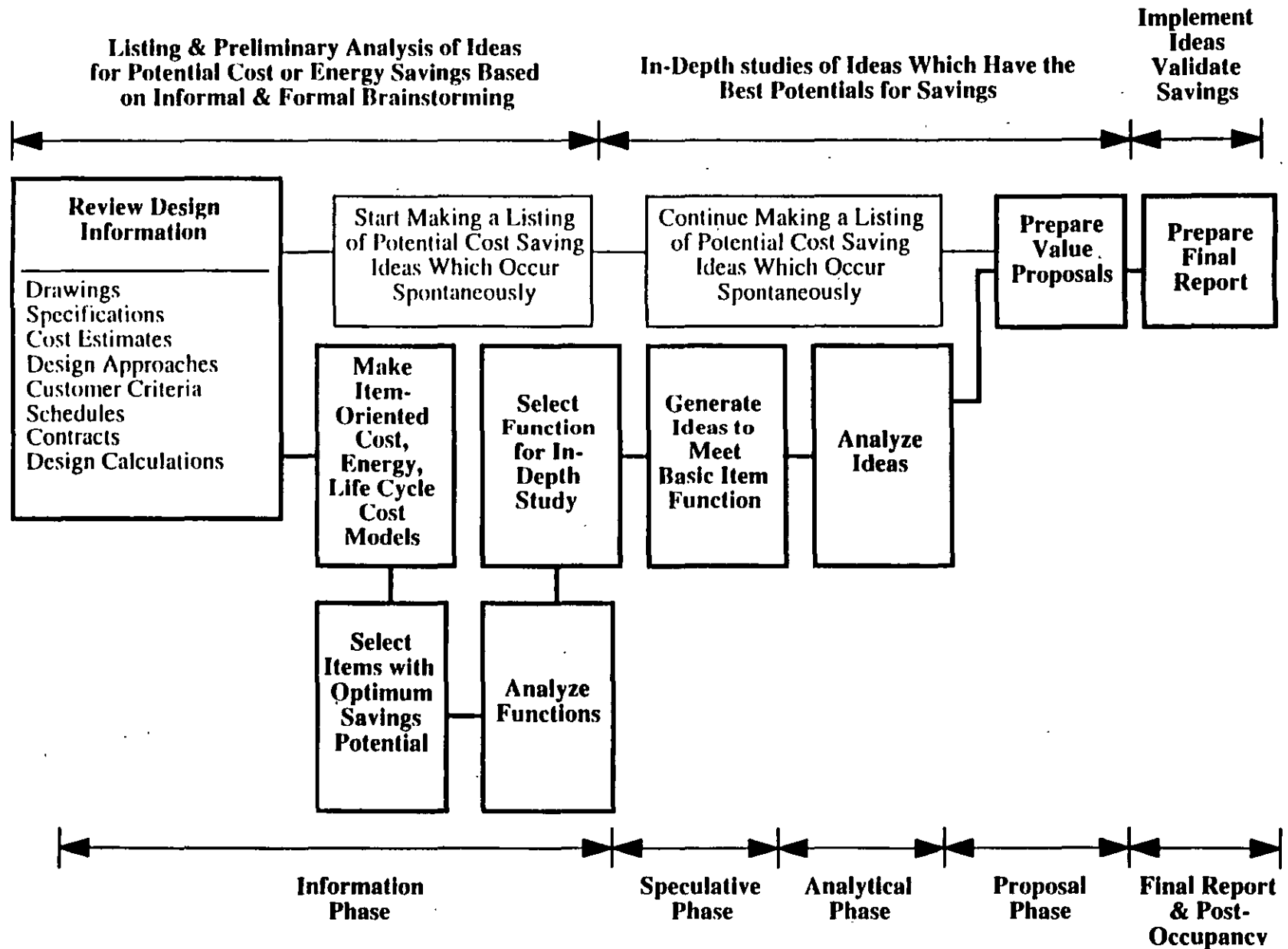
---

---

---

---

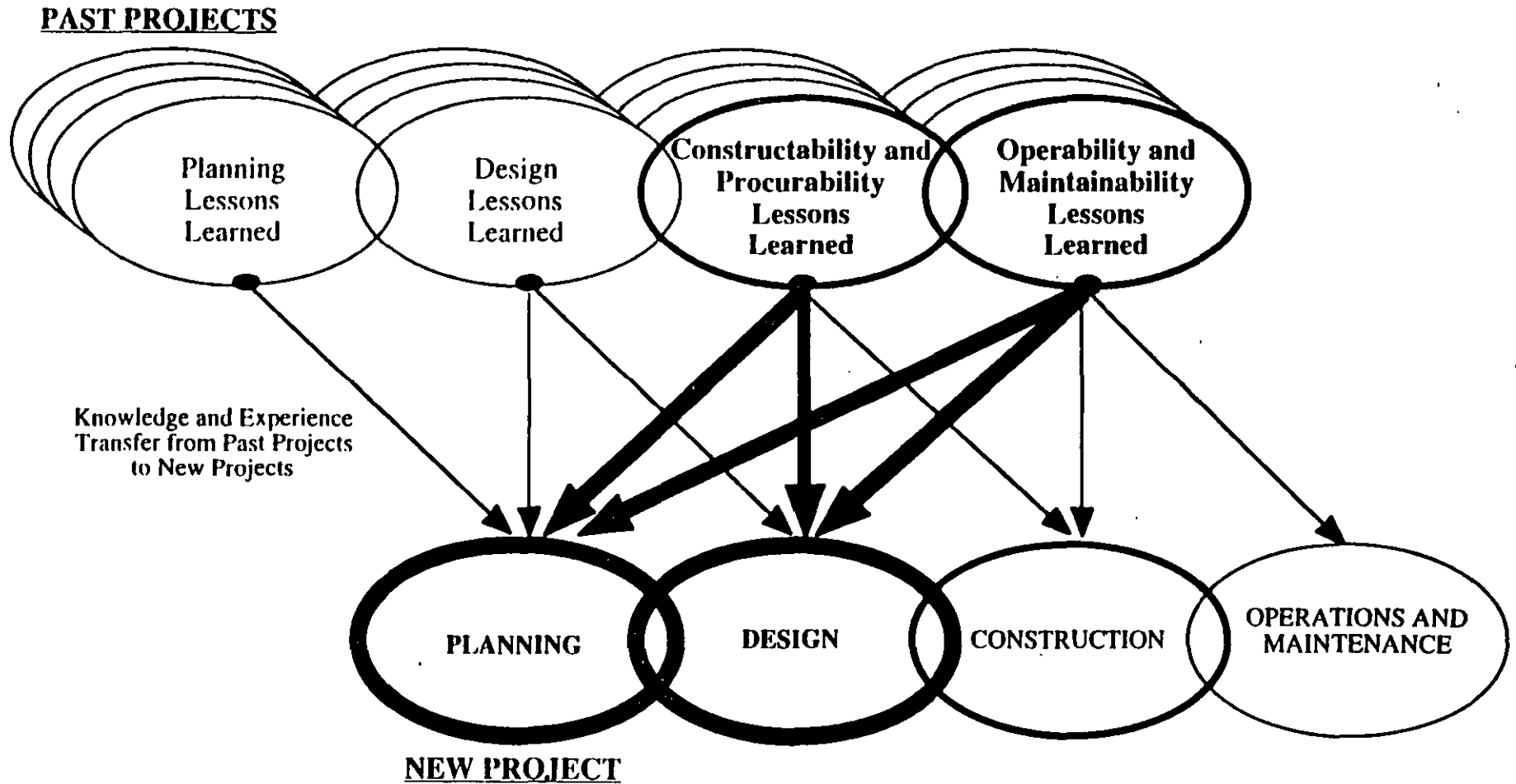
# Overall VE Process



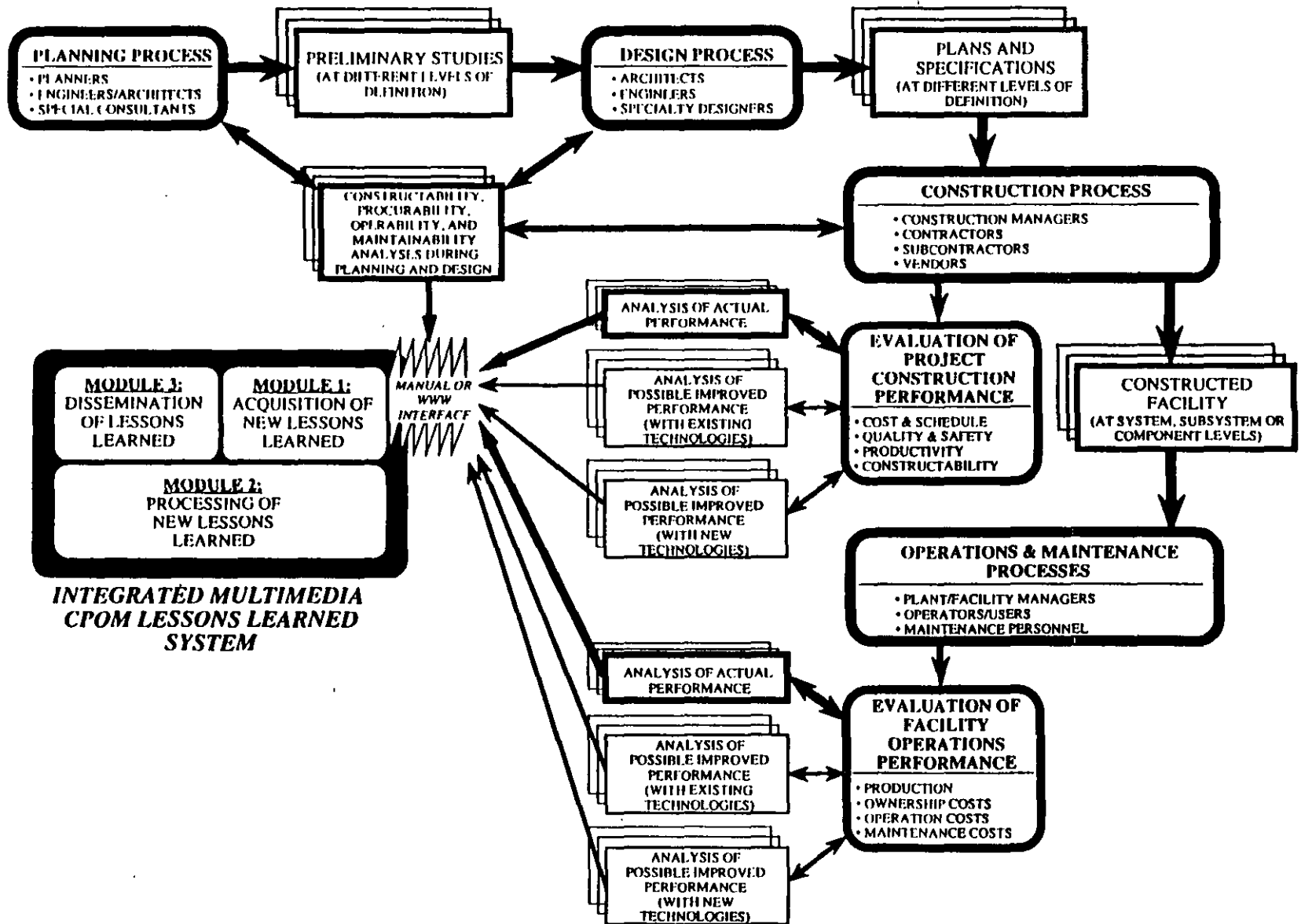




# Role of Lessons Learned

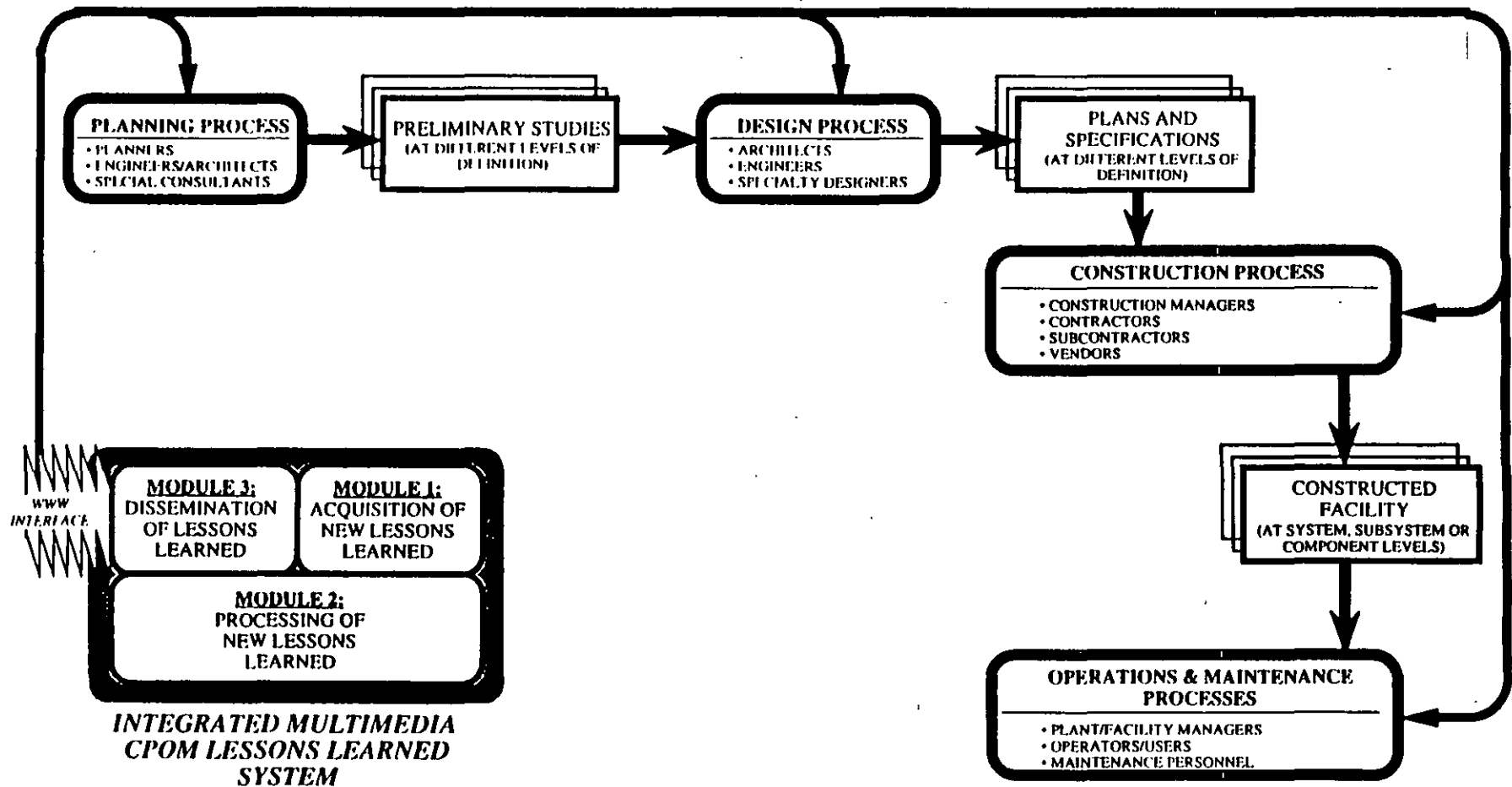


# Acquiring Lessons Learned

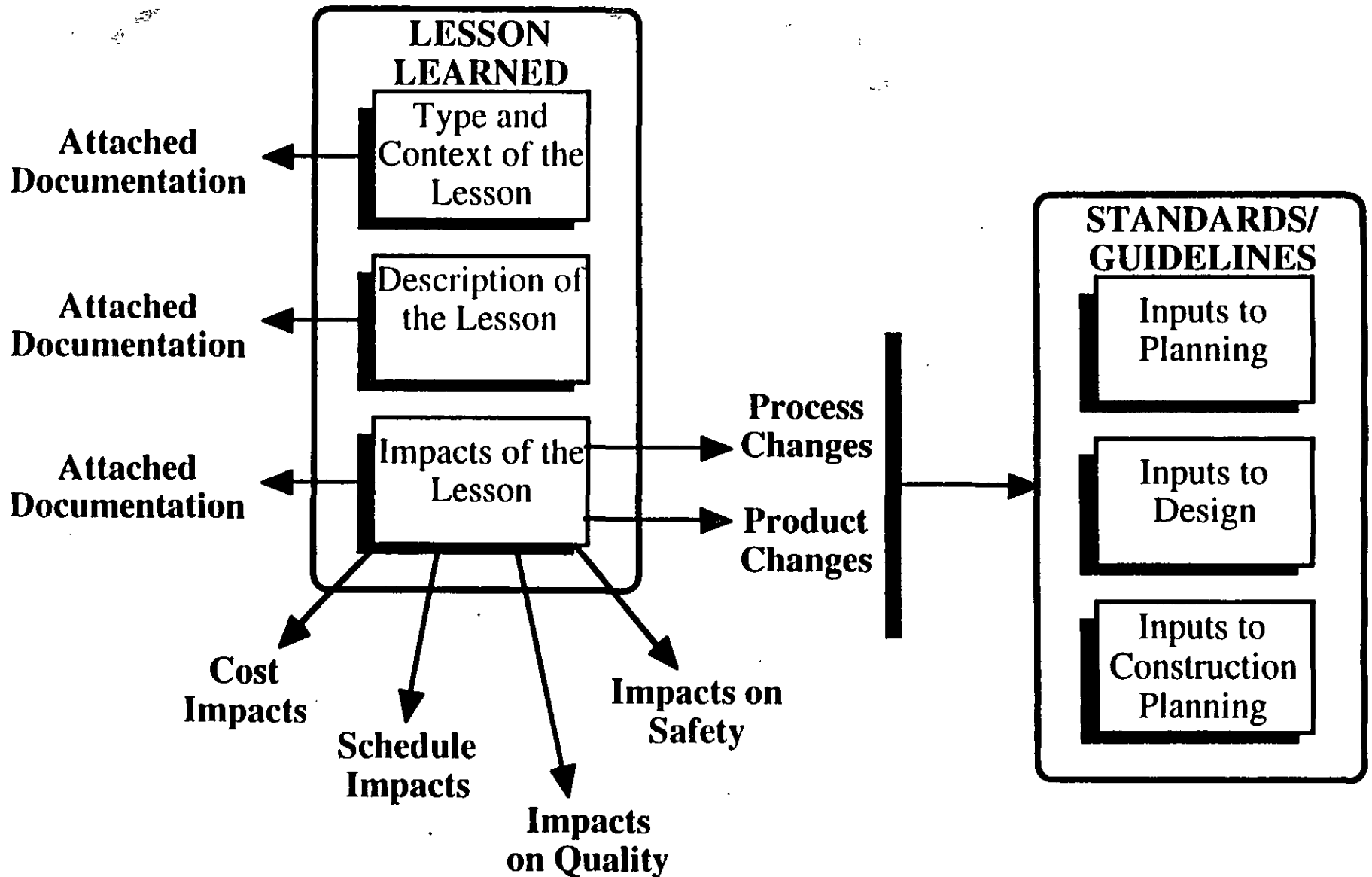




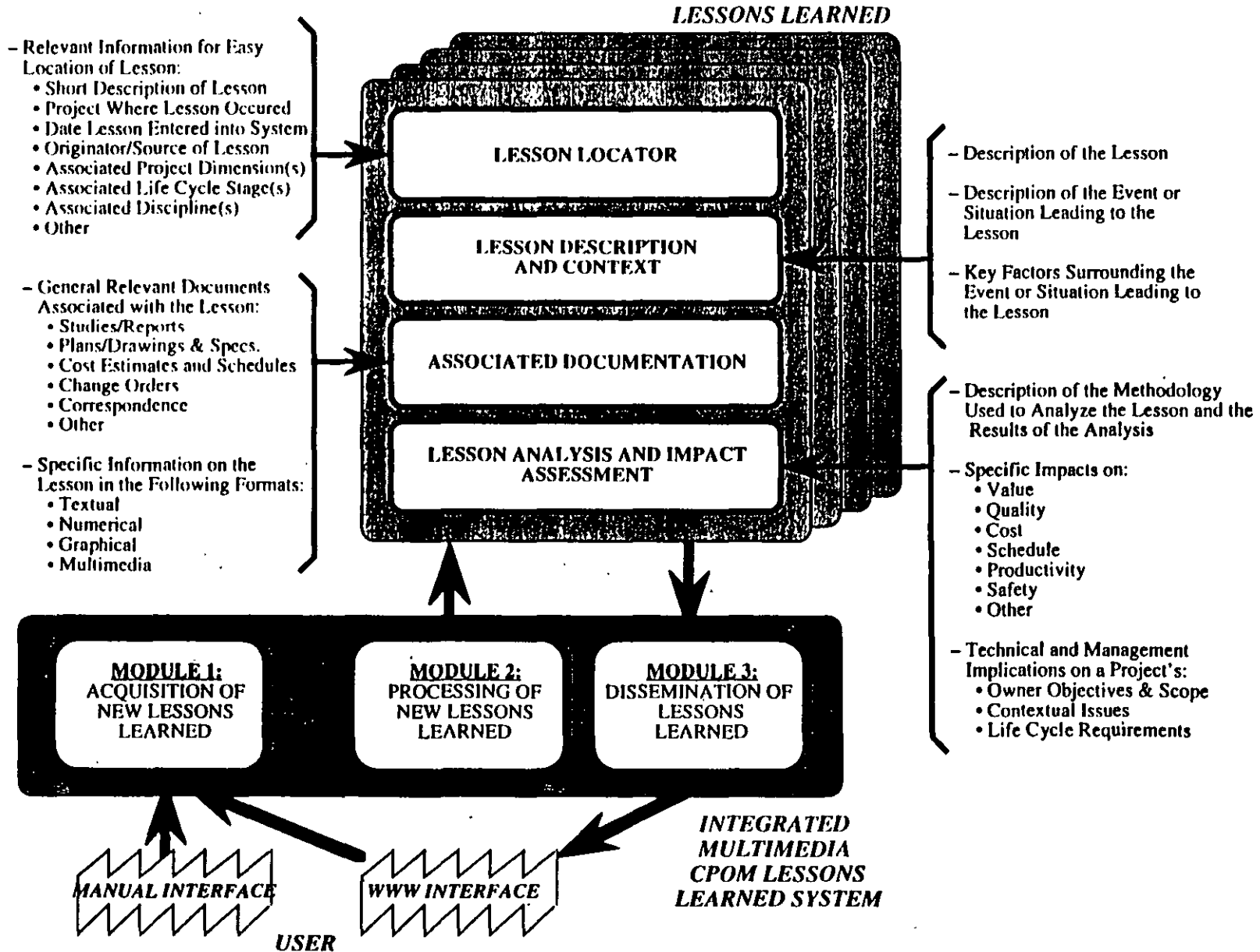
# Applying Lessons Learned



# Lessons Learned Structure (1)



# Lesson Learned Structure (2)







# Sample Prototype Multimedia System for Lessons Learned

