



---

---

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

***“LA IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS  
EMPLEADAS PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL  
DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA”***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

CRISOL ROJAS LABRA

Director de tesis

I.Q. RENE DE LA MORA MEDINA



México, D.F

Marzo, 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

\*ZARAGOZA\*

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/ 334/12

ASUNTO: Asignación de Jurado

Alumno (a):

Rojas Labra Crisol

PRESENTE

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

PRESIDENTE	I.Q. SALVADOR JACINTO GALLEGOS RAMALES
VOCAL	I.Q. RENÉ DE LA MORA MEDINA
SECRETARIO	M. en M. GENARO ALTAMIRANO GARCÍA
SUPLENTE	M. en I. PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA
SUPLENTE	M.C.I. RODOLFO MENDOZA MURILLO*

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

México D.F., a 10 de septiembre de 2012

JEFE DE CARRERA

DR. ROBERTO MENDOZA SERNA  
JEFE DE CARRERA



---

---

*Queda prohibido no sonreír a los problemas,  
luchar por lo que quieres,  
abandonarlo todo por miedo,  
convertir en realidad tus sueños.*

*(Pablo Neruda)*

---

---

---

---

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, el Ing. Rene de la Mora por su asesoramiento en el tema, durante el desarrollo de este proyecto. Con admiración y respeto.

Al M. en C. Jose Luis Mendoza Mondragón porque siempre me impulso, por todas sus observaciones, sus críticas constructivas, comentarios, sugerencias, consejos, por su apoyo y por su confianza, para la elaboración de este trabajo.

A los miembros del Jurado de esta tesis: M.C.I. Rodolfo Mendoza Murillo, I.Q. Salvador Jacinto Gallegos Rames, M. en M. Genaro Altamirano García, M. en I. Pablo Eduardo Valero Tejada, por la lectura del manuscrito por su presencia y relevantes aportes, críticas, comentarios, sugerencias durante el desarrollo de esta investigación, que contribuyeron al mejoramiento y ordenamiento del presente trabajo.

Con mi más sincero y profundo agradecimiento a todos aquellos que me brindaron su valiosa ayuda, que con su ejemplo, cariño y apoyo, lograron hacer de mí un profesionalista.

*Crísol Rojas Labra*

---

---

---

---

## DEDICATORIAS

Esta tesis está dedicada de todo corazón a mis padres Martha Labra Jaimes y Felipe Rojas Olvera, que me dieron la educación, los valores, el cariño y atreves de todo esto he conseguido las mejores herramientas para salir adelante.

A Mis hermanos que están ahí para llamarme la atención cuando algo no está bien, para decirme que salga adelante y que me levante cuando caigo; por su sinceridad al criticarme cada vez que necesario, por el tiempo, la confianza su cariño y por el amor que me brindan cada día. Gracias: Felipe, Ana, Coin, Liz e Isma. Y a mis cuñados Yadira , Luis y Lalo.

A mis sobrinos Saúl, Elizabeth, Paulina, Cecilia, Cesar, Nelly y Shania ya que todos son curiosos, juguetones, divertidos y los quiero mucho.

A mis amigas que me han acompañado, que han estado conmigo moon y yane desde el inicio y a lo largo de la carrera por permitirme conocerlos y ser parte de su vida, aunque a veces es un poco difícil vernos pero no imposible verdad. Por ayudarme y estar conmigo a lo largo de la carrera, y aun después.

A mis amigos del IMP: Jose Luis, Omar, Rodolfo y Lili; muchas gracias por estar conmigo en todo este tiempo donde he vivido momentos difíciles, felices y tristes, gracias por ser mis amigos.

Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer, aprender y a valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidare.

*Crísol Rojas Labra*

---

---

## C O N T E N I D O

INDICE.....	I
RESUMEN.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VI
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	VII
ABREVIATURAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 HISTORIA DE LA INGENIERÍA DE PROYECTOS EN MÉXICO.....	3
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>4</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO.....	5
2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS.....	6
2.2 DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS.....	6
2.2.2 ETAPAS DE LA INGENIERÍA DE PROYECTOS.....	7
2.3 DEFINICIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	16
2.3.1 FASES DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (PLANEACIÓN, ORGANIZACIÓN, DIRECCIÓN Y CONTROL).....	16
2.3.1.1 PLANEACIÓN DEL PROYECTO.....	17
2.3.1.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	17
2.3.1.3 CONTROL DEL PROYECTO.....	17
2.3.1.4 CIERRE DEL PROYECTO.....	18
2.4 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....	18
2.5. DIAGRAMAS DE FLUJO.....	19
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>20</b>
3. CICLO DE VIDA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.....	21
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	21
3.2 FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.....	22
3.2.1 CONCEPTO “CONCIBE”.....	25
3.2.2 DESARROLLO “DEFINE”.....	27
3.2.3 IMPLEMENTACIÓN “EJECUTA”.....	28
3.2.4 TERMINACIÓN.....	29

<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>30</b>
4. HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN Y SU EVOLUCIÓN .....	31
4.1 EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS .....	31
4.2 CONCEPTO DE HERRAMIENTAS Y SU IMPORTANCIA .....	36
4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS .....	36
4.3.1 HERRAMIENTAS TRADICIONALES.....	38
4.3.1.1 GANTT (DIAGRAMA DE GANTT) .....	38
4.3.1.2 PERT (TÉCNICA DE EVALUACIÓN Y REVISIÓN DE PROGRAMAS).....	40
4.3.1.3 CPM (MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO) .....	43
4.3.1.4 TABLA DE PRECEDENCIAS (PDM) .....	45
4.3.2 HERRAMIENTAS ACTUALES .....	46
4.3.2.1 MATRIZ DE RIESGO.....	46
4.3.2.2 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES (LACTI) .....	52
4.3.2.3 PLAN DE COMUNICACIÓN .....	54
4.3.2.4 WBS (ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO).....	55
4.3.2.5 MICROSOFT PROJECT.....	56
4.3.2.6 CA-SÚPER PROJECT .....	59
4.3.2.7 PRIMAVERA PROJECT PLANNER .....	59
4.3.2.8 VENTAJAS.....	61
4.4 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS .....	62
4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS .....	62
4.4.2 ENTIDAD TAMAÑO Y ALCANCE.....	62
4.4.3 MEDIOS Y RECURSOS .....	63
4.4.4 DISCONTINUIDAD .....	63
4.4.5 DINAMISMO Y EVOLUCIÓN.....	63
4.4.6 IRREVERSIBILIDAD .....	64
4.4.7 INFLUENCIAS EXTERNAS.....	64
4.4.8 RIESGO .....	64
<b>CAPITULO 5 .....</b>	<b>66</b>
5. APLICACIÓN PRÁCTICA .....	67
5.1 CASO DE NEGOCIO .....	67
5.1.1 ANTECEDENTES .....	67
5.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD.....	68
5.2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	68
5.2.1 ALCANCE .....	68
5.2.1.2 INGENIERÍA BÁSICA .....	71
5.2.1.3 INGENIERÍA DE DETALLE .....	74
5.2.1.4 INGENIERÍA DE PROCURA .....	87



5.3	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN .....	88
5.3.1	JUNTA DE ARRANQUE .....	88
5.3.2	PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	88
5.3.2.1	PLANEACIÓN DE PROYECTO .....	91
5.3.2.2	ORGANIGRAMA .....	92
5.4	EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	93
5.5	CONTROL DEL PROYECTO .....	93
5.5.1	WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS).....	97
5.5.2	PROGRAMA DEL PROYECTO.....	98
5.5.2.1	PROGRAMA DETALLADO DEL PROYECTO .....	100
5.6	EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	119
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>121</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>

## Resumen

La Ingeniería Química sobresale de las otras ingenierías ya que es muy versátil, se desempeña de tal forma que sus aplicaciones son tanto del ámbito científico como técnico.

En la actualidad vivimos invadidos de tecnología, la cual nos facilita realizar actividades día a día; con la finalidad de desenvolvemos y desarrollarnos en nuestro entorno. Es por eso que el avance tecnológico es tan grande, que un proyecto bien planificado, con estudios de alternativas, evaluaciones, así como una buena programación, una calidad óptima y un buen presupuesto; permitirá al ingeniero de proyectos la facilidad en la dirección y control en la etapa de ejecución del proyecto durante su ciclo de vida.

Particularmente para el ingeniero químico es muy importante contar con el respaldo de los conocimientos que aportan la física, la química, las matemáticas y especialmente la fisicoquímica. Sin embargo, la toma de decisiones requiere además la contribución de conocimientos y experiencia en sistemas humanísticos, económicos, legales, de administración de proyectos, de labores ejecutivas y de ingeniería ambiental, entre otros, ayudan a la realización de estudios previos de factibilidad e impacto que conduzcan a la consecución de soluciones óptimas, no solo desde el punto de vista técnico, sino también del socioeconómico y ambiental.

Dichas características le permiten involucrarse de una forma más directa y objetiva en las labores de coordinación y administración de esfuerzos y recursos, haciendo de una concepción técnica una verdadera realidad, de cuyo éxito estará directamente ligado a la habilidad con la que realice su trabajo. Esto generalmente requiere de la formación e integración de grupos de trabajo multidisciplinarios que laboren coordinadamente con el objeto de optimizar la realización de un proyecto en un menor tiempo, a un costo por abajo del presupuestado, con alta calidad y con el mejor aprovechamiento de recursos humanos y materiales asignados para ello; a esto comúnmente se le conoce como ingeniería de proyectos.

La Ingeniería de Proyectos en el diseño de instalaciones industriales infraestructura, es considerada como el vínculo entre una concepción técnica y una realidad física, gracias a que por sí misma es una actividad multidisciplinaria, pero debemos recordar que aun cuando actualmente la ingeniería de proyectos cuenta con el apoyo de técnicas y procedimientos que le brinda la administración de proyectos para minimizar la probabilidad de un fracaso en el proyecto, mucho depende de la habilidad, la experiencia y la dedicación que tenga el ingeniero de proyecto hacia su trabajo para aprovechar los medios con que cuenta. Dado lo anterior; es primordial hacer notar la extensión e importancia que la administración de proyectos tiene en la correcta ejecución de un proyecto, que por sí solo implica ya un gran esfuerzo colectivo donde por lo general las metas perseguidas difícilmente son sencillas de alcanzar.

Es por ello que se debe tomar seriamente en cuenta el desarrollo, monitoreo y seguimiento de 4 factores básicos de los cuales depende el éxito de la ejecución y terminación de un proyecto y que más adelante serán tratados a detalle. Estos son:

1. Costos del proyecto
2. Control del tiempo de ejecución del proyecto.
3. Control de la Calidad de los trabajos.

El manejo adecuado de cada uno de estos factores, minimiza notablemente la probabilidad de fracaso del proyecto. Así pues, el presente trabajo busca presentar las herramientas, técnicas y mejores prácticas de reciente aplicación por la administración de proyectos durante la planeación y control de un proyecto de Infraestructura auxiliándonos de la experiencia adquirida en las instalaciones del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

## Lista de Figuras

<b>Figura 2.1</b>	Elementos fundamentales de Proyecto.....	5
<b>Figura 2.2</b>	Proceso de Administración de Proyectos.....	16
<b>Figura 3.1</b>	Ciclo de Vida de un Proyecto.....	23
<b>Figura 3.2</b>	Tiempo funcionalidad y costo.....	24
<b>Figura 3.3</b>	Ciclo de ejecución de un proyecto.....	28
<b>Figura 4.1</b>	Diagrama de Gantt.....	39
<b>Figura 4.2.</b>	Red PERT (Actividad en el nodo) .....	41
<b>Figura 4.3</b>	Fases de la elaboración de una matriz de riesgo.....	48
<b>Figura. 4.4</b>	WBS (Estructura desglosada del trabajo) .....	56
<b>Figura 4.5</b>	Microsoft Project.....	58
<b>Figura 4.6</b>	Primavera Project Planner.....	60
<b>Figura 5.1</b>	Programas de actividades.....	91
<b>Figura 5.2</b>	Organigrama del Proyecto.....	92
<b>Figura 5.3</b>	Cuentas de Control.....	94
<b>Figura 5.4</b>	Estructura Desglosada del proyecto .....	97
<b>Figura 5.5</b>	Programa de Trabajo.....	99
<b>Figura 5.6</b>	Programa Detallado del proyecto .....	118

## Lista de Tablas

<b>Tabla 4.1</b>	Valorización del riesgo.....	49
<b>Tabla 4.2</b>	Control de efectividad.....	50
<b>Tabla 4.3</b>	Calidad de gestión.....	51
<b>Tabla 4.4</b>	Matriz de responsabilidades (LACTI) .....	53
<b>Tabla 5.1</b>	Puntos del plan de ejecución del proyecto.....	88
<b>Tabla 5.2</b>	Evaluación del Proyecto.....	119

## Glosario de términos

<b>Administración de Proyectos:</b>	Es una especialidad que trata de sistematizar las técnicas de gestión y formas de organización de proyectos para afrontar operaciones complejas que resultarían muy difíciles de dominar aplicando sistemas de dirección clásicos y manteniendo estructuras orgánicas tradicionales, adecuadas solo para tareas de tipo repetitivo, continuo y rutinario.
<b>Bases Técnicas de concurso:</b>	Conjunto de Documentos en el que tienen por objeto definir las condiciones técnicas en las que se han de desarrollar el proyecto y la construcción del mismo.
<b>Ciclo de vida de proyectos:</b>	Es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.
<b>Control:</b>	Es un mecanismo preventivo ejecutivo y correctivo adoptado por la administración de una dependencia o entidad que permite la oportuna detección y corrección de desviaciones, ineficiencias o incongruencias en el curso de la formulación, instrumentación, ejecución y evaluación de las acciones, con el propósito de procurar el cumplimiento de la normatividad que las rige, y las estrategias, políticas, objetivos, metas y asignación de recursos a implementar.
<b>Discontinuidad:</b>	Una de los aspectos inherentes al concepto de proyecto es la discontinuidad en el tipo de actividades que en él se ejercen. Un proyecto por definición, tiene un periodo de vida finito y está constituido, entre otras cosas, por un conjunto de tareas consideradas como únicas y que no tienen carácter repetitivo mismo que la atribuye como una operación especial que siempre produce un cambio importante y que suele tener un carácter de excepcionalidad.
<b>Factibilidad:</b>	Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas. Mediante un estudio el cual incluye objetivos, alcances y restricciones sobre el sistema, además de un modelo lógico de alto nivel de sistema.
<b>Infraestructura:</b>	Es la base material de la sociedad que determina la estructura social y el desarrollo y cambio social. Incluye las fuerzas productivas y las relaciones de producción. De ella depende la superestructura, es decir, el conjunto de la vida de elementos de la vida social dependientes de la infraestructura. Los aspectos estructurales se refieren a la

organización misma de la sociedad, las reglas que vinculan a sus miembros y el modo de organizar la producción de bienes.

<b>Ingeniería Básica:</b>	La ingeniería básica es la primera etapa en la elaboración de los aspectos fundamentales del proyecto, se encarga de compilar la información disponible del proceso y establece las bases de diseño de la planta, como resultado se podrán elaborar todos los documentos.
<b>Ingeniería Conceptual:</b>	Es la etapa donde se concreta la idea y se realizan estudios y evaluaciones que nos permiten saber si el proyecto presenta algún beneficio tanto económico como social, se evalúan objetivos y alternativas, se van a determinar las estrategias, la organización y las necesidades de recursos para llevar adelante el proyecto.
<b>Ingeniería Detalle:</b>	Es en la que intervienen especialistas de diversas disciplinas de ingeniería para generar la documentación técnica que servirá de base en la adquisición de los equipos y materiales para efectuar la construcción de la obra.
<b>Ingeniería de Proyecto:</b>	En el diseño de instalaciones industriales, es considerada como el vínculo entre una concepción técnica y una realidad física, gracias a que por si misma una actividad multidisciplinaria, que tiene como meta optimizar la ejecución de actividades, buscando que estas se desarrollen en el menor tiempo, al menor costo, con alta calidad y con el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y de materiales asignados para ello.
<b>Ingeniería Química:</b>	Rama de la ingeniería que estudia las transformaciones físicas y químicas que sufren las materias primas para obtener productos y servicios útiles al hombre; estudia también la forma en que se pueden elaborar dichas transformaciones mediante procesos eficientes, el diseño y especificación de los equipos y aparatos con los cuales se puede llevar a cabo, la mejor manera de mejorarlos, así como los estudios económicos y administrativos relacionados con el proceso a escala industrial.
<b>Manuel de Procedimientos:</b>	Es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de un área, departamento, dirección, gerencia u organización.
<b>Microsoft Project:</b>	Es un Software para administración de proyectos, desarrollado y vendido por Microsoft el cual esta creado para asistir a los administradores de proyectos en el diseño de planes, asignación de recursos a tareas, control de avances y análisis de cargas de trabajo.

- Planeación:** Es la determinación de lo que va a hacerse, incluye decisiones de importancia, como el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de las células de trabajo.
- Procedimiento:** El Análisis de Viabilidad consiste en un estudio técnico de cariz financiero que busca determinar las posibilidades de suceso económico y financiero de un determinado proyecto, sea de inversión, el lanzamiento de un nuevo producto, la entrada en nuevo mercado o bien un proyecto de reestructuración organizacional.
- Proyecto:** Conjunto de actividades realizadas por una institución o un individuo. Se puede mencionar que un proyecto es temporal, porque cada uno tiene un inicio y una terminación definidos, y es único porque el producto o servicio es diferente en una forma distintiva de todos los otros productos o servicios.
- Tecnología:** Es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de las personas

## Abreviaturas

- API:** American Petroleum Institute (Intituto Americano del petróleo)
- ASME:** American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- CPM:** Método del Camino Crítico (en inglés)
- DIP:** Dirección Integrada de Proyectos
- EMA:** Entidad mexicana de Acreditación
- EPC:** Ingeniería, compras y construcción
- IEC:** International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
- IEEE:** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

<b>ISO:</b>	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
<b>LACTI:</b>	Matriz de responsabilidades (en inglés)
<b>MS Project:</b>	Microsoft Project
<b>NACE:</b>	National Association of Corrosion Engineers
<b>NTIC:</b>	Nuevas Tecnologías y las Comunicaciones
<b>OBS:</b>	Organization Breackdown Structure ( Estructura del desglose organizacional)
<b>PCAI:</b>	Plan de control ambiental fase ingeniería
<b>PDM:</b>	Tabla de precedencias (en inglés)
<b>PLC:</b>	Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable)
<b>TI:</b>	Tecnología de la información
<b>WBS:</b>	Estructura desglosada del trabajo



## Introducción

Los proyectos de Ingeniería son de suma importancia en el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico del país. Por lo que la demanda de servicios de Ingeniería se ha incrementado en México, y obliga a las empresas de ingeniería a ser más competitivas, ofreciendo un mejor servicio con el uso de técnicas de planeación y control de proyectos y de esta manera alcanzar el éxito en cada proyecto que se lleve a cabo.

Es un hecho que en el desarrollo de proyectos de infraestructura, se parte desde la conceptualización de los procesos de transformación, en donde se manejan diversas operaciones unitarias como es el caso de la separación, filtración, intercambio de calor, transferencia de masa y energía; y diversas reacciones en donde se encuentran implícitos el diseño, la ingeniería de procura, la construcción, pruebas, arranque y operación de diferentes elementos que conforman las instalaciones. Y es precisamente en las fases del proyecto donde se hace necesario disponer de una adecuada planeación y para este fin se hace uso de herramientas que permiten facilitar las diversas actividades para cubrir los objetivos de cada fase dentro del desarrollo de los proyectos de infraestructura.

Es por eso que hoy se exige mayor calidad para el diseño, desarrollo y control de un proyecto; para garantizar la eficacia de estas se cuenta con nuevas técnicas y metodologías, así como de la tecnología de la información, la cual ha evolucionado rápidamente, desde aquellas muy básicas y sencillas, hasta aquellas que tienen un grado mayor de aspectos tecnológicos, soportados en muchos de los casos en las redes de comunicación.

La planeación es la etapa fundamental en el desarrollo de un proyecto, en donde una vez establecidas las necesidades del cliente, el responsable del proyecto en primer lugar define los objetivos del proyecto y realiza la estructuración de todos los trabajos solicitados mediante la definición del alcance.

El propósito de este proyecto de tesis es presentar un entorno global de las implicaciones en la gestión de un proyecto de ingeniería de infraestructura, haciendo hincapié en la necesidad de establecer, mantener y ejercer un sistema efectivo de planeación, organización, dirección y control de calidad que auxilie al ingeniero de proyecto en la vigilancia del buen desarrollo de las tareas constituyentes de un proyecto. Para tal efecto se ha integrado el trabajo de la siguiente forma; con el fin de mencionar e incluir los elementos necesarios para una correcta interpretación.

**En Capítulo 1** se habla del papel que ha desempeñado el ingeniero químico en las últimas décadas contemplando la situación del país y el desarrollo de este.

**En Capítulo 2** se muestra un panorama conceptual y de temas generales, los cuales se ven involucrados para el desarrollo de la administración de proyectos. Estos conceptos se refieren a la definición de proyecto, ingeniería de proyecto, administración de proyectos, entre otros.

**En Capítulo 3** se describe cada una de las fases del ciclo de vida de un proyecto, el cual al dividirlo en fases, se hace más flexible y facilita su aplicación de acuerdo a los principios administrativos de planeación, organización, dirección, y control; básicamente es la referencia para estructurar el proyecto y depende de que tan amplio sea el alcance. Las fases pueden ser desarrolladas de acuerdo a los requerimientos de información que se necesite para ir estructurando el proyecto estas son secuenciales y permiten organizar la información técnica. Es importante mencionar que todo proyecto tiene su ciclo de vida el cual es finito.

**En Capítulo 4** se trata a grandes rasgos la magnitud del desarrollo de las herramientas para la administración de proyectos, desde métodos y técnicas muy simples, como el diagrama de Gantt, hasta sistemas informáticos muy avanzados que facilitan el diseño de planes, el control de avances y el análisis de cargas de trabajo. También se especifican los procedimientos que deben ser empleados durante la gestión de cualquier proyecto, especificando la importancia de la coordinación y participación del cliente y el líder de proyecto como factor determinante en el éxito. Presenta también los criterios de un proyecto a considerar para la selección de las herramientas y técnicas adecuadas que nos permitirán brindar un mejor desempeño en el desarrollo del proyecto, estos criterios son el tamaño, el alcance e identidad, entre otras.

**Finalmente en el Capítulo 5** muestra la aplicación práctica para un proyecto de ingeniería de infraestructura, estructurándolo de acuerdo a los objetivos y alcance de los trabajos, tomando en cuenta las fases del ciclo de vida para su mejor comprensión e integración, así como la selección y aplicación de las herramientas y técnicas en la administración de Proyectos de Ingeniería actuales para su adecuado control, sin dejar a un lado sus características específicas con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados inicialmente en el proyecto.

## Objetivos

### Objetivo General

- Describir las herramientas, técnicas y mejores prácticas de reciente aplicación utilizadas en la Administración de Proyectos durante las etapas de Planeación y Control de proyectos de Infraestructura.

### Objetivos Particulares

- Exponer un marco teórico básico para la aplicación de la administración de un proyecto de infraestructura.
- Presentar la evolución de las herramientas, técnicas y mejores prácticas, las cuales son empleadas en el proceso de administración de proyectos de infraestructura, durante las etapas de planeación y control.
- Mostrar el ciclo de vida aplicable de los proyectos de infraestructura.
- Presentar la aplicación práctica de la evolución de las herramientas, técnicas y mejores prácticas en un proyecto de Infraestructura.
- Plantear las características esenciales de los proyectos de infraestructura para la selección y aplicación de las herramientas, técnicas y mejores prácticas de la administración de proyectos.

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Antecedentes

Durante la década de los 70's y 80's, un estudiante de Ingeniería Química, concluía sus estudios en un periodo mínimo de ocho años, esto representaba en promedio 2,000 graduados por año, sin embargo en 1980 hubo un aumento de titulados de aproximadamente 7,000 por año. El exceso de suministro de petróleo y la capacidad de refinación superó la demanda; con esto se vino un largo periodo de recesión. Esto obligó a las empresas a disminuir los puestos de trabajo, lo cual orillo a los ingenieros a desenvolverse en puestos alternativos, algunos emigraron a la industria informática, otros se convirtieron en empresarios, maestros, contadores y en una multitud de profesiones. Así que, de un grupo de 100.000 ingenieros químicos de los que existían en los años 80's, se redujo a una cantidad de 33.000 ingenieros químicos quienes están practicando en la actualidad.

El porcentaje de estudiantes universitarios que ingresan a ingenierías en México ha aumentado en los últimos años, en el 2007 egresaban alrededor de 80 mil ingenieros al año, de los cuales lograron titularse alrededor de 50 mil, mientras que en EU se titulan 70 mil, pero con una población escolar de casi el doble.

Los jóvenes que tenemos en México en la educación superior son más de 650 mil alumnos en ingeniería, la mayoría se encuentra en las carreras de Ingeniería en Computación e Ingeniería Industrial. Hay otras áreas como las ciencias de la tierra (geólogos, mineros o petroleros) que son carreras que no tienen demanda muy amplia y en la que todavía hay retos enormes que hay que atender en el País; esto sucede también para otras ingenierías como Mecánica, Eléctrica, Telecomunicaciones y Química.

Es necesario que en el país se formen más fuentes de empleo y oportunidades para desarrollarse en el campo laboral para los ingenieros y evitar que se vayan a otro país. Es elevado el porcentaje de chicos que se van a estudiar un posgrado a otro país y ahí, al ofrecerles oportunidades y ofertas atractivas de empleo; se quedan a trabajar allá.

La Facultad de Ingeniería de la UNAM tiene una demanda superior a la capacidad y que la mayoría de sus egresados encuentran trabajo; la cuarta parte.

Seis de las 20 carreras más pobladas en México durante el 2004 son ingenierías.

4. Ingeniería Industrial: 102 mil 728 alumnos (5.3% de la matrícula).

8. Ingeniería en Sistemas Computacionales: 74 mil 184 alumnos (3.8% de la matrícula).

10. Ingeniería Electrónica: 50 mil 259 alumnos (2.6% de la matrícula).

14. Ingeniería Civil: 32 mil 607 alumnos (1.7% de la matrícula).

15. Ingeniería Mecánica: 30 mil 445 alumnos (1.6% de la matrícula).

18. Ingeniería Química: 26 mil 913 alumnos (1.4% de la matrícula).

Fuente: ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior)

La ingeniería química hoy en día cuenta con una gran versatilidad en el ámbito profesional que la distinguen favorablemente del resto de las ingeniarías, es impartida en las universidades del mundo, y la formación que se recibe en ellas, además de contar con elementos científicos y técnicos competitivos, también contempla los efectos y repercusiones que se tendrían en el entorno, derivadas del ejercicio operativo de las decisiones tomadas.

Asimismo, se cuenta con ramas o áreas que permiten al ingeniero químico desenvolverse en las empresas, tal es el caso de la ingeniería de proyectos, que es una disciplina que está tomando fuerza en las últimas décadas y se va consolidando a medida que se van analizando los mecanismos de interacción con otras disciplinas.

## **1.2 Historia de la Ingeniería de Proyectos en México**

A principios de siglo XX, la explotación y el procesamiento del petróleo se encontraban concesionados a varios consorcios extranjeros y fue hasta el año de 1938 que se declara la expropiación petrolera. Al consumarse la expropiación petrolera, Petróleos Mexicanos tuvo que enfrentarse a un sinnúmero de dificultades, entre las más importantes eran, que no se podían conseguir refacciones para las deterioradas instalaciones que dejaron las compañías extranjeras, no se contaban con técnicos suficientes para manejar la industria, así como tampoco se contaban con las materias primas que se consideraban de vital importancia para el proceso.

Por lo anterior Petróleos Mexicanos tuvo que mantener en operación las instalaciones, generándose una amplia gama de experiencias que sirvieron para ser aplicadas a otros proyectos, además de que se comenzó a desarrollar técnicos especialistas con la finalidad de ser autosuficientes en la operación y mantenimiento de las plantas petroleras. Todo este cúmulo de trabajo generaron las bases para reducir la dependencia tecnológica con lo que se crea en México la Ingeniería de Proyectos.

# CAPÍTULO 2

## MARCO TEÓRICO

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Definición de Proyecto

Un proyecto es un conjunto de actividades realizadas por una institución o un individuo para lograr un objetivo. Se puede mencionar que un proyecto es temporal, porque cada uno tiene un inicio y una terminación definidos, y es único porque el producto o servicio es diferente en una forma distintiva de todos los otros productos o servicios. Por otro lado su objetivo está relacionado con un beneficio que puede caracterizarse en términos económicos, en tal caso se denomina en forma genérica, proyecto de inversión, para cuya ejecución se requiere la aplicación de recursos humanos, materiales y tecnológicos, todos aquellos normalmente cuantificables en términos económicos. La figura 2.1 nos muestra la definición de Proyecto

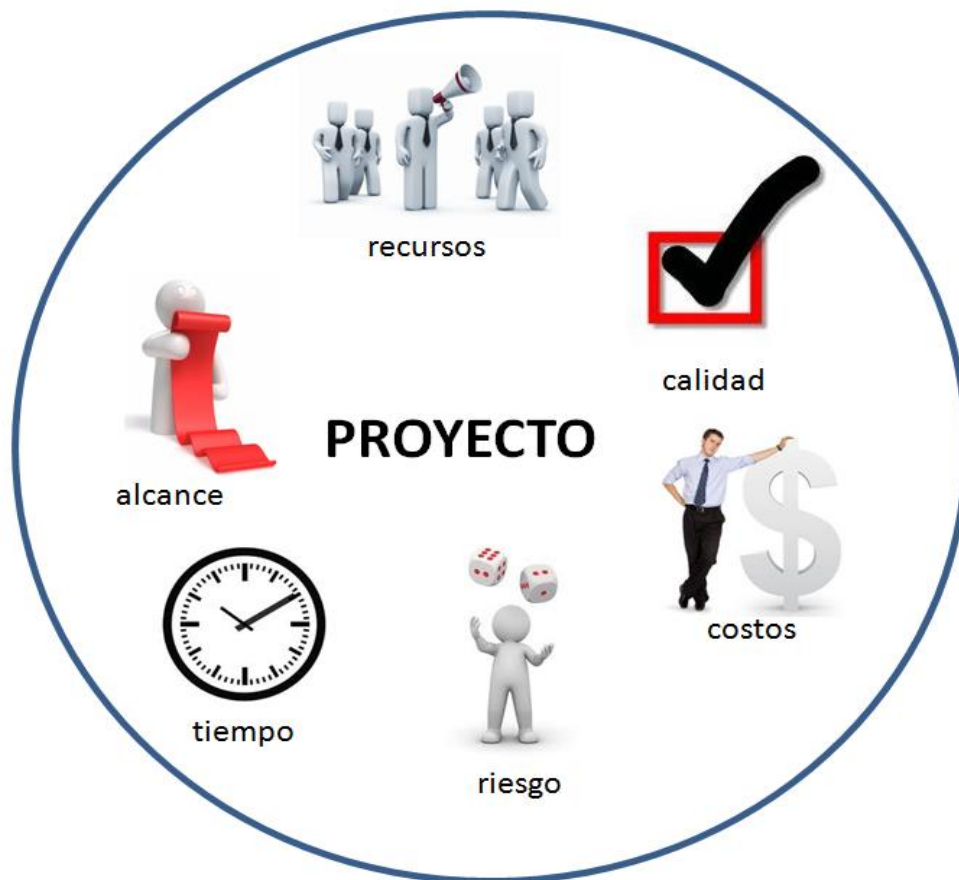


Figura 2.1 Elementos fundamentales de Proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 28 de Octubre 2012



## 2.2.1 Clasificación de los Proyectos

**Según su carácter** pueden ser privados y sociales. Un proyecto se considera privado cuando la decisión de invertir en el proyecto se basa en su rentabilidad que el mismo ofrece. Son casi exclusivos del sector privado. Un proyecto es social cuando dicha decisión se fundamenta en beneficios que el mismo genera en la comunidad, más que en los montos de inversión, costos o rentabilidad que se ocasionen.

**Según su naturaleza** pueden ser nuevos para la creación de empresas productoras de bienes o servicios, o en marcha cuando el proyecto persigue mejorar la situación operativa de una empresa ya instalada.

**Según su pertenencia** a un sector de la actividad económica se clasifica en: producción de bienes que son productos finales tangibles que se elaboran en los diferentes sectores. *Proyectos de Infraestructura económica* formadas por proyectos de apoyo a la producción de bienes como la electricidad, carreteras, etc. *Proyectos de Infraestructura social* que comprende aquellos productos que atienden necesidades básicas de la población como la educación, salud, vivienda, etc. y *Proyectos de Servicios* cuyo propósito es prestar asistencia de carácter personal o institucional para apoyar la prestación de bienes, como son asistencia técnica, comercialización o crédito, son intangibles, a diferencia de la infraestructura económica.

## 2.2 Definición de Ingeniería de Proyectos

Es un eslabón que permite el paso de la concepción técnica inicial a una realidad física industrial, siendo una actividad de tipo interdisciplinaria, que tienen como objetivo optimizar la realización de proyectos, en menor tiempo, al menor costo, alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados.

La Ingeniería de Proyectos en el diseño de instalaciones industriales, es considerada como el vínculo entre una concepción técnica y una realidad física, gracias a que por sí misma es una actividad multidisciplinaria, que tiene como meta optimizar la ejecución de actividades, buscando que estas se desarrollen en el menor tiempo, al menor costo, con alta calidad y con el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y de materiales asignados para ello; pero debemos recordar que aun cuando actualmente la ingeniería de proyectos cuenta con el apoyo de técnicas y procedimientos que le brinda la Administración de Proyectos para minimizar la probabilidad de un fracaso en el proyecto, mucho depende de la habilidad, la experiencia y la dedicación que tenga el Líder de Proyecto hacia su trabajo, para aprovechar los medios con que cuenta; y es por ello que es primordial hacer notar la extensión que la Administración de Proyectos tiene en la correcta ejecución de un proyecto, que por sí solo implica ya un gran esfuerzo colectivo donde por lo general las metas perseguidas difícilmente son sencillas de alcanzar.

## 2.2.2 Etapas de la Ingeniería de Proyectos

Las etapas de la Ingeniería de Proyecto son seis y se explican a detalle a continuación:

1. **Ingeniería conceptual.** La conceptualización de un proyecto es un punto de partida que sirve para precisar las acciones de los investigadores e incluso de los propios inversionistas. En esta fase se concreta la idea y se realizan estudios y evaluaciones que nos permiten saber si el proyecto presenta algún beneficio tanto económico como social, se evalúan objetivos y alternativas, se van a determinar las estrategias, la organización y las necesidades de recursos para llevar adelante el proyecto. Los estudios que se llevan a cabo en esta etapa son los siguientes:

**A)** El estudio de factibilidad. permite hacer un análisis técnico económico del proyecto para lo cual hay que tomar en cuenta los costos de producción constituidos por todos los gastos, tanto por los fijos como las variables desde una inversión inicial, hasta los gastos de operación directos e indirectos, tomando en cuenta la utilidad esperada, ayuda a definir el tamaño o capacidad mínima de las nuevas instalaciones para que sean rentables, y permite en un momento dado establecer como etapa del ciclo de vida de un proyecto cuando este se puede o debe cancelarse, en un momento dado por la ubicación de la instalación puede redundar en un proyecto rentable.

El proceso de evaluación de inversiones está estrechamente relacionado con el concepto de proyecto de inversión.

Podemos definir un proyecto de inversión como: conjunto de acciones que son necesarias para llevar a cabo una inversión, la cual se realiza con un objetivo previamente establecido, limitado por parámetros temporales, tecnológicos, políticos, institucionales, ambientales y económicos.

El análisis de factibilidad forma parte del ciclo que es necesario seguir para evaluar un proyecto. Un proyecto factible, es decir que se puede ejecutar, es el que ha aprobado cuatro estudios básicos:

1. Estudio de factibilidad de mercado
2. Estudio de factibilidad técnica
3. Estudio de factibilidad medio ambiental.
4. Estudio de factibilidad económica-financiera

### Concepto de Factibilidad

El estudio de factibilidad es el análisis de una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso y si el negocio propuesto contribuye con la conservación, protección o restauración de los recursos naturales y ambientales.

## Objetivos del Estudio de Factibilidad

- Saber si podemos producir algo.
- Conocer si la gente lo comprará.
- Saber si lo podremos vender.
- Definir si tendremos ganancias o pérdidas.
- Definir en qué medida y cómo, se integrará a la mujer en condiciones de equidad.
- Definir si contribuirá con la conservación, protección y/o restauración de los recursos naturales y el ambiente.
- Decidir si lo hacemos o buscamos otro negocio.
- Hacer un plan de producción y comercialización.
- Aprovechar al máximo los recursos propios.
- Reconocer cuáles son los puntos débiles de la empresa y reforzarlos.
- Aprovechar las oportunidades de financiamiento, asesoría y mercado.
- Tomar en cuenta las amenazas del contexto o entorno y evadirlas.
- Iniciar un negocio con el máximo de seguridad y el mínimo de riesgos posibles.
- Obtener el máximo de beneficios o ganancias.

## Estructura del Estudio de Factibilidad.

El modelo propuesto para la realización de estudios de factibilidad es una combinación de elementos técnicos y económicos, donde aparecen como aspectos fundamentales la creación de un grupo de expertos para la realización de la tarea y la posibilidad de analizar la inversión, desde el punto de vista de criterios cualitativos y cuantitativos, entre otros elementos. El modelo que aparece a continuación recoge los siguientes elementos de análisis:

- Información General del Proceso Inversionista.
- Identificación del Mercado Potencial y los Segmentos que se trabajarían.
- Análisis de las Demandas y Ofertas que se Originan por la Inversión.
- Valoración de la Competencia Existente.
- Especificaciones del Proyecto de inversión.
- Elaboración del Cronograma de Ejecución de la Inversión.
- Evaluación Económica Financiera.

- Criterios Cuantitativos.
- Criterio Cualitativo.
- Conclusiones de Factibilidad Económica.
- Análisis de Riesgo o de Incertidumbre en la evaluación de Proyectos.

**B) Investigación de Mercado.** Consiste en determinar la viabilidad primaria del mercado, establecer la región macroeconómica más conveniente para el proyecto, ya establecida determina la microrregión donde se ubicará la empresa, determina el perfil de la oferta, demanda y precios inherentes al proyecto.

Es el estudio de mercado el encargado de decidir a priori la realización o no de un proyecto, convirtiéndose entonces en el precedente para la realización de los estudios técnicos, ambientales y económicos- financieros. Contribuyen a disminuir el riesgo que toda decisión lleva consigo, pues permiten conocer mejor los antecedentes del problema. El estudio de mercado surge como un problema del marketing que no podemos resolver por medio de otro método. Llevar a cabo un estudio de éste tipo resulta caro, muchas veces complejos de realizar y siempre requieren de disposición, tiempo y la dedicación de varias personas. El estudio de mercado constituye entonces un apoyo para los niveles de decisión correspondientes en la empresa. No obstante, éste no garantiza una solución en todos los casos, más bien es una guía que sirve solamente de orientación para facilitar la conducta en los negocios y que a la vez trata de reducir al mínimo el margen de error posible.

**C) Investigación Jurídica.** Permite conocer las formas asociativas que mejor se adapten al tipo de proyecto, también nos permite conocer las implicaciones de la puesta en marcha del proyecto, se conoce y determinan los tipos de convenio y / o contratos que requiere la operación del proyecto, determina qué tipo de reglamentaciones se requieren para la administración eficiente de la empresa puesta en operación.

**D) Investigación Técnica.** Estudia y establece la región macroeconómica más conveniente para ubicar el proyecto, describe las condiciones climáticas y geográficas de la microrregión, determina la localización de la planta o área comercial o de servicios de la empresa, establece y describe los elementos técnicos inherentes a los sistemas productivos de infraestructura y de servicios de la empresa, determina los costos y las inversiones necesarias para poner en operación el proyecto.

Contendrá toda aquella información que permita establecer la infraestructura necesaria para atender su mercado objetivo, así como cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación de la entidad en formación, especificándose lo siguiente:

#### 1. Organización empresarial

Se describirá la organización interna de la institución, así como los distintos órganos de administración, especificando número de personal, experiencia, nivel académico y ubicación dentro de la organización.

## 2. Localización y descripción

Probable ubicación geográfica de la oficina central y de las agencias, así como explicación técnica de dicha decisión.

## 3. Sistemas de información

Descripción de los sistemas contables, administrativos, de comunicación y de monitoreo, de riesgos y prevención; así como el software y hardware a utilizar.

## 4. Marco legal

El estudio deberá sustentarse en las disposiciones legales y reglamentarias vigentes aplicables, debiendo considerar la incidencia de éstas en las proyecciones financieras de la entidad.

**E) Investigación Organizacional.** Define la estructura y la forma organizacional del proyecto, determina las áreas funcionales y operacionales del proyecto, estima la naturaleza y el número de puestos que serán necesarios para la administración y la operación del proyecto. Sienta las bases para el análisis organizacional y determina las características y el tipo de manuales e instructivos de administración, operación y control que requerirá la empresa en funcionamiento, etc.

**F) Investigación Financiera.** Define y estima las inversiones necesarias para la operación del proyecto, así como el monto y la naturaleza del capital de trabajo, proyecta un plan de utilidades, determina la rentabilidad, estima y calcula el punto de equilibrio del proyecto, determina la viabilidad económico, financiera y social del mismo.

La evaluación económico-financiera de un proyecto permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea si es o no rentable y si siendo conveniente es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño de planta más adecuado. En presencia de varias alternativas de inversión, la evaluación es un medio útil para fijar un orden de prioridad entre ellas, seleccionando los proyectos más rentables y descartando los que no lo sean.

Los estudios de mercado, así como los técnicos y los económicos, brindan la información necesaria para estimar los flujos esperados de ingresos y costos que se producirán durante la vida útil de un proyecto en cada una de las alternativas posibles.

La comparación de estos flujos de beneficios y costos tiene que ser atribuibles al proyecto. Al decidir sobre la ejecución del mismo no deben tomarse en cuenta los flujos pasados ni las inversiones existentes.

### Concepto

La evaluación económica-financiera es valorar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos, empleando las pautas más representativas usadas para tomar decisiones de inversión. La evaluación económica financiera constituye el punto culminante del estudio de factibilidad, pues mide en qué magnitud los beneficios que se obtienen con la ejecución del proyecto superan los costos y los gastos para su materialización.

**G) Investigación Ambiental** Se conoce como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) al proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

La EIA ha tenido su creciente aplicación en proyectos individuales, dando lugar a nuevas técnicas, como los estudios fitosanitarios y los de impacto social.

Una EIA suele comprender una serie de pasos:

1. Un examen previo, para decidir si un proyecto requiere un estudio de impacto y hasta qué nivel de detalle.
2. Un estudio a priori para identificar los impactos claves y su magnitud, significado e importancia.
3. Una determinación de su alcance, para garantizar que la EIA se centre en cuestiones claves y determinar dónde es necesaria una información más detallada.
4. Para finalizar, el estudio en sí, el cual consiste en meticulosas investigaciones para predecir y evaluar el impacto.

**H) Investigación Localización** La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social). El objetivo que persigue la localización de un proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte y en la rapidez del servicio. Esta parte es fundamental y de consecuencias a largo plazo, ya que una vez emplazada la empresa, no es cosa simple cambiar de domicilio.

En la localización de proyectos, dependiendo de su naturaleza, se consideran dos niveles:

**Nivel Macro:** que es la definición general de donde ubicar el proyecto con escasos detalles. Es comparar alternativas entre las zonas del país y seleccionar la que ofrezca mayores ventajas para el proyecto.

**Nivel Micro:** definida como un diseño de la idea proyecto con el máximo nivel de detalles incluyendo disposición en planta de cada factor. En la localización a nivel micro se estudian aspectos más particulares a los terrenos ya utilizados.

Para tomar la decisión de localizar un proyecto se debe considerar:

1. Balance demanda-capacidad.
2. Fuentes y disponibilidad de materias primas.
3. Disponibilidad actual y perspectiva de fuerza de trabajo.
4. Fuentes y disponibilidad de energía.
5. Las fuentes y disponibilidad de agua.
6. Vías de transporte y comunicaciones.
7. Costo y disponibilidad de terrenos.
8. Factores ambientales.
9. Régimen impositivo y legal.

**2. Ingeniería básica.** La ingeniería básica es la primera etapa en la elaboración de los aspectos fundamentales del proyecto, se encarga de compilar la información disponible del proceso y establece las bases de diseño de la planta, como resultado se podrán elaborar todos los diagramas que se requieran y las especificaciones de maquinaria, equipo e instrumentos, toma información de la investigación de mercado, para el tamaño de la planta, de los aspectos técnicos, para profundizar la localización de la planta, especificaciones y bases de diseño del proceso general, de estudios ambientales para incluirlos en el diseño de la planta y toda la información tecnológica disponible relacionada con el proyecto, a su vez aporta información para la cuantificación de las inversiones requeridas y es el soporte para el desarrollo de la ingeniería de detalle. Dentro de las actividades que se llevan a cabo en la ingeniería básica se mencionan las siguientes:

**A)** Descripción del proceso Comportamiento fisicoquímico de los reactivos, rendimientos en diferentes condiciones y detalles sobre las condiciones del proceso como son temperatura, presión, tiempo de reacción, etc.

**B)** Descripción de las condiciones de operación del equipo con suficiente detalle de manera que permita al ingeniero de diseño calcular las especificaciones del equipo para seleccionarlo, cotizarlo, fabricarlo o comprarlo. Incluye diagrama de flujo de proceso, un diagrama de localización del equipo y diagrama básico de instrumentación y control, tubería y electricidad.

**C)** Especificaciones para cada pieza del equipo incluyen planos detallados de fabricación cuando el equipo no está disponible comercialmente y hay que fabricarlo especialmente.

**3. Ingeniería de detalle.** Es en la que intervienen especialistas de diversas disciplinas de ingeniería para generar la documentación técnica que servirá de base en la adquisición de los equipos y materiales para

efectuar la construcción de la obra. De los documentos típicos que se generan en cada fase se mencionan los siguientes:

**A)** Ingeniería Mecánica. Comprende los criterios generales de diseño, especificación detallada, y/o selección de modelos de maquinaria rotatoria y de equipos con partes móviles, tales como: bombas, turbinas, compresores, expansores, filtro, agitadores, especificación detallada de paquetes de refrigeración y de aire acondicionado, definición del arreglo mecánico en el edificio de compresores, etc.

**B)** Ingeniería Eléctrica. Comprende los criterios generales de diseño, plano de clasificación de área, estudio de resistividad eléctrica, sistema general de fuerza, cédulas de conductores y arreglos en ductos, sistema de alimentación eléctrica a instrumentos y cédulas de conductores, arreglo de equipo eléctrico en subestación, sistema general de alumbrado, alambrado en gabinete de relevadores, diagramas de control eléctrico, coordinación de protecciones, sistema general de tierras y apartarrayos, etc.

**C)** Ingeniería de Tuberías y Análisis de Esfuerzos. Comprende los criterios de diseño, diagrama de rutas de tuberías, plano clave de tuberías, orientación y localización de boquillas, estudio de tubería aérea, dibujo de plantas y elevaciones de tubería subterránea, drenajes y efluentes, sistema contra incendio, isométricos de tubería, planos de líneas de entrada y salida, plano de notas generales, apoyos para tubería en recipientes, grapas para equipo, análisis de esfuerzos en líneas críticas, localización y dimensionamiento de curvas de expansión en rutas de tuberías y de resortes y juntas de expansión, maqueta constructiva, etc.

**D)** Ingeniería Civil. Comprende criterios generales de diseño, análisis del estudio de mecánica de suelos, diseño y plano de localización de pilotes, cimentación de equipo, plano clave de cimentaciones, proyecto arquitectónico y civil del cuarto de control y de edificios de compresores, oficinas y talleres, diseño de fosas, cimentaciones de estructuras y de soporte y apoyos especiales, drenajes y pavimentos, plataformas y escaleras en edificios y equipo, plataformas para operación de válvulas, estructura y apoyos, marcos de soportería para tubería, soportes de ductos eléctricos, cobertizos para equipo auxiliar.

**E)** Diseño de Equipo. Comprende criterios generales de diseño, planos de diseño constructivos de recipientes, torres de destilación, absolvedores, agotadores, contactores líquido-líquido, tanques de almacenamiento y reactores, planos constructivos de cambiadores de calor de haz de tubos y envolvente, cambiadores de placas, enfriadores con agua, eyectores y sistemas de vacío, condensadores de superficie, torres de enfriamiento de agua, hornos y calentadores a fuego directo, diseño y planos constructivos de platos de contacto e internos de torres y reactores, etc.

**F)** Instrumentación y Control. Adicionalmente las actividades realizadas en la fase de ingeniería básica para definir los requerimientos de instrumentación y control de proceso, genera durante la ingeniería de detalle, la documentación complementaria, especificación detallada de instrumentos y válvulas de control de



supervisión, diagrama lógico de control, diseño del tablero de control, típicos de instalación de instrumentos, plano de localización de instrumentos en campo, etc.

**4. Ingeniería de procura** La información generada en la ingeniería de detalle, se utiliza para la compra del equipo y los materiales que van a utilizarse en la construcción de la planta, en general, será necesario preparar una requisición que contenga la descripción del equipo deseado y sus especificaciones y donde se definen los aspectos técnicos que se requiere satisfacer, así como las condiciones comerciales que deberán observarse, la requisición ira acompañada de hoja de datos, planos de diseño, especificaciones de compra, instructivos comerciales, cuestionarios técnicos y en general de cuanta información sea necesaria para definir el alcance de los suministros solicitados. La requisición se enviará a concurso de cotizaciones para un grupo seleccionado de fabricantes quienes presentarán sus ofertas en un plazo prefijado. La selección del fabricante se hará mediante un análisis tabular de cotizaciones y se colocará el pedido del equipo a quien proporcione las mejores condiciones técnicas y económicas para la compra del equipo, se enviara al fabricante una carta de intención de compra previa a la colocación final de la orden, dentro de un plazo acordado, el fabricante procederá al envío de sus dibujos de taller y posteriormente procederá a la fabricación y embarque del equipo según el plazo de entrega.

**5. Construcción** La construcción de una obra implica un número muy grande de actividades que se interrelacionan con las fases mencionadas anteriormente, se requiere de equipos especializados y de la aplicación de fuertes recursos económicos, se tiene que resolver problemas de carácter contractual, laboral y legal, se requiere de trámites ante las autoridades federales, estatales, y locales para la obtención de permisos de diferente índole.

**6. Pruebas, arranque y operación** Esta es la fase de la preparación de la unidad para su puesta en servicios debe realizar una verificación física de las instalaciones con el objeto de comprobar que estén totalmente terminadas y que se han cumplido con todas las especificaciones del proyecto y que se han llevado a cabo todos los cambios y modificaciones acordados y que no falte ningún equipo, tuberías o parte de algún sistema, es necesario examinar la operabilidad de cada sistema, verificando que todos y cada uno de sus componentes se encuentren en lugares visibles y de fácil acceso y que estén debidamente instalados, se efectuará una limpieza completa de todas las tuberías y recipientes, con el objeto de eliminar los residuos de la construcción y otros materiales extraños, la limpieza se hará con agua, aire, vapor, etc. todas las tuberías y recipientes a presión deberán ser probados hidrostáticamente, dividiendo la planta en circuitos. Los equipos mecánicos también deberán ser probados hidrostáticamente, dividiendo la planta en circuitos. Se verificará que todos los instrumentos y dispositivos de seguridad estén debidamente calibrados y que actúen correctamente.

Deberá contarse con un manual de operación detallada de la unidad, que servirá de base para el entrenamiento del personal designado como tripulación operativa, el arranque de una planta se realiza por etapas de acondicionamiento de cada una de las secciones que la integran, estableciendo recirculaciones de presión y

temperatura de diseño a medida que se incrementa la capacidad de operación y se obtienen los productos dentro de la especificación deseada.

Para que se efectúen en forma correcta cada una de las etapas de la ingeniería de proyecto es necesario formar un grupo que nos permita coordinar todas las actividades durante el desarrollo del proyecto y administrar de manera eficiente todos los recursos con los que se dispone, para lograr esto es fundamental hacer uso de "Administración de Proyectos".

## 2.3 Definición de la Administración de Proyectos

La Administración de Proyectos (Project Management) es una especialidad que trata de sistematizar las técnicas de gestión y formas de organización de proyectos para afrontar operaciones complejas que resultarían muy difíciles de dominar aplicando sistemas de dirección clásicos y manteniendo estructuras orgánicas tradicionales, adecuadas solo para tareas de tipo repetitivo, continuo y rutinario.

“La administración de proyectos es el proceso de combinar sistemas, técnicas y personas para completar un proyecto dentro de las metas establecidas de tiempo, presupuesto y calidad.

### 2.3.1 Fases de la Administración de Proyectos (Planeación, Organización, Dirección y Control)

En la siguiente figura se muestra cómo se lleva a cabo el procedimiento en Administración de Proyectos, tomando en cuenta los puntos más importantes para el

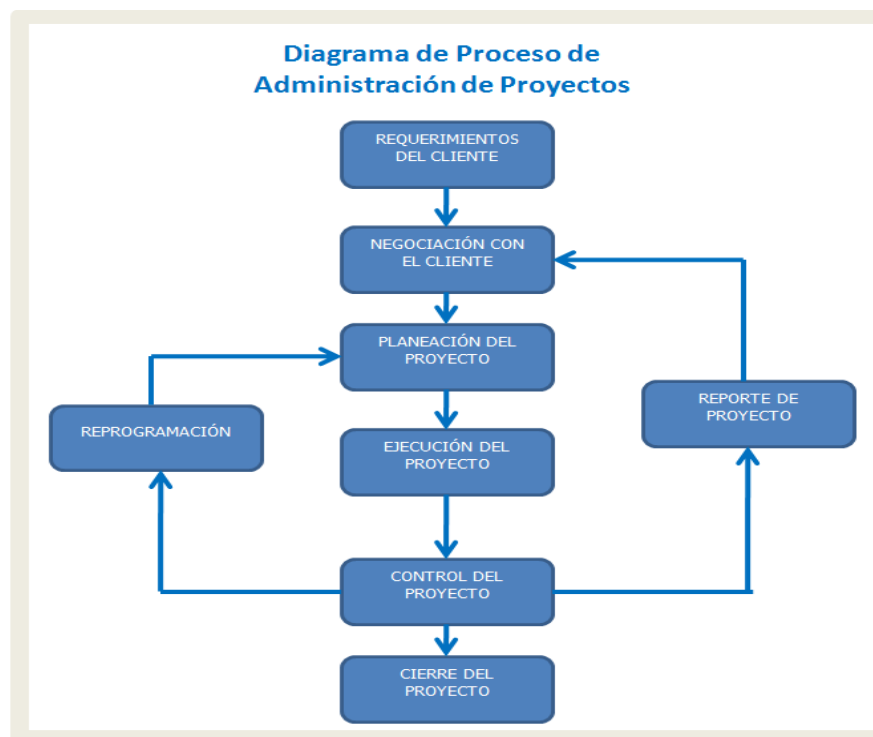


Figura 2.2 Proceso de Administración de Proyectos

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 20 de Diciembre 2010

### 2.3.1.1 Planeación del Proyecto

La planeación del proyecto es una fase fundamental de la administración, incluso podríamos decir que es el punto de ajuste en un sistema de control, ya que en ella se define con toda claridad el objetivo del proyecto en términos de alcance y define sus prioridades, incluyendo los recursos que van a ser utilizados, los tiempos de terminación y los resultados esperados, deben ser identificadas y asignadas las responsabilidades específicas en el trabajo, deben pronosticarse el tiempo estimado y los recursos requeridos para desarrollar las actividades.

Los presupuestos son tan útiles en la planeación de proyectos como el control de costos. Finalmente el director del proyecto debe definir las políticas para determinar qué actividades son más críticas para su terminación apresurada, en caso de que este curso de acción sea necesario.

### 2.3.1.2 Ejecución del Proyecto

Esta fase que es posterior a la planeación y a la autorización de la dirección consiste en la asignación de las actividades o tareas a cada uno de los departamentos involucrados, en donde se administrarán y supervisarán estas tareas específicas del proyecto, de acuerdo con el presupuesto y en concordancia con las definiciones y especificaciones preestablecidas.

Las actividades principales en la ejecución del proyecto consisten en:

- Dirigir el equipo
- Reunirse con los miembros del equipo
- Comunicarse con los terceros involucrados
- Resolver los conflictos o problemas que puedan surgir
- Asegurar los recursos necesarios (dinero, personal, equipo, tiempo).

### 2.3.1.3 Control del Proyecto

El control está involucrado con la medida del cumplimiento de cada una de las etapas del proyecto con respecto al programa maestro del mismo y con respecto a las medidas correctivas en el caso de desviaciones, para asegurar el cumplimiento de los compromisos contraído con el cliente.

Para llevar un mejor control del desarrollo del proyecto se cuenta, con una lista de actividades.

1. Reporte de avance del proyecto
2. Control de horas-hombre por actividad
3. Control de calidad del proyecto
4. Control de costos del proyecto
5. Control de facturación y pagos del proyectos

6. Control de información recibida y generada
7. Reporte del estado financiero del proyecto

### 2.3.1.4 Cierre del Proyecto

En esta fase se concluye el proyecto, se realiza un análisis de los resultados obtenidos llevando a cabo una reunión para la entrega del proyecto y aclarando los siguientes puntos:

- Reconocimiento de logros y resultados
- Cierre de las operaciones y dispersión del equipo
- Aprendizaje de la experiencia del proyecto
- Revisión del proceso y resultados
- Redacción del informe final

## 2.4 Manual de Procedimientos

Un procedimiento es la guía detallada que muestra secuencial y ordenadamente como dos o más personas realizan un trabajo.

Un manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de un área, departamento, dirección, gerencia u organización. En este manual se deben contestar las preguntas sobre lo que se hace (políticas) y como se hace (procedimientos) para administrar el área, departamento, dirección, gerencia u organización y para controlar los procesos asociados a la calidad del producto o servicio que se ofrece (este control incluye desde la determinación de las necesidades del cliente hasta la entrega del producto o realización del servicio, evaluando el nivel de servicio post-venta).

La elaboración de un manual de procedimientos implica en primer lugar definir las funciones y responsabilidades de cada una de las áreas que conforman la organización, incluso en algunos casos lo primero que hay que hacer es definir las áreas, agrupando o separando funciones según sea lo más conveniente, para hacer frente al mercado y cumplir con su función.

El contenido típico de un manual de procedimientos son los siguientes puntos:

- a) Portada
- b) Índice
- c) Hoja de autorización del área
- d) Política de Calidad.
- e) Objetivos del manual
- f) Bitácora de revisiones y modificaciones.

- g) Políticas.
- h) Procedimientos.
- i) Formatos.

Los procedimientos que se usan en una organización, generalmente son informales y los podemos observar fácilmente a través de las costumbres y hábitos de las personas. Los métodos y procedimientos que son escritos, además de asegurar la repetitividad de un trabajo, permiten que el usuario sepa exactamente qué hacer y cuando hacerlo.

## 2.5. Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo son una parte importante del desarrollo de procedimientos, debido a que por su sencillez gráfica permite ahorrar muchas explicaciones. De hecho en la práctica los diagramas de flujo han demostrado ser una herramienta excelente para empezar el desarrollo de cualquier procedimiento. Los diagramas de flujo son medios gráficos que sirven principalmente para:

- a) Describir las etapas de un proceso y entender cómo funciona.
- b) Apoyar el desarrollo de métodos y procedimientos.
- c) Dar seguimiento a los productos (bienes o servicios) generados por un proceso.
- d) Identificar a los clientes y proveedores de un proceso.
- e) Planificar, revisar y rediseñar procesos con alto valor agregado, identificando las oportunidades de mejora.
- f) Diseñar nuevos procesos.
- g) Documentar él, método estándar de operación de un proceso.
- h) Facilitar el entrenamiento de nuevos empleados.
- i) Hacer presentaciones directivas.

# CAPÍTULO 3

## CICLO DE VIDA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

### 3. CICLO DE VIDA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

Para facilitar la gestión, los directores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico para usarlo en todos sus proyectos.

#### 3.1 Características del ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. Por ejemplo, cuando una organización identifica una oportunidad a la cual le interesaría responder, frecuentemente autoriza un estudio de viabilidad para decidir si se emprenderá el proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto puede ayudar al director del proyecto a determinar si deberá tratar el estudio de viabilidad como la primera fase del proyecto o como un proyecto separado e independiente. Cuando el resultado de dicho esfuerzo preliminar no sea claramente identificable, lo mejor es tratar dichos esfuerzos como un proyecto por separado.

La conclusión y la aprobación de uno o más productos entregables caracterizan a una fase del proyecto. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar, tal como una especificación, un informe del estudio de viabilidad, un documento de diseño detallado o un prototipo de trabajo. Algunos productos entregables pueden corresponder al mismo proceso de dirección de proyectos, mientras que otros son los productos finales o componentes de los productos finales para los cuales se creó el proyecto. Los productos entregables, y en consecuencia las fases, son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto.

En cualquier proyecto específico, las fases se pueden subdividir en subfases en función del tamaño, complejidad, nivel de riesgo y restricciones del flujo de caja. Cada subfase se alinea con uno o más productos entregables específicos para el seguimiento y control. La mayoría de estos productos entregables de las subfases están relacionados con el producto entregable de la fase principal, y las fases normalmente toman el nombre de estos productos entregables de las subfases: requisitos, diseño, construcción, prueba, puesta en marcha, rotación, entre otros, según corresponda.

Por lo general, una fase del proyecto concluye con una revisión del trabajo logrado y los productos entregables, a fin de determinar la aceptación, tanto si aún se requiere trabajo adicional como si se debe considerar cerrada la fase. Con frecuencia, la dirección lleva a cabo una revisión para tomar una decisión a fin de comenzar las actividades de la siguiente fase sin cerrar la fase actual, por ejemplo, cuando el director del proyecto elige la ejecución rápida como curso de acción. Otro ejemplo es cuando una compañía de tecnología de la información elige un ciclo de vida iterativo donde más de una fase del proyecto puede avanzar de forma simultánea. Los



requisitos de un módulo se pueden recopilar y analizar antes de que el módulo sea diseñado y construido. Mientras se lleva a cabo el análisis de un módulo, se puede comenzar a recopilar los requisitos de otro módulo de forma paralela. Del mismo modo, se puede cerrar una fase sin la decisión de iniciar alguna otra fase. Por ejemplo, el proyecto está completo o se considera que el riesgo es demasiado alto para permitir la continuidad del proyecto.

La conclusión formal de la fase no incluye la autorización de la fase posterior. Para un control efectivo, cada fase se inicia formalmente para producir una salida, dependiente de la fase, del Grupo de Procesos de Iniciación, que especifique lo que está permitido y lo que se espera para dicha fase. Se puede realizar una revisión al final de cada fase con el objetivo explícito de obtener la autorización para cerrar la fase actual e iniciar la fase posterior. En ocasiones, se pueden obtener ambas autorizaciones en una sola revisión. Las revisiones al final de cada fase son también conocidas como: salidas de fase, entradas a la fase o puntos de cancelación.

La definición del ciclo de vida del proyecto también identificará qué tareas de transición al final del proyecto están incluidas y cuáles no, a fin de vincular el proyecto con las operaciones de la organización ejecutante. Por ejemplo, cuando se envía un nuevo producto a fabricación o comercializa un nuevo programa de software. Debe tenerse cuidado en distinguir entre el ciclo de vida del proyecto y el ciclo de vida del producto. Por ejemplo, un proyecto emprendido para colocar en el mercado un nuevo ordenador de escritorio es sólo un aspecto del ciclo de vida del producto.

Se ilustra el ciclo de vida del producto que comienza con el plan de negocio, pasa por la idea, hasta llegar al producto, las operaciones y la retirada del producto. El ciclo de vida del proyecto atraviesa una serie de fases para crear el producto. Proyectos adicionales pueden incluir una actualización del rendimiento del producto. En algunas áreas de aplicación, tales como el desarrollo de nuevos productos o el desarrollo de software, las organizaciones consideran el ciclo de vida del proyecto como parte del ciclo de vida del producto.

## **3.2 Fases del ciclo de vida de un proyecto**

### **Ciclo de Vida**

El ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

Un proyecto tiene un periodo de vida finito y bien definido, que incluye en términos generales diversas fases indicadas en la figura 3.1, donde no se trata de representar una actividad que continuará como parte normal de una organización, a menos que ésta se dedique exclusivamente al desarrollo de la ingeniería, pues cada proyecto tendrá su propio tiempo de vida que es finito, y se inicia con su concepción y termina con el logro de los objetivos.

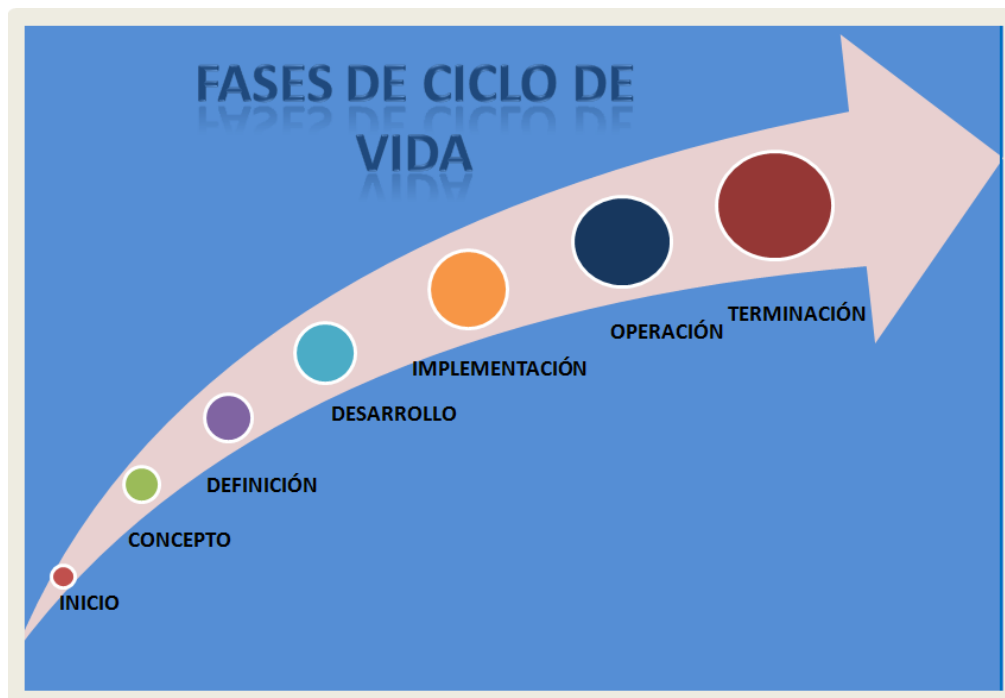


Figura 3.1 Ciclo de Vida de un Proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 08 de Febrero de 2011

El ciclo de vida puede documentarse con una metodología ya que este proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independiente del trabajo específico involucrado. La estructuración en fases permite la división del proyecto en subconjuntos lógicos para facilitar su dirección, planificación y control; independientemente de la cantidad de fases que compongan un proyecto, todas ellas poseen características similares.

Las descripciones del ciclo de vida del proyecto pueden ser muy generales o muy detalladas. Las descripciones muy detalladas de los ciclos de vida pueden incluir formularios, diagramas y listas de control para proporcionar estructura y control.

La mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:

- En términos generales, las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- El nivel de costo y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión.

- El nivel de incertidumbre es el más alto y, por lo tanto, el riesgo de no cumplir con los objetivos es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta gradualmente a medida que avanza el proyecto.
- El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el costo final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto.

La Figura 3.2 ilustra este hecho. Una de las principales causas de este fenómeno es que el costo de los cambios y de la corrección de errores generalmente aumenta a medida que avanza el proyecto. Aun cuando muchos ciclos de vida de proyectos tienen nombres de fases similares y requieren productos entregables similares, muy pocos ciclos de vida son idénticos. Algunos tienen cuatro o cinco fases, pero otros pueden tener nueve o más. En una misma área de aplicación pueden darse variaciones significativas. El ciclo de vida del desarrollo de software de una organización puede tener una única fase de diseño, mientras que otro puede tener fases separadas para el diseño arquitectónico y el detallado.



La Figura 3.2 Tiempo funcionalidad y costo

Fuente: Sistema Institucional de Desarrollo de Proyectos

Fecha: 25 de Marzo de 2011

Los subproyectos también pueden tener distintos ciclos de vida de proyectos. Por ejemplo, una empresa de arquitectura contratada para diseñar un nuevo edificio de oficinas participa primero en la fase de definición del propietario, mientras hace el diseño, y luego en la fase de implementación del propietario, mientras da soporte al esfuerzo de construcción. El proyecto de diseño del arquitecto, sin embargo, tendrá su propia serie de fases, desde el desarrollo conceptual, pasando por la definición e implementación, hasta llegar a la conclusión. El

arquitecto puede, inclusive, tratar el diseño de los edificios y el soporte a la construcción como proyectos separados, cada uno con su propio conjunto de fases.

### Las fases de ciclo de vida

La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y, por lo general, está definida por alguna forma de transferencia técnica. Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, no es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida.

No existe una única manera, que sea la mejor, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto. Algunas organizaciones han establecido políticas que estandarizan todos los proyectos con un ciclo de vida único, mientras que otras permiten al equipo de dirección del proyecto elegir el ciclo de vida más apropiado para el proyecto del equipo. Asimismo, las prácticas comunes de la industria a menudo conducen a usar un ciclo de vida preferido dentro de dicha industria.

Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase (por ejemplo, ¿en qué fase se debe realizar el trabajo del arquitecto?)
- Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable
- Quién está involucrado en cada fase (por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que los implementadores estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño)
- Cómo controlar y aprobar cada fase.

### 3.2.1 Concepto “concibe”

Esta fase es la que da la iniciativa al proyecto, aquí se establece y definen los puntos más importantes y esenciales para llevar a cabo su desarrollo; se analizan las ideas desde un punto de vista de negocio.

En general se especifican estos tres puntos:

- **Visualización.** Se asegura la alineación estratégica y se evalúa la factibilidad técnica, económica y ambiental de las oportunidades de inversión.
- **Conceptualización.** Se selecciona la alternativa /escenario de proyecto más viable y se detalla su alcance.

- **Definición.** Se determina el alcance, plazo y costo definitivo del proyecto, se establece los compromisos de ejecución.

Así que se relaciona negocio y proyecto, de tal manera que se desarrollara un plan de negocio determinándolo detalladamente como una estrategia de negocio, sencilla y clara, robusta y sustentable.

Para respaldar la estrategia se debe considerar una adecuada definición del objetivo, el alcance, la vida útil, el plazo de ejecución y el costo del proyecto. En cada una de estas tres etapas se define una serie de trabajos a producir conocidos como entregables los cuales sirven como base para el análisis y la toma de decisiones respecto a la acreditación, modificación o, en su caso, la cancelación del proyecto.

Para lograr el desarrollo del proyecto durante las distintas fases, se requiere de la formalización de un esquema organizacional para su manejo. Durante la vida de un proyecto, la responsabilidad de su dirección, al interior de la organización conlleva a la coordinación de múltiples áreas funcionales, así como de forma externa con autoridades, proveedores, contratistas y demás partes interesadas.

La responsabilidad de la dirección estratégica general del proyecto queda a cargo de un patrocinador que representa la organización cliente. El patrocinador del proyecto designara a un Líder operativo que también representara a la organización cliente con el propósito de facilitar las operaciones día a día del proyecto, encargándose también de facilitar la coordinación y comunicación entre el patrocinador y el director de proyecto. El director del proyecto será designado por el área de ejecución y coordinara un equipo de proyecto.

Dada la importancia de estos tres roles para asegurar el éxito del proyecto, es fundamental la coordinación entre ellos, por lo que es necesario que estas tres personas queden formalizadas por escrito entregado al grupo de trabajo de inversión o a la instancia de acreditación correspondiente.

Las funciones del Patrocinador, Líder Operativo y Director de proyectos se describen a continuación:

### **Patrocinador del proyecto**

- Definir la alineación del proyecto con la estrategia de la institución.
- Asegurar que se obtengan de las áreas relevantes al interior de la organización cliente, las definiciones relevantes para el proyecto de manera clara y oportuna.
- Designar al líder operativo
- Procurar los recursos presupuestales para el proyecto en sus diferentes fases.
- Verificar que los recursos asignados a un proyecto sean utilizados de forma consistente a lo autorizado.
- Dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Promover la comunicación efectiva entre el director de proyecto y las distintas instancias, al interior de la organización cliente.

### Líder Operativo

- Revisar y supervisar, junto con el director de proyecto, la elaboración de los programas de trabajo del proyecto durante las fases de proyecto.
- Facilitar la coordinación y comunicación del director de proyecto con las distintas instancias y centros de trabajo de la organización cliente, para reportar avances, plantear problemas y soluciones, y tomar decisiones relativas al proyecto.
- Apoyar al patrocinador y al director de proyecto en la obtención de los recursos necesarios de la organización cliente para realizar las actividades requeridas por el proyecto.
- Revisar la documentación de los entregables de cada etapa del proyecto.
- Revisar el documento soporte de la decisión de cada fase del proyecto.
- Presentar, conjuntamente con el patrocinador y director de proyecto, el paquete de acreditación de cada fase.

### Director de proyecto

- Integrar el equipo de proyecto y formalizar este proceso mediante la suscripción de un acta de Constitución del mismo.
- Diseña y supervisar la elaboración de los programas de trabajo del proyecto durante todas las fases del proyecto.
- Prever y gestionar la obtención oportuna y suficiente de los recursos ( humanos, presupuestales de equipamiento y otros ) que se requieran para desarrollar las diferentes fases del proyecto y las actividades del equipo de proyecto.
- Controlar el cumplimiento del alcance, presupuesto y programas establecidos para el proyecto de común acuerdo con el patrocinador y el líder operativo.
- Dirigir y supervisar todas las actividades del proyecto.
- Identificar los riesgos que se presenten en el desarrollo del proyecto y proponer ante las instancias competentes las acciones de prevención y mitigación correspondientes.
- Integrar el documento soporte de la decisión en cada fase del proyecto.
- Presentar conjuntamente con el patrocinador y el líder operativo, el paquete de acreditación en la fase correspondiente.

### 3.2.2 Desarrollo “define”

En esta fase del proyecto se define el alcance de los trabajos aclarando los trabajos a realizar de la ingeniería, los cuales permitirán establecer un alcance definitivo del proyecto y un estimado de costo basado únicamente en un grado de definición suficiente para solicitar, a través de los procedimientos establecidos la liberación de los recursos requeridos para su ejecución.

## Desarrollo

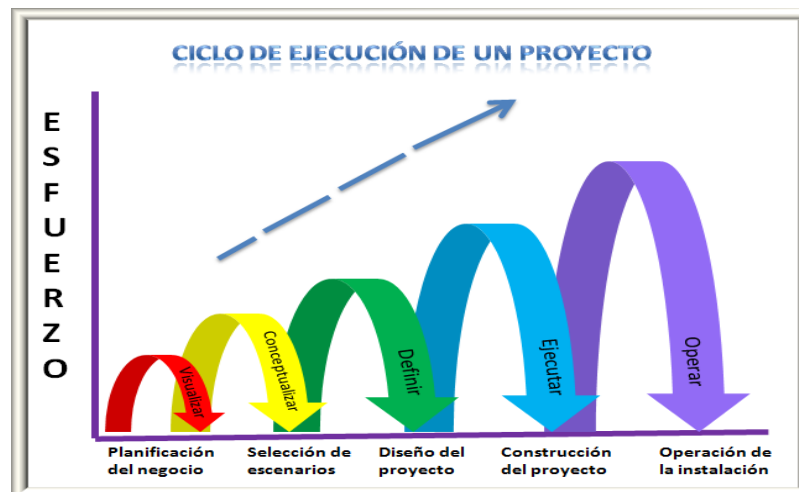
Como se puede inferir, la fase de “definición y desarrollo” tiene un impacto significativo en el desarrollo de la ejecución de un proyecto. Para ilustrar lo anterior, es importante entender varios conceptos básicos y universales que se presentan a continuación.

Los objetivos básicos de estas fases:

- Un proyecto bien definido con viabilidad técnica y económica.
- Definir los principales aspectos técnicos y económicos para la inversión estratégica.
- Comparar el caso base para proponer oportunidades y evaluarlas.
- Aumentar el grado de predicción de los costos en el ciclo de vida del proyecto.
- Minimizar cambios durante la etapa de ejecución y operación para reducir el sobre-tiempo y los costos adicionales.
- Reducir riesgos del proyecto y del negocio.
- Balancear la rentabilidad de los aspectos técnicos, operacionales y económicos.
- Inducir la aplicación continua de las mejores prácticas y lecciones aprendidas.

### 3.2.3 Implementación “ejecuta”

La ejecución de un proyecto puede ser vista como un proceso que se desarrolla en fases, desde que nace o se concibe la idea, luego se materializa para generar valor a la empresa y finalmente el abandono de campos que involucra el desmantelamiento de las instalaciones y la restauración del ambiente.



La Figura 3.3 Fases del Ciclo de ejecución de un proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 08 de Febrero de 2011

En algunos casos, el proyecto podría no llegar a ejecutarse y cancelarse durante su trayectoria hacia la materialización, por que en algún momento se determinó que no generaría suficiente valor.

Asimismo, la ejecución de un proyecto es un proceso genérico y universal, aunque cada compañía en su ambiente de trabajo es diferente y emplea estrategias de ejecución distintas que se adaptan de la mejor forma al tamaño, tipo complejidad, entorno, exigencia de la empresa y el momento. Sin embargo bajo cualquier esquema de trabajo, existen fases en la vida de un proyecto, claramente definidas y marcadas por dos eventos de importancia trascendental que son: la “aprobación de los fondos para la ejecución” y “el agotamiento de la fuente de valor o abandono”. Estos temas, con diferentes nombres y con procesos aprobatorios distintos en cada empresa, más o menos complicados según la estructura y definición jurídica (privada, estatal, de accionistas) establecen las tres fases básicas de un proyecto: la de “Definición y Desarrollo “ y finalmente “ Abandono “ del activo.

Al analizar las tres primeras fases, se dice que se ha definido el proyecto y que se han realizado los pasos necesarios para asegurar, con un alto grado de confiabilidad, que se podrá ejecutar en forma exitosa.

Estas tres primeras fases constituyen lo que se llama “visualización, conceptualización y definición “, fase de creación mental para la identificación de valor y abarca el proceso de desarrollo de información de valor y abarca el proceso de desarrollo de información estratégica, suficiente para analizar el riesgo involucrado y decidir comprometer los recursos necesarios, a fin de materializar la idea y su valor económico, maximizando las posibilidades de éxito.

### **3.2.4 Terminación**

En esta fase culmina todo el esfuerzo realizado, es donde se refleja el trabajo de todo el equipo de proyecto, asimismo se hace una compilación de toda la documentación generada desde el inicio hasta la terminación del proyecto la cual se entrega en original, soportada y revisada; si es el caso de que requieran copia ésta se entregara en fisico y en digital las copias que desee, esto se entregará al cliente junto con una carta de entrega y recepción de los servicios ejecutados mediante un oficio. Cerrando cada fase del proyecto y entregando oficialmente para dar por terminado el proyecto.

En caso de que se requiera, hacer una asistencia técnica esta se llevaría a cabo dentro del alcance de un nuevo proyecto.



# CAPÍTULO 4

## HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN Y SU EVOLUCIÓN

## **4. HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN Y SU EVOLUCIÓN**

### **4.1 Evolución de las herramientas informáticas para la planeación de proyectos**

La Administración de Proyectos se encuentra en constante evolución y se caracteriza por tener un notable dinamismo derivado de su carácter de operación inusual tendiente a crear y/o desarrollar algo nuevo. A diferencia de los trabajos continuos, que pueden llegar a ser más estables y rutinarios, un proyecto se encuentra siempre en constante movimiento y ello requiere un mayor dinamismo y agilidad por parte de quienes trabajan en él, ya que los imprevistos están a la orden del día e implican la incorporación de nuevos recursos o el retiro de otros que ya han cumplido su tarea, se terminan fases parciales o se presentan otras nuevas, etc. En definitiva se vive en una situación de dinamismo y cambio permanente, con frecuentes transformaciones y con momentos en que se requiere un ritmo de actividad casi frenético.

Bajo el entorno competitivo global en el negocio de (ingeniería, procura y construcción) IPC, la gestión de proyectos y el enfoque de ingeniería está evolucionando rápidamente mediante la implementación de tecnologías de la información (TI).

Cada uno de los proyectos EPC de Infraestructura es único y por lo tanto muy importante su desarrollo, ya que de estos depende el crecimiento y el avance de la sociedad. Sin embargo, se han desarrollado muchas aplicaciones de software y herramientas informáticas utilizadas en apoyo para la realización de proyectos esta industria.

La política de organización por proyecto, el perfeccionamiento empresarial y por supuesto el desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología; han creado las condiciones necesarias para la aplicación de la Dirección Integrada de Proyectos (DIP) ya que, en las últimas décadas, la evolución de estas herramientas se ha perfeccionado con el propósito de obtener objetivos como: acortar el plazo de ejecución, reducir el presupuesto y claro contar con la calidad que se requiere para cada proyecto.

Es por eso que cada día se exige mayor calidad en el diseño y control de la ejecución de los proyectos y se reclama el uso de las Nuevas Tecnologías y las Comunicaciones (NTIC), y así garantizar una mayor eficacia en la Dirección Integrada de Proyectos.

Con el objetivo de satisfacer los requerimientos del proyecto en función al cliente; también se utilizan metodologías las cuales integran estratégicamente la dirección de los objetivos, la planificación con el enfoque sistemático, la dirección de la calidad, el uso de sistema de costos avanzados, la contabilidad, la aplicación de las NTIC y la logística en un sistema informático.

Dentro del proceso de planificación, se ha desarrollado una programación estructurada del proyecto y sobre esta base se ha confeccionado un mapa informático, el cual se encarga de plasmar la gestión del conocimiento

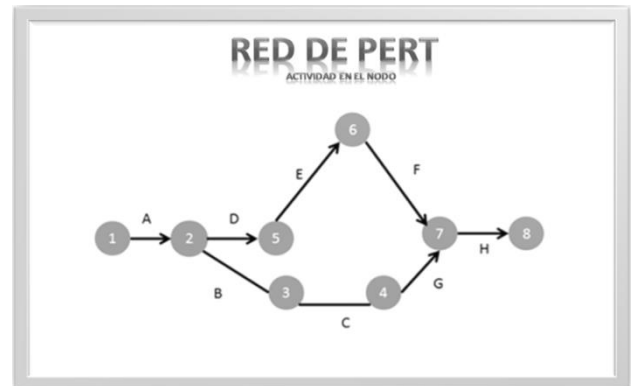
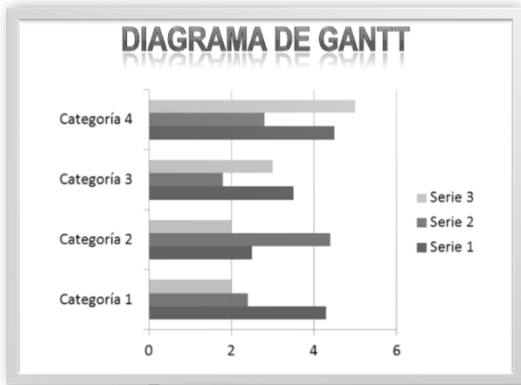
del proyecto. Para lograr un desarrollo eficiente hay que disponer de métodos que existen para apoyar a esta área, ya que el diseño y el control de la ejecución de los proyectos se va dificultando con el grado o tamaño de proyecto, con el fin de satisfacer los requerimientos de la gerencia del proyecto en función de complacer al cliente.

Todo esto nos ha facilitado el trabajo de la planeación, el control, la programación e integración de los proyectos; dé tal manera que el hablar de una herramienta de este tipo era hablar de soluciones independientes y hoy en día se habla de trabajar de una manera en la cual se integra la ingeniería y la gestión de proyectos en un programa.

A continuación se presenta la evolución, histórica de las herramientas informáticas para la planeación de un proyecto.

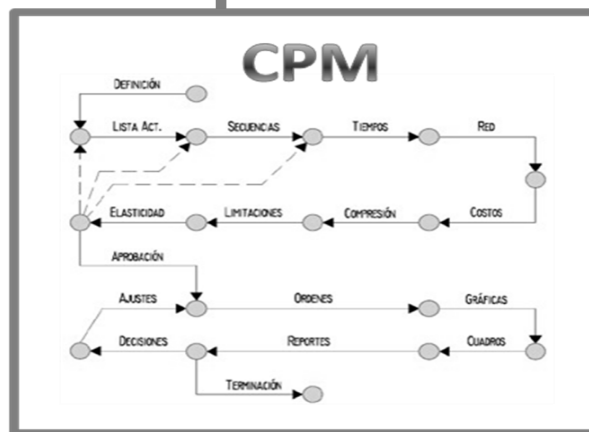
Evolución de las herramientas informáticas para la planeación de proyectos

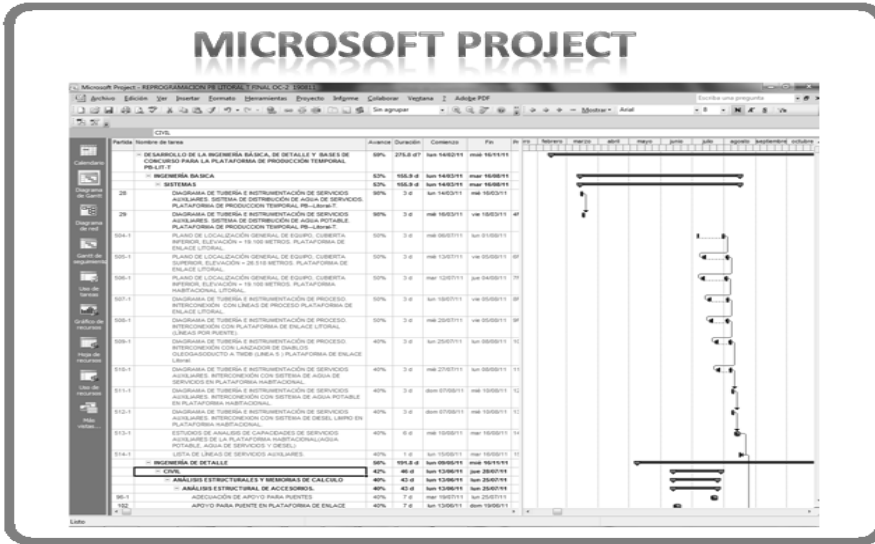
1917  
Henry L. Gantt  
Diagrama de Gantt



1958  
PERT (Técnica de evaluación y revisión de programas)

1957  
CPM (Método de la Ruta Crítica)



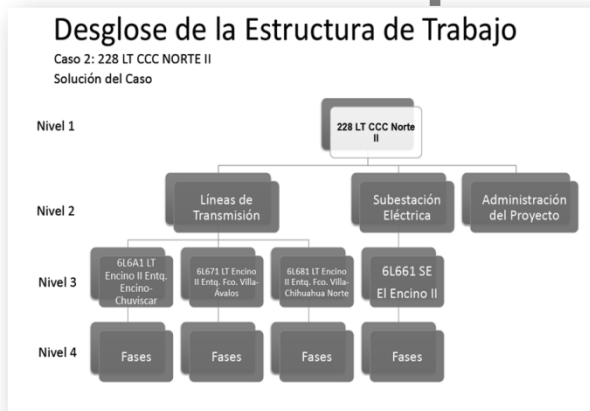


Microsoft Project  
1984  
1992 (v3), 1993 (v4),  
1995, 1998, 2000, 2002,  
2003, 2007 y 2010.

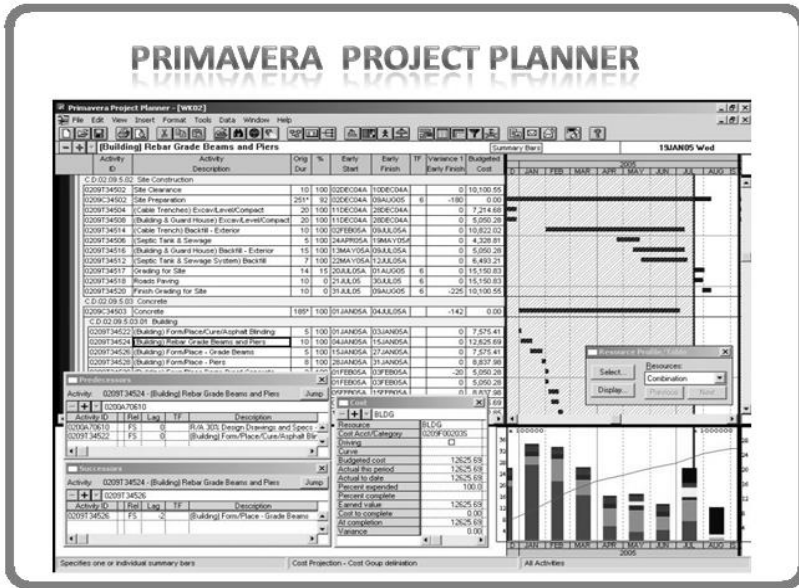


2001  
WBS (Estructura del  
trabajo desglosada)

Matriz de riesgo  
90's



VALORACIÓN DE RIESGO INHERENTE			
I	Alto	4	5
M	Medio	3	5
P	Bajo	1	2
A			
C		Bajo	Medio
T			Alto
O		FRECUENCIA O PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	



**PRIMAVERA SYSTEMS  
1983 -2011**



**Matriz de responsabilidades (LACTI)  
2000's**

	Patrocinador del Proyecto	Director del proyecto	Gerente del Proyecto	Equipo de Trabajo	Comité de Dirección
Acta de Constitución del Proyecto	A	A	R	C	A
Plan de Gestión de la Comunicación	A	C	R	I	C
Requerimientos del Negocio	A	I	R	C	I
Reportes sobre el Avance del Proyecto	I	I	R	C	I

## 4.2 Concepto de Herramientas y su Importancia

Es importante destacar que más allá del objeto físico, el concepto de herramienta también se utiliza para nombrar a cualquier procedimiento que mejora la capacidad de realizar ciertas tareas, es posible hablar de herramientas informáticas: como por ejemplo "Microsoft office es una herramienta para desarrollar tareas de oficina". Sin embargo existen múltiples herramientas que podemos utilizar en la gestión de proyectos. En la mayoría de los casos facilitarán nuestra labor, pero lo que nunca podemos perder de vista, es que son simplemente eso: herramientas. La gestión de proyectos efectiva dependerá más de una elección adecuada, de la correcta aplicación y uso, que de la propia herramienta en sí.

La metodología puede considerarse también dentro de este ámbito, aunque cuando usamos la palabra "herramienta" en la mayoría de los casos nos estamos refiriendo a productos software, los EPM (Enterprise Project Management) o herramientas de gestión de proyectos que dan soporte de forma integral a la gestión y sirven para subrayar los procesos que se llevan a cabo.

¿Qué debería contemplar una buena herramienta de gestión de proyectos? Al menos los siguientes puntos:

- ▶ Soporte a la gestión del proyecto, a través de la planificación del proyecto, con sus fechas o hitos temporales, los recursos y el costo del proyecto. También debe de dar solución a los siguientes aspectos:
  - ✓ La gestión de los riesgos y problemas del proyecto.
  - ✓ La gestión a la documentación del proyecto. Este punto es realmente importante en organizaciones complejas, dado que no siempre un simple control de versiones y un acceso eficiente es suficiente para gestionar la documentación de un proyecto.
- ▶ Ofrecer un entorno colaborativo sobre el que llevar a cabo la gestión del proyecto.
- ▶ Gestión del portafolio de proyectos, ya que los proyectos forman parte de un conjunto más amplio y si bien tienen entidad propia, han de ser contemplados como parte de un grupo aún mayor, donde las interdependencias entre los proyectos y la alineación de los mismos a la visión estratégica y a las capacidades de la organización es fundamental.
- ▶ Generación de informes, incluyendo informes de proyecto, del portafolio de proyectos y ofreciendo perspectivas de cuadro de mando.

## 4.3 Clasificación de las Herramientas

En el proceso de control de ejecución, se desarrolla la evaluación del proyecto o conjunto de proyectos con técnicas de diagnóstico y pronóstico lo cual brinda los elementos necesarios para la toma de decisiones bajo el marco de la Dirección integrada de Proyectos (DIP), apoyándose en el uso de las redes informáticas y hasta del correo electrónico.

Existe una amplia gama de sistemas informáticos y software que son utilizados como apoyo para la gestión de proyectos y planificación, sin embargo nuevos métodos se siguen desarrollando. Se trata de un área con un alto nivel de innovación para la mejora en la planeación y control de proyectos, a estas herramientas se utilizan también para la generación de informes del proyecto, presentaciones, avances, etc.

Anteriormente solo se contaba con metodologías y herramientas tradicionales, en las cuales encontramos el Diagrama de Gantt, la Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT en inglés), Método del Camino Crítico (CPM en inglés), la Tabla de Precedencias (PDM), la Matriz de Riesgo, la Matriz de responsabilidades (LACTI), el Plan de Comunicación y Estructura Desglosada de Trabajo (WBS); por mencionar algunas.

Hoy en día contamos con herramientas que nos permiten la integración de metodologías tradicionales mediante los desarrollos de sistemas informáticos que se utilizan en este campo, como por ejemplo: Primavera, Champion, Superproject y Microsoft Project.

Tomando este último como más comercial debido a que se encuentra con el Word, Access y Excel, así como con el uso del correo electrónico por medio directo del Outlook.

Incluso permite la elaboración de proyectos, desde los muy simples hasta los más complejos y brinda una ayuda para facilitar su utilización. Partiendo de lo anterior podemos mencionar que un proyecto bien planificado, con un estudio de alternativas, evaluaciones, con una buena programación, con buena calidad y un buen presupuesto; es lo que nos facilitará la dirección en la etapa de ejecución del proyecto.



### 4.3.1 Herramientas Tradicionales

Es importante destacar que anteriormente no se contaba con la tecnología de hoy en día y solo existían métodos y técnicas para apoyar la planeación y el control de los proyectos; este tipo de metodologías con el desarrollo de los proyectos en cierta medida, ya que a menudo los proyectos eran complejos y muy grandes, por lo que, para el administrador del proyecto se le complicada retener y trabajar con demasiada información correspondiente al plan, programa y avance del proyecto.

Las Herramientas utilizadas eran:

- Diagrama de Gantt
- Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT en inglés)
- Método del Camino Crítico (CPM en inglés)
- Tabla de Precedencias (PDM)

Es importante destacar que tanto PERT como CPM se han utilizado para planear, programar y controlar una amplia diversidad de proyectos tales como:

- Investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos
- Construcción de plantas, edificios, carreteras y autopistas
- Mantenimientos de equipos grandes o complejos
- Diseño e instalación de nuevos sistemas
- Planeación de cursos de capacitación

#### 4.3.1.1 Gantt (Diagrama de Gantt)

Los diagramas de Gantt (comúnmente mal llamados gráficos de Gantt) son una herramienta útil en la gestión de proyectos, creada por Henry L. Gantt en 1917. Consiste en confeccionar un cuadro con todas las actividades o tareas, por orden de inicio, con los respectivos tiempos previstos para su realización e identificación de la actividad precedente, a partir del cual se calculan las fechas de inicio y finalización, posteriormente se realiza una representación gráfica horizontal del comienzo y duración de todas las tareas del proyecto.

Con este método se lograba una eficiencia en la ejecución de proyectos, porque permite conseguir los siguientes objetivos:

- Minimizar los tiempos de espera lo que implica una utilización óptima de los recursos.
- Reducir al máximo el incumplimiento de los plazos.
- Minimizar los stocks en curso.
- Acortar el tiempo empleado en la ejecución global del proyecto.

Con la introducción de la computadora y los paquetes informáticos como el Excel, se ha podido utilizar y generar diagramas de Gantt a partir de una fecha inicial del proyecto, mostrar la actividad precedente y la duración de las actividades, realizar cálculos de las fechas de inicio y finalización de las mismas y la representación en un gráfico temporal de barras horizontales el inicio y duración de las tareas; como se indica en la sig. Figura (4.1).

Esta aplicación fue la primera de lo que más adelante se convirtió en Técnicas de Programación de Proyectos. La función que usualmente se le da a esta herramienta, es aplicada en los informes de proyecto (Diagrama de Gantt).

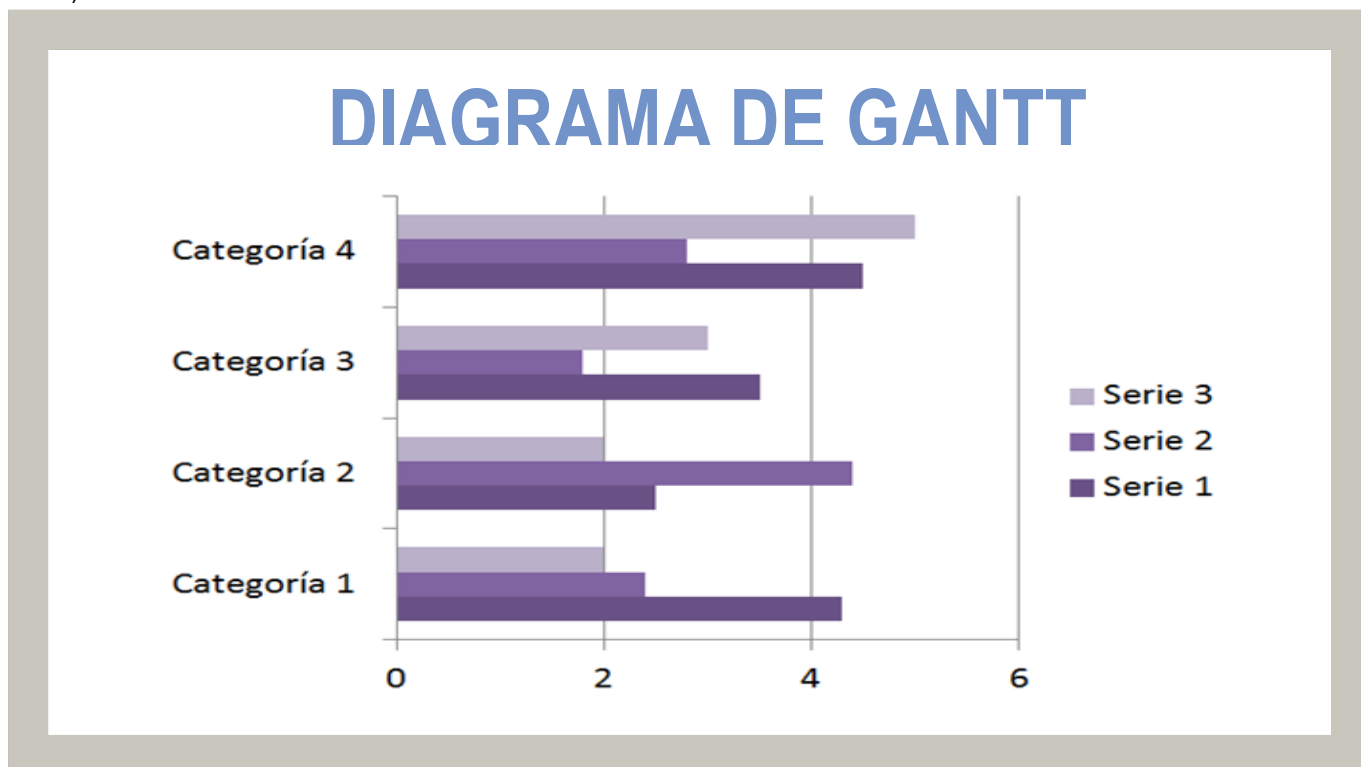


Figura 4.1 (Diagrama de Gantt)

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 16 de Febrero de 2011

Los Informes representan visualmente la manera cómo las actividades ó tareas están avanzando hacia los objetivos previamente definidos; muestran un panorama del seguimiento e informa cuánto tiempo se está gastando en las tareas. Representa visualmente el estado del proyecto y el tiempo dedicado a ella. Reporta una evaluación general de la duración de un proyecto, cuánto tardará en completarse, y establece el orden en que las tareas se llevarán a cabo.

Los diagramas de Gantt son probablemente la más flexible y útil de todas las herramientas de gestión de proyectos, pero no puede fácilmente demostrar la importancia y la interdependencia de las actividades paralelas relacionadas, y obviamente no muestra la necesidad de completar una tarea antes de que otra puede comenzar,

como un análisis de la ruta crítica podría realizarlo, por lo que puede tener la combinación de ambas herramientas, especialmente en la etapa de planificación, podría ser utilizada para proyectos complejos.

#### 4.3.1.2 PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas)

Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT)

La Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (en Inglés Program Evaluation and Review Technique), comúnmente abreviada como PERT, es un modelo para la administración y gestión de proyectos, desarrollado en 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina del Departamento de Defensa de los EE. UU.

Es un método especializado para la identificación de las actividades relacionadas e interdependientes y eventos, sobre todo cuando un proyecto grande puede contener cientos o miles de elementos conectados. PERT no suele ser relevante en los proyectos simples, pero cualquier proyecto de gran envergadura y complejidad, especialmente cuando los tiempos y las cuestiones de interdependencia son fundamentales, pueden beneficiarse del análisis detallado habilitado por sus métodos.

El análisis por medio de PERT comúnmente se alimenta con el análisis de la ruta crítica y otros sistemas más amplios de gestión de proyectos, tales como los mencionados aquí. Ruta Crítica, junto con los diagramas de flujo de análisis, son técnicas muy buenas para mostrar factores interdependientes cuyos horarios se traslapan o coinciden. También permiten la programación del plan que se programan de acuerdo a una escala de tiempo.

Esta herramienta para los proyectos fue la primera de su tipo, a pesar de que cada compañía tiene su propio modelo de proyectos, todos se basan en PERT de algún modo. Sólo el método de la ruta crítica (CPM) de la Corporación DuPont fue inventado en casi el mismo momento que PERT.

La parte más importante del PERT son las Redes PERT, que son diagramas de líneas de tiempo que se interconectan. El PERT está diseñado para proyectos de gran escala y complejos.

#### Redes PERT

Una red PERT permite planificar y controlar el desarrollo de un proyecto. A diferencia de las redes CPM, las redes PERT trabajan con tiempos probabilísticos. Normalmente para desarrollar un proyecto específico lo primero que se hace es determinar, en una reunión multidisciplinaria, cuáles son las actividades que se deberán ejecutar para llevar el proyecto a buen término, cuál es la precedencia entre ellas y cuál será la duración esperada de cada una.

Para definir la precedencia entre actividades se requiere de una cierta experiencia profesional en el área, en proyectos afines.

### Dibujo de una red PERT

Existen dos metodologías aceptadas para dibujar una red PERT, la de “Actividad en el Arco” y las de “Actividad en el Nodo”, ilustrada en la fig. (4.2); siendo ésta última la más utilizada en la actualidad en atención a que es la que usan la mayoría de las aplicaciones computacionales especialistas en este tema.

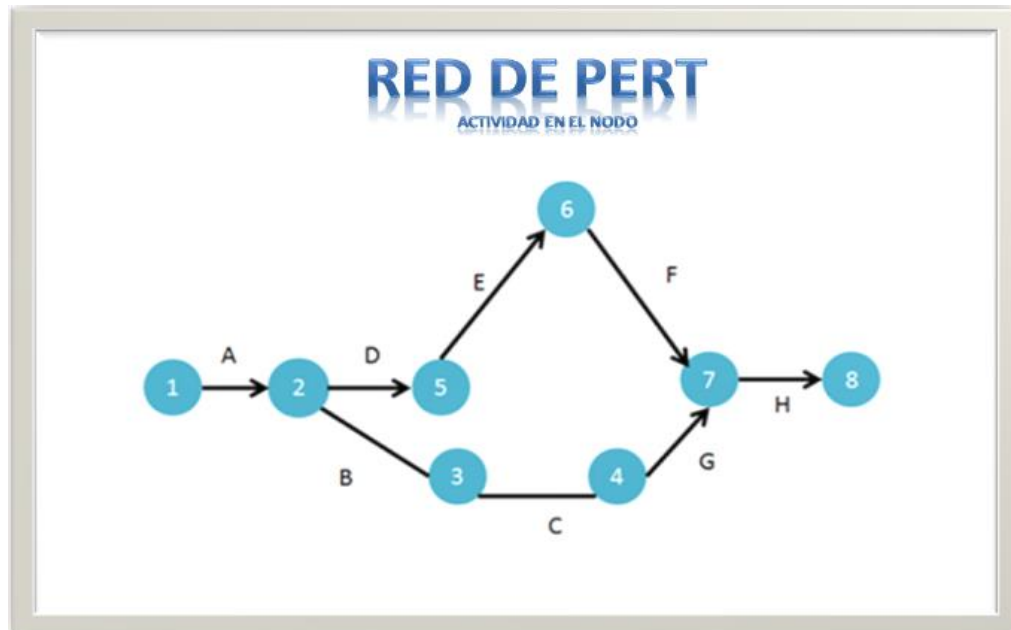


Figura 4.2 Red PERT (Actividad en el nodo)

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 23 de Febrero de 2011

Cada nodo contiene la siguiente información sobre la actividad:

- Nombre de la actividad
- Duración esperada de la actividad (t)
- Tiempo de inicio más temprano (ES = Earliest Start)
- Tiempo de término más temprano (EF = Earliest Finish)
- Tiempo de inicio más tardío (LS = Latest Start)
- Tiempo de término más tardío (LF = Latest Finish)
- Holgura de la Actividad (H)

Por conveniencia los arcos se dibujan siempre con orientación hacia la derecha, hacia el nodo de término del proyecto, nunca retrocediendo. El dibujo de una red PERT se comienza en el nodo de inicio del proyecto. A partir de él se dibujan las actividades que no tienen actividades precedentes, o sea, aquellas que no tienen que

esperar que otras actividades terminen para poder ellas iniciarse. A continuación, se dibujan las restantes actividades tratando de respetar la precedencia entre ellas. Al terminar el dibujo de la malla preliminar, existirán varios nodos ciegos, nodos terminales a los que llegan aquellas actividades que no son predecesoras de ninguna otra, es decir aquellas que no influyen en la fecha de inicio de ninguna otra, éstas son las actividades terminales y concurren por lo tanto al nodo de término del proyecto.

### **Cálculo de los tiempos de inicio y término más tempranos.**

El tiempo de inicio más temprano "ES" (Early Start) y de término más temprano "EF" (Early finish) para cada actividad del proyecto, se calculan desde el nodo de inicio hacia el nodo de término del proyecto según la siguiente relación:

$$EF=ES+t$$

Donde (t) es el tiempo esperado de duración de la actividad y donde ES queda definida según la siguiente regla:

#### **Regla del tiempo de inicio más temprano:**

El tiempo de inicio más temprano, ES, de una actividad específica, es igual al mayor de los tiempos.

EF de todas las actividades que la preceden directamente.

El tiempo de inicio más temprano de las actividades que comienzan en el nodo de inicio del proyecto es cero (0).

#### **Duración esperada del proyecto**

La duración esperada del proyecto (t) es igual al mayor de los tiempos EF de todas las actividades que desembocan en el nodo de término del proyecto.

### **Cálculo de los tiempos de inicio y término más tardíos**

El tiempo de inicio más tardío "LS" (Latest Start) y de término más tardío "LF" (Latest finish) para cada actividad del proyecto, se calculan desde el nodo de término retrocediendo hacia el nodo de inicio del proyecto según la siguiente relación:

$$LS=LF-t$$

Donde (t) es el tiempo esperado de duración de la actividad y donde LF queda definida según la siguiente regla:

#### **Regla del tiempo de término más tardío:**

El tiempo de término más tardío, LF, de una actividad específica, es igual al menor de los tiempos LS de todas las actividades que comienzan exactamente después de ella.

El tiempo de término más tardío de las actividades que terminan en el nodo de término del proyecto es igual a la duración esperada del proyecto (T).

### **Holguras, actividades críticas y rutas críticas**

La Holgura de una actividad, es el tiempo que tiene ésta disponible para, ya sea, atrasarse en su fecha de inicio, o bien alargarse en su tiempo esperado de ejecución, sin que ello provoque retraso alguno en la fecha de término del proyecto.

La holgura de una actividad se calcula de la siguiente forma:

$$H = LF - EF$$

ó bien

$$H = LS - ES$$

### **Actividades críticas**

Se denomina actividades críticas a aquellas actividades cuya holgura es nula y que por lo tanto, si se retrasan en su fecha de inicio o se alargan en su ejecución más allá de su duración esperada, provocarán un retraso exactamente igual en tiempo en la fecha de término del proyecto.

### **Rutas críticas**

Se denomina rutas críticas a los caminos continuos entre el nodo de inicio y el nodo de término del proyecto, cuyos arcos componentes son todas actividades críticas. Las rutas críticas se nombran por la secuencia de actividades críticas que la componen o bien por la secuencia de nodos por los que atraviesa. Nótese que un proyecto puede tener más de una ruta crítica pero a lo menos tendrá siempre una.

#### **4.3.1.3 CPM (Método del Camino Crítico)**

El método CPM (Crítical Path Method), fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto.

El método de la ruta crítica, es comúnmente abreviado como CPM por las siglas en inglés de Critical Path Method. En administración y gestión de proyectos, una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.

Originalmente, el método de la ruta crítica consideró solamente dependencias entre los elementos terminales. Un concepto relacionado es la cadena crítica, la cual agrega dependencias de recursos. Cada recurso depende del manejador en el momento donde la ruta crítica se presente.

A diferencia de la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT), el método de la ruta crítica usa tiempos ciertos (reales o determinados). Sin embargo, la elaboración de un proyecto basándose en redes CPM y PERT son similares y consisten en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto, lo que significa, determinar relaciones de precedencia, tiempos técnicos para cada una de las actividades.
- Construir una red con base en nodos y actividades (o arcos, según el método más usado), que implican el proyecto.
- Analizar los cálculos específicos, identificando las rutas críticas y las holguras de los proyectos.

En términos prácticos, la ruta crítica se interpreta como la dimensión máxima que puede durar el proyecto y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica, se denominan tiempos de holgura.

### **Método de la Ruta Crítica (CPM)**

A diferencia del PERT, CPM fue creado, para el desarrollo de proyectos industriales en los que generalmente se conocían los tiempos de duración de cada actividad del proyecto. CPM ofrecía la opción de reducir los tiempos de actividades mediante un aporte de más recursos o trabajadores generalmente a un costo mayor, por lo que CPM identificaba los pros y contras entre el tiempo y costo para las diversas actividades de proyectos.

### **Características del método de la ruta crítica (CPM)**

1. Proporcionar las bases para una mejor utilización de los distintos recursos en el cumplimiento de cualquier objetivo, de acuerdo a las limitaciones de tiempo y costo.
2. Brinda a los directivos una vía de conducción para la planeación, programación y ejecución de trabajos nuevos. Sobre los cuales no se tenga experiencia anterior ni existan guías establecidas de costos y tiempos.
3. Constituye un sistema bajo el cual los procesos se descomponen en pequeñas actividades, permitiendo que estas sean ordenadas con mayor flexibilidad hacia el logro de un fin determinado.
4. Es una metodología para determinar las actividades críticas que controlan la dirección de un proyecto brindando a los directivos bases sólidas para la utilización de los recursos que permitan ejecutar rápidamente un proceso, al menor costo posible.
5. Permite establecer sistemas de información para controlar y analizar debidamente los efectos de cualquier situación imprevista.
6. Es una herramienta que determina las responsabilidades de las diferentes personas, secciones u organismos y el impacto resultante en caso de no-cumplimiento de acuerdo a lo programado.
7. Es una herramienta de previsión y diagnóstico en el sentido de conocer antes de comenzar un proyecto, ¿qué hay que hacer?, ¿cuándo deben hacerse?, ¿quién las debe hacer?, ¿cuánto dura y cuesta todo el proyecto?

#### 4.3.1.4 Tabla de Precedencias (PDM)

Una vez que se ha formado la lista de actividades es necesario analizar el orden de ejecución de éstas, así podemos elaborar lo que se denomina tabla o matriz de secuencias o precedencias. En esta tabla se escriben los conceptos de todas las actividades que constituyen el proyecto, una en cada renglón y una en cada columna formando casilleros, es decir que son “N” actividades que corresponden a “N” columnas y a “N” renglones darán por lo tanto “N” por “N” casilleros.

1. Analiza la actividad correspondiente a cada uno de los renglones y se determina que actividades pueden realizarse inmediatamente después de terminada la actividad en cuestión, para esto se recorre cada una de las columnas sobre el mismo renglón poniendo una “X” en el casillero de las actividades que pueden realizarse inmediatamente después.
2. Se analiza la actividad correspondiente a cada una de las columnas determinándose que actividades le preceden inmediatamente antes de su ejecución. Esto se realiza recorriendo cada una de los renglones sobre esa misma columna poniendo una “X” en el casillero de las actividades que preceden inmediatamente antes a la actividad en cuestión.



## 4.3.2 Herramientas Actuales

### 4.3.2.1 Matriz de Riesgo

Cualquier actividad que el ser humano realice está expuesta a riesgos de diversa índole los cuales influyen de distinta forma en los resultados esperados.

La capacidad de identificar estas probables eventualidades, su origen y posible impacto constituye ciertamente una tarea difícil pero necesaria para el logro de los objetivos. En el caso específico de las entidades de intermediación financiera, el desempeño de estas instituciones depende de la gestión de los riesgos inherentes a su actividad, tales como riesgos de crédito, mercado, liquidez, operativo, entre otros, algunos de ellos de compleja identificación y de difícil medición

Una matriz de riesgo constituye una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades (procesos y productos) más importantes de una empresa, el tipo y nivel de riesgos inherentes a estas actividades y los factores exógenos y endógenos relacionados con estos riesgos (factores de riesgo). Igualmente, una matriz de riesgo permite evaluar la efectividad de una adecuada gestión y administración de los riesgos financieros que pudieran impactar los resultados y por ende al logro de los objetivos de una organización.

La matriz debe ser una herramienta flexible que documente los procesos y evalúe de manera integral el riesgo de una institución, a partir de los cuales se realiza un diagnóstico objetivo de la situación global de riesgo de una entidad.

Exige la participación activa de las unidades de negocios, operativas y funcionales en la definición de la estrategia institucional de riesgo de la empresa. Una efectiva matriz de riesgo permite hacer comparaciones objetivas entre proyectos, áreas, productos, procesos o actividades. Todo ello constituye un soporte conceptual y funcional de un efectivo Sistema Integral de Gestión de Riesgo.

Los beneficios de esta metodología de supervisión, entre otros, son los siguientes:

- Identificación de instituciones que requieren mayor atención y áreas críticas de riesgo.
- Uso eficiente de recursos aplicados a la supervisión, basado en perfiles de riesgos de las entidades.
- Permite la intervención inmediata y la acción oportuna.
- Evaluación metódica de los riesgos.
- Promueve una sólida gestión de riesgos en los proyectos.
- Monitoreo continuo.

De esta manera la matriz de riesgo permite establecer de un modo uniforme y consistente el perfil de riesgo de cada una de los proyectos y permite profundizar en el proceso de establecimiento de planes de supervisión a fin de que se ajusten a las características específicas de cada uno.

Para generar una matriz de riesgo se debe tomar en cuenta a partir de los objetivos estratégicos y plan de negocios, la administración de riesgos debe desarrollar un proceso para la "identificación" de las actividades principales y los riesgos a los cuales están expuestos; entendiéndose como riesgo la eventualidad de que una determinada proyecto no pueda cumplir con uno o más de los objetivos.

Consecuentemente, una vez establecidas todas las actividades, se deben identificar las fuentes o factores que intervienen en su manifestación y severidad, es decir los llamados "factores de riesgo o riesgos inherentes". El riesgo inherente es intrínseco a toda actividad, surge de la exposición y la incertidumbre de probables eventos o cambios en las condiciones del negocio o de la economía que puedan impactar una actividad. Los factores o riesgos inherentes pueden no tener el mismo impacto sobre el riesgo agregado, siendo algunos más relevantes que otros, por lo que surge la necesidad de ponderar y priorizar los riesgos primarios. Los riesgos inherentes al proyecto pueden ser clasificados en riesgos crediticios, de mercado y liquidez, operacionales, legales y normativos estratégicos.

El siguiente paso consiste en determinar la "probabilidad" de que el riesgo ocurra y un cálculo de los efectos potenciales sobre el tiempo, costo y calidad de los proyectos. La valorización del riesgo implica un análisis conjunto de la probabilidad de ocurrencia y el efecto en los resultados; puede efectuarse en términos cualitativos o cuantitativos, dependiendo de la importancia o disponibilidad de información; en términos de costo y complejidad la evaluación cualitativa es la más sencilla y económica.



Fig. 4.3 Fases de la elaboración de una matriz de riesgo

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 03 Marzo de 2011

La evaluación cualitativa no involucra la cuantificación de parámetros, utiliza escalas descriptivas para evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada evento. En general este tipo de evaluación se utiliza cuando el riesgo percibido no justifica el tiempo y esfuerzo que requiera un análisis más profundo o cuando no existe información suficiente para la cuantificación de los parámetros. En el caso de riesgos que podrían afectar significativamente los resultados, la valoración cualitativa se utiliza como una evaluación inicial para identificar situaciones que ameriten un estudio más profundo.

La evaluación cuantitativa utiliza valores numéricos o datos estadísticos, en vez de escalas cualitativas, para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento, procedimiento que definitivamente podría brindar una base más sólida para la toma de decisiones, esto dependiendo de la calidad de información que se utilice.

Ambas estimaciones, cualitativa y cuantitativa, pueden complementarse en el proceso del trabajo de estimar la probabilidad de riesgo. Al respecto, debe notarse que si bien la valoración de riesgo contenida en una matriz de riesgo es mayormente de tipo cualitativo, también se utiliza un soporte cuantitativo basado en una estimación de eventos ocurridos en el pasado, con lo cual se obtiene una mejor aproximación a la probabilidad de ocurrencia del evento. La valorización consiste en asignar a los riesgos calificaciones dentro de un rango, que podría ser por ejemplo de 1 a 5 (insignificante (1), baja (2), media (3), moderada (4) o alta (5)), dependiendo de la combinación entre impacto y probabilidad.

En la siguiente gráfica se puede observar un ejemplo de esquema de valorización de riesgo en función de la probabilidad e impacto de tipo numérico con escala:

VALORACIÓN DE RIESGO INHERENTE				
I	Alto	4	5	5
M	Medio	3	3	5
P	Bajo	1	2	4
A				
C		Bajo	Medio	Alto
T		FRECUENCIA O PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		
O				

Tabla 4.1 Valorización del riesgo

Fuente: www.sigweb.  
Fecha: 10 Marzo de 2011

Una vez que los riesgos han sido valorizados se procede a evaluar la “calidad de la gestión”, a fin de determinar cuán eficaces son los controles establecidos por la empresa para mitigar los riesgos identificados. En la medida que los controles sean más eficientes y la gestión de riesgos pro-activa, el indicador de riesgo inherente neto tiende a disminuir. Por ejemplo una escala de valoración de efectividad de los controles podría ajustarse a un rango similar al siguiente:

CONTROL	EFFECTIVIDAD
Ninguno	1
Alto	2
Medio	3
Bajo	4
Destacado	5

Tabla 4.2 Control de efectividad

Fuente: www.sigweb.  
Fecha: 10 Marzo de 2011

Finalmente, se calcula el “riesgo neto o residual”, que resulta de la relación entre el grado de manifestación de los riesgos inherentes y la gestión de mitigación de riesgos establecida por la administración. A partir del análisis y determinación del riesgo residual los administradores pueden tomar decisiones como la de continuar o abandonar la actividad dependiendo del nivel de riesgos; fortalecer controles o implantar nuevos controles; o finalmente, podrían tomar posiciones de cobertura, contratando por ejemplo pólizas de seguro. Esta decisión está delimitada a un análisis de costo beneficio y riesgo. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo para calcular el riesgo neto o residual utilizando escalas numéricas de posición de riesgo:

Actividad 1	Nivel de riesgo	Calidad de gestión			Riesgo residual (**)
		Tipo de medidas de control	Efectividad	Promedio (*)	
Riesgo inherente 1	5	Control 1	3	3.6	1.38
		Control 2	4		
		Control 3	4		
Riesgo inherente 2	4	Control 1	5	4.25	0.94
		Control 2	5		
		Control 3	4		
Riesgo inherente 3	4	Control 1	3	3.6	1.11
		Control 2	4		
		Control 3	4		
Riesgo inherente 4	3	Control 1	5	3.5	0.85
		Control 2	2		
Perfil de riesgo ( riesgo residual total *** )					

Tabla 4.3 Calidad de gestión

Fuente: www.sigweb.  
Fecha: 10 Marzo de 2011

(\*) Promedio de los datos de efectividad

(\*\*) Resultado de la división entre nivel de riesgo / Promedio de efectividad

(\*\*\*) Promedio: Se considera un mismo peso de ponderación a los Riesgos Inherentes (RI).

El cuadro anterior muestra en forma consolidada, los riesgos inherentes a una actividad, el nivel o grado de riesgo ordenado de mayor a menor nivel de riesgo (priorización); las medidas de control ejecutadas con su categorización promedio y finalmente, se expone el valor del riesgo residual para cada riesgo y un promedio total que muestra el perfil global de riesgo de la línea de proyecto.

Como se habrá podido observar la matriz de riesgo tiene un enfoque principalmente cualitativo, para lo cual es preciso que quienes la construyan tengan experiencia, conocimiento profundo del proyecto y su entorno y un buen juicio de valor, pero además es requisito indispensable la participación activa de todas las áreas involucradas.

En los últimos años las tendencias internacionales han registrado un importante cambio de visión en cuanto a la gestión de riesgos: de un enfoque de gestión tradicional hacia una gestión basada en la identificación, monitoreo, control, medición y divulgación de los riesgos, se muestra la diferencia entre el modelo tradicional y el nuevo enfoque de evaluación de la gestión de riesgos, según las últimas tendencias:

Un nuevo enfoque

- La evaluación de riesgo es continua y recurrente.
- La evaluación de riesgo anticipa y previene.
- La evaluación de riesgos se enfoca en la identificación, medición y control de riesgos, velando que la organización logre sus objetivos con un menor impacto de riesgo posible.
- La evaluación de riesgo está integrada en todas las etapas y fases del proyecto.
- La política de evaluación de riesgo es formal y claramente entendida.

#### 4.3.2.2 Matriz de responsabilidades (LACTI)

Una de las características principales de un sistema de gestión de la calidad es que las responsabilidades en los procesos deben estar claramente definidas, para lo cual se puede utilizar la Matriz de Responsabilidades, que permite el establecimiento de estas.

En los grandes proyectos, puede haber muchas personas con responsabilidades para y durante la creación y aprobación de los entregables de cada proyecto. Esto a veces es bastante sencillo, por ejemplo, una persona que escribe un documento y una persona que lo aprueba. En otros casos, puede haber muchas personas que tienen alguna participación en la creación y otras en la necesidad de participar en varios niveles de aprobación.

En escenarios complejos que involucren muchas personas, es conveniente definir una Matriz de Responsabilidades con relación a los entregables ó actividades. Esto ayuda a establecer expectativas, y a asegurar que las personas saben y entienden lo qué se espera de ellas. Por ejemplo, ¿Aprueban los miembros del comité de dirección el documento de los requerimientos del alcance? La Matriz de Responsabilidades puede describir el rol de cada uno de los participantes.

En la matriz, las diferentes personas (o roles), aparecen como columnas, con las actividades enumerados en las filas. Y en los puntos de intersección se describe la responsabilidad de cada persona en cada una.

A continuación se presenta una matriz sencilla, seguida por categorías de responsabilidad sugeridas.

	Patrocinador del Proyecto	Director del proyecto	Gerente del Proyecto	Equipo de Trabajo	Comité de Dirección
Acta de Constitución del Proyecto	L	A	T	C	I
Plan de Gestión de la Comunicación	L	C	T	C	I
Requerimientos del Negocio	L	I	T	C	I
Reportes sobre el Avance del Proyecto	I	I	L	T	I

Tabla 4.4 Matriz de responsabilidades (LACTI)

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 10 Marzo 2011

Notas:

“L” Significa que la persona (o rol) es líder responsable del entregable. Usualmente hay una sola persona quien es responsable de crear un entregable, aunque muchas personas pueden proveer entrada.

“A” Significa que la persona (o rol) aprueba el entregable.

“C” Significa que la persona (o rol) es consultada sobre el entregable. Esto implica una discusión en ambos sentidos.

“I” Significa que la persona (o rol) es informada del entregable. Esta es una comunicación en un sentido.

“T” significa que la persona (o rol) hace el trabajo del entregable.

En la tabla anterior, el Acta de Constitución del Proyecto es creada por el gerente del proyecto, es aprobada por el patrocinador del proyecto, por el director del proyecto, y por el comité de dirección. El Equipo de Trabajo consulta el Acta de Constitución del Proyecto.

Los requerimientos del negocio son creados por el equipo de trabajo, revisados por el gerente del proyecto, el director del proyecto y son aprobados por el patrocinador de proyecto y el comité de dirección.

El propósito de la matriz de responsabilidad es proporcionar claridad y llegar a acuerdos sobre quién hace qué, así se pueden definir las columnas con tanto detalle como haga falta. Por ejemplo, en el caso anterior, el Equipo de Trabajo del Proyecto habría podido ser fraccionado en cada uno de sus miembros, con los nombres específicos, o la persona responsable de crear los requerimientos del negocio habría podido ser indicada en una columna separada. Después de que la matriz a sido establecida, ésta debe ser circulada para la su aprobación. Si se hace dentro del Paso de Definición del Trabajo, puede incluirse en el Acta de Constitución del Proyecto.



La capacidad de generar claridad es vital para que la matriz sea eficaz y exitosa. Debe reflejar cuales son las expectativas y las responsabilidades de las personas, organizaciones o entes involucrados en el proyecto, evitar en lo posible cualquier ambigüedad. Por ejemplo, si el Patrocinador delegó la aprobación de los Requerimientos del Negocio a un subordinado, ese hecho debe ser representado en la matriz para que todos la vean y la aprueben. En cambio, si el patrocinador conviene que aprobará los requerimientos del negocio, entonces, de hecho, se requiere su aprobación, y no la de un subordinado a quien se le haya delegado la responsabilidad.

### 4.3.2.3 Plan de comunicación

Para garantizar desde el principio una planificación estratégica y una gestión eficaz de las actividades y herramientas de comunicación y difusión, el Plan de Comunicación y Difusión está compuesto por los siguientes elementos:

- Objetivos y grupos destinatarios.
- Estrategia y contenido de las medidas de publicidad
- Presupuesto indicativo de aplicación de las medidas previstas.
- Indicación de los resultados esperados de las medidas de publicidad y difusión.
- Requerimientos formales y obligaciones legales del Programa.

El objetivo de un plan de comunicación es optimizar el flujo de la información entre los socios del proyecto y organizar una comunicación eficiente entre las instituciones participantes en el proyecto; dar a conocer el proyecto a los involucrados y a los principales beneficiarios. Informar y comunicar los resultados del mismo a organismos y entidades públicas y privadas de otras regiones y en las instituciones nacionales interesadas en el proyecto.

Este plan específicamente:

- Poner en conocimiento del público.
- Divulgar los avances realizados y los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto.
- Proporcionar una base documental y material de referencia para la realización de futuros trabajos o estudios.
- Difundir nuevos conocimientos o material de referencia para decisores políticos a nivel local regional y nacional.
- Realizar una comunicación eficaz y transparente y entendible a toda la sociedad, sobre la temática del proyecto.

La estrategia de difusión, se plantea básicamente a través de las actividades descritas. La difusión se apoyara en la creación de material y de algunos sistemas de comunicación para alcanzar a los destinatarios de las acciones como son:

- Jornada de presentación de proyecto
- Conferencias
- Buenas prácticas y plan de transferencia
- Oficios y memorándums
- Páginas web
- Folletos
- Carteles
- Correo electrónico
- Vía telefónica

En el desarrollo de estas herramientas se mezclan metodologías tradicionales con nuevas tecnologías, lo cual permite poder ampliar el espectro de destinatarios a los que podemos llegar con el Proyecto.

#### **4.3.2.4 WBS (Estructura Desglosada del Trabajo)**

La WBS o estructura desglosada del trabajo, es una técnica de planeación mediante la cual podemos definir como estructura jerárquica que representa como se subdividirá el trabajo a ser ejecutado por el equipo de proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La estructura jerárquica resultante está orientada a los entregables del proyecto para organizar y definir el alcance total del proyecto. Cada nivel descendente representa una descripción cada vez más detallada de los entregables del proyecto. Los trabajos que no estén en el WBS quedan fuera del alcance del proyecto.

Para una efectiva medición y evaluación del desempeño de un proyecto, es necesario establecer los paquetes de trabajo desde sus etapas de definición y a lo largo de las fases de diseño, ingeniería, construcción y arranque. La máxima efectividad de los controles se alcanza en los proyectos, cuando los paquetes de trabajo se establecen durante las etapas tempranas de diseño.

Se requiere de la uniformidad en la definición y consistencia en el enfoque, para desarrollar los niveles superiores de la WBS en el proceso de división progresiva de los conceptos que conforman el alcance y considerando la estrategia de contratación para la ejecución de los proyectos en el portafolio de una organización determinada. El beneficio de la uniformidad en la generación de las Estructuras de Trabajo (WBS) y su aplicación a las prácticas de administración de los proyectos, redundan en una mejor comunicación durante el proceso de adquisición y/o contratación.

Es importante que el WBS capture por un lado, todos los servicios y componentes físicos del proyecto, al mayor nivel que permita el control del entregable y por el otro, presente la información en formatos que brinden el nivel adecuado de detalle a quienes realizarán el trabajo, para soportar los procesos de Administración de Proyectos. Permite identificar la responsabilidad correspondiente a los diversos entregables, mediante la correlación directa

entre los elementos del WBS y los de la Estructura Detallada Organizacional (OBS). El WBS es aplicable a proyectos, programas y portafolios de proyectos.

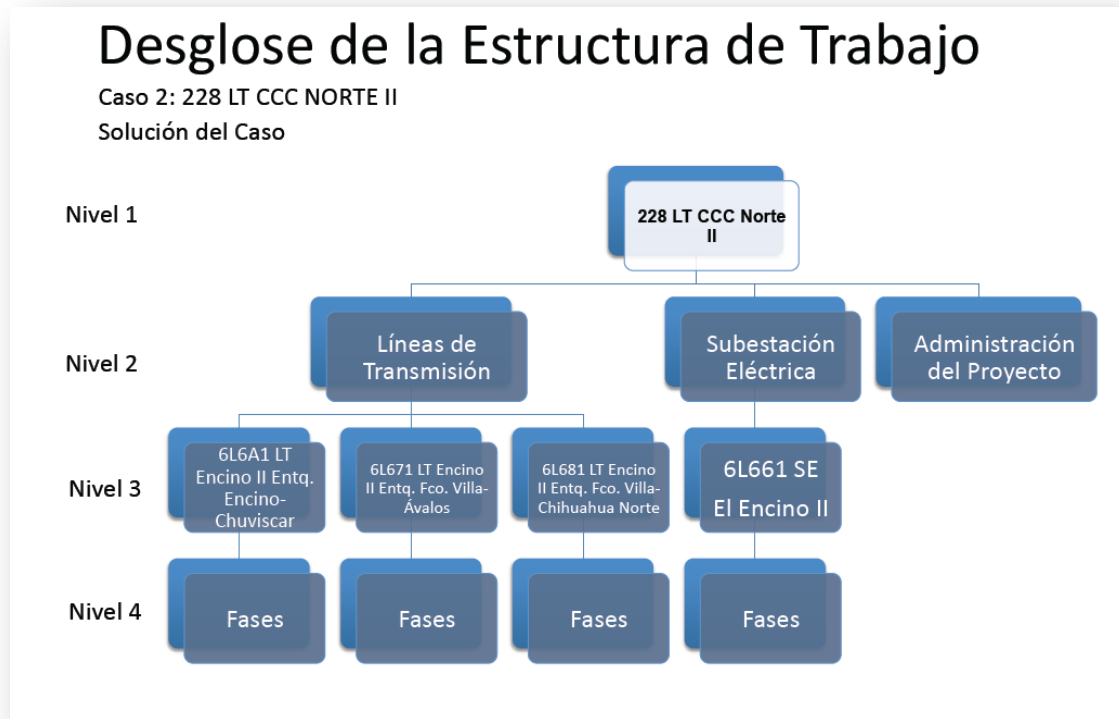


Figura 4.4 WBS (Estructura desglosada del trabajo)

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 22 Agosto de 2011

### 4.3.2.5 Microsoft Project

En estos últimos tiempos hemos visto la aparición de varias alternativas con respecto a los sistemas informáticos, cada vez son más las ventajas al contar con estos programas. Cuentan con mucha facilidad y flexibilidad; por lo cual da la posibilidad al usuario de utilizar este tipo de herramientas y ajustarse mejor a sus necesidades de trabajo.

**El Microsoft Project** es un Software para administración de proyectos, desarrollado y vendido por Microsoft el cual está creado para asistir a los administradores de proyectos en el diseño de planes, asignación de recursos a tareas, control de avances y análisis de cargas de trabajo. La primera versión de Microsoft Project fue lanzada en 1984 para DOS ("sistema operativo de disco"). En 1985 se liberó la versión 2 y en 1990 fue liberada la primera versión para Windows.

La aplicación crea calendarización de rutas críticas, además de cadenas críticas y metodología de eventos en cadena disponibles como añadir complementos de terceros. Los calendarios pueden ser gráficas visualizadas en un Diagrama de Gantt. Adicionalmente, Project puede reconocer diferentes clases de usuarios, los cuales pueden contar con distintos niveles de acceso a proyectos, vistas y otros datos. Los objetos personalizables como calendarios, vistas, tablas, filtros y campos, son almacenados en un servidor que comparte la información a todos los usuarios.

Podríamos mencionar que, en cuanto al uso en Microsoft Project, los tres factores que conforman cada proyecto son:

- Tiempo: el tiempo para completar el proyecto, que se refleja en la programación del mismo.
- Dinero: el presupuesto del proyecto, que se basa en el costo de los recursos; personas, equipamiento y materiales necesarios para realizar las tareas.
- Ámbito: los objetivos y las tareas del proyecto, así como el trabajo necesario para realizarlos.

Este trío de tiempo, dinero y ámbito forman el triángulo del proyecto. Al ajustar uno de estos elementos se ven afectados los otros dos. Aunque los tres elementos son importantes, normalmente uno de ellos tendrá más influencia en el proyecto. La relación entre estos elementos difiere de un proyecto a otro, y determina la clase de problemas que encontrará y las soluciones que puede implementar. Se sabe dónde se encontrarán delimitaciones y dónde podría ser flexible, le será más fácil planear y administrar el proyecto.

MS Project almacena los detalles acerca del proyecto en su base de datos. Utiliza esa información para calcular y controlar la programación, los costos y otros elementos del proyecto, mediante la creación de un plan, sin embargo más información se proporcione, más preciso será el plan.

Como si se tratara de una hoja de cálculo, Microsoft Project muestra los resultados de los cálculos inmediatamente. Pero el plan del proyecto no se crea mientras no se introduce la información esencial acerca de todas las tareas. Sólo entonces se verá cuándo finalizará el proyecto o las fechas en las que están programadas las tareas. Microsoft Project coloca la información que se introduce y la que calcula en campos que contienen tipos de información específicos, como nombres o duraciones de tareas. Que generalmente cada campo aparece en una columna. La base de datos del proyecto contiene gran cantidad de información, pero en un momento dado sólo necesita una parte de la misma.

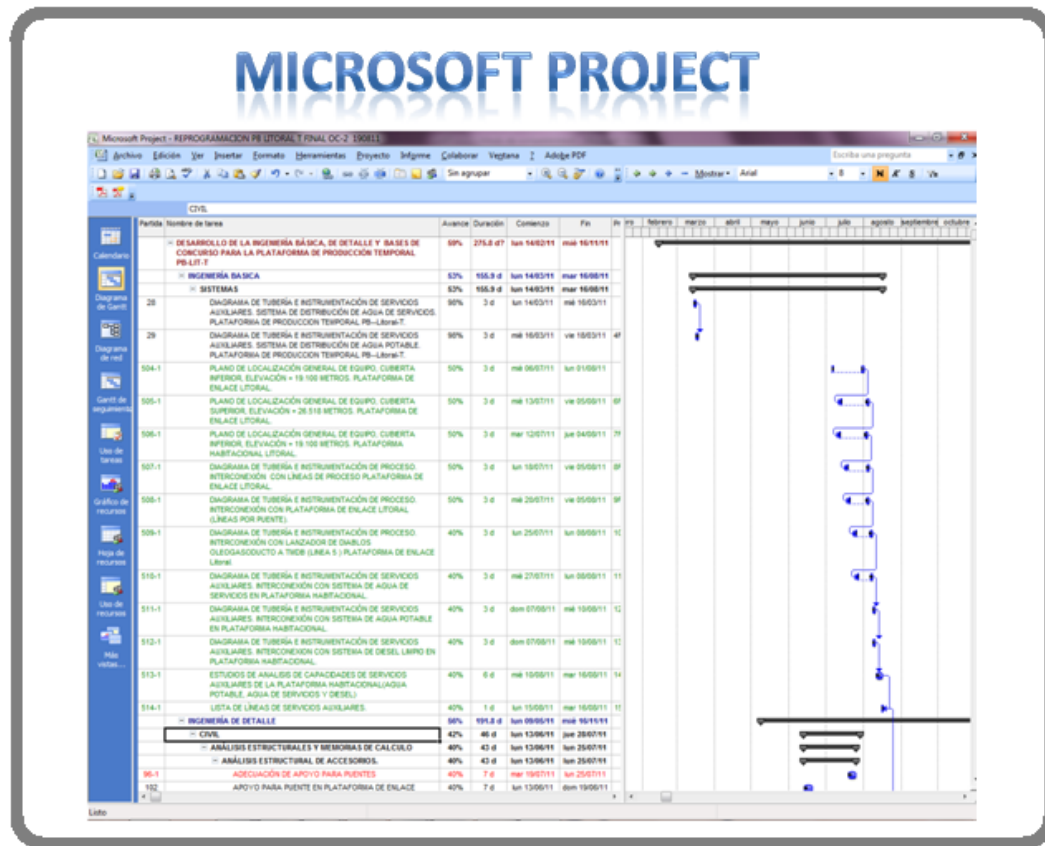


Figura 4.5 Microsoft Project

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 12 Junio de 2011

Por el otro lado el siempre voraz Microsoft sacó al mercado su MS Project en 1987 siendo un subproducto interno de planificación de proyecto, tiene unas características muy interesantes. Por lo pronto sus datos son compatibles totalmente en entorno Windows con lo que se pueden llevar a cualquier suite del grupo MS o cualquiera compatible de manera sencilla (a modo de ejemplo Primavera 3.1 solo permite extraer en Lotus). Puede que esta bondad solo sea el reflejo de la situación prácticamente monopolista de MS Office en las suites de oficina. El manejo de Ms Project es tan obvio y sencillo que ha llevado incluso a banalizar la tarea de planificar los trabajos pero por encima de ello hace que el planificar sea sencillo (aunque en general se emplee bastante mal y solo para hacer Gantt).

#### 4.3.2.6 CA-Súper Project

De la Asociación Internacional de Computación se tiene el CA-Súper Project el cual, es un paquete muy popular, en particular entre aquellos que administran una red de proyectos en toda la empresa, los que trabajan en un ambiente Unix o Windows y los que necesitan características avanzadas. El paquete respalda hasta 16000 tareas por proyectos y muchos usuarios lo clasifican como un excelente software para proyectos tanto de gran como de pequeña escala, el cual puede crear y consolidar múltiples archivos, proporciona entradas, múltiples niveles mediante contraseña para los usuarios de la red, llevan a cabo al análisis de probabilidad PERT además contiene un algoritmo nivelador de recursos que permite dar preferencia a las tareas de mayor prioridad cuando sea necesario. Su principal debilidad, que se debe solucionar en edición futura, es su interface con el usuario, que no es tan fácil de utilizar como en otros paquetes.

##### **Project Scheduler:**

Vendido por Scitor Corp., Project Scheduler es un paquete de programa de computación para la administración de proyectos, es fácil de usar con base en Windows. Proporciona todas las características tradicionales de la administración de proyectos con una interface gráfica bien diseñada. Las características de presentación de información son, la gráfica de Gantt [que utiliza varios colores para distinguir las tareas críticas], la holgura positiva y la negativa, las tareas terminadas y las que están en proceso. Los vínculos entre varias tareas se pueden añadir con facilidad en forma gráficas, así como las modificaciones a las duraciones de tareas. La fijación de prioridades para los recursos y los algoritmos para la nivelación de recursos son muy efectivos, los proyectos múltiples y los de gran escala se manejan con facilidad y los vínculos con base de datos externos son magníficos. Algunas debilidades de Project Scheduler son su limitada ayuda y documentación en línea, así como sus características de correo electrónico; sin embargo, estas podrían mejorar en ediciones futuras.

#### 4.3.2.7 Primavera Project Planner

Primavera Systems, Inc. fue fundada mayo 1983 por Joel Koppelman y Faris Dick. Se trataba de una empresa privada con sede en Pennsylvania (EE.UU.) que se desarrolló de la mejor clase de software de soluciones para la Gestión de Proyectos del mercado. El 01 de enero 2009 Oracle Corporation tuvo la propiedad legal de Primavera.

Primavera ha sido llamado a ser uno de los líderes de la tecnología para Proyectos de Gestión en investigaciones documentales por Forrester. Con más de 450,000 usuarios en más de 60,000 empresas se ha afirmado como el actual líder del mercado mundial, principalmente debido a su reciente adquisición de Pertmaster y Prosight en diciembre de 2006.

Primavera Project Manager es un método de ruta crítica (CPM) y herramienta de programación. Esta herramienta se refiere a menudo como Primavera P3/5/6 dependiendo de la versión y es utilizado diariamente por muchas empresas de la construcción.

El 8 de octubre de 2008, Oracle Corporation anunció que ha firmado un acuerdo para adquirir el Primavera. Antes de que el acuerdo se cerró, cada empresa funciona de forma independiente.

El primero de los paquetes creados fue el, Primavera Project Planner el cual es un programa muy al estilo MS DOS, que a fin de cuentas todo es manejo de datos de tareas y fechas con unos cálculos matemáticos sencillos pero múltiples a realizar. Este software da la sensación de ser complejo y difícil, aunque su dificultad disminuye desde la versión 5.0. (Esto es tan así que parece que la piedra de toque del planificador es su "buen uso" de Primavera Project Planner)

Se hace difícil el cambio de formatos, hacer filtros, cambiar datos o relaciones, y no por su complejidad sino porque el tiempo que tarda, dado que la forma resulta complicada, en lo que se gasta paciencia, y tiempo. Evidentemente la potencia del programa y su capacidad para manejar millones de datos: se habla de programas –schedule- de más de veinticinco mil tareas y portafolios de varios proyectos de este tipo, lo que permite justificar su empleo como software de referencia.

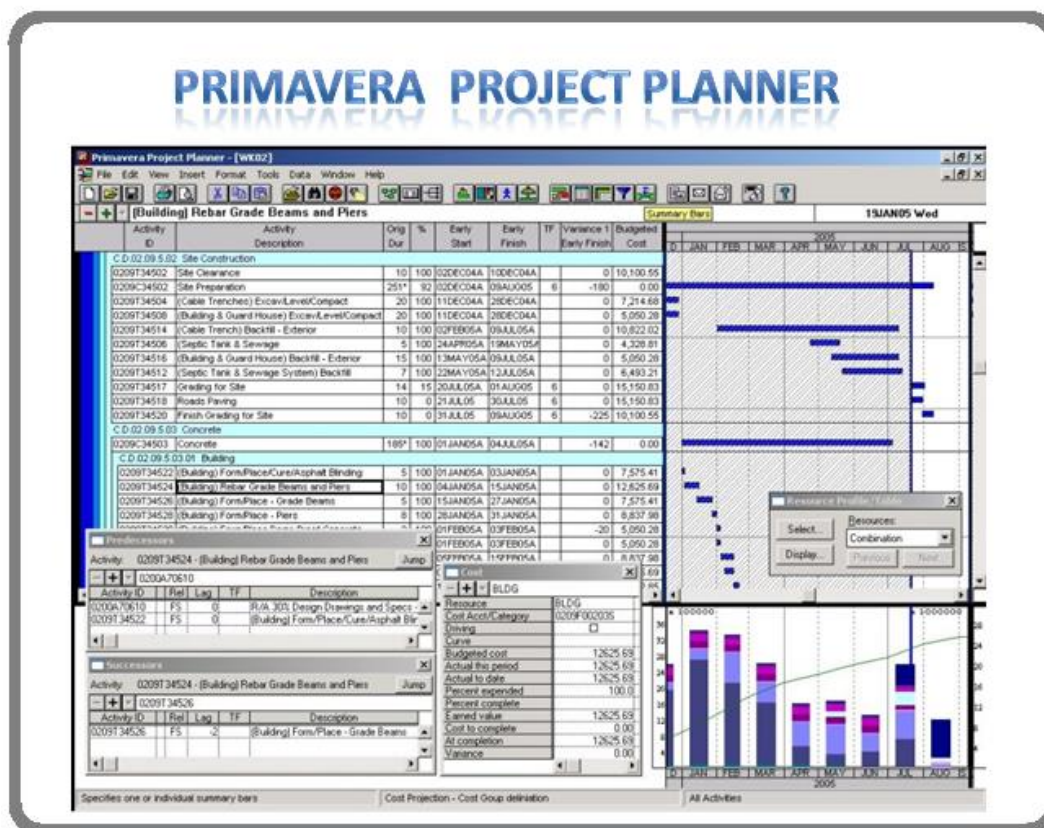


Figura 4.6 Primavera Project Planner

Fuente: <http://ingenieria-unc.blogspot.mx/2010/06/programa-primavera-para-gerencia-de.html>  
Fecha: 9:00 A.M. 25 Junio de de 2011

### 4.3.2.8 Ventajas

Microsoft Project Professional 2010 ofrece una forma potente y visualmente mejorada de administrar una amplia gama de proyectos y de programas eficazmente. Mediante una experiencia novedosa e intuitiva, esta solución proporciona las herramientas de planeación, administración y colaboración empresarial, de personas y de equipos necesarios para cumplir con los plazos de entrega cruciales o elegir los recursos adecuados para un equipo, entre otros objetivos, tenemos:

- Mayor facilidad para ver y compartir  
Gracias a la nueva y mejorada vista de calendario, se tendrá una visión más clara de las tareas, las fechas clave y las fases de un proyecto o programa. Con las paletas de colores y los efectos de texto ampliados logrará una visibilidad eficaz del calendario para ver y compartir las fechas clave y los plazos de entrega.
- Mayor y mejor productividad  
Los nuevos menús gráficos basados en tareas con funciones esenciales y ya conocidas facilitan la creación y administración de proyectos. Si combina una herramienta de uso fácil como Microsoft Excel y el potente motor de programación de Project, con Project Professional 2010 se tendrá el control absoluto de todos los procesos.
- Vista rápida de la administración de recursos  
Si se dispone de las personas y de los recursos adecuados: planear de forma eficaz las tareas del su equipo y proyecto con tan solo arrastrar y soltar. Identificar y resolver rápidamente las tareas sin programar o sin asignar y además de que puede detectar posibles problemas de un solo vistazo.

Ms Project permite cálculos internos que con la ayuda de programación pueden convertirse en complejos y tiene casi las mismas herramientas que Primavera con la ventaja añadida que su coste es, al menos diez veces menor.

Es cierto que las posibilidades de trabajo en grupo, de jerarquización de información o de “ser el software oficial” de planeación y gestión de proyectos favorecen a Primavera Project Planner pero las diferencias cada día son menores. En el fondo, y por encima de uno u otro programa, se aprecia como el concepto de ambos es diferente: Primavera alberga un concepto de software propietario mucho más cerrado que MS Project.

El horizonte, el futuro, es que estos programas y muchos más sean accesibles en internet y su empleo sea libre y amplio, todavía no estamos en esa tesitura pero no habrá de esperar mucho. Mientras tanto observamos como dos dinosaurios viven y viven bien en la era de los web 2.0 y lo social siendo ellos, Primavera un poco más y Ms Project un poco menos, modelos de programa antiguos.



## 4.4 Criterios para la selección de las herramientas

### 4.4.1 Características de los proyectos

Podemos sintetizar características citadas en los puntos mencionados como sigue:

1. Son esfuerzos complejos, orientados a obtener resultados específicos en un tiempo determinado y con un presupuesto establecido y requieren de actividades interdisciplinarias y muchas veces conflictivas.
2. Un proyecto puede ser visto como el proceso total requerido para la elaboración de un producto, una nueva planta o sistema.
3. El ciclo de vida de un proyecto tiene un comienzo y un final identificables, los cuales pueden asociarse a una escala de tiempo. El proyecto pasa a través de varias etapas conforme avanza. Son únicos y no completamente repetitivos de alguno realizado anteriormente.

Las características del proyecto cambian en cada fase del ciclo. En cada fase sucesiva del proyecto se crean nuevos y/o diferentes intermedios. La velocidad con que se utilizan los recursos suele cambiar, incrementándose usualmente conforme avanza el proyecto, aunque disminuye cuando éste se acerca a su terminación. En la terminación de cada una de las etapas del proyecto se prevé una revisión con objeto de determinar si se continúa con la siguiente etapa, o bien, se modifica la etapa anterior o inclusive la cancelación del proyecto.

La incertidumbre con relación al tiempo y costo de terminación disminuye conforme avanza el proyecto y esto será más predecible conforme mejor planeación y control se tenga.

También se tienen etapas conflictivas como son; sobrecargas, terminaciones tardías, baja calidad, incumplimiento de algunos objetivos, inicio tardío de actividades, mala planeación de actividades, etc. Los conflictos aumentan conforme el proyecto se acerca a la etapa de terminación.

### 4.4.2 Entidad tamaño y alcance

Recordemos que un proyecto es un evento importante y que supone un esfuerzo notable para la entidad que lo acomete, dado que muchas veces requiere cuantiosas inversiones y al mismo tiempo está encaminada a producir un resultado de gran magnitud y efectos posiblemente trascendentes para la empresa e incluso para la sociedad en conjunto. Pero cada proyecto por si solo es importante desde el momento en que es catalogado como tal. Es evidente que ningún proyecto es igual a otro aun cuando este sea del mismo tipo; siempre existirá algún distintivo ya sea en su tamaño, su alcance o ambos que lo caracterizarán como único.

### 4.4.3 Medios y recursos

Cuando un proyecto está encaminado a la realización de una obra relevante requiere de la aportación de recursos importantes en calidad y cantidad, tanto humanos, como materiales y económicos. Al margen de la cantidad y el costo económico de los recursos a emplear, lo que depende del tamaño de cada proyecto concreto, es especialmente importante, hacer uso de cada uno de los recursos con cautela y dinamismo coordinando estricta pero armoniosamente cada uno de ellos aun cuando se crea que su aportación sea insignificante; ya que la dificultad de un proyecto no estriba necesariamente en su tamaño, si no en el manejo que se haga de sus medios.

### 4.4.4 Discontinuidad

Una de los aspectos inherentes al concepto de proyecto es la discontinuidad en el tipo de actividades que en él se ejercen. Un proyecto por definición, tiene un periodo de vida finito y está constituido, entre otras cosas, por un conjunto de tareas consideradas como únicas y que no tienen carácter repetitivo mismo que la atribuye como una operación especial que siempre produce un cambio importante y que suele tener un carácter de excepcionalidad.

Si bien es cierto; existen empresas que trabajan con proyectos permanente y constantemente; como es el caso de la construcción y la ingeniería, en donde hay obras similares pero, al mismo tiempo, cada una de ellas presenta notables diferencias, su localización cambia, la tecnología evoluciona, las circunstancias varían de un caso a otro, las exigencias del cliente no son las mismas. En definitiva no hay dos obras iguales; cada proyecto es diferente.

Ésta discontinuidad del proyecto no es solo una nota diferencial frente a las actividades continuas sino que es uno de los aspectos que con más fuerza obliga a establecer mecanismos de gestión específicos, dinámicos y adaptados para tratar de asegurar el éxito de su ejecución ya que no debemos de perder de vista que todo proyecto está destinado a finalizar en un plazo predeterminado, consistiendo dicha finalización en la entrega de la obra a la entidad que se va a encargar de su disfrute o explotación posterior y cualquier contratiempo puede retrasar o incluso arruinar la obra.

### 4.4.5 Dinamismo y Evolución

La Administración de proyectos se encuentra en constante evolución y se caracteriza por tener un notable dinamismo derivado de su carácter de operación inusual tendiente a crear y/o desarrollar algo nuevo. A diferencia de los trabajos continuos, que pueden llegar a ser más estables y rutinarios, un proyecto se encuentra siempre en constante movimiento y ello requiere un mayor dinamismo y agilidad por parte de cuantos trabajan en él, ya que los imprevistos están a la orden del día e implican la incorporación de nuevos recursos o el retiro

de otros que ya han cumplido su tarea, se terminan fases parciales o se acometen otras nuevas, etc. En definitiva se vive en una situación de inestabilidad y cambio permanente, con frecuentes transformaciones y con momentos en que se requiere un ritmo de actividad casi frenético.

#### **4.4.6 Irreversibilidad**

A lo largo de la vida de un proyecto es necesario tomar muchas decisiones para hacer progresar y avanzar el proyecto pero esas decisiones son generalmente irreversibles o, al menos, con grado mayor de Irreversibilidad que las decisiones que suelen adoptarse en las actividades continuas. En algunos casos la decisión puede no ser tan irreversible pero la marcha atrás suele hacerse a costa de importantes prejuicios económicos o en determinado plazos de terminación del proyecto. A estos efectos es indiferente que la decisión adoptada fuese o no técnicamente correcta. El hecho de tener que modificarla y adoptar una nueva ó diferente es en todo caso un grave revés, cuando no entraña consecuencias dramáticas para el proyecto o toda la empresa.

#### **4.4.7 Influencias externas**

Es muy frecuente en todo el mundo, sobre todo si se trata de operaciones de gran envergadura, que el proyecto esté sometido a fuertes influencias que el entorno social, político o económico ejercen, de forma que los responsables de su ejecución pueden verse incapaces de dominar algunas de las variables que resultan esenciales para el éxito del proyecto aun cuando la forma de trabajado haya sido la correcta técnicamente. Esta es una variable que muchas veces se encuentra fuera del alcance del líder de proyecto para resolverlas, pero aun así se debe de buscar las alternativas y/o posibles soluciones para mitigar estos conflictos.

#### **4.4.8 Riesgo**

De todo lo que se habló anteriormente es fácil deducir que algunos proyectos suponen un fuerte riesgo, económico, técnico o de otra naturaleza, cuando sometidos a contingencias difícilmente controlables e incluso arriesgadas afectan su desarrollo. Si el proyecto es trascendental, su gestión resulta compleja, es inusual y está sometido a fuertes influencias externas, no es de extrañar que pueden finalizar en ocasiones en un fracaso estrepitoso y, frecuentemente lejos de alcanzar las metas de resultado, costo o plazo previsto.

De las características que se han citado se deduce que todas las empresas y administraciones tienen que acometer proyectos, sin perjuicio de que una gran parte de sus trabajos se refieran al desarrollo de actividades de naturaleza continua. Todