

00568  
3  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
DE DESARROLLO TECNOLOGICO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN INGENIERIA QUIMICA  
(INGENIERIA DE PROYECTOS)  
P R E S E N T A,  
ING. FERNANDO DE ZABALA MELGAREJO



MEXICO, D. F.

1992



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

### **I INTRODUCCION**

-Objetivos de la Tesis.	1
-Definición de Proyectos de Desarrollo Tecnológico (DT).	1
I.1 Definiciones.	1
I.2 Objetivos de los proyectos de DT.	2
I.3 Reconocimiento de capacidades técnicas (Technology-push) y reconocimiento de la demanda del mercado (Market-pull)	3
I.4 Concordancia de las estrategias tecnológicas de las Unidades de Negocio con los proyectos de DT.	4
I.5 Generalidades sobre la definición de alcance de proyectos de DT.	5
I.6 Asignación de presupuesto a los proyectos de DT.	6
I.7 Determinación del plazo de ejecución	9

### **II ANTECEDENTES**

-Planteamiento de un modelo de estudio.	11
II.1 Necesidad e importancia de aplicar las técnicas de la Administración de Proyectos (AP) a los proyectos de DT	11
II.2 Planteamiento de un modelo de estudio.	12
II.3 Jerarquización y Selección Óptima de Proyectos de DT	14

### **III DESARROLLO**

-Introducción	16
III.1 Definición del Alcance del Proyecto.	16
Desglose de la Estructura del Trabajo.	16
Contenido del Paquete de Tecnología.	18
Exclusiones del Paquete de Tecnología.	19
Costo de la Planta Piloto.	20
Catálogo de Cuentas.	20
III.2 Sistema de Planeación y Control.	22
-Selección del Método Apropriado de Planeación y Control para Proyectos de DT en sus Diferentes Etapas de Avance	22
III.2.1 Programación	24
Programa de Fechas Clave.	24
Matriz de Precedencias.	24
Matriz de Información.	24
Diagrama de Ruta Crítica.	25

<i>Presupuesto.</i>	26
<i>Programa Maestro.</i>	27
<i>Curva de Avance</i>	27
<i>Programa por Etapas.</i>	27
<i>Programa de Asignación de Recursos.</i>	28
<i>Curva de Personal.</i>	28
<i>Programa de Erogaciones.</i>	28
<i>Curva de Erogaciones.</i>	28
<b>III.2.2 Control</b>	<b>29</b>
<i>Reporte Mensual de Avance del Proyecto por Etapa.</i>	29
<i>Reporte Mensual de Avance del Proyecto. ( Resumen )</i>	29
<i>Reporte de Costos Mensual.</i>	30
<i>Reporte Mensual de Productividad.</i>	31
<i>Reporte del Desempeño del Proyecto.</i>	31
<i>Registro de Pendientes.</i>	32
<i>Reporte de Facturación y Pago.</i>	32
<i>Control de Cambios de Alcance.</i>	33
<i>Registro de Documentos. ( Planos / Especificaciones )</i>	33
<i>Reporte Mensual del Proyecto.</i>	33
<i>Medición del Avance del Proyecto.</i>	34

#### **IV CONCLUSIONES.**

<i>-Conclusiones.</i>	35
-----------------------	----

#### **- ANEXO I: GUIA DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

#### **- BIBLIOGRAFIA**

## I. INTRODUCCION

### -Objetivos de la Tesis.

#### a) Objetivo General:

-Proponer una metodología para lograr la ejecución oportuna y eficaz de los proyectos de Desarrollo Tecnológico (DT) por medio de la aplicación de las técnicas y conceptos de la Administración de Proyectos.

#### b) Objetivos Particulares:

-Desarrollar el alcance detallado de un proyecto típico de DT, y definir la secuencia lógica de actividades, con sus respectivas precedencias.

-Proponer un procedimiento de evaluación de la Inversión Total para proyectos de DT, logrando un desglose detallado en la asignación del presupuesto.

-Definir el contenido estándar del paquete de Tecnología, y sus respectivas exclusiones.

-Definir una metodología de asignación de recursos, tanto humanos como materiales.

-Aplicar la técnica de desglose de la estructura del trabajo para desarrollar la programación integral del proyecto de DT.

-Definir los conceptos más importantes que se han de controlar, y proponer un sistema de control para el proyecto total.

-Desarrollar una metodología de evaluación de la productividad en la ejecución de proyectos de DT.

-Proponer un sistema de valuación del avance global del proyecto.

-Ubicar el proyecto de DT en su contexto global, para asegurar que la planeación concuerde con las estrategias de las demás unidades de negocio de la empresa.

-Determinar las fuentes que dan origen a los proyectos de DT.

### -Definición de Proyectos de Desarrollo Tecnológico (DT).

#### I.1 Definiciones.

Inicialmente se definen los conceptos clave que se utilizan en esta tesis:

**-Proyecto:** es el conjunto de actividades que se realizan bajo la dirección de una entidad única responsable del cumplimiento de un alcance, un presupuesto y un plazo definidos inicialmente.

**-Desarrollo Tecnológico:** es el proceso de generación y validación de conocimientos que se aplican a satisfacer las necesidades de la sociedad por medio del mejoramiento de la forma de hacer el trabajo.

Por lo tanto, un proyecto de DT se constituya del conjunto de actividades necesarias para generar conocimientos aplicables a mejorar o crear nuevos procesos, productos, y máquinas que eventualmente lograrán satisfacer las necesidades de la sociedad por medio del uso eficiente de los recursos disponibles.

El alcance se establece inicialmente definiendo la necesidad específica que se pretende satisfacer y las condiciones limitantes a las que hay que ajustarse, procediendo a continuación a elaborar un presupuesto y un programa de ejecución de acuerdo al alcance definido, a los recursos disponibles, y a las características particulares del proyecto seleccionado. ( para selección y jerarquización de proyectos, cfr. Escobar et al<sup>2</sup> )

Por último, se asigna la responsabilidad única del cumplimiento de los requisitos planteados a una entidad denominada genéricamente "Gerencia de Proyecto" (GP), la cual tiene a su cargo la administración de los recursos humanos y materiales del proyecto, así como la toma de las decisiones necesarias para la consecución de los trabajos.

## **I.2 Objetivos de los proyectos de DT.**

Puede afirmarse que el objetivo principal de los proyectos de desarrollo tecnológico es generar bienes ó servicios que satisfagan necesidades sociales cumpliendo con los siguientes requisitos que, aunque no son los únicos, se mencionan por ser de máxima importancia.:

-Condiciones rentables de explotación comercial, ó utilidad manifiesta en aplicaciones no comerciales.

-Uso eficiente de la energía.

-Producción en serie, ajustándose a normas de calidad.

-Respeto del medio ambiente.

A continuación presentamos los factores que dan origen a los proyectos de DT.

### **I.3 Reconocimiento de capacidades tecnológicas (Technology-push) y reconocimiento de la demanda del mercado (Market-pull).**

Los proyectos de DT pueden originarse en dos fuentes principales, según Markis: (cfr. Markis et al<sup>9</sup>)

- 1- Reconocimiento de una capacidad técnica  
(*technology-push*).
- 2- Reconocimiento de una demanda real ó potencial  
(*market-pull*).

La primera fuente depende del estado actual de los conocimientos tecnológicos, y se conceptualiza como productos que son "empujados" por nuevas tecnologías.

Se estima que 30% de los proyectos de desarrollo tecnológico son generados por este medio, y cuentan con un mayor grado de innovación (breakthrough) que los proyectos generados por el mercado. En general, cuando un científico elabora una nueva teoría ó descubre un nuevo material, se busca la aplicación de este conocimiento para resolver problemas prácticos, aunque el propósito inicial fuera únicamente la investigación pura. Algunos de estos desarrollos tienen éxito en su aplicación y son explotados comercialmente. ( cfr. Lall<sup>24</sup> y García-Torres<sup>5</sup> ). Tal vez la forma más efectiva de analizar los resultados de una investigación con miras a evaluar su aplicación potencial sea recurrir a la búsqueda exhaustiva en la información técnica y científica disponible, seguida de un estudio formal de prefactibilidad técnico-económica. El problema de jerarquizar y seleccionar proyectos de DT de entre varias líneas de investigación se trata con un enfoque matemático en el estudio de Escobar et al<sup>2</sup>.

La segunda fuente de proyectos de DT es la demanda del mercado, y puede describirse como nuevos productos ó servicios que son "jalados" por el mercado. Puede decirse que la mayoría (aproximadamente 70%) de los proyectos de DT se originan por este medio, aunque con menor grado de innovación -breakthrough- que los de la primera fuente.

Para reconocer nuevas demandas que eventualmente puedan dar origen a proyectos de DT, es necesario hacer estudios de mercado, sondeos continuos de las preferencias de los consumidores, monitoreo de la competencia y análisis de productos sucedáneos; en resumen, cabe resaltar que para todo proyecto exitoso originado por "market-pull" es necesario estar tan cerca del cliente como sea posible, conocer sus preferencias, escuchar sus necesidades y tomar muy en cuenta sus sugerencias, pues se ha visto con frecuencia que éstas son una fuente de inspiración de importantes innovaciones.

Aunque se afirma que el principal promotor de un proyecto de DT es un financiamiento disponible, puede demostrarse que el proceso de innovación se incentiva más aún si se asegura el mercado.

#### **I.4 Concordancia de las estrategias de DT de las Unidades de Negocio con los proyectos de DT.**

Al elaborar la planeación estratégica de las empresas se desarrollan planes funcionales para las diferentes áreas, como pueden ser comercialización, operaciones, recursos humanos, etc., los cuales deben ser coherentes entre sí, y desde luego se incluye el plan funcional de tecnología, que estará abocado a lograr una Ventaja Competitiva Sostenible (VCS), según Porter-García Torres<sup>5</sup>.

Esta VCS puede lograrse por medio de tres estrategias:

- 1- Costo mínimo.
- 2- Diferenciación.
- 3- Nicho de mercado.

En la primera se trata de reducir al mínimo el costo de producción; con la segunda se pretende hacer diferente un producto de los de la competencia, y con la tercera se trata de ganar un mercado especializado (nicho), en el cual la competencia será poca ó nula (v.gr., química fina).

Es necesario que los proyectos de DT se planteen de acuerdo con alguna de estas tres estrategias, y a su vez que éstos proyectos sean compatibles con los demás planes funcionales de la empresa, todos derivados de la misión de la misma.

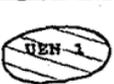
Como resultado de la planeación estratégica-tecnológica, se pueden identificar áreas de interés (posibles unidades de negocio), y por consiguiente se define una cartera de proyectos de DT, además de establecerse el ritmo de inversión requerido y seleccionar las dimensiones tecnológicas que es necesario mejorar. ( para selección, cfr. también Escobar et al<sup>2</sup> )

Se entiende por dimensión tecnológica aquella característica de un proceso ó producto que es crítica en el desarrollo del mismo, y que al mejorarse determina una innovación real. (por ej., una dimensión tecnológica en el proceso de producción del polietileno es la presión de polimerización).

Una manera de definir las áreas de interés en los proyectos de DT es haciendo uso de la matriz de McKenzie, también conocida como "matriz de General Electric", que sirve para analizar el potencial de las unidades estratégicas de negocio (UEN), la cual se muestra a continuación en la Tabla 1: (cfr. García-Torres<sup>5</sup>)

**TABLA 1**

**POSICIONAMIENTO DE LA UNIDAD ESTRATEGICA DE NEGOCIO**

		
<b>ATRACTIVIDAD</b>		
		

**COMPETITIVIDAD**

En esta matriz se determina la atractividad de diversas tecnologías para las cuales contamos con algún grado de competitividad. La atractividad se refiere básicamente a la rentabilidad de la tecnología, así como la competitividad se refiere al grado de dominio y liderazgo que la empresa tiene sobre la misma.

La práctica aconseja promover todos los proyectos de DT que se encuentren en zonas de media-alta atractividad-competitividad.

**1.5 Definición del alcance de proyectos de DT.**

El alcance de los proyectos debe ser definido con toda precisión y claridad para que el control del proyecto pueda llevarse a cabo adecuadamente y los resultados puedan evaluarse con rigor para determinar si es factible continuar el proyecto a etapas posteriores (Ingeniería Básica, etc.)

La definición del alcance es una tarea especializada que requiere de amplios conocimientos del proceso de DT; en otras palabras, es una labor difícil y delicada, por la importancia que tiene en la consecución exitosa de las metas del proyecto.

Uno de los objetivos de esta tesis es entonces presentar un sistema que facilite esta tarea y dicho sistema se presenta en el capítulo III.

## **I.6 Asignación de presupuesto a los proyectos de DT.**

Cuando existe la alternativa entre adquirir tecnología ó invertir en DT, se hace una evaluación financiera para elegir entre ambas opciones; a corto plazo casi siempre es preferible comprar, aunque a largo plazo la opción de desarrollar tecnología es más conveniente, a pesar del riesgo que implica.

(cfr. García-Torres<sup>5</sup>, Cadena, Solleiro et al<sup>4</sup> y Lall<sup>24</sup>)

Por otra parte, cada vez es menos aconsejable para las empresas adquirir licencias de uso de tecnología por las siguientes razones:

- 1- En la medida en que se desarrolle el proceso de globalización económica, la venta de tecnología se hará más restringida.
- 2- Comprando tecnología no es posible competir en el mercado internacional.
- 3- La tecnología de punta no está disponible para licenciamiento; sólo se venden tecnologías que empiezan a ser obsoletas.
- 4- Al comprar tecnología se incurre en una dependencia riesgosa.

En México, la compra de tecnología es una fuente importante de salida de divisas; se estima que en 1988 se gastó un millón de USD en adquisición de know-how y 10 MM USD en compra de bienes de capital (con tecnología de equipo implícita). La venta de tecnología reportó ingresos a EU por 20,000 MM USD en 1987 ( cfr. García-Torres<sup>5</sup>, Lall<sup>24</sup> y A.M.I.<sup>23</sup> )

Una vez que las empresas se deciden a desarrollar tecnología surge la cuestión de cuanto invertir en esta área. El primer factor que se considera es el monto real del que la empresa puede disponer para asignarlo al DT, y esto depende del estado financiero de la empresa, del potencial de mercado y de muchos factores más. Se sabe que muchas empresas por política asignan al DT, cuando pueden hacerlo, un monto determinado según cierto porcentaje de sus ventas ó de sus utilidades; este porcentaje puede ser, en promedio, 2% de las ventas. A nivel global, los países industrializados erogaron en I+D durante 1990 de 1.5 a 3% del PIB, mientras que en ese mismo año en México la inversión fué de solo 0.3% del PIB, y en Corea y Taiwán fué de 0.7%. (cfr. García-Torres<sup>5</sup>, Butrón<sup>3</sup>, pp.141 y A.M.I.<sup>23</sup>, pp 164)

Esta política de asignación de recursos es aplicable en empresas grandes, pero tratándose de empresas medianas ó pequeñas la inversión en DT es más variable, fluctuando circunstancialmente según sus capacidades y las oportunidades de negocio que se van presentando.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) mide la recuperación de una inversión en el tiempo. Es importante resaltar que las inversiones en DT tienen una TIR semejante a la de los demás proyectos industriales, esto es, 18% a pesos constantes; sin embargo, la TIR calculada considerando el beneficio social que reportan estos proyectos es mucho mayor: 80-120% (cfr. García-Torres<sup>5</sup>)

También se sabe que las empresas que invierten en DT tienen mayores TIR globales, siempre y cuando tengan una alta participación en el mercado; esto nos habla de que las economías de escala son importantes en esta situación, existiendo un porcentaje mínimo de participación en el mercado que hace rentables a los proyectos de DT (cfr. García-Torres<sup>5</sup> y Butrón<sup>3</sup>)

Se mencionó que las empresas grandes generalmente asignan por política un monto al DT según cierto porcentaje de sus ventas ó utilidades. Este porcentaje varía naturalmente según el tipo de industria y el tamaño de la empresa considerada; por ejemplo, en EU (1988) este porcentaje fué en promedio 2-3% de las ventas, mientras que en México fué de 0.5-1% (cfr. García-Torres<sup>5</sup> y Butrón<sup>3</sup> pp.141). Existen áreas industriales que por sus características intrínsecas y velocidad de innovación requieren de un mayor porcentaje asignado; ejemplos típicos de estas industrias son la computación y la biotecnología. En México, sin embargo, la mayor parte de la inversión en investigación universitaria en el periodo 1985-1989 (35% de la inversión) fué hecha en el área de coordinación de la investigación tecnológica con las necesidades del país ( cfr. A.M.I.<sup>23</sup>, pp 162 )

Las empresas medianas y pequeñas generalmente analizan diferentes proyectos y cuando han encontrado el más rentable, se abocan a la tarea de conseguir recursos para financiarlo, y estos recursos pueden ser internos (por ej., reinversión de utilidades) y externos (por ej., créditos y fomentos al DT (\*), emisión de acciones, etc.). Todo esto hace que el monto que asignan al DT las empresas medianas y pequeñas sea bastante irregular. ( cfr. Butrón<sup>3</sup> y A.M.I.<sup>23</sup> )

(\*) En México existe desde 1991 el Programa Conjunto de Desarrollo Tecnológico para la Modernización Industrial, patrocinado por NAFINSA-CONACYT; en el marco de dicho programa se creó el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica -FIDETEC- que financia la investigación aportando dos pesos por cada peso que la industria invierte.

Una vez que la empresa ha determinado el monto que puede invertir, debe distribuir los recursos a la cartera de proyectos seleccionados. ( cfr. Escobar et al<sup>2</sup> )

Estos proyectos seleccionados, según se vió en el punto I.4, deben estar acordes tanto a la capacidad de financiamiento como a las estrategias generales derivadas de la misión de la empresa durante el proceso de planeación estratégica.

Para efectuar la asignación de recursos a la cartera de proyectos puede utilizarse la Tabla 2 anexa, que muestra de manera simplificada la asignación de presupuesto al DT (cfr. García-Torres<sup>5</sup>). Para las Unidades Estratégicas de Negocio (UEN) que integran la empresa se analizan los proyectos de DT de interés, desglosando el presupuesto anual del proyecto. Se considera que estos proyectos responden generalmente a necesidades del mercado (market-pull), mientras que en el renglón de " Estudios para identificar..." se incluye la inversión en proyectos "empujados" por nuevas tecnologías (technology-push).

TABLE 2

Proyecto: PIRIDINA

Rev. 0

MIP/ FQ/ UNAN

C A R T E R A D E P R O Y E C T O S

U E N	PROYECTOS DE D.T.		PRESUPUESTO	% DE VENTAS	% DE UTILIDADES
	1	2	TOTAL DE DT \$		
1	AÑO 1 - \$ AÑO 2 - \$ AÑO 3 - \$	AÑO 1 - \$ AÑO 2 - \$ AÑO 3 - \$			
2...	AÑO 1 - \$ AÑO 2 - \$ AÑO 3 - \$	AÑO 1 - \$ AÑO 2 - \$ AÑO 3 - \$			
MANTENIMIENTO DE TECNOLOGIAS EXISTENTES					
ESTUDIOS PARA IDENTIFICAR NUEVAS CAPACIDADES TECNICAS					
T O T A L					

Además, en esta *Tabla 2* se considera el presupuesto necesario para el mantenimiento de las tecnologías existentes. Por último, se determina el presupuesto total y su participación como porcentaje de ventas y utilidades.

La inversión en proyectos de DT tiene ciertas características particulares; a continuación se señalan algunas de las más importantes: (cfr. también Butrón<sup>7</sup>, pp. 19-99.)

- 1- Determina si una empresa ha de ser líder ó seguidora en su ramo industrial.
- 2- En caso de cancelación del proyecto, no se recupera sino un pequeño porcentaje de los recursos invertidos.
- 3- La exactitud de la información que se tiene al iniciar el proyecto es poca, lo que aumenta considerablemente el nivel de riesgo, comparado con otros proyectos industriales.

La mayor parte de los problemas en el control de las inversiones en proyectos de DT derivan de estos puntos:

- 1- Inadecuada definición y/o cambios de alcance derivados de información inexacta durante la etapa de planeación. Es un hecho que no se conocen de antemano y con exactitud los resultados de los proyectos de DT, pues si así fuera ya no serían necesarios los mismos, en tanto que su producto final es conocimiento (Know-how); esto determina un nivel de incertidumbre en la información inicial del proyecto requerida para justificar la inversión (cfr. Butrón<sup>7</sup>)
- 2- Deficiente evaluación de costos del proyecto (cfr. Butrón<sup>7</sup>)

#### **I.7 Determinación del plazo de ejecución.**

La misma falta de exactitud en la información inicial que caracteriza a los proyectos de DT hace que también la determinación del plazo de ejecución no sea muy precisa. Es por esto que cuando se subcontratan proyectos de DT muchas empresas prefieren contratos del tipo "precio alzado", pues eligiendo un contrato por administración se corre el riesgo de que el proyecto se prolonge indefinidamente.

Algunas de las actividades de los proyectos de DT que son difíciles de programar son las siguientes:

- Investigación bibliográfica.
- Optimización del proceso.
- Experimentación en laboratorio.
- Escalación ( planta piloto ) y desarrollo final del producto para comercialización.

En la práctica, al asignarse un presupuesto a los proyectos de DT se define automáticamente un plazo de ejecución, que es el tiempo en que se eroga el presupuesto. Esto no significa que la duración de los proyectos de DT no se pueda calcular usando las técnicas comunes de Administración de Proyectos (AP); de hecho, estas técnicas se aplican, aunque el resultado tenga un alto grado de incertidumbre.

Si por ejemplo, en la planeación de un proyecto de DT se estableció un plazo de dos años para su realización, es importante programar evaluaciones periódicas ( por ej., cada trimestre ) para decidir si es factible continuar el proyecto y seguirle aportando recursos, ó es necesario suspenderlo, modificarlo ó cancelarlo, según los resultados de la evaluación. Esta práctica de realizar evaluaciones periódicas de resultados es la mejor manera de evitar la pérdida de recursos no recuperables al asignarlos a un proyecto de DT del cual se ha demostrado que no alcanzará los resultados esperados.

## II. ANTECEDENTES

-Planteamiento de un modelo de estudio.

### II.1 Necesidad e importancia de aplicar las técnicas de Administración de Proyectos (AP) a los proyectos de DT.

Como en cualquier tipo de proyecto, la escala de éste determina el tipo de administración requerida.

Sólo hasta que empezaron a desarrollarse megaproyectos (el hombre en la luna, el submarino atómico ) es que empezaron a aplicarse formalmente técnicas de AP al DT.

Si normalmente los proyectos de DT tienden a ser un reto difícil de lograr en tiempo, costo y objetivos, es evidente que cualquier carencia de capacidades administrativas contribuirá a aumentar la brecha entre lo planeado y los resultados.

Algunos de los conceptos más útiles de la AP que son directamente aplicables a los proyectos de DT son:

- Programación y control estructurados en base al sistema de desglose del trabajo (Work Breakdown Structure, WBS)
- Control de costos estructurado también en base al WBS.
- Asignación y nivelación de recursos optimizada.
- Estimación y administración del riesgo.
- Organización del proyecto bajo una responsabilidad única.
- Automatización de la programación (Ruta Crítica).
- Automatización de la evaluación y control del avance. (comparando el programa vs. el real).
- Sistemas integrados de manejo de información.
- Aseguramiento de calidad del proyecto total.
- Registros de productividad.
- Reducción del plazo y costo por medio de proyectos de organización especial (task force, fast track, matricial)
- Seguimiento de metas parciales (milestones).

## II.2 Planteamiento de un modelo de estudio.

En la presente tesis se plantea un sistema de AP aplicado a los proyectos de DT, proponiendo un modelo de estudio particular para desarrollar los conceptos y procedimientos necesarios. En este capítulo definiremos las características del modelo de estudio, esto es, un proyecto de DT con características tales que permitan la aplicación de los conceptos expuestos en el capítulo II.1.

Se propone entonces como ejemplo un proyecto de DT del sector industrial de petroquímica secundaria, cuyas características se desarrollan a continuación.

La planta petroquímica XYZ fabrica solventes industriales, y ha detectado que algunos clientes importantes que producen agroquímicos están inconformes con el comportamiento de los solventes que actualmente adquieren de XYZ como vehículo en la formulación de sus herbicidas, insecticidas, etc. XYZ investigó otros productos alternativos y encontró que la piridina y subproductos (alfa y beta-picolinas, etc.) tienen excelentes propiedades como solventes para agroquímicos; además, la piridina no se produce actualmente en México (cfr. Anuarios de Comercio Exterior 1986-1989. IMCE / BANCOMEXT).

El departamento de I+D localizó siete patentes internacionales que amparan tres procesos diferentes para producir piridina (cfr. Kirk-Othmer<sup>14</sup>, Considine<sup>16</sup>, Abramovitch<sup>17</sup>), pero después de extensivas consultas se vió que ninguno de los tecnólogos de los tres procesos tiene interés en licenciar su tecnología, ya que actualmente dominan el mercado internacional en la formulación de agroquímicos, y exportan gran cantidad a México, considerando que la piridina es una especialidad de química fina. Las importaciones de piridina en 1985 fueron de 376 TON con un valor de 2.2 MM USD, y con una tasa de crecimiento media anual de 5% (cfr. Anuarios de Comercio Exterior 1986-1989. IMCE / BANCOMEXT).

Los procesos de producción patentados son: ( cfr. Kirk-Othmer<sup>14</sup>, Shreve<sup>15</sup>, Considine<sup>16</sup>, Abramovitch<sup>17</sup> y Perry<sup>18</sup>)

- Destilación seca de la hulla ( Reilly Tar Co. )  
Rendimiento: 72.6 g Piridina al 70% (\*) / Ton. carbón  
Nota: este proceso data de 1956
- Síntesis con acroleína y amoníaco.  
Rendimiento: 490 kg Piridina al 10% / Ton.acroleína  
Nota: la acroleína no se produce en México.
- Síntesis con acetaldehído, formaldehído y amoníaco.  
Rendimiento: 470 kg Piridina al 28.8% / Ton.acet'do.

(\*) Se señala el porcentaje de pureza de piridina en una mezcla de piridina y alfa/beta-picolinas

En este ejemplo, después de un estudio formal para elaborar la tabulación comparativa de selección del proceso -el cual incluye consideraciones técnico-económicas, logísticas y estratégicas que son específicas para el entorno de la empresa XYZ-, el departamento de I+D selecciona el proceso de fabricación usando la síntesis con acetaldehído, formaldehído y amoníaco (AFA)

La empresa XYZ, "jalada" por el mercado (market-pull), considera entonces atractivo emprender un proyecto de DT para obtener la tecnología y la ingeniería básica de una planta de producción de piridina a escala comercial por la vía AFA.

A partir de experiencias anteriores en proyectos similares, considerando los recursos disponibles y haciendo un estimado de orden de magnitud de costos ( +/- 30-50% ), el departamento de I+D de XYZ solicita un presupuesto de 400 M USD y propone un plazo de ejecución preliminar de 20 meses, con la siguiente estructura de costos:

- personal técnico	36 % (144 M USD)
- indirectos	14 % (56 M USD)
- planta piloto y laboratorio	50 % (200 M USD)

El cálculo del presupuesto se efectúa en el formato FP-06, y el cálculo del costo de la planta piloto en el documento FP-13, ambos en el Anexo I. ( cfr. también Guthrie<sup>19</sup>, Baasel<sup>20</sup>, Peters & Timmerhaus<sup>21</sup>, Giral y Barnón<sup>22</sup> y Porry<sup>18</sup>).

El cálculo de la duración se efectúa en el diagrama de ruta crítica, formato FP-05 del Anexo I.

El desarrollo del proyecto en este ejemplo tendría las siguientes etapas generales, que se analizarán a detalle en el siguiente capítulo:

- 1- Investigación bibliográfica y experimentación a nivel laboratorio.
- 2- Estudio de prefactibilidad técnica-económica para determinar la viabilidad del proyecto.
- 3- Desarrollo de la tecnología del proceso y escalación a planta piloto, para probarlo y optimizarlo.
- 4- Desarrollo de la ingeniería básica de una instalación productiva a escala comercial.

Estas son básicamente las cuatro etapas principales que integran el proyecto de DT propuesto.

En el siguiente capítulo se planteará un sistema integral de AP que permita lograr los objetivos del proyecto en tiempo, costo y calidad.

### II.3 Jerarquización y Selección Óptima de Proyectos de Desarrollo Tecnológico.

En la presente tesis se parte de la base de un proyecto de DT que ya ha sido seleccionado para satisfacer una necesidad específica en la industria. El presupuesto asignado ha sido establecido de acuerdo a la disponibilidad de recursos. No obstante, en la mayoría de los casos, las empresas con capacidad de invertir en DT se encuentran ante un escenario con varias líneas de investigación alternativas, y en principio cualquiera de ellas puede ser elegible para la asignación presupuestal. Dependiendo de la atractividad *a priori* y del grado de dependencia de los proyectos de interés, se pueden elegir simultáneamente uno ó varios de ellos, siempre y cuando no sean mutuamente excluyentes. Sin embargo, al limitarse el presupuesto para desarrollo tecnológico, surge la necesidad de asignar los recursos disponibles precisamente al conjunto de proyectos que maximizen los beneficios esperados.

Para hacer una selección óptima en I+D existe una metodología desarrollada por Escobar et al<sup>2</sup>, misma que se describirá a continuación.

En principio, para aplicar esta metodología a un conjunto de líneas de investigación se requiere disponer de una plataforma de información detallada relativa a los aspectos económico-financieros, técnicos y estratégicos de los proyectos de interés. A continuación se hace una jerarquización de estos proyectos haciendo uso de los atributos importantes para la empresa; el proceso se compone de cuatro etapas:

- 1) Evaluación del grado de adecuación de la línea de investigación a los objetivos y necesidades de la empresa.
- 2) Evaluación de las líneas de investigación y desarrollo.
- 3) Integración de las evaluaciones anteriores.
- 4) Establecimiento de un modelo de múltiples criterios para racionalizar las preferencias. En este modelo se separan los proyectos elegidos (sobreclassificados) de los rechazados (indiferentes) por medio de la comparación por pares de todos los proyectos, haciendo la selección en base a la dominancia de atributos, y calculando los índices de concordancia y discordancia, que son una medida de la homogeneidad de los criterios aplicados por el grupo que selecciona.

El proceso de jerarquización mencionado hace uso del modelo de matemáticas finitas llamado *Electra*, para selección y jerarquización.

En una segunda etapa, a los proyectos seleccionados con el método Electra se les aplica un método de programación lineal para optimizar el beneficio esperado, definido por medio de la función objetivo, y limitado en un contexto de restricciones presupuestales. Los proyectos que se consideran en la optimización pueden ser de tres tipos: independientes, mutuamente excluyentes y secuencialmente dependientes. Los autores recomiendan considerar estos últimos como un solo proyecto, ya que necesariamente para realizar el proyecto final se tienen que haber concluido todos los precedentes. De acuerdo a las condiciones de financiamiento se pueden hacer tres tipos de optimización:

- 1) Básica: se tiene un presupuesto base que se aplica en N periodos.
- 2) Con financiamiento externo: se cuenta con un financiamiento externo sumado al presupuesto base. Al monto total a aplicarse en N periodos se le restan las amortizaciones parciales del principal e intereses.
- 3) Con uso diferido del capital: se aplica el mismo modelo anterior, pero considerando que el capital no invertido genera intereses que se suman al monto disponible para DT.

### III. DESARROLLO.

#### -Introducción

En este capítulo se presenta el desarrollo de un sistema detallado de programación y control aplicado a proyectos de DT. En el anexo I se incluye una *Guía de Administración de Proyectos*, constituida por un conjunto de formatos y un diagrama de flujo para su aplicación. Con la ayuda de la guía se podrá realizar la programación y el control de cualquier proyecto, por lo que se considera que esta guía constituye la principal aportación de la presente tesis. El sistema de administración de proyectos que se plantea en la guía se desarrolla a continuación.

#### III.1 Definición del Alcance del Proyecto.

##### Desglose de la Estructura del Trabajo.

El Sistema de Desglose del Trabajo -Work Breakdown Structure, WBS- es un método de planeación para agrupar y ordenar la estructura del proyecto, el cual permite clasificar las diversas actividades y controlarlas, además de que facilita las funciones de definición del alcance y programación. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

El alcance de un proyecto puede desglosarse jerárquicamente en seis niveles con el sistema WBS, según se aprecia en el siguiente diagrama:

#### ESTRUCTURA WBS

#### Diagrama 1

NIVEL

CONCEPTO

1

Proyecto

2

Etapas

3

Sistemas

4

Paquetes de Trabajo

5

Actividades

6

Documentos o Tareas



En el *Desglose de la Estructura de Trabajo* se definen las etapas, los sistemas, los paquetes de trabajo y las actividades del proyecto. En el formato FP-01 del anexo I, diseñado para este propósito, se desglosan todas las actividades del proyecto de DT para producir pirídina, clasificándolas según la siguiente estructura jerárquica:

#### 1- Etapas.

Se subdivide el proyecto en unidades básicas, las cuales constituyen unidades funcionales en sí mismas.

- La primera unidad es la Investigación y Experimentación (a nivel laboratorio)
- La segunda unidad son los Estudios de Prefactibilidad Técnica-Económica. ( se requiere la información obtenida durante la investigación y experimentación para desarrollar la ingeniería conceptual en esta etapa)
- La tercera unidad es el Desarrollo de Tecnología.
- La cuarta unidad es la Ingeniería Básica.

#### 2- Sistemas.

Cada etapa se divide a su vez en sistemas, los cuales constituyen áreas de especialización dentro de la misma etapa. Por ejemplo, la etapa 2, Estudios de Prefactibilidad Técnico-Económica, está constituida por los siguientes sistemas:

- Estudio de mercado.
- Ingeniería conceptual.
- Estimado de inversión y de costos de operación y mantenimiento.
- Evaluación económica y financiera.
- Selección del sitio.
- Estudios de impacto ambiental y social.

#### 3- Paquetes de Trabajo.

Son las unidades mínimas de planeación que tienen una responsabilidad de ejecución bien identificada y un presupuesto asignado claramente definido. Los paquetes de trabajo individuales se integran en sistemas. Por ejemplo, pueden analizarse en el formato los paquetes de trabajo correspondientes al sistema " Estudio de Mercado ".

#### 4- Actividades.

Son todas las tareas repetitivas e identificables del proyecto.

Es necesario recalcar la importancia de la información contenida en el formato FP-01, ya que representa la comprensión cabal del alcance de todas las actividades del proyecto, desde su inicio hasta su terminación, ordenadas de manera conceptual de acuerdo a la lógica interna de su ejecución. Puede afirmarse por esto que el desglose de la estructura del trabajo constituye el documento principal del proyecto.

## **Contenido del Paquete de Tecnología.**

En el documento 'Contenido del Paquete de Tecnología' se debe detallar el alcance de la información generada en la tercera etapa del proyecto, Desarrollo de Tecnología; esta información es utilizada posteriormente para elaborar la ingeniería básica. Los documentos del paquete tecnológico se agrupan en ocho especialidades básicas:

- Documentos de Control.
- Especificaciones de Equipo, Tuberías e Instrumentos.
- Factores de Escalación.
- Normas, Códigos, Métodos, Especificaciones Generales, Criterios de Diseño y Procedimientos.
- Documentos de Operación.
- Documentos del Proceso.
- Documentos de Reacción y Separación.
- Especificaciones de Productos, Catalizadores y Materias Primas.

Los documentos que constituyen el Paquete de Tecnología se enlistan a continuación, ordenados según su especialidad:

- **Especificaciones de Equipo, Tuberías e Instrumentos.**
- Diseño completo del reactor y sus internos.
- Especificación del reactor y sus internos.
- Especificación de sistemas accesorios al reactor (agitación, transferencia de calor, seguridad.)
- Especificaciones de los equipos principales del proceso.
- Especificación de tuberías del proceso.
- Especificación de válvulas e instrumentos del proceso.
- Especificación de accionadores del proceso.
- Especificación de equipos auxiliares paquete.
- Especificación de aislamientos del proceso.
- Especificación de recubrimientos anticorrosivos del proceso.
  
- **Factores de Escalación.**
- Relaciones de escalación validadas.
- Costos de los equipos de la planta piloto.
  
- **Normas, Códigos, Métodos, Especificaciones Generales, Criterios de Diseño y Procedimientos.**
- Definición de normas, códigos y criterios aplicables.
- Especificación general de materiales para equipo y tuberías del proceso.
- Métodos analíticos estándar.
- Métodos de control de calidad.
  
- **Documentos de Operación.**
- Filosofías de operación.
- Secuencias de arranques y paros.
- Lista de problemas frecuentes y alternativas de solución.
- Requerimientos de seguridad.

- Documentos del Proceso.
- Bases de diseño de la planta piloto.
- Diagrama de bloques del proceso.
- Diagrama de flujo del proceso.
- Propiedades fisicoquímicas de materias primas, productos intermedios y productos.
- Balances de materia y energía del proceso.
- Análisis de exergias del proceso.
- D'TI del proceso.
- Rendimientos del proceso. ( en base a materias primas y consumo de energía )
- Costos y requerimientos de servicios por unidad de producto.
- Arreglo del equipo principal. ( lay-out )
- Especificación de servicios utilizados en el proceso.

- Documentos de Reacción y Separación.
- Definición de la cinética de la reacción.
- Condiciones de presión, temperatura y concentración de la reacción. ( e intervalos )
- Constantes de reacción y separación.
- Condiciones de presión, temperatura y concentración en la separación / purificación. ( e intervalos )
- Tiempos de reacción y separación.
- Requerimientos de energía y agitación de la reacción.
- Especificación de solventes para la reacción y separación.

- Especificaciones de Productos, Catalizadores y Materias Primas.
- Especificación de materias primas.
- Especificación de catalizadores.
- Especificación de productos.
- Hoja de especificaciones de fabricación del producto.

- Documentos de Control.
- Filosofías de control.
- Definición de variables y rangos de control.

Todo lo que puede considerarse como la tecnología del proceso de producción de Piridina por la vía Acetaldehído-Formaldehído-Amoniacó está contenido en este paquete.

#### **Exclusiones del Paquete de Tecnología.**

En este documento se enlistan los conceptos que no están incluidos en el paquete tecnológico, pues no entran dentro de su alcance, y se relacionan para evitar confusiones; no obstante, los documentos excluidos se elaboran en otras etapas del proyecto: Estudios e Ingeniería básica, excepto la ingeniería de detalle. En resumen, los conceptos excluidos son :

- Bases de diseño.
- Ingeniería básica y de detalle de la planta piloto.
- Diseño del equipo principal. (excepto reactor)
- Arreglo general ( propuesto ) de la planta.
- Estudios de mercado, económico-financiero, de localización y de impacto ambiental y social.

#### Costo de la Planta Piloto.

En el documento FP-13 del anexo I se muestra la memoria de cálculo que sirvió como base para establecer el presupuesto asignado a la construcción de la planta piloto. Dicho presupuesto se resume en la siguiente tabla:

**TABLA 3**  
**COSTO DE LA PLANTA PILOTO (\*)**

CONCEPTO	USD.1991	%
<b>COSTO DIRECTO</b>		
EQUIPO PRINCIPAL	29,900	33.2
MATERIALES	16,350	18.2
INSTALACION	19,830	22.0
<b>INDIRECTOS</b>		
HONORARIOS INSTALACION	9,910	11.0
INGENIERIA DE DETALLE	5,290	5.9
PROCURACION	3,960	4.4
CONTINGENCIAS	4,760	5.3
<b>T O T A L :</b>	<b>90,000</b>	<b>100</b>

(\*) En el estimado de costos se aplicaron algunos factores de escalación y proporciones de costos propuestos por Guthrie, Happel y Mansfield.  
( cfr. Guthrie<sup>19</sup>, Baasel<sup>20</sup>, Peters & Timmerhaus<sup>21</sup>, Giral y Barnés<sup>22</sup> y Perry<sup>18</sup> )

#### Catálogo de Cuentas.

El catálogo de cuentas representa el desglose del proyecto para constituir una estructura contable, la cual permite medir los costos según su fuente de origen, comparar los costos reales de cada actividad contra su costo presupuestado y así establecer una norma de desempeño. Por otra parte, el catálogo sirve también como un registro histórico que permitirá presupuestar los proyectos futuros con mayor exactitud. (cfr. Lozano<sup>1</sup> y Butrón<sup>7</sup>)

En el catálogo se clasifican las cuentas por etapa, sistema, subcuenta, paquete de trabajo, y tipo de cuenta ( de costos directos e indirectos: H-H técnicas y administrativas, equipos, materiales, subcontratos, horas-máquina, etc. ). En el formato FP-14 del anexo I se muestra un ejemplo del catálogo.

La clave asignada a cada cuenta permite identificar su origen y agruparla según sus características, lo cual puede convertirse en una labor muy sencilla si se automatiza el sistema.

### III.2 SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL.

#### -Selección del Método Apropriado de Planeación y Control Para Proyectos de DT en sus Diferentes Etapas de Avance

En el desarrollo tecnológico se presenta una amplia gama de posibilidades respecto al alcance de los proyectos de innovación, que va desde proyectos completos con unidad estructural -como el de la presente tesis- hasta multiproyectos interdependientes con objetivos parciales que abarcan varias líneas de investigación.

De acuerdo a la escala y las características específicas de cada proyecto de DT se pueden aplicar varias técnicas que han sido desarrolladas para planeación y control de proyectos en general, o para proyectos de DT, en particular. Una breve reseña de las capacidades y aplicabilidad de dichas técnicas se presenta en este capítulo, con el fin de establecer una base de selección. (cfr. también Cadena, Solleiro et al<sup>4</sup>, Dean & Chaudhuri<sup>11</sup>, Klimstra & Potts<sup>10</sup>)

En el ejemplo expuesto en esta tesis se desarrolla un proyecto que incluye las cuatro etapas básicas del desarrollo tecnológico:

- 1) Investigación y experimentación a nivel laboratorio.
- 2) Estudios de prefactibilidad técnica-económica.
- 3) Desarrollo de tecnología y escalación en pta. piloto.
- 4) Ingeniería Básica

Si el proyecto no se desarrollara en conjunto, de manera que se pueda dar la ejecución simultánea de dos ó más etapas, sino que cada etapa constituyera un subproyecto secuencialmente dependiente, cada subproyecto requeriría de una aproximación diferente en cuanto al tipo de herramienta de planeación a utilizar.

Un breve resumen de las características de aplicabilidad de las principales herramientas de planeación de proyectos se presenta a continuación en la Tabla 4:

**TABLA 4**

**APLICABILIDAD DE TECNICAS DE PLANEACION AL DT**

TIPO DE PROYECTO	TECNICAS DE PLANEACION	CARACTERISTICAS
I- Bajo nivel de complejidad e incertidumbre	-Diagramas de Gantt -Gráficas de Avance -Programa de Erogación	-Técnicas de aplicación general -Manejo simple.
II- Nivel medio de complejidad e incertidumbre	-Sistema WBS -CPM ó PERT -Programa Maestro -Asignación de Recursos -Valor Ganado -Pronósticos de Costo	-Técnicas para proyectos medianos y grandes -Posibilidad de automatización integral -Manejo de múltiples proyectos
III - Alto nivel de complejidad e incertidumbre	-Diagrama de Planeación de Investigación (DPI) -GERT -Método Electra -Programación Lineal	-Técnicas específicas para DT e innovación -Buen desempeño bajo incertidumbre o riesgo -Complicado manejo matemático

NOTA: Se comparan proyectos con un mismo nivel de inversión, pero con diferentes características respecto a su nivel de complejidad e incertidumbre o riesgo.

Las técnicas que son específicas para administrar el desarrollo tecnológico, como DPI y GERT ( cfr. Cadena, Solleiro et al<sup>4</sup>, Dean & Chaudhuri<sup>11</sup>, Klimstra & Potts<sup>10</sup> ) parten de la consideración de que cualquier innovación, en principio, tiene intrínsecamente un alto grado de incertidumbre en cuanto a los beneficios que generará. Para incluir este factor de incertidumbre en el sistema de planeación se han introducido modelos probabilísticos que se aplican a la duración y la factibilidad de ejecución de las actividades del proyecto, contemplándose también el uso de ciclos ó 'loops' cuando -por ejemplo- en un experimento no se logra el resultado buscado y hay que repetirlo.

### III.2.1 Programación.

#### Programa de Fechas Clave.

En el programa de fechas clave se definen las fechas de inicio y terminación, así como las duraciones de las etapas que constituyen el proyecto. Para este fin se utiliza un formato común para programas, el FP-02 del anexo I. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

Con base en la distribución en el tiempo que se asigna a cada etapa en este programa, se elabora posteriormente el programa maestro. Un objetivo más del programa de fechas clave es lograr un compromiso formal de ejecución entre el equipo del proyecto y la Dirección de la empresa.

#### Matriz de Precedencias.

A nivel de paquetes de trabajo es necesario establecer la secuencia lógica en la que el trabajo se desarrolla y para esto se requiere de un conocimiento profundo de la tarea, preferentemente basado en la experiencia práctica; de esta manera será posible dar respuesta a estos dos cuestionamientos básicos de cada paquete de trabajo:

-Que actividades precedentes tienen que ser realizadas para poder iniciar el trabajo.

-En que momento del desarrollo de las actividades precedentes puede iniciarse el trabajo.

En la *Matriz de Precedencias* se enlistan en la primera columna todos los paquetes de trabajo del proyecto -clave y descripción-, y las mismas claves se muestran en el primer renglón superior. De esta manera, las columnas de las claves de los paquetes precedentes se marcan con una "X" en el renglón correspondiente al paquete evaluado, y así se completa la selección de las actividades precedentes para cada paquete del proyecto. La información generada en este documento, que se muestra en el formato FP-03 del anexo I, servirá de base para elaborar la red lógica del proyecto. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

#### Matriz de Información.

Los datos adicionales que se requieren para elaborar la red lógica del proyecto se resumen en la *Matriz de Información*. Aquí se concentra la información de la *Matriz de Precedencias* ( clave WBS, descripción, precedencias ), la cual se complementa con la definición de la duración de cada paquete y el avance completado de cada actividad precedente necesario para iniciar el trabajo; el traslape de actividades se define como un porcentaje de avance de la actividad precedente al cual puede arrancarse la nueva actividad. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

Los tipos de relaciones de precedencia considerados en la programación son cuatro:

FI - Relación fin-inicio: la actividad sucesora no puede iniciar hasta no terminarse la actividad precedente; no hay traslape.

II - Relación inicio-inicio: la actividad sucesora puede iniciar a un determinado avance de la actividad precedente; hay traslape.

FF - Relación fin-fin: la actividad sucesora debe terminar cierto tiempo después de la actividad precedente; puede haber traslape.

IF - Relación inicio-fin: La duración entre el inicio de la actividad precedente y la terminación de la actividad sucesora no debe exceder de un tiempo determinado; puede haber traslape.

El tipo de relación más común es la FI, y la sigue la II; la notación "II n" indica que la actividad sucesora inicia "n" días después que la actividad precedente.

Por último, cabe señalar que la duración asignada a cada paquete de trabajo en este formato se establece con base en una asignación de recursos "estándar" para la ejecución del trabajo, de acuerdo a la experiencia en tareas similares; no obstante, una asignación intensiva de recursos puede reducir en cierto porcentaje la duración de la actividad. En el formato FP-04 del anexo I se muestra la *Matriz de Información*. ( cfr. Lozano<sup>1</sup> )

#### Diagrama de Ruta Crítica.

El *Diagrama de Ruta Crítica* se construye con unidades básicas ó bloques que inicialmente contienen la clave del paquete, la duración, el tipo de relación de precedencia y los días de traslape entre los actividades.

Estos bloques están conectados entre sí por flechas que representan las relaciones de precedencia entre los bloques. A este tipo de diagrama se le conoce como "método del diagrama de precedencias, PDM". Existe otro sistema equivalente, el " método del diagrama de flechas, ADM". (cfr. Lozano<sup>1</sup>, Kezsbom & Schilling<sup>6</sup> y Dean & Chaudhuri<sup>11</sup>)

En este proyecto se eligió el método "PDM" porque permite representar los traslapes sin tener que usar actividades dobles, y además evita el uso de actividades "fantasma" para hacer converger precedencias simultáneas. En este sentido, el sistema "PDM" es mucho más flexible que el "ADM", que por otra parte requiere de dos números -nodos- para definir cada actividad, mientras que en el "PDM" la actividad se define únicamente con su clave WBS.

Una vez que se tiene establecida la red lógica se calcula la ruta crítica, sobre este mismo diagrama, en dos pasos; el primer paso se inicia sumando las duraciones y restando los traslapes en las actividades sucesivas, y los resultados de este cálculo, o sea, las fechas de inicio y terminación temprana de cada paquete (expresadas en días hábiles), se anotan en las esquinas superiores izquierda y derecha de cada bloque, respectivamente. Al llegar a la última actividad del proyecto se comienza el segundo paso del cálculo, restando en sentido inverso duraciones para obtener las fechas tardías de inicio y terminación de cada paquete, las cuales se anotan en las esquinas inferiores izquierda y derecha, respectivamente.

La diferencia -en días- entre la fecha temprana y tardía se anota en el espacio derecho medio del bloque; esta diferencia, conocida como "holgura", indica el tiempo que puede diferirse el inicio de una actividad sin retrasar la terminación del proyecto, y es muy útil para programar la asignación de recursos en las condiciones más favorables, evitando así los costosos "picos" de utilización, por medio del corrimiento de actividades dentro de su período de holgura.

Cuando la holgura de una actividad es cero, se dice que ésta es crítica, pues su retraso implica un retraso del proyecto total. La secuencia de todas las actividades con holgura cero se marcan con una línea doble para señalar la "ruta crítica", constituida por aquellas actividades del proyecto que requieren una atención especial en cuanto a su oportuna realización. En el formato FP-05 del anexo I se desarrolla la *Red Lógica* y el *Diagrama de Ruta Crítica*.

#### **Presupuesto.**

El presupuesto desglosado del proyecto se presenta en el formato FP-06 del anexo I, donde se calcula el presupuesto asignado a nivel paquete de trabajo, y se hacen resúmenes por sistema, etapa y proyecto global.

La estructura del formato está diseñada para efectuar el cálculo del presupuesto fácilmente, a partir de la información básica del alcance del trabajo. En las primeras columnas se enlistan los paquetes de trabajo, sistemas o etapas; a continuación se especifican los documentos del alcance, las horas-hombre por documento, las horas técnicas totales, el costo por H-H y el costo directo de horas-hombre; como se ve, la información de las columnas precedentes permite calcular la subsecuente.

Otros costos directos, como pueden ser los subcontratos de ingeniería y construcción, o el costo de equipo, materiales y laboratorio, se anotan en las siguientes columnas. La suma del costo directo por horas-hombre y de otros costos directos permite obtener el costo directo total.

Los costos indirectos se añaden en las siguientes columnas:

- costo de horas-hombre administrativas.
- tiempo de uso de computadora.
- viáticos, comunicaciones, papelería, rentas, servicios diversos.

La suma de costos directos e indirectos permite obtener el presupuesto asignado. Es importante resaltar que en este ejercicio se hizo una distribución particular de los costos indirectos sobre los costos directos; los costos directos fueron asignados por cada paquete de trabajo; los costos indirectos fueron asignados a cada etapa, y las contingencias se asignaron al proyecto total. No obstante, algunos indirectos, como los viáticos, son claramente identificables con un paquete de trabajo.

El método de prorrateo de los costos indirectos es en base a las horas-hombre del sistema en cuestión, asumiendo que los requerimientos de administración son proporcionales a la cantidad de horas técnicas "supervisables".

En la estructura del formato se hace una totalización progresiva del costo, en base a la estructura jerárquica WBS, mostrándose subtotalet por paquete de trabajo, sistema, etapa y proyecto total, incluyendo en este último las contingencias.

#### **Programa Maestro.**

En el *Programa Maestro* se efectúa la programación considerando dos niveles: etapa y sistema. El porcentaje de avance (% peso) de cada sistema se prorratea en base a su costo presupuestado en el costo total. La escala de tiempo en el ejemplo se ajustó a 20 meses, con divisiones de medio mes. Una línea continua de principio a fin indica las actividades que están en la ruta crítica. Las barras de duración se basan en fechas tempranas de inicio y terminación. El *Programa Maestro* se muestra en el formato FP-07 del anexo I. (cfr. Lozano<sup>1</sup> )

#### **Curva de Avance.**

Usando la información del avance prorrateado para cada sistema y las barras de duración correspondientes se hizo una distribución del avance en el tiempo, asumiendo que el avance acumulado sigue un patrón de tipo sigmoide, esto es, que la tasa de avance es menor al inicio y la terminación de la actividad, lo cual es generalmente cierto. Los avances mensuales totalizados y acumulados se muestran en la gráfica FP-07G del anexo I, *Curva de Avance*.

#### **Programa por Etapas.**

En el *Programa por Etapas* se programa hasta el nivel de paquete de trabajo, y al igual que en el programa maestro, el avance se prorratea con base en el presupuesto y se usa una línea continua para indicar las actividades pertenecientes a la ruta crítica. Basándose en la información del *Diagrama de Ruta Crítica*, las barras de cada paquete de trabajo indican fechas tempranas, y se señala con línea punteada la holgura correspondiente. El *Programa por Etapas* se muestra en el formato FP-08 del anexo I. ( cfr. Lozano<sup>1</sup> )

### **Programa de Asignación de Recursos.**

En el *Programa de Asignación de Recursos* se asigna el personal requerido en cada sistema, basándose en las horas-hombre técnicas programadas en el *Presupuesto*. El personal considerado se constituye básicamente de tres tipos: Ingeniero "A", Ingeniero "B" y Dibujante. Los ingenieros pueden ser de las disciplinas proceso, mecánico, tuberías, eléctrico y la diferencia entre el "A" y el "B" es el costo unitario de H-H. La información se totaliza por etapa y por quincena para el proyecto total.

El *Programa de Asignación de Recursos* se muestra en el formato FP-09 del anexo I. Como las divisiones del formato son de un cuarto de mes, el dato que se anota en cada cuadro es el número de días-hombre promedio por semana, aplicando 8 horas laborables por día -21.5 días laborables por mes-.

### **Curva de Personal.**

En la *Curva de Personal* se muestra el número de días-hombre promedio por quincena aplicados en el proyecto para todos los períodos que abarca su duración, basándose en la información del *Programa de Asignación de Personal*.

Este tipo de gráfica es muy útil para planear la aplicación de los recursos disponibles y nivelar los usos intensivos o "picos" de utilización, que suelen ser muy costosos o prohibitivos, en tanto que exceden la disponibilidad real de recursos; un ejemplo de distribución de personal puede verse en la gráfica FP-09G del anexo I.

### **Programa de Erogaciones.**

Con base en los costos totales por sistema y etapa contenidos en el *Presupuesto*, las duraciones del *Programa Maestro* y la distribución efectiva del progreso físico considerada para la *Curva de Avance*, se hizo una distribución de erogaciones en el tiempo, asumiendo que la erogación es proporcional e inmediata al avance físico; no obstante, en la realidad las erogaciones se difieren o anticipan por diversas causas ( cfr. Lozano<sup>1</sup> ). En el ejemplo que se muestra en el formato FP-10 del anexo I, el avance físico y erogado, por periodo y acumulado, se totaliza en los últimos renglones. Cabe aclarar que todas las cantidades se muestran en dólares para disminuir variaciones por inflación.

### **Curva de Erogaciones.**

Los datos del avance erogado mensual acumulado se grafican en la *Curva de Erogaciones* de la gráfica FP-10G del anexo I. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

### III.2.2 Control.

#### Reporte Mensual de Avance del Proyecto por Etapa.

Este reporte se elabora para cada una de las etapas que constituyen el proyecto, y consta de dos partes: en la primera se analiza numéricamente la información del avance y en la segunda se grafica el avance y las horas-hombre, real vs. programado. En la 1a. parte se presenta la clave de los sistemas integrantes, el presupuesto original y revisado de horas-hombre y documentos y seguidamente se detalla la información del avance: horas-hombre aplicadas y trabajo terminado, en No. de documentos y por ciento.

El pronóstico de H-H faltantes se calcula de la siguiente manera: si el avance de la etapa es menor de 70%, esto es, si la terminación no está cerca, se asume que la tasa promedio presupuestada de utilización de H-H se mantendrá hasta el final; por otra parte, si el avance es igual ó mayor que 70%, indicando una terminación cercana, el pronóstico de H-H totales será estimado de acuerdo a la proporción real de H-H aplicadas a documentos elaborados. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

Al inicio del proyecto, el avance puede ser muy lento (respecto al promedio presupuestado) para una aplicación de horas-hombre dada, lo cual se explica por el modelo de avance acumulado en forma de curva "S" (cfr. Butrón<sup>2</sup>), y por lo mismo no sería adecuado pronosticar lo faltante con esa tasa real de utilización de H-H; así, hasta que el avance no alcance 70%, se pronostica multiplicando el avance faltante por las H-H presupuestadas, e integrando el total al sumar las H-H aplicadas a la fecha. Por el contrario, si el trabajo está por terminar, el pronóstico se adecúa a la realidad estimando las H-H totales como el resultado de las H-H aplicadas a la fecha entre el avance real y al restar las H-H aplicadas se obtienen las H-H faltantes para terminar.

La diferencia entre el presupuesto revisado y el pronóstico constituye el superavit ó déficit de para la etapa en cuestión.

En la gráfica que se integra al reporte de avance se señalan, por una parte, las curvas de H-H, real vs. programa, y en la otra escala se indica el % de avance físico, programa vs. real.

El Reporte Mensual de Avance del Proyecto por Etapa se muestra en el formato FC-01 del anexo I

#### Reporte Mensual de Avance del Proyecto. ( Resumen )

En este reporte se controla el avance del proyecto global, resumiendo la principal información. En las columnas de la tabla numérica se indican todas las etapas del proyecto, más la administración, y en los renglones correspondientes se va detallando la siguiente información:

-Presupuesto de H-H, original y revisado, para cada etapa.

-Número promedio de personal asignado.

-Horas-hombre aplicadas: acumulado anterior, del mes y acumulado a la fecha, pronóstico y déficit/superavit de H-H. Se compara este último dato con el del mes anterior, para evaluar la tendencia actual.

-Avance físico total para cada etapa.

-Participación del pronóstico de H-H en el total, para evaluar la importancia de cada etapa en cuanto su asignación de recursos de personal.

-Presupuesto del costo por H-H, original y revisado.

-Costo incurrido por H-H en el mes y por H-H aplicadas a la fecha.

-Costo por H-H acumulado a la fecha. Se obtiene dividiendo el costo de H-H a la fecha entre las H-H aplicadas actuales.

-Déficit/superavit del costo por H-H, de acuerdo a la diferencia entre lo presupuestado y lo real. También se presenta aquí el valor del mes anterior, para evaluar la tendencia.

-Déficit/superavit del costo programado. Se calcula multiplicando el presupuesto de H-H revisado por el costo por H-H revisado por el avance físico actual y restando el costo actual. El primer factor representa lo que, según el presupuesto, debería haber costado el avance actual y al restar el costo real, se obtiene un déficit/superavit de costo que mide el desempeño respecto al programa, comparándose este valor contra el del mes anterior para supervisar tendencias.

-Avance real del proyecto: se mide afectando el avance físico de cada etapa por su participación en el pronóstico de H-H totales y sumando estos valores se obtiene el avance real ponderado del proyecto global.

El Reporte Mensual de Avance del Proyecto. (Resumen) se muestra en el formato FC-02 del anexo I (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

#### **Reporte de Costos Mensual.**

En este reporte se lleva el control de los costos del proyecto en base a las cuentas definidas para medir las erogaciones asignadas a los diferentes insumos requeridos. Inicialmente se indican los números de las cuentas de costos y su descripción; después se presenta el presupuesto revisado asignado a cada cuenta, el costo ejercido en el período y el costo acumulado a la fecha, el avance en costo (%), las unidades de H-H aplicadas (solo aplica en caso de cuentas que incluyan H-H), el costo por H-H, presupuestado vs. real y la desviación (%) del costo por H-H. Esta información permite controlar no solo desviaciones del presupuesto, sino también desviaciones del rendimiento. El Reporte de Costos Mensual se muestra en el formato FC-03 del anexo I

## Reporte Mensual de Productividad.

El índice de productividad (IP) de cada sistema, que surge de comparar el avance contra el costo, se calcula en este reporte, que presenta la siguiente información: clave y concepto, volumen físico ejecutado a la fecha y % de avance, horas-hombre aplicadas, rendimiento (volumen entre H-H), comparando el presupuestado vs. el real, porcentaje de avance en costo, índice de productividad de rendimiento (rendimiento real entre programado) e índice total de productividad (% de avance físico entre % de avance en costo). Este último valor indica que tanto trabajo (resultados) se obtiene por unidad de costo (insumos); como ambos están en porcentaje, un valor del IP de 100% indica una igualdad resultados-insumos. El Reporte Mensual de Productividad se muestra en el formato FC-04 del anexo I.

## Reporte del Desempeño del Proyecto.

En este reporte se aplica una técnica de administración de proyectos llamada *Valor Ganado* (Earned Value), que sirve para evaluar el desempeño global del proyecto (cfr. Kezsbom & Schilling<sup>6</sup>)

En el reporte primero se listan las etapas integrantes del proyecto y a continuación se analiza el avance en tres rubros:

- *Costo presupuestado del trabajo programado (CPTP)*: se calcula multiplicando el avance programado a la fecha por el presupuesto e indica el monto que se debería haber gastado actualmente.
- *Costo presupuestado del trabajo realizado (CPTR)*: es el producto del avance real actual por el presupuesto e indica el valor presupuestado del trabajo realizado (o, en otras palabras, el valor ganado en el proyecto de acuerdo al presupuesto).
- *Costo real del trabajo realizado (CRTR)*: es el costo real erogado a la fecha.

Las desviaciones que se presentan son dos:

- *Desviación del programa (DP)*: es la diferencia entre el costo presupuestado del trabajo realizado y el costo presupuestado del trabajo programado (CPTR - CPTP). Indica la desviación entre el costo a erogar según programa y el costo erogado actual.
- *Desviación del presupuesto ó costo (DC)*: es la diferencia entre el costo presupuestado del trabajo realizado y el costo real (CPTR - CRTR). Indica la desviación entre costo real y el costo que debería haberse gastado, para el mismo trabajo, según el programa.

El costo presupuestado y la duración programada total se presentan seguidamente, y luego se elaboran los pronósticos de la siguiente forma:

- El pronóstico del costo al terminar se obtiene multiplicando el costo presupuestado por el factor (CCTR / CPTR); si el costo erogado actual es mayor que el valor ganado, el proyecto probablemente termine con un costo mayor que el presupuestado, suponiendo que el % de desviación se conserve.

- El pronóstico de duración total se obtiene multiplicando la duración programada por el factor (CPTF/CPTR); si el costo presupuestado en el programa es mayor que el valor ganado, existe un retraso en el proyecto que aumentará la duración total en el mismo porcentaje, asumiendo que la desviación se conservará en lo que falta por ejecutar.

El superavit ó déficit de costo y duración se obtienen restando al valor original el pronóstico. Como puede apreciarse, este reporte es muy útil, ya que, de acuerdo a los fundamentos del control, permite detectar con oportunidad las desviaciones y así tomar las acciones correctivas requeridas. El Reporte del Desempeño del Proyecto se muestra en el formato FC-05 del anexo I.

#### **Registro de Pendientes.**

En este registro se lleva el seguimiento de los principales asuntos pendientes del proyecto, numerándolos consecutivamente, anotando su descripción, el responsable de darles solución, la fecha en que se registró el pendiente y las fecha de solución, acordada y real. En el renglón de comentarios se puede describir la solución encontrada, como referencia para futuros problemas similares. El Registro de Pendientes se actualiza mensualmente; un ejemplo se muestra en el formato FC-06 del anexo I. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

#### **Reporte de Facturación y Pago.**

Para llevar el control de los pagos en los subcontratos del proyecto (ingeniería, construcción,...) se elaboró el Reporte de Facturación y Pago que se muestra en el formato FC-07 del anexo I. En él se registran las facturas presentadas por los subcontratistas, la fecha de presentación, el período considerado, el monto facturado sin I.V.A. ( parcial y acumulado ), las H-H que ampara ( parcial y acumuladas ), el % de avance erogado acumulado, la fecha de pago y el monto pagado sin I.V.A. (descontando a lo facturado la amortización de anticipos, en la misma proporción). -cfr. Lozano<sup>1</sup>-

## **Control de Cambios de Alcance.**

Para obtener la autorización de la Dirección General para los trabajos adicionales que requiera el proyecto se elaboró el Control de Cambios de Alcance que se muestra en el formato FC-08 del anexo I. En este formato se anota el No. consecutivo del cambio, la fecha de presentación, las firmas de recomendación y aprobación correspondientes, la descripción del cambio: ampliación ó disminución de costo por H-H, costo de subcontratos y costo total y por último, el presupuesto revisado de costo por H-H, costo por subcontratos y costo total. En el formato se enlistan también los cambios consecutivos incurridos durante la ejecución del proyecto. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

## **Registro de Documentos. ( Planos / Especificaciones )**

Los diversos documentos, planos y especificaciones que se elaboran en el proyecto se registran en este reporte, que se muestra en el formato FC-09 del anexo I. Se anota el número del documento (de acuerdo a la clave WBS), el título, la fecha de inicio de elaboración, programada vs. real, el avance del documento, la fecha en que fué aprobado y el tipo de revisión en que se encuentra, con su fecha correspondiente. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

## **Reporte Mensual del Proyecto.**

En este documento se presenta el contenido propuesto para el reporte mensual que presenta la Gerencia del Proyecto a la Dirección. El contenido de dicho reporte se muestra a continuación: (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

### **Generalidades.**

- Asuntos relevantes del periodo y metas alcanzadas.
- Tendencias observadas y problemas resueltos.
- Pendientes más importantes.
- Actividades críticas por iniciar.
- Juntas y visitas.

### **Avances.**

- Estado de subcontratación.
- Avance total del proyecto y por etapa. ( programado vs. real)
- Desviaciones y acciones correctivas.
- Comparación del avance físico contra el presupuesto erogado.

### **Programas.**

- Programa maestro del proyecto y por etapa.
- Comentarios al cumplimiento del programa.
- Programa de asignación de personal. ( prog. vs. real)
- Programa de erogaciones. ( prog. vs. real )

### **Controles.**

- Reporte de facturación y pago. ( mensual )
- Registro de pendientes y de cambios de alcance.
- Control de dibujos y documentos.
- Reportes mensuales de costos y de productividad.

**Actividades por Desarrollar en el Siguiete Período.  
Compromisos.**

**Organización Actual.**

**Medición del Avance del Proyecto.**

En el documento FC-11 del anexo I se describen doce reglas básicas que se desarrollaron para la medición del avance físico de los conceptos que a continuación se enlistan:

- Planos y dibujos
- Especificaciones y hojas de datos
- Bases de diseño
- Índices y listas
- Otros documentos
- Ingeniería básica y de detalle de la planta piloto
- Procuración de la planta piloto
- Construcción de la planta piloto
- Equipamiento de la planta piloto
- Equipamiento del laboratorio
- Administración del proyecto
- Otros conceptos

#### IV CONCLUSIONES

a) Los proyectos de DT pueden ser planeados y controlados aplicando las mismas técnicas básicas que en otro tipo de proyectos; sin embargo, las características particulares que los identifican son:

- Incertidumbre en la duración programada del proyecto.
- Desconocimiento *a priori* de los resultados de la investigación, y por ende del resultado final del proyecto. (cfr. Butrón<sup>3</sup>)
- Concentración de los costos en las H-H técnicas y en la implementación de la Planta Piloto

b) La mayoría de los proyectos de DT se constituyen de las siguientes etapas básicas:

- Investigación y Experimentación a nivel Laboratorio.
- Estudios de Prefactibilidad Técnica-Económica.
- Desarrollo de Tecnología y Escalación a Planta Piloto
- Elaboración de Ingeniería Básica.

c) La red lógica no puede comprimirse y tener un alto índice de traslape para lograr una ejecución tipo "Fast-Track", debido a que el inicio de cada actividad sucesiva depende en alto grado de los resultados de la precedente.

d) El recurso más importante a controlar durante la ejecución del proyecto es el personal capacitado. ( cfr. Lozano<sup>1</sup> )

e) Es difícil lograr una nivelación económica de recursos humanos debido a que existen ciertas actividades que no admiten traslape y que requieren una aplicación intensiva de H-H (Por ejemplo, la escalación a Planta Piloto), mientras que otras actividades precedentes ó subsecuentes tienen bajo nivel de aplicación de H-H. (cfr. Kezsbom & Schilling<sup>6</sup>).

f) Existe poca variación en las especialidades ó disciplinas requeridas por el personal para proyectos de DT en el área de productos químicos; en su gran mayoría, se necesitan ingenieros con conocimiento en Proceso y en mucha menor cantidad Mecánicos, Eléctricos, etc.

g) Un sistema óptimo de administración de proyectos de DT no tendría buenos resultados si el Gerente de Proyecto encargado de su implementación no reúne las capacidades requeridas para desarrollar su función; de esto se deriva que todo proyecto de DT, para tener éxito, requiere de un Gerente de Proyecto que sea también un 'Campeón de Proyecto'. (cfr. Cadena, Solleiro et al<sup>4</sup> y Randolph & Posner<sup>12</sup>)

h) El reto que presentan los proyectos de DT y la clase de personal que participa en ellos permiten que naturalmente exista un alto grado de automotivación y optimismo en el equipo del proyecto. Sin embargo, debido a la incertidumbre que caracteriza a la investigación, se requiere de un control muy estricto de los recursos aplicados y de los resultados parciales obtenidos; el reto de la administración del proyecto es entonces lograr que este seguimiento estricto no sofoque el clima de libertad intelectual necesario para el surgimiento del insumo principal de todo Proyecto de Desarrollo Tecnológico: la Creatividad.

## ANEXO I

### **G U I A D E A D M I N I S T R A C I O N D E P R O Y E C T O S**

#### **-Diagrama de Flujo**

#### **-Formatos de Programación.**

- FP-01 Desglose de la Estructura del Trabajo.
- FP-02 Programa de Fechas Clave.
- FP-03 Matriz de Precedencias.
- FP-04 Matriz de Información.
- FP-05 Diagrama de Ruta Crítica.
- FP-06 Presupuesto.
- FP-07 Programa Maestro.
- FP-07G Curva de Avance
- FP-08 Programa por Etapas.
- FP-09 Programa de Asignación de Recursos.
- FP-09G Curva de Personal.
- FP-10 Programa de Erogaciones.
- FP-10G Curva de Erogaciones.
- FP-14 Catálogo de Cuentas.

#### **-Formatos de Control**

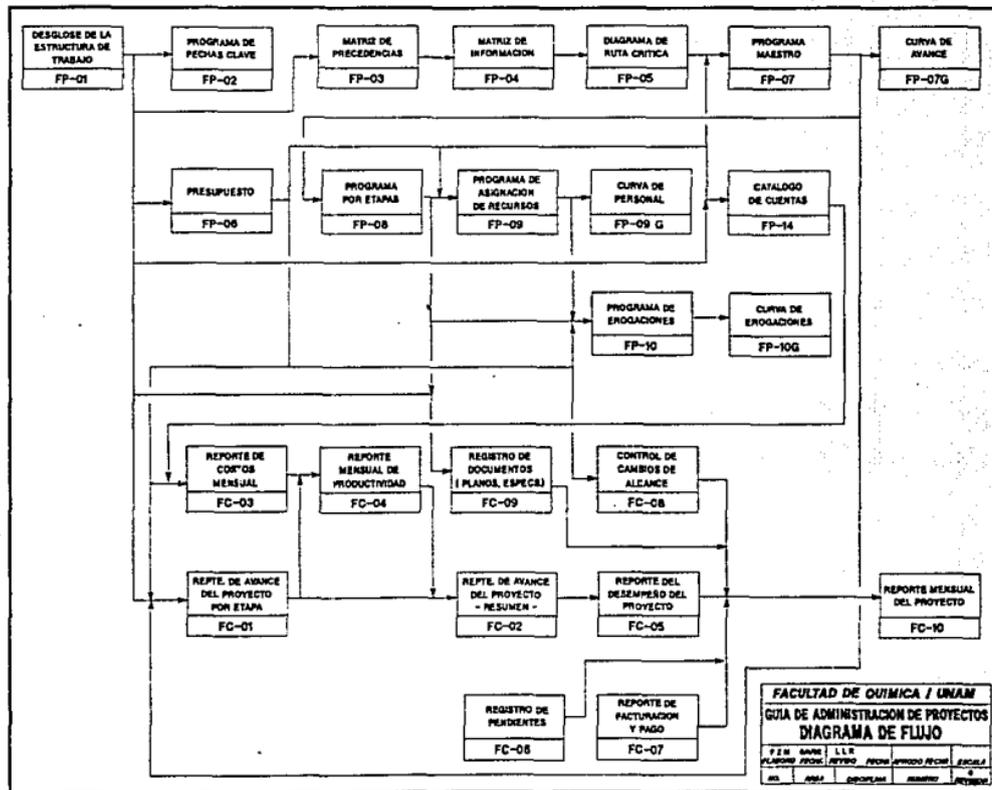
- FC-01 Reporte Mensual de Avance del Proyecto por Etapa.
- FC-02 Reporte Mensual de Avance del Proyecto. (Resumen)
- FC-03 Reporte de Costos Mensual.
- FC-04 Reporte Mensual de Productividad.
- FC-05 Reporte del Desempeño del Proyecto.
- FC-06 Registro de Pendientes.
- FC-07 Reporte de Facturación y Pago.
- FC-08 Control de Cambios de Alcance.
- FC-09 Registro de Documentos. (Planos/ Especificaciones)
- FC-10 Reporte Mensual del Proyecto.

#### **-Documentos de Programación**

- FP-11 Contenido del Paquete de Tecnología.
- FP-12 Exclusiones del Paquete de Tecnología.
- FP-13 Costo de la Planta Piloto.

#### **-Documentos de Control**

- FC-11 Medición del Avance del Proyecto.



FACULTAD DE QUIMICA / UNAM  
 GUIA DE ADMINISTRACION DE PROYECTOS  
 DIAGRAMA DE FLUJO

FECHA	MADE	LLR	PLANO	PROG.	REPORTE	FECHA	APROBADO	FECHA	ESCALA
NO.	AREA	COORDINADOR	ASISTENTE	REVISOR	PROYECTO	NO.	AREA	COORDINADOR	ASISTENTE



INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	VIABILIDAD DE TÉCNICA ECONÓMICA	DESARROLLO DE TECNOLOGÍA	INGENIERÍA BÁSICA			
1	2	3	4	5	6	7

ETAPA	SISTEMA	PAQUETE DE TRABAJO					ACTIVIDAD
-------	---------	--------------------	--	--	--	--	-----------

1	INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	DEFINICIÓN DEL PROYECTO E INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	ESTUDIO DE MERCADO	DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE PLANTAS	DEFINICIÓN DE BASES DE DISEÑO						A
2	ESTUDIOS DE VIABILIDAD TÉCNICA- ECONÓMICA	EXPERIMENTACIÓN EN EL LABORATORIO	DISEÑO DE INGENIERÍA CONCEPTUAL	DISEÑO DEL PROCESO	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCESO						B
3	DESARROLLO DE TECNOLOGÍA		CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS PILOTO	ESCALACIÓN A PLANTA PILOTO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO Y TUBERÍAS						C
4	INGENIERÍA BÁSICA		ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	DEFINICIÓN DE EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL Y SERVICIOS						D
5			EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y CONTROL						E
6			ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL		ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA						F
7											G
8											H
9											I
10											J
											K
											L
											M
											N
											O
											P
											Q
											R
											S
											T

ELABORADO: FFM 4/4/78  
 REVISADO:  
 APROBADO:



DESGLOSE DE TRABAJO

PROYECTO: FIDEINA

REV 3 HOJA 1 DE 5

REV. DESCRIPCIÓN POR APROBADO FECHA FECHA



DEFINICION DEL PROYECTO E INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	EXPERIMENTACION A NIVEL LABORATORIO						
1	2	3	4	5	6	7	

ETAPA	SISTEMA	PAQUETE DE TRABAJO					ACTIVIDAD
-------	---------	--------------------	--	--	--	--	-----------

1	INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION	DEFINICION DEL PROYECTO E INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	DEFINICION DE LA OPORTUNIDAD O NECESIDAD	DISENO DE ENTORNOS							A PLANEACION
2		EXPERIMENTACION A NIVEL LABORATORIO	DEFINICION DE PARAMETROS TECNOLOGICOS DE SELECCION	EXPERIMENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS							B CONTROL
3			DEFINICION DE FUENTES DE INFORMACION	ELABORACION DE MODELOS							C EXPERIMENTACION
4			INVESTIGACION DOCUMENTAL Y DE PATENTES	VALIDACION DE HIPOTESIS Y PARAMETROS							D REPORTE
5			INTEGRACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							E PLANO Y DIAGRAMA
6			EVALUACION DE ALTERNATIVAS Y SELECCION DE TECNOLOGIA	RECOMENDACION DE DATOS EXPERIMENTALES							F ESPECIFICACION O HOJA DE DATOS
7			INVESTIGACION DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPAMIENTO	DEFINICION DE PARAMETROS DE LA REACCION							G INDICE O LISTA
8			JUSTIFICACION DEL PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLOGICO	DEFINICION DE PARAMETROS DE CALIFICACION							H ADMINISTRACION
9											I SUPERVISION
10											J AUDITORIA
											K JUNTA
											L VISITA
											M SUBCONTRATO
											N
											O
											P
											Q
											R
											S
											T

ELABORO: FCM	4/4/91		<b>DESGLASE DE TRABAJO</b>			
REVISO:				PROYECTO: FALDANA		
APROBO:				REV. 0 / HOJA: 2 DE: 5		
REV.	DESCRIPCION	POR	APROBO	FECHA	FECHA	



ESTUDIO DE MERCADO	DISEÑO DE INGENIERÍA CONCEPTUAL	ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	ESTIMADO DE INVERSIÓN Y DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL
1	2	3	4	5	6

ETAPA SISTEMA	PAQUETE DE TRABAJO					ACTIVIDAD
---------------	--------------------	--	--	--	--	-----------

1	ESTUDIO DE MERCADO	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES AMIGABLES	ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	INVERSIÓN FIJA EN EDIFICIO Y TERRENO	ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA	A) PLANEACIÓN B) CONTROL	
2	ESTUDIO DE EFECTIVIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA	DISEÑO DE INGENIERÍA CONCEPTUAL	DISPONIBILIDAD, CANTIDAD Y COSTO DE MATERIAS PRIMAS	DEFINICIÓN DE PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS DE PROCESO	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS A NIVEL REGIONAL	COSTO DE OROA CHIL Y ELECTRO-MECÁNICA	FLUJO DE EFECTIVO PROFORMA	CAUPELA DE AJUSTES CÍSTICO	C) EXPERIMENTACIÓN D) REPORTE
3	ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN POLUMINAR DEL PROCESO	MATERIA DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	COSTO DE INSTALACIÓN DE TURBINAS E INSTRUMENTOS	EVALUACIÓN DE OPCIIONES DE FINANCIAMIENTO (ING-FINANCIERA)	CAMPANA DE ENCUESTAS E INVESTIGACIÓN DE CAMBIO	E) PLANO O DIAGRAMA F) ESPECIFICACIÓN O LISTA DE DATOS	
4	ESTIMADO DE INVERSIÓN Y DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ANÁLISIS DE LA OFERTA	DIAGRAMAS DE FLUJO Y BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS A NIVEL SITIO	COSTO DE PRUEBAS Y AFIANZAMIENTO	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN	PROCESAMIENTO DE AJUSTES	G) ÍNDICE O LISTA H) ADMINISTRACIÓN	
5	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	ESTUDIO DE COMERCIO EXTERIOR	ESPECIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DE EQUIPO	MATERIA DE COSTOS PARA MUEBLOS Y LOCALIZACIÓN	COSTOS POR MUEBLOS Y SALARIOS	ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	I) SUPERVISIÓN J) AUDITORÍA	
6	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	PROYECCIÓN DEL MERCADO A LARGO PLAZO	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS	COTIZACIÓN DE TERRENOS	COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS	BALANCE GENERAL PROFORMA	ELABORACIÓN DE MODELOS	K) JUNTA L) VISITA	
7		CONDICIONES DE LOCALIZACIÓN Y VISITA	LÍMITE DE EQUIPOS Y MOTORES		COSTOS DE DEPRECIACIÓN Y MANTENIMIENTO	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	PRONÓSTICOS A MEDIANO Y LARGO PLAZO	M) SUBCONTRATO N)	
8		ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA Y PROCESO DE FABRICACIÓN	REQUERIMIENTOS Y COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		COSTOS INDIRECTOS Y GASTOS GENERALES		ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	O) P)	
9		INVESTIGACIÓN SOBRE PROCESOS Y PRODUCTOS SUCEDIDOS	DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES Y ALUMBRAMIENTO		ESTIMACIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO		ANÁLISIS E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS	Q) R)	
10		REQUERIMIENTOS LEGALES, DE INTELIGENTES Y DE CONTROL AMBIENTAL	ACCIONES REGULADORAS DE EQUIPO Y DE LA PLANTA					S) T)	

ELABORADO: FZL	4/11/91		<b>DESGLOSE DE TRABAJO</b>		
REVISÓ:				PROYECTO: PICUDIA	
APROBÓ:				REV. 1 / HOJA: 3 DE: 3	
REV.	DESCRIPCIÓN	POR:	APROBÓ:	FECHA:	FECHA:



DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE REACCIÓN	DISEÑO DEL PROCESO	ESCALACIÓN A PLANTA PILOTO	DEFINICIÓN DEL EQUIPO	FILOSOFÍAS DE OPERACIÓN Y CONTROL		
1	2	3	4	5	6	7

ETAPA	SISTEMA	PAQUETE DE TRABAJO					ACTIVIDAD
-------	---------	--------------------	--	--	--	--	-----------

1	DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE REACCIÓN	CONVENIO DEL MECANISMO Y LA TERMOQUÍMICA DE LA REACCIÓN	PLANTEAMIENTO DE DIAGRAMAS DE BLOQUES	DEFINICIÓN DE DATOS DE DISEÑO Y ESCALACIÓN DE LA REACCIÓN A PLANTA PILOTO	SELECCIÓN DE NORMAS, CÓDIGOS Y CRITERIOS APLICABLES.	DEFINICIÓN DE SECUENCIAS DE ACCESOS Y PAÚS	A PLANEACIÓN B CONTROL
2	DISEÑO DEL PROCESO	EVALUACIÓN DE CATALIZADORES Y SOLVENTES	DISEÑO DE ESCALACIONES Y BY-PASSES	ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PLANTA PILOTO.	DEFINICIÓN DE MATERIALES DE UN EQUIPO Y TUBERÍAS.	SELECCIÓN DE VARIABLES Y CAMPOS DE CONTROL.	C EXPERIMENTACIÓN D REPORTE
3	DESARROLLO DE TECNOLOGÍA	DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE PRESIÓN, TEMP. Y CONCENTRACIÓN	DISEÑO DE SECUENCIAS DE SELECCIÓN Y PURIFICACIÓN	SABERCIÓN DE EQUIPO Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES.	DISEÑO COMPLETO DEL REACTOR, INTERIORES Y EQUIPO NECESARIO.	IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS CRÍTICOS DE OPERACIÓN Y CONTROL.	E PLANO Y DIAGRAMA F ESPECIFICACIÓN O HOJA DE DATOS
4	DEFINICIÓN DEL EQUIPO	EVALUACIÓN DE INTERVALOS DE MUESTREO, TEMP. Y REACCIONES QUÍMICAS	DISEÑO DE SECUENCIAS DE TRANSCERENCIA DE CALOR	INSTALACIÓN DE EQUIPO, TUBERÍAS E INSTRUMENTOS.	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TANQUES DE BALANCE.	ELABORACIÓN DE FILOSOFÍAS DE OPERACIÓN Y CONTROL.	G ÍNDICE O LISTA H ADMINISTRACIÓN
5	FILOSOFÍAS DE OPERACIÓN Y CONTROL	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PUNTERA DE MUESTREO DE MANTENIMIENTO	PLANIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE OPERACIÓN (CONTROL, INSTRUMENTACIÓN)	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE DISEÑO DE CONTROL PILOTO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE FOLLEO Y SUS INSTRUMENTOS.	ELABORACIÓN DE FILOSOFÍAS DE CONTROL.	I SUPERVISIÓN J AUDITORÍA
6		OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO	ANÁLISIS DE GANANCIAS DE LÍNEAS DEL PROCESO	VALIDACIÓN DE ELABORACIÓN DE VALVULAS E INSTRUMENTOS	IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS, VALVULAS E INSTRUMENTOS	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS FRECUENTES Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	K JUNTA L JUNTA
7		DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE REACCIÓN Y CALIBRACIÓN	DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE SELECCIÓN Y CALIBRACIÓN	ESCALACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DE ESCALACIÓN Y REACCIONES	IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES Y EQUIPOS AUXILIARES NECESARIOS	ELABORACIÓN DE MANUALES Y PROCEDIMIENTOS AMBIENTALES	M SUBCONTRATO N
8		EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y CALIBRACIÓN	CÁLCULO DE PARÁMETROS DE PROCESOS EN SUBSISTEMAS	EVALUACIÓN DE VARIABLES Y ALTERNATIVAS DE CONTROL.	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y ALTERNATIVAS	DEFINICIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD.	O P
9		ESTABLECIMIENTO DE MÉTODOS ANALÍTICOS ESTÁNDAR	BALANCEO DE MATERIALES Y ANÁLISIS DE REACCIONES Y SEPARACIONES	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROCESO Y SEPARACIONES	RESOLUCIÓN DEL EQUIPO PRINCIPAL (LAYOUT)	ELABORACIÓN DE LA HOJA DE ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN DEL EQUIPO	Q R
10		EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO.	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO.	EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA BLOQUE Y TUBERÍAS			S T

(X)	INCLUYE DEFINICIÓN DE RELACIONES DE ESCALACIÓN				ELABORADO: FJM	TRV 01	 <b>DESGLOSE DE TRABAJO</b> PROYECTO: P-12-2116A REV. 3   HOJA: 4 DE 5
					REVISADO:		
					APROBADO:		
	REV.	DESCRIPCIÓN	POR	APROBÓ	FECHA	FECHA	



DEFINICION DE BASES DE DISEÑO	ELABORACION DEL MANUAL DE PROCESO	ESPECIFICACION DE EQUIPO Y TUBERIAS	ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS Y SERVICIOS	DESCRIPCION DE LA OPERACION Y CONTROL	ACERDO GENERAL DE LA PLANTA	
1	2	3	4	5	6	7

ETAPA SISTEMA		PAQUETE DE TRABAJO					ACTIVIDAD	
1	DEFINICION DE BASES DE DISEÑO	ESPECIFICACION DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO	DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACION DE EQUIPO DE PROCESO	ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS	DESCRIPCION DE LA OPERACION	ACERDO GENERAL DE LA PLANTA (PLOT-PLAN)	A PLANEACION B CONTROL
2	ELABORACION DEL MANUAL DE PROCESO	REQUERIMIENTOS DE OPERACION Y FLEXIBILIDAD	PROPÓSITOS FISICOQUIMICOS DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACION DE TUBERIAS	INDICE DE INSTRUMENTOS	DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL	ACERDO DE CONFIGURACIONES Y AREAS EFICIENTES	C EXPERIMENTACION D REPORTE
3	ESPECIFICACION DE EQUIPO Y TUBERIAS	REQUERIMIENTOS DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	CALCULO Y ESPECIFICACION DE VALVULAS DE SEGURIDAD	DIAGRAMAS DE FLUJO DE SERVICIOS	DESCRIPCION DE PROBLEMAS DE OPERACION Y TUBERIAS	ACERDO DE AREAS DE SERVICIOS AUXILIARES (FUERA DE L.B.)	E PLANO Y DIAGRAMA F ESPECIFICACION O HOJA DE TAJOS
4	INGENIERIA BASICA	REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS Y CATALIZADORES	BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA DEL PROCESO	ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO Y PROTECCION ANTICORROSIVA	BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA DE SERVICIOS	DEFINICION DE SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD	ACERDO DE RACKS DE TUBERIAS	G INDICE O LISTA H ADMINISTRACION
5	DESCRIPCION DE LA OPERACION Y CONTROL	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y INCENDIO	JT'S DEL PROCESO	LISTA DE EQUIPO DE PROCESO	DT'S DE SERVICIOS		ACERDO DE EQUIPO EN LIMITE DE MATERIAS (L.B.) (LAY-OUTS)	I SUPERVISION J AUDITORIA
6	ACERDO GENERAL DE LA PLANTA	CANTOS DE COSTOS, CONSUMO DE ENERGIA Y REQUERIMIENTOS	DISPOSICION DE REGIONES Y CONTROL DE SERVICIOS	INDICE DE LINEAS DE PROCESO	ESPECIFICACION DE EQUIPOS PAQUETE			K JUNTA L VISITA
7		FILOSOFIA DE DISEÑO DE EQUIPO	SELECCION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO		INDICE DE LINEAS DE SERVICIOS			M SUBCONTRATO N O
8		MATERIALES DE CONSTRUCCION Y CONDICIONES APLICABLES			DIAGRAMA UNIFICADO GENERAL			P
9		FILOSOFIA DE AUTOMATIZACION Y CONTROL			LISTA DE MOTORES			Q
10		CONDICIONES FISICAS DEL SITIO Y REQUERIMIENTOS DE CONTROL AUXILIAR			SELECCION DE EQUIPAMIENTO Y CONSUMO DE SERVICIOS			R S T
					ELABORO: FJM	3 MAY 61	 <b>DESGLASE DE TRABAJO</b> PROYECTO: DICI DIIIA REV. 0 HOJA: 5 DE: 5	
					REVISO:			
					APROBO:			
REV.	DESCRIPCION	POR	APROBO	FECHA	FECHA			





ETAPA	SISTEMA	PAQUETE DE TRABAJO	DESCRIPCION	3310	3301	3302	3303	3304	3305	3306	3307	3308	3309	3310	3401	3402	3403	3404	3405	3406	3407	3408	3409	3501	3502	3503	3504	3505	3506	3507	3508	3509						
				3	3	3301	Definición de bases de ...	X																														
		3302	Elaboración de la Ingeniería...		X																																	
		3303	Fabricación de equipo y...			X																																
		3304	Instalación de equipos...				X																															
		3305	Pruebas, arranques y...					X																														
		3306	Validación de relaciones...						X																													
		3307	Evaluación y optimización...							X																												
		3308	Evaluación de variables...								X																											
		3309	Evaluación de parámetros...									X	X	X																								
		3310	Evaluación de materiales...							X																												
3	4	3401	Definición de normas...		X																																	
		3402	Definición de materiales...											X																								
		3403	Diseño completo del reactor...											X	X	X																						
		3404	Espec. y dimensionamiento...											X	X	X																						
		3405	Especificación de equipos...																X																			
		3406	Especificación de tuberías...																	X	X				X													
		3407	Espec. de reaccionadores...																		X	X																
		3408	Espec. de reequipamientos...																			X	X															
		3409	Ajuste del equipo...																			X	X															
3	5	3501	Definición de secuencias...											X																								
		3502	Selección y definición...											X																								
		3503	Identificación de aspectos...																				X	X														
		3504	Elab. filosofías de operación...																						X													
		3505	Elab. filosofías de control...																							X												
		3506	Identificación de problemas...																							X												
		3507	Reequipamientos de seguridad...																								X	X										
		3508	Definición de métodos de...																										X	X								
		3509	Elaboración de la hoja de...																				X	X						X	X							

ELABORO: F.Z.M. 10/4/91  
 REVISO:  
 APROBO:



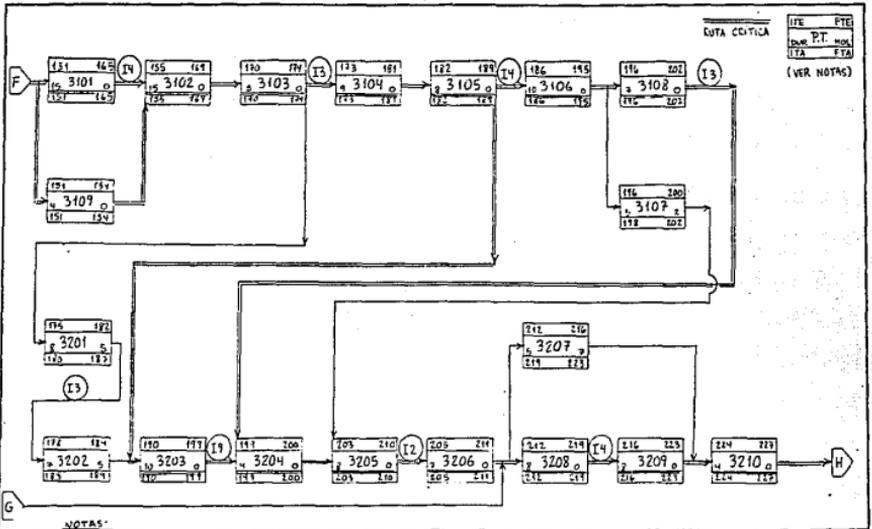
**MATRIZ DE PRECEDENCIAS**  
 PROYECTO: P.I.S.I.S.H.A.  
 REV. 2 HOJA: 5 DE: 9

(REV) DESCRIPCION POR APROBO FECHA FECHA

CLAVE WBS	DESCRIPCION	PRECEDENCIAS	DURACION (DIAS)	NOTAS
31	DEF. DE COND. REACCION			
3101		3102	15	
3102		3103	15	I4 CON 3101
3103		3104, 3201	5	
3104		3105	9	I3 CON 3103
3105		3106, 3203	8	
3106		3107, 3108	10	I4 CON 3105
3107		3205	5	
3108		3204	7	
3109		3102	4	
32	DISEÑO DEL PROCESO			
3201		3202	8	
3202		3203	7	I3 CON 3201
3203		3204	10	
3204		3205	4	I9 CON 3203/I3 C/3108
3205		3206	8	
3206		3207, 3208	7	I2 CON 3205
3207		3210	5	
3208		3209	8	
3209		3210	8	I4 CON 3208
3210		3301	4	
33	ESCALACION A PTA. PILOTO			
3301		3302, 3401	5	
3302		3303	20	
3303		3304	30	I5 CON 3302
3304		3305	33	I10 CON 3303
3305		3306, 3310	12	F7 CON 3304
3306		3307, 3308	10	
3307		3309	23	I5 CON 3306
3308		3309	12	
3309		3403, 3404, 3501, 3502	15	F5 CON 3307/3308
3310		3309, 3401	15	
	NOTAS:			
	I = RELACION INICIO-INICIO			
	F = RELACION FIN-FIN			

ELABORO: FLM	16/04										<b>MATRIZ DE INFORMACION</b> PROV.: PIRIDINA REV.0 / NOTA: 4 DE: 2.
REVISO:											
APROBO:											
	FECHA	REV.	DESCRIPCION	POR	APROBO	FECHA					

FP-04



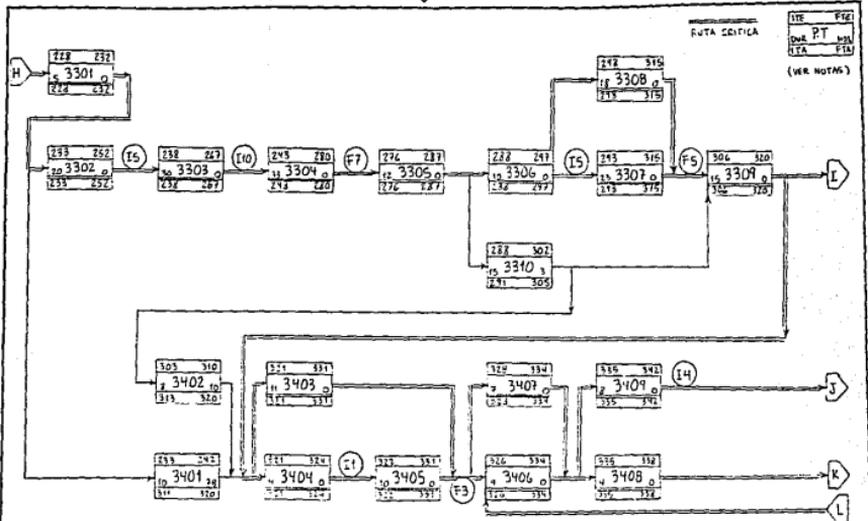
ITE	INICIO	SEM-FIN	PT	CLAVE	ELABORADO	FECHA		
FTA	INICIO TAREMO	FIN TAREMO			REVISOR	FECHA		
STE	FIN TEMP	DUR	DURACION		APROBADO	FECHA		
FTA	INICIO TAREMO	PO	MOLDEURA	REV	DESCRIPCION	POR	APROBADO	FECHA



**DIAGRAMA DE RUTA CRÍTICA**

PROYECTO: **PIRINDINA**

REV. 0 | NOTA: 5 DE 10



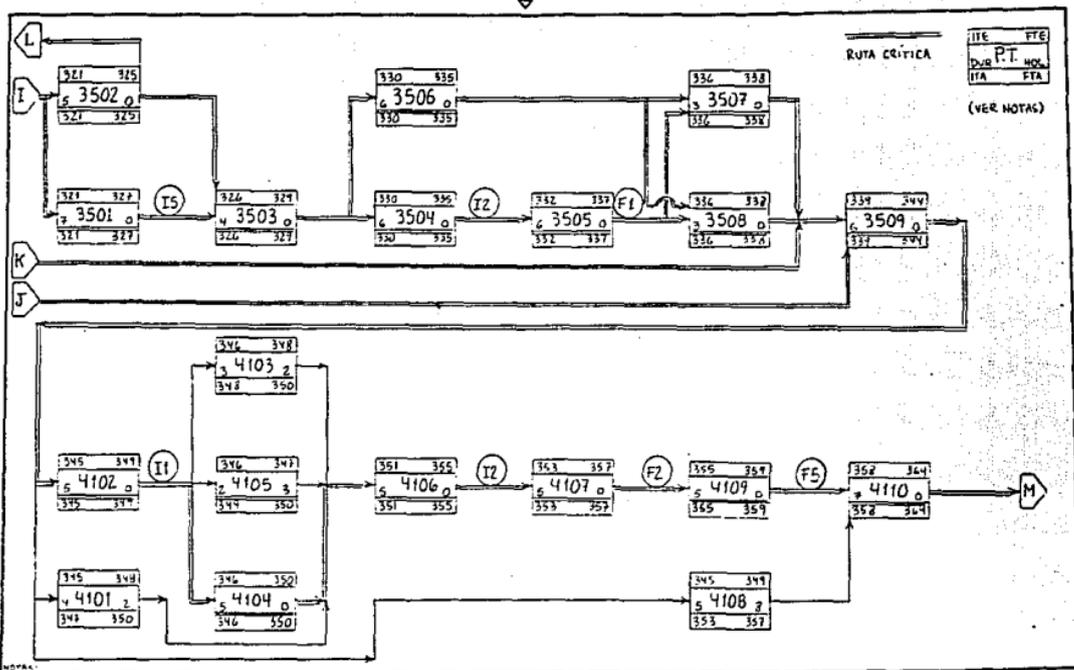
FUTA CRITICA  
 (VER NOTAS)

NOTAS:

ITEM	INICIO	TERMINADO	PROYECTO	CLASE	ELABORADO	F2M	IZMAY	FECHA
PTA	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV
PTA	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV
PTA	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV



**DIAGRAMA DE RUTA CRITICA**  
 PROYECTO: ...  
 REV. 0 HOJA: # DE 10  
 FP-05



ITE =	NICIO TERCERAS IPT - ICLAND	ELABORO:	F2M	15/04/91
ITA =	NICIO TERCERAS IPT - ICLAND	REVISO:		
FTE =	FIN TERCERAS IPT - ICLAND	APROBO:		
FTA =	FIN TERCERAS IPT - ICLAND	FECHA:		



**DIAGRAMA DE RUTA CRITICA**  
 PROYECTO: PIRIDINA  
 REV: 3 HOJA: 7 DE: 10

CONCEPTO		COSTO DIRECTO DE HORAS-HOMBRE					OTROS COSTOS DIRECTOS		COSTO DIRECTO TOTAL (\$)	COSTO (\$ DE H-H ADMIVAS)	COSTOS INDIRECTOS		COSTO TOTAL (\$)
CLAVE	DESCRIPCION	Nº. DOCU.	HH POR DOCU.	HH TOTALES	COSTO (M)	COSTO TOTAL (\$)	DESCRIPCION	MONTO (\$)	10 = 2 + 9	11	12	13	14 = 10 + 11 + 12 + 13
1	2	3	4	5 = 3x4	6	7 = 5x6	8	9	10 = 2 + 9	11	12	13	14 = 10 + 11 + 12 + 13
3	Des. Técnica	07	1672	11,200	785	81,901	TOTAL	104,600	192,501	37,389	TOTAL	7,340	232,180
							SUBCONTRATOS (P.F. LOTS)	32,440			EQUIPO DE COMPUTO	7,624	
							INDUSTRIAL MATS. SUPPLY	51,060			OTROS	4,666	
							MAT. PINTAS / PINT. (P.P.)	6,000					
							EQUIPO DE PINTAS / PINT.	8,400					
31	Des. Cond. Gen.	11	2269	2,445	274	19,494	EQUIPO DE SUPPLY / SUPPLY	7,400	27,094				
3101		1	394	394	-	3,064	EQUIPO DE ACTIVOS / LANZAS	750	4,014				
3102		2	131	162	-	2,057			3,007				
3103		1	394	394	-	3,914			4,014				
3104		2	164	164	-	2,455			4,505				
3105		1	378	378	-	2,555			2,605				
3106		1	204	204	-	2,057			3,202				
3107		1	147	147	-	1,534			2,424				
3108		1	147	147	-	1,534			2,424				
3109		1	150	150	-	1,014			1,014				
31	Diseño Proceso	15	1412	2,228	217	16,325			16,325				
3201		1	121	121	-	1,012			1,012				
3202		1	30	30	-	672			672				
3203		2	15	184	-	1,354			1,354				
3204		1	152	152	-	1,012			1,012				
3205		2	133	276	-	2,074			2,074				
3206		1	22	22	-	2,074			2,074				
3207		1	21	21	-	2,074			2,074				
3208		2	24	24	-	2,074			2,074				
3209		2	157.5	1,500	-	2,371			2,371		NOTA (1)		
3210		1	134	134	-	1,356			1,356				

(1) \$ 600 POR EQ. DE COMPUTO						LABOR: FOM		
						REVISO:		
						APROBO:		
REV.	DESCRIPCION	POR.	APROBO	FECHA		FECHA		



**PRESUPUESTO**

PROYECTO:   
 REV. 0 HOJA: 4 DE: 8

FP-06

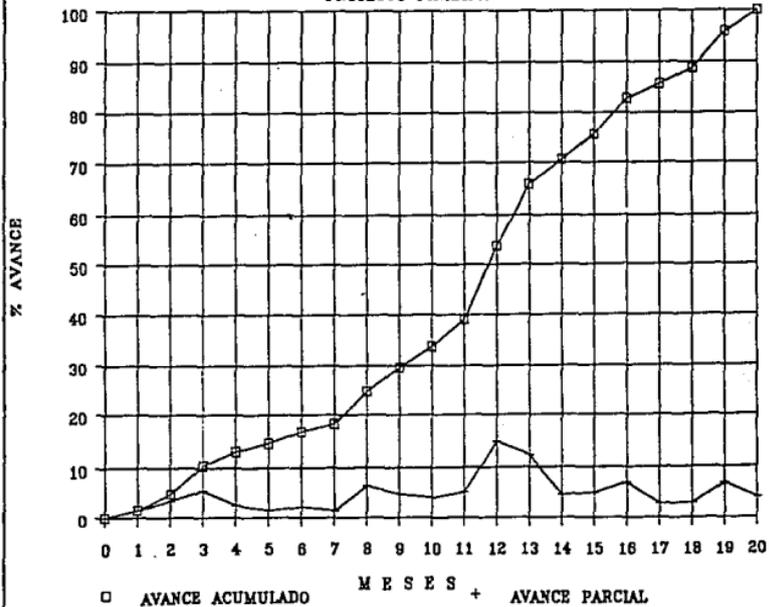
CLAVE	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO DE HORAS-HOMBRE					OTROS COSTOS DIRECTOS		COSTO DIRECTO TOTAL (\$)	COSTO (\$) DE H-H ADIVIS	COSTOS INDIRECTOS		COSTO TOTAL (\$)
		No. POSES	HORA POSES	COSTO POR HORA	COSTO POR HORA	COSTO TOTAL (\$)	DESCRIPCION	MONTO (\$)			DESCRIPCION	MONTO (\$)	
1	2	3	4	5=3x4	6	7=5x6	8	9	10=7+9	11	12	13=10+11+12	
33	Faceta, Fu. Rento	11	196.6	7.152	8.7	24,029	TOTAL	42,090	120,029				
							CONDUCTOR (PUNTO)	33,440					
							EQUIPO Y PART. (D. PUNTO)	51,060					
							MATERIAL (CARGA) (P.P.)	6,000					
							EQUIPO REACTIVO (PUNTO)	1,000					
3301		1	450	5.20	3.7	1,962			4,365	110,811			
3302	DATA (?)						INGENIERO (SERV. P.P.)	5,300	5,300				
3303							TOTAL	55,640	38,640				
							EQUIPO (PUNTO PUNTO)	11,600					
							REACTIVO (CARGA P.P.)	1,000					
3304	DATA (?)						DATA	26,840	10,000	110,811			
							MATERIAL (D. PUNTO)	16,000					
							CONDUCTOR (SERV. P.P.)	23,600					
3305		1	550	7.50	4.1	2,073	MATERIAL (SERV. P.P.)	2,000	4,000	110,811			
3306		2	166	1.1	1.8	2,329		1,000	3,329				
3307		1	650	5.50	3.5	4,513	TOTAL	2,000	6,329				
							MATERIAL (SERV. P.P.)	1,000					
							EQUIPO REACTIVO (P.P.)	1,000					
3308		4	220	4.40	8.7	3,711		1,000	4,671				
3309		2	215	5.50	1.2	1,612	MATERIAL (SERV. P.P.)	1,000	2,671				
3310		1	56	1.12	1.1	841			841				
34	Base de Estructura	11	154.6	2.232	1.3	16,745			46,745				
3401		1	11	1.1	1.1	273			623				
3402		2	48	4.8	1.1	1,012			1,012				
3403		1	465	4.65	1.1	3,354			6,224				
3404		1	723	7.23	1.1	6,673			16,745				
3405		4	323	3.23	1.1	2,075			2,075				
3406		5	41	4.1	1.1	2,073			2,073				
3407		2	144.5	2.89	1.1	2,312			7,047				
3408		1	45.5	4.55	1.1	621			621				
3409		1	387	3.87	1.1	2,472			2,472				

101	UBO. H-H EJECUCION DE OBRAS						ELABORO	17M	76.07.71		<b>PRESUPUESTO</b>
102	UBO. H-H EJECUCION DE OBRAS						REVISO				
103	UBO. H-H EJECUCION DE OBRAS	REV.	DESCRIPCION	POR	APROBADO	FECHA	APROBADO			REV. O	NOTA: S. DE. R.



# CURVA DE AVANCE

PROYECTO PIRIDINA



FP-076





CLAVE	CONCEPTO	DISCIPLINA	M E S E S														TOTAL			
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
25	EVAL. ECONOM-FINANC.			13	14	13											54			
	INGENIERO A	Proceso		6	7	6											27			
	INGENIERO B	Proceso		7	7	7											27			
26	EST. LUGAR AMBIENTAL			24	24	24	24										108			
	INGENIERO A	Proceso		8	8	8	8										36			
	INGENIERO B	Proceso		8	8	8	8										36			
	INGENIERO B	Medio Ambiente		8	8	8	8										36			
3	DESARROLLO TECNOLÓGICO			31	31	31	32	32	42	60	60	52	46	29	29	24	24			
31	DEF. COND. N. REACCIÓN			31	31	31	32	32	32	31	31	31	31							
	INGENIERO A	Proceso		7	7	7	8	8	8	7	7	7	6				72			
	INGENIERO B	Proceso		7	7	7	8	8	8	7	7	7	6				72			
32	DESIGNO DEL PROCESO			24	24	24	24	24	24	24	24	24	24							
	INGENIERO A	Proceso		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24				216			
	INGENIERO B	Proceso		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24				216			
	DEBUTANTE			14	14	14	16	10									70			
33	ESCALACIÓN A P.D.			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
	INGENIERO A	Proceso		20	20	20	22	20	20	20	20	20	20				172			
	INGENIERO B	Proceso		20	20	20	22	20	20	20	20	20	20				172			
34	DEFINICIÓN EQUIPO			46	46	46	46	46	46	46	46	46	46							
	INGENIERO A	Proceso		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13				107			
	INGENIERO B	Proceso		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13				107			
	INGENIERO B	(*)		11	11	11	12	11	11	11	11	11	11				65			
	DEBUTANTE			10	12	12	12	12	12	12	12	12	12				70			
(HOJA 2/24)	TOTALES:			13	14	13	34	55	55	56	32	42	60	60	58	46	29	24	24	
	INGENIERO A	522		6	7	6	14	15	15	16	8	11	14	14	22	13	14	14	12	12
	INGENIERO B	716		7	7	7	20	40	40	24	24	32	32	20	18	15	15	12	12	
	DEBUTANTE	140					2	14	14	11	11	10								
	<b>TOTAL:</b>	1,378		13	14	13	34	55	55	56	32	42	60	60	58	46	29	24	24	

(*)	4 INGENIEROS: MECANICO, 3001	ASIGNACION MEDIA POR PERIODO	ELABORO: S.24	11 AG '84
	EXCEPCION TURNO E		REVISO:	
	INSTRUMENTACIÓN		APROBO:	
1/	PERIODO PARCIAL	REV. DESCRIPCIÓN POR APROBÓ FECHA	FECHA	

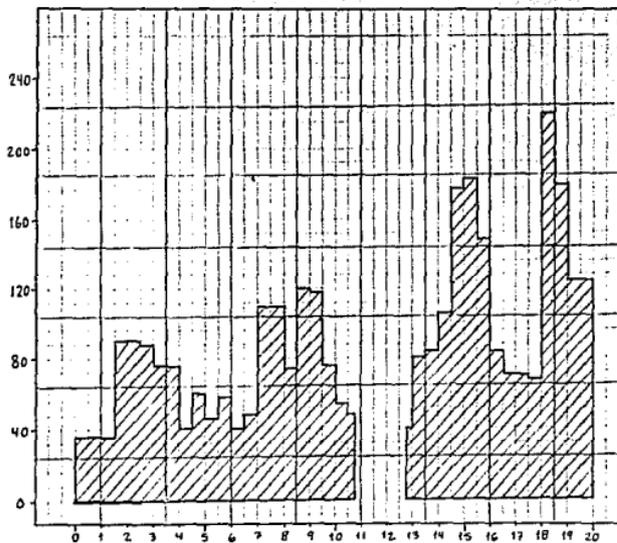


PROGRAMA DE ASIGNACION DE RECURSOS  
PROYECTO: TUBIDINA

REV. 1 | HOJA: 2 DE 4

FP-09

DIAS-HOMBRE  
POR QUINCENA



FP-096

M E S E S

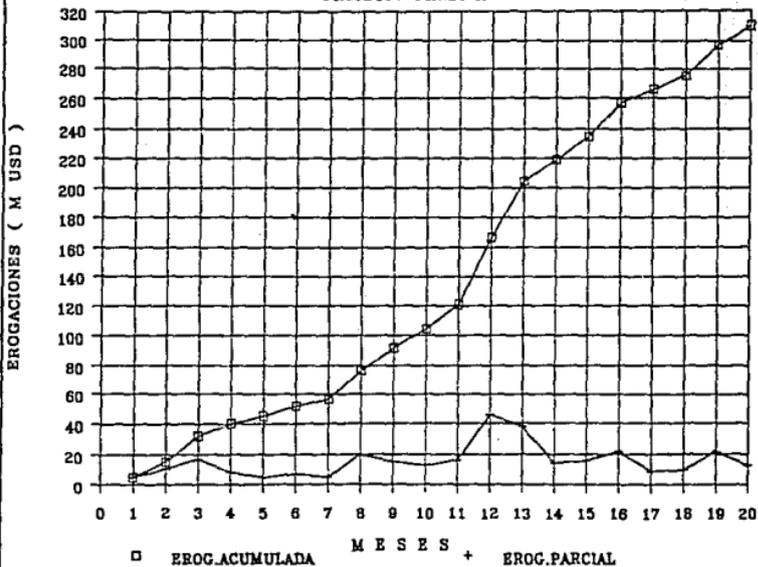
				ELABORADO: [Signature]	14 AG '91	 <p><b>CURVA DE PERSONAL</b>          PROYECTO: P.L. 10101          REV. 0 HOJA: 1 DE: 1</p>
				REVISADO:		
				APROBADO:		
REV.	DESCRIPCION	POR	APROBADO	FECHA	FECHA	

PROYECTO: PIRINDA		ELABORO: F2M		FECHA: 24 JUNIO 1981		PROGRAMA DE EROGACIONES															NO. : 1 DE 1				
MP / FQ / UNAM		REVISO:																						REVISION 0	
CLAVE	DESCRIPCION	PRESUP. (M USD)	AVANCE (%)																					TOTAL	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	INVESTIG. Y EXPERIM.	23,832	7.6	1.8	2.6	3.6																			7.6
11	DEFINICION PROYECTO	6,903	2.2	1.8	0.7																				2.2
12	EXPERIM. EN LABORAT.	16,929	5.4	1.8	3.0																				5.4
2	EST. PREPAC. TEC.-ECON.	40,989	13.2	0.9	1.9	2.9	1.8	2.2	1.6	2.6															13.2
21	ESTUDIO DE MERCADO	6,822	2.9		0.9	1.9																			2.9
22	INCL. CONCEPTUAL	9,729	3.1			2.6	0.5																		3.1
23	EST. DE LOCALIZACION	3,749	1.2				1.0																		1.2
24	ESTIM. INVERSIÓN-COSTOS	6,883	2.2						1.9	0.3															2.2
25	EVAL. ECONOM.-FINANC.	3,624	1.2						0.1	1.1															1.2
26	EST. IMPAC. AMBI.-SOC.	6,403	2.7						0.1	2.6															2.7
3	DES. DE TECNOLOGIA	182,601	62.0							3.9	4.9	4.1	6.3	14.7	12.2	4.7	6.1	7.1							62.0
31	DEF. COND. DE REACCION	27,044	6.7							3.9	0.9														6.7
32	DISENO DEL PROCESO	16,273	5.2								1.0	3.2	1.0												5.2
33	ESCALA DE PTA. PILOTO	120,049	36.7										3.6	14.2	12.2	4.7	3.6								36.7
34	DEFINICION DE EQUIPO	16,745	5.4										0.5	0.5			1.0	3.4							5.4
35	FILOSOF. OPERUCTRL.	12,350	4.0														0.3	3.7							4.0
4	INGENIERIA BASICA	63,291	17.2																		2.9	3.1	7.0	4.2	17.2
41	DEF. BASES DE DISEÑO	4,421	2.9																			2.8			2.9
42	ELAB. MANUAL PROCESO	10,706	3.6																		0.1	3.1	0.3		3.6
43	ESPEC. EQUIPOS/TUBS.	6,478	2.7																						2.7
44	ESPEC. INSTRUMENTOS	14,184	4.6																						4.6
45	DESORIP. OPERUCTRL.	5,913	1.3																				4.0	0.6	4.6
46	ARRBLO DE LA PLANTA	7,181	2.3																						2.3
TOTAL:		310,313	100.0																						100.0
AVANCE (%) PARCIAL:		0.0		1.6	3.4	6.5	2.9	1.5	2.2	1.6	6.5	4.9	4.1	6.3	14.7	12.2	4.7	6.1	7.1	2.9	3.1	7.0	4.2		
AVANCE (%) ACUMULADO:		0.0		1.6	4.9	10.4	13.0	14.5	16.7	18.2	24.7	29.6	33.7	39.0	53.7	65.9	70.9	75.7	82.8	85.7	88.8	95.8			100.0
AVANCE (M USD) PARCIAL:				4.7	10.6	17.1	6.1	4.7	6.8	4.7	23.2	18.2	12.7	16.4	45.6	37.9	14.8	15.9	22.0	8.0	8.9	21.7	13.0		
AVANCE (M USD) ACUMULADO:				4.7	15.2	32.3	40.3	44.0	51.8	56.5	79.6	91.9	104.6	121.0	166.6	204.5	219.1	234.9	256.9	265.9	275.8	297.5	310.3		

FP-10

# CURVA DE EROGACIONES

PROYECTO PIRIDINA



FP-10G



FP-14

CATALOGO DE CUENTAS.
 REVISION: 0  
 FECHA: 25AG'91

HOJA: 1 DE: \_\_\_\_\_

ETAPA	SISTEMA	1 SUB- CUENTA	2 PAQUETE DE TRABAJO	3 TIPO DE CUENTA	DESCRIPCION
3	0	1	0	D	CTO. INDIRECTO - PAPELERIA Y COPIADO
		2	0	D	CTO. INDIRECTO - EQUIPO DE COMPUTO
		3	0	B	CTO. H-H ADMINISTRATIVAS
3	1	1	0	A	CTO. H-H TÉCNICAS
		2	0	C	CTO. HORAS-MÁQUINA (TÉCNICAS)
		3	0	H	CTO. EQUIPAMIENTO Y REACTIVOS (LAB.)
3	2	1	0	A	CTO. H-H TÉCNICAS
		2	0	C	CTO. HORAS-MAQUINA (TÉCNICAS)
3	3	1	0	A	CTO. H-H TÉCNICAS
		2	0	C	CTO. HORAS-MAQUINA (TÉCNICAS)
		1	0	E	CTO. SUBCONTRATOS (PTA. PILOTO)
		1	0	F	CTO. EQUIPO Y MATLS. (PTA. PILOTO)
		2	0	F	CTO. SUBCONTRATOS (PTA. PILOTO)
		1	0	F	CTO. EQUIPO Y MATLS. (PTA. PILOTO)
		2	0	E	CTO. SUBCONTRATOS (PTA. PILOTO)
		1	0	G	CTO. MATS. PRIMAS Y SERVS. (PTA. PILOTO)
		1	0	G	CTO. MATS. PRIMAS Y SERVS. (PTA. PILOTO)
		2	0	H	CTO. EQUIPAMIENTO Y REACTIVOS (LAB.)
		1	0	G	CTO. MATS. PRIMAS Y SERVS. (PTA. PILOTO)
1	0	G	CTO. MATS. PRIMAS Y SERVS. (PTA. PILOTO)		

NOTAS:

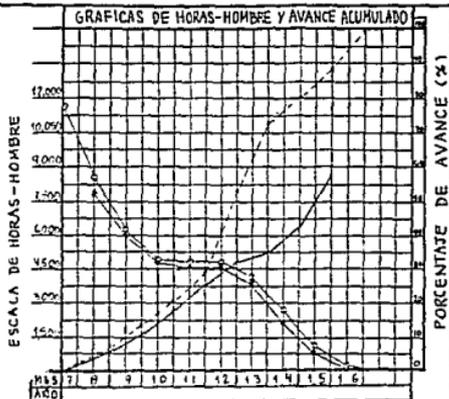
1 EN CASO DE NO EXISTIR SUBCUENTAS, USAR "0".

2 EN CASO DE APLICACION GENERAL A TODO EL SISTEMA, USAR "00".

## 3 TIPOS DE CUENTAS:

- A - COSTO DE H-H TÉCNICAS.
- B - COSTO DE H-H ADMINISTRATIVAS
- C - COSTO DE HORAS-MAQUINA (PC)
- D - COSTO INDIRECTO
- E - SUBCONTRATOS (PTA. PILOTO)
- F - EQUIPO Y MATLS. (PTA. PILOTO)
- G - MAT. PRIMAS Y SERVICIOS (PTA. PILOTO)
- H - EQUIPAMIENTO Y REACTIVOS (LABORATORIO)
- I - GENERAL

ETAPA: 3		PRESUPUESTO ORIGINAL		PRESUPUESTO REVISADO		AVANCE FISICO		PRONOSTICO		SUPERAVANCE O DEFICIT
DES. DE TECNOLOGIA		# DOCUMENTOS	H-H	# DOCUMENTOS	H-H	H-H APLICADAS	TRABAJO TERMINADO # DOCUMENTOS %	H-H PARA TERMINAR	H-H TOTALES	
CLAVE	DESCRIPCION									
31	DEF. COND. REV.	11	2,496	11	2,496	2,600	11 100	-	2,600	(104)
32	DISEÑO MECANICO	15	2,209	15	2,209	2,000	15 100	-	2,000	209
33	GRAL. INSTALACION	14	2,752	14	2,752	2,400	10 21.4	782	3,187	(435)
34	DEF. DE EQUIPO	12	2,132	12	2,132	2,200	2 11.8	2,004	2,924	(792)
35	FUNCION. OPERATIVA	10	1,472	10	1,472	-	-	-	1,472	-
<b>TOTAL:</b>		<b>62</b>	<b>11,220</b>	<b>62</b>	<b>11,220</b>	<b>7,200</b>	<b>38 56.9</b>	<b>4,269</b>	<b>10,199</b>	<b>(983)</b>



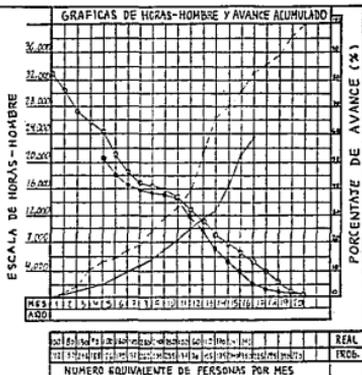
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	REAL
1963	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	4269

NUMERO EQUIVALENTE DE PERSONAS POR MES

SIMBOLOGIA:		NOTA:	
-----	% AVANCE PROGRAMADO	- SI EL AVANCE TOTAL ES > 70%:	H-H TOTALES POR PAG. DE TRABAJO = (H-H PRESUPUESTADAS) X 100
-----	% AVANCE REAL	- SI EL AVANCE TOTAL ES < 70%:	H-H TOTALES POR PAG. DE TRABAJO = ((H-H PRESUPUESTADAS) X 100) / (H-H APLICADAS)
.....	H-H PRESUPUESTADAS		
-.-.-.-	H-H APLICADAS		

REV.	DESCRIPCION	POR	APROBADO	FECHA	ELABORO	FECHA	REVISO	FECHA	APROBADO	FECHA	REPORTE MENSUAL DE AVANCE DEL PROYECTO POR ETAPA.
											PROYECTO: 2 1967
											REV: 1 HOJA: 1 DE 1

CONCEPTO	ETAPAS	TOTAL DEL PROYECTO					
		1 INV. Y EXP	2 ESTS. TECNOL. TRCNOLOGIA	3 DES. TECNOL	4 ING. BASICA	5 ADMON. DEL PROYECTO	
1 PRESUPUESTO DE H-H	1. MENSUAL	1.944	5.032	11.200	7.472	7.360	33.008
	2. REVISADO	1.944	5.032	11.200	7.472	7.360	33.008
2 NUMERO DE PERSONAL PROMEDIO ASIGNADO		3.8/da	4.5/da	7.2/da	10.9/dia	8.1/da	4.6/da
3 H-H APLICADAS (ACUMULADO ANTERIOR)		2.100	4.250	6.032	—	5.130	18.168
4 H-H APLICADAS DEL MES		—	—	1.240	—	3.720	2.310
5 H-H APLICADAS (ACUMULADO A LA FECHA)		2.100	4.850	7.272	—	5.500	20.578
6 PRONOSTICO DE H-H TOTALES		2.100	4.850	12.123	7.472	7.360	33.965
7 DEFICIT O SUPERAVIT	1. MES ACTUAL (11-80)	(154)	182	(933)	—	—	(957)
8 PRONOSTICO DE H-H	2. MES ANTERIOR	(154)	172	(720)	—	—	(644)
9 AVANCE FISICO TOTAL (%)		100	100	54.7	—	80.0	—
10 PARTICIPACION (%) EN EL PRONOSTICO DE H-H TOTALES (COSTO INV / PRESUPUESTO TOTAL)		6.2	14.3	35.8	22.0	21.7	100
11 PRESUPUESTO DEL COSTO POR H-H	1. MENSUAL	7.99	7.25	7.25	7.13	10.55	8.30
12 REVISADO		7.99	7.25	7.25	7.13	10.55	8.30
13 COSTO POR H-H DEL MES (A/H)		—	—	7.2	—	10.55	—
14 COSTO POR LAS H-H APLICADAS A LA FECHA (B)		17.100	37.800	63.000	—	52.500	176.100
15 COSTO POR H-H ACUMULADO A LA FECHA (B/A/H)		3.14	7.74	7.94	—	10.55	8.64
16 DEFICIT O SUPERAVIT DEL COSTO POR H-H	1. MES ACTUAL (11-80)	(0.15)	0.04	(0.15)	—	—	(0.34)
17 REVISADO		(0.15)	0.34	(0.08)	—	—	(0.27)
18 DEFICIT O SUPERAVIT DEL COSTO PROGRAMADO	1. MES ACTUAL	(1.567)	1.639	(13.149)	—	4.120	(3,907)
19 REVISADO		(1.567)	1.639	(10.912)	—	4.120	(6,670)
20 AVANCE REAL DEL PROYECTO (% (10)/(15))		6.2	14.3	20.3	—	11.4	52.2



SIMBOLOGIA:		NOTAS:	
-----	% AVANCE PROGRAMADO	-----	AVANCE FISICO / AVANCE EN COSTOS (B) (ESTA 100 / (18)) * 100
-----	% AVANCE REAL	(*) Se toma 16 de 20 meses; el avance es proporcional a la duracion del proyecto.	
.....	H-H PRESUPUESTADO		
.....	H-H APLICADAS		

ELABORADO: PDM	17 AG 79		<b>REPORTE MENSUAL DE AVANCE DEL PROYECTO - RESUMEN -</b> PROYECTO: PIPIDINI REV. O MODIFICACION DE:
REVISADO:			
APROBADO:			
REL.	DESCRIPCION	POR	APROBADO FECHA



# REPORTE DE COSTOS MENSUAL

MES: AGOSTO '91

HOJA: 4 DE: \_\_\_\_\_

REPTE. No. 7

FECHA: 5 SEP '91

NUMERO DE CUENTA	DESCRIPCION	PRESUPUESTO REVISADO \$	COSTO DEL PERIODO \$	COSTO \$ ACUMULADO A LA FECHA	% AVANCE EN COSTO	UNIDADES APLICADAS ACUMULADAS (H-H)	COSTO (\$/H-H) UNITARIO PRESUPUESTADO - REVISADO -	COSTO (\$/H-H) UNITARIO ACUMULADO	% DE DESVIACION
33100 A	CTO. H-H TÉCNICAS	23,089	2,500	10,500	45.5	1,320	8.39	7.95	(5.2)
33102 E	CTO. SUBCONTRATO (ING. DETALLE)	5,300	-	5,800	109.4	-	-		
33103 F	CTO. EQUIPO. (PLANTA PILOTO)	34,600	4,700	36,200	104.4	-	-		
33203 F	CTO. SUBCONTRATO (PROCURACION)	4,000	1,800	3,300	95.0	-	-		
33104 F	CTO. MATERIALES (PLANTA PILOTO)	16,400	10,000	14,000	85.4	-	-		
33204 E	CTO. SUBCONTRATO (CONSTRUCCION)	29,640	6,000	13,200	61.4	-	-		
33105 H	MATS. PRIMAS Y SERV. (PIA. PILOTO)	2,000	-	-	0	-	-		
33106 H	MATS. PRIMAS Y SERV. (PIA. PILOTO)	1,000	-	-	0	-	-		
33109 H	MATS. PRIMAS Y SERV. (PIA. PILOTO)	1,000	-	-	0	-	-		
33207 H	EQUIPAMIENTO Y REACTIVOS (LAB.)	1,000	-	-	0	-	-		

FC-03



MES: AGOSTO 1991

## DESEMPEÑO DEL PROYECTO

FC-05 REPTE No. 16

ETAPA	COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO PROGRAMADO (CPTP) \$	COSTO PRESUPUESTADO DEL TRABAJO REALIZADO (CPTR) \$	COSTO REAL DEL TRABAJO REALIZADO (CRTR) \$	DESVIACIONES		COSTO PRESUPUESTADO TOTAL (CPT) \$	DURACION PROGRAMADA TOTAL (DPT) DIAS	TOTAL PARA TERMINAR		SUPERAVIT O (DÉFICIT)		
				DEL PROGRAMA (DP) \$ = (4) - (3)	DEL COSTO (DC) \$ = (4) - (5)			COSTO ESTIMADO (CEPT) \$ = (5) x (8) (4)	DURACION ESTIMADA (DEPT) DÍAS = (3) x (9) (4)	COSTO (\$) = (8) - (10)	TIEMPO (DIAS) = (9) - (11)	
CLAVE	NOMBRE	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	INT. Y EXPERIM.	31.830	31.830	33.297	-	(1.567)	31.830	64	-	-	(1.567)	-
2	EST. REPAR. FE.	63.600	63.600	61.911	-	1.689	63.600	140	-	-	1.689	-
3	DES. TECNOL.	207.532	154.481	166.232	(73.051)	(31.751)	231.150	194	293.249	2.99	(56.059)	(105)
4	ING. BÁSICA	-	-	-	-	-	30.880	86	-	-	-	-
<b>TOTAL:</b>		<b>302.962</b>	<b>229.911</b>	<b>261.580</b>	<b>(73.051)</b>	<b>(31.669)</b>	<b>413.490</b>	<b>430</b>	<b>293.249</b>	<b>535</b>	<b>(55.137)</b>	<b>-</b>

ELABORADO	FECHA	16 SEP 91	 <b>REPORTE DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO</b> PROYECTO: FIELDINA REV O / MODA / DE 1		
REVISADO					
APROBADO					
REV.	DESCRIPCIÓN	PDR	APROBADO	FECHA	FECHA







FC-08

**CONTROL DE CAMBIOS DE ALCANCE**

HOJA: 1 DE 1

REPT# No. 16

PRESUPUESTO ORIGINAL:	H-H	SUBCONTRATOS \$	TOTAL \$
	451.060	38.940	490.000

MES: AGOSTO '91

FECHA: 7 SEP '91

No.	FECHA DE APROBACION	FIRMAS		AMPLIACION O (DISMINUCION)			PRESUPUESTO REVISADO		
		RECOMIENDA GTE. PROX.	APRUEBA DIR. GRAL.	H-H	SUBCONTRATOS \$	TOTAL \$	H-H	SUBCONTRATOS \$	TOTAL \$
1	4 SEP '91			60.000	-	60.000	451.060	38.940	490.000
DESCRIPCION: Se aprobó una partida extra por 60.000 USD para compensar el déficit actual pronosticado de 55.900 USD. Principalmente en la etapa 3.									
DESCRIPCION:									
DESCRIPCION:									
DESCRIPCION:									
DESCRIPCION:									
DESCRIPCION:									



Formato FC-10

REPORTE MENSUAL DEL PROYECTO

Se presenta el contenido propuesto para el reporte mensual que presenta la Gerencia del Proyecto a la Dirección. (cfr. Lozano<sup>1</sup>)

**1- Generalidades.**

- 1.1 Asuntos relevantes del período y metas alcanzadas.
- 1.2 Tendencias observadas.
- 1.3 Problemas resueltos.
- 1.4 Pendientes más importantes.
- 1.5 Actividades críticas por iniciar.
- 1.6 Juntas.
- 1.7 Visitas.

**2- Avances.**

- 2.1 Estado de subcontratación.
- 2.2 Avance total del proyecto y por etapa. ( programado vs. real)
- 2.3 Desviaciones y acciones correctivas.
- 2.4 Comparación del avance físico contra el presupuesto erogado.

**3- Programas.**

- 3.1 Programa maestro del proyecto.
- 3.2 Programas del proyecto por etapa.
- 3.3 Comentarios al cumplimiento del programa.
- 3.4 Programa de asignación de personal. ( prog. vs. real)
- 3.5 Programa de erogaciones. ( prog. vs. real )

**4- Controles.**

- 4.1 Reporte de facturación y pago. ( mensual )
- 4.2 Registro de pendientes.
- 4.3 Registro de cambios de alcance.
- 4.4 Control de dibujos y documentos.
- 4.5 Reporte mensual de costos.
- 4.6 Reporte mensual de productividad.

**5- Actividades por Desarrollar en el Siguiete Período.**

- 5.1 Compromisos

**6- Organización Actual.**

FORMATO FP-11

CONTENIDO DEL PAQUETE DE TECNOLOGIA.

**E- Especificaciones de Equipo, Tuberías e Instrumentos.**

- E01 - Diseño completo del reactor y sus internos.
- E02 - Especificación del reactor y sus internos.
- E03 - Especificación de sistemas accesorios al reactor (agitación, transferencia de calor, seguridad.)
- E04 - Especificaciones de los equipos principales del proceso.
- E05 - Especificación de tuberías del proceso.
- E06 - Especificación de válvulas e instrumentos del proceso.
- E07 - Especificación de accionadores del proceso.
- E08 - Especificación de equipos auxiliares paquete.
- E09 - Especificación de aislamientos del proceso.
- E10 - Especificación de recubrimientos anticorrosivos del proceso.

**F- Factores de Escalación.**

- F01 - Relaciones de escalación validadas.
- F02 - Costos de los equipos de la planta piloto.

**N- Normas, Códigos, Métodos, Especificaciones Generales, Criterios de Diseño y Procedimientos.**

- N01 - Definición de normas, códigos y criterios aplicables.
- N02 - Especificación general de materiales para equipo y tuberías del proceso.
- N03 - Métodos analíticos estándar.
- N04 - Métodos de control de calidad.

**O- Documentos de Operación.**

- O01 - Filosofías de operación.
- O02 - Secuencias de arranques y paros.
- O03 - Lista de problemas frecuentes y alternativas de solución.
- O04 - Requerimientos de seguridad.

**FORMATO FF-12**

**EXCLUSIONES DEL PAQUETE DE TECNOLOGIA.**

- 1- Bases de diseño.
- 2- Ingeniería básica de la planta piloto.
- 3- Ingeniería de detalle de la planta piloto.
- 4- Diseño del equipo principal. (excepto reactor)
- 5- Arreglo general ( propuesto ) de la planta.
- 6- Estudio de mercado.
- 7- Estudio económico-financiero.
- 8- Estudio de localización.
- 9- Estudios de impacto ambiental y social.

**P- Documentos del Proceso.**

- P01 - Bases de diseño de la planta piloto.
- P02 - Diagrama de bloques del proceso.
- P03 - Diagrama de flujo del proceso.
- P04 - Propiedades fisicoquímicas de materias primas, productos intermedios y productos.
- P05 - Balances de materia y energía del proceso.
- P06 - Análisis de exergias del proceso.
- P07 - DTI del proceso.
- P08 - Rendimientos del proceso. ( en base a materias primas y consumo de energía )
- P09 - Costos y requerimientos de servicios por unidad de producto.
- P10 - Arreglo del equipo principal. ( lay-out )
- P11 - Especificación de servicios utilizados en el proceso.

**R- Documentos de Reacción y Separación.**

- R01 - Definición de la cinética de la reacción.
- R02 - Condiciones de presión, temperatura y concentración de la reacción. ( e intervalos )
- R03 - Constantes de reacción y separación.
- R04 - Condiciones de presión, temperatura y concentración en la separación / purificación. ( e intervalos )
- R05 - Tiempos de reacción y separación.
- R06 - Requerimientos de energía y agitación de la reacción.
- R07 - Especificación de solventes para la reacción y separación.

**S- Especificaciones de Productos, Catalizadores y Materias Primas.**

- S01 - Especificación de materias primas.
- S02 - Especificación de catalizadores.
- S03 - Especificación de productos.
- S04 - Hoja de especificaciones de fabricación del producto.

**C- Documentos de Control.**

- C01 - Filosofías de control.
- C02 - Definición de variables y rangos de control.

DOCUMENTO FP-13

C O S T O D E L A P L A N T A P I L O T O

En el estimado de costos se aplicaron algunos factores de escalación y proporciones de costos propuestos por Guthrie, Happel y Mansfield. ( Cfr. Guthrie<sup>19</sup>, Baasel<sup>20</sup>, Peters & Timmerhaus<sup>21</sup>, Giral y Barnés<sup>22</sup>, Perry<sup>18</sup> )

I- COSTO DEL REACTOR VERTICAL

Los datos de reactor de la planta piloto son:

Diámetro  $D= 3$  ft., longitud  $T-T= 3.5$  ft., Capacidad= 185 GAL.

Factor  $P= ( 0.3464 ( D ) ( T-T ) \text{EXP } 0.7874 ) \text{EXP } 1.279 = 3.709$

Factor  $K= \frac{ \text{CAP.REACTOR INDUSTRIAL} = 1070 \text{ GAL.} }{ \text{CAP.REACTOR PLANTA PILOTO} = 185 \text{ GAL.} } = 5.78$

Para los valores calculados de los factores P y K, se lee en tablas el valor del factor  $S= 329.4063$

COSTO BASE =  $S ( P ) \text{EXP } 0.801$

Base: USD.1968, acero al carbón y presión < 50 libras por pulg<sup>2</sup>

COSTO BASE = 941 USD.

COSTO DEL REACTOR = COSTO BASE (  $F_m$  ) (  $F_p$  ) (  $F_e$  )

En donde:

Factor de material  $F_m= 2.25$  (acero inoxidable 316)

Factor de presión  $F_p= 1.1$  ( Presión < 100 libras por pulg<sup>2</sup>)

Factor de inflación  $F_e$

$F_e= ( 935.2 - \text{M\&S,1991} ) / ( 273.1 - \text{M\&S,1968} ) = 3.42$

COSTO DEL REACTOR = 7970 USD.

## II- COSTO DEL EQUIPO

### A C U M U L A D O S

CONCEPTO	%	% A	USD. 1991
COSTO DEL REACTOR	100	100	7,970
COSTO TANQUES, TORRES Y RECIPS. ( EXCLUYE TANQUES ALMACENAMIENTO. )	100	200	15,940
BOMBAS	50	250	19,925
COMPRESORES ( LOBULOS )	15	265	21,120
CAMBIADORES DE CALOR	60	325	25,900
INSTRUMENTACION	50	375	29,900

COSTO TOTAL DEL EQUIPO = 29,900 USD.

## III- COSTO DE CONSTRUCCION Y SUMINISTRO DE MATERIALES

### T O T A L E S

CONCEPTO	%EQ. Y MATLS.	%INSTAL.	%	% A	USD. 1991
COSTO TOTAL DEL EQUIPO.	100	-	100	100	29,900
INSTALAC. EQUIPO	-	15	15	115	34,385
LINEAS SERVICIOS AUXILIARES	10	10	20	135	40,365
AISLAMIENTOS	3	4	7	142	42,460
TUBERIAS (PROCESO)	30	25	55	197	58,900
OBRA CIVIL	6	5	11	208	62,190
INSTAL. ELECTRICA	6	7	13	221	66,080
<b>T O T A L :</b>	<b>155</b>	<b>66</b>	<b>221</b>	<b>221</b>	<b>66,080</b>

COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION = 66,080 USD.

( 46,250 - MATLS. Y EQUIPO; 19,830 - INSTALACION )

IV- COSTO DE SERVICIOS SUBCONTRATADOS Y CONTINGENCIAS.

CONCEPTOS	A C U M U L A D O S		
	%	% A	TOTAL USD. 1991
COSTO DIRECTO	100	100	66,080
INGENIERIA DE DETALLE (1)	8	108	71,370
PROCURACION	5	114	75,330
HONORARIOS DE SUBCONTRATO DE CONSTRUCCION (2)	15	129	85,240
CONTINGENCIAS	7	136	90,000

COSTO TOTAL PLANTA PILOTO = 90,000 USD.1991

(1) PRESUPUESTO DE H-H PARA INGENIERIA DE DETALLE

H-H	DE PLANOS	DE ESPECs. Y LM's	TOTAL
DIAGRAMA DE FLUJO	120	80	200
DTI	120	80	200
UNIFILAR	50	50	100
ARREGLO EQ. Y TUBS.	120	80	200
<b>T O T A L :</b>	<b>410</b>	<b>290</b>	<b>700</b>

COSTO ING.DETALLE = 700 H-H (4.5 USD./H-H) ( 2.5/1.5 ) = 5,290 USD

	%	USD. 1991
(2) COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION	100	19,830
INDIRECTOS CONTRATISTA	36	7,140
UTILIDAD CONTRATISTA	14	2,780
<u>COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION:</u>	<u>50</u>	<u>9,920</u>

V- COSTO DE LA PLANTA PILOTO

R E S U M E N

CONCEPTO	USD.1991	%
• COSTO DIRECTO		
-EQUIPO PRINCIPAL	29,900	33.2
-MATERIALES	16,350	18.2
-INSTALACION	19,830	22.0
• COSTO INDIRECTO Y GASTOS		
HONORARIOS DE INSTALACION	9,910	11.0
INGENIERIA DE DETALLE	5,290	5.9
PROCURACION	3,960	4.4
CONTINGENCIAS	4,760	5.3
<b>COSTO TOTAL DE LA PLANTA PILOTO: 90,000</b>		<b>100</b>



$$\% \text{ Avance Ing. B\u00e1sica} = 30(\% \text{ av. bases de dise\u00f1o}) + 30(\% \text{ av. planos}) + 25(\% \text{ av. especs.}) + 15(\% \text{ av. \u00edndices})$$

$$\% \text{ Avance Ing. Detalle} = 50(\% \text{ av. planos}) + 30(\% \text{ av. especs.}) + 20(\% \text{ av. \u00edndices})$$

El avance individual de cada concepto (planos, especificaciones, etc.) se mide aplicando las reglas 1 a 4, y se totaliza el avance dividiendo los documentos terminados entre el total; por ejemplo:

$$\% \text{ Avance} = \frac{\# \text{ de planos terminados aplicando la regla (1)}}{\# \text{ de planos total}} \times 100$$

#### 7 - Procuraci\u00f3n de la planta piloto. ( subcontrato )

El avance f\u00edsico se medir\u00e1 con la siguiente f\u00f3rmula:

$$\% \text{ Avance en Procuraci\u00f3n} = \frac{\text{Monto del Presupuesto Erogado}}{\text{Presupuesto Revisado de Equipamiento y Materiales de la Planta Piloto}} \times 100$$

#### 8 - Construcci\u00f3n de la Planta Piloto. ( subcontrato )

La medici\u00f3n del avance f\u00edsico se har\u00e1 seg\u00fan la siguiente tabla:

CONCEPTO	% AVANCE PARCIAL
<b>I Obra Civil</b>	<b>16</b>
- Cimentaci\u00f3n	3
- Bases de equipo	4
- Estructura met\u00e1lica	6
- Acabados	3
<b>II Obra Mec\u00e1nica</b>	<b>20</b>
- Montaje del reactor	11
- Montaje de equipo accesorio	9
<b>III Tuber\u00edas</b>	<b>26</b>
- Colocaci\u00f3n de soportes	4
- Instalaci\u00f3n de tuber\u00eda	14
- Soldaduras y uniones	8

**IV Obra Eléctrica** 16

- Instalación de cable y conduit 8
- Montaje de motores 3
- Montaje del tablero de fuerza 5

**V Instrumentación** 22

- Instalación de válvulas 4
- Instalación de instrumentos 6
- Conexiones 8
- Montaje del tablero de control 4

---

**T O T A L :** 100

9 - Equipamiento De La Planta Piloto: ídem procuración.

10- Equipamiento del Laboratorio:

El porcentaje de avance se medirá con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Avance} = \frac{\text{Monto del Presupuesto Erogado en Equip.}}{\text{Presupuesto Revisado para Equipamiento.}} \times 100$$

11- Administración del Proyecto.

El avance en AP es proporcional al tiempo transcurrido desde el inicio del proyecto, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Avance de Administración} = \frac{\text{Tiempo transcurrido desde el inicio del Proyecto ( días )}}{\text{Plazo total de ejecución programada.}} \times 100$$

12- Otros Conceptos:

En el caso de uso de tiempo de máquina, adquisición de materias primas y reactivos para la planta piloto, etc., el avance se medirá según el porcentaje del presupuesto erogado:

$$\% \text{ Avance} = \frac{\text{Monto erogado}}{\text{Presupuesto revisado.}} \times 100$$

### BIBLIOGRAFIA BASICA.

1- Lozano Ríos, Leticia. " *Administración de Proyectos* ". 1985. Cuadernos de Posgrado. F.Q./UNAM. México.

2- Escobar T., Carlos E., Esparza P., Francisco E., Puente M., Luis, y Uquillas J., David. " *Modelos para la Jerarquización y Selección Óptima de Proyectos de Investigación y Desarrollo* ". Cuaderno de Discusión No.1. Depto. de Administración Industrial. Facultad de Química. UNAM. 1990. México.

3-Butrón Silva, J.Arturo. Tesis: " *Administración y Control de Proyectos de Plantas de Proceso* ".F.Q. UNAM. 1981. México.

4- Cadena, G., Castaños, A., Machado, F., Solleiro, J.L., y Waissbluth, M. " *Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica* ". CIT-CONAcYT. 1986. Ediciones Gernika. México.

5- García-Torres Delgadillo, Arturo. Apuntes del Curso: " *Administración de Tecnología* ." INFOTEC. 1989. México.

6- Kezsbom, D.S., Schilling, D.L., y Edward, K.A. " *Dynamic Project Management* ". 1989. J.Wiley. U.S.A.

7-Butrón Silva, J.Arturo. Tesis: " *Organización del Departamento Comercial de una Empresa de Productos Industriales* " .OIT / CIPPT. 1970. Torino, Italia.

8- Mondragón Sánchez, Reginaldo. Tesis: " *Modelo de Innovación Tecnológica de Procesos Industriales* " Facultad de Química. UNAM. 1986. México.

9- Myers, Summer & Marquis, Donald G. " *Successful Industrial Innovations* ".- A Study of Factors Underlying Innovation in Selected Firms-. National Science Fundation. 1969. U.S.A.

10-Klimstra, Paul D. & Potts, Joseph. " *Managing R&D Projects: What We've Learned* ".Research-Technology Management. May-June 1988.pp.23-39

11- Dean, Burton V. & Chaudhuri, Asok K. " *Project Scheduling* ". TIMS Studies in Management Sciences. 15.(1980) pp.215-233

12- Randolph, W.Alan & Posner, Barry Z. " *What Every Manager Needs To Know About Project Management* ". Sloan Management Review. Summer 1988. pp.65-73

13-Steele, Lowell W. " *Selecting R&D Programs and Objectives: What We've Learned* ". Research-Technology Management. March-April 1988. pp.17-36

14-Kirk-Othmer " *Encyclopedia of Chemical Technology* ". 2nd.Ed. 1970. J.Wiley. U.S.A.

15-Shreve, R.Norris & Brink, Joseph A. " *Chemical Process Industries* ". 4th.Ed. 1977. Mc.Graw-Hill. U.S.A.

16-Considine, Douglas M. " *Chemical & Process Technology Encyclopedia* ". 1974. Mc.Graw-Hill. U.S.A.

17-Abramovitch, R.A. " *Pyridine and its Derivatives* ". 1974 J.Wiley. USA

18-Perry, John H.,Ed. " *Chemical Engineer's Handbook* " 3a.Ed. 1952. Mc.Graw-Hill. USA.

19-Guthrie, Kenneth M. " *Process Plant Estimating Evaluation & Control* ". 1974. Craftsman Book. USA.

20-Baasel, William D. " *Preliminary Chemical Engineering Plant Design* ". 1976. Elsevier. USA.

21-Peters, Max.S. & Timmerhaus, Klaus D. " *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* ". 3d.Ed. 1980. Mc.Graw-Hill. USA.

22-Giral,J., Barnés, F. y Ramírez, A. " *Ingeniería de Procesos* ". 1977. F.Q. UNAM

23-Academia Mexicana de Ingeniería. " *Investigación y Desarrollo en México* " 1991.

24-Lall, Sanjaya. " *Developing Countries as Exporters of Industrial Technology* ". Research Policy 9.(1980) pp.24-52

BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA.

1-Cleland, D.I. & King, W.R., Editors. "Project Management Handbook". 1983. Van Nostrand-Reinhold Co.

2-Heyel, Carl. "Handbook of Industrial Research Management". 2nd.Edition. 1968. Reinhold Book Corp.

3-Martin, C.C. "Project Management: How to Make it Work" AMACOM. 1976

4-Cleland, D.I. & King, W.R., Editors. " Systems Analysis and Project Management ". 2nd.Edition. 1975. MacGraw-Hill.

5-Weinberger, A.J. "Economic Evaluation of R&D Projects"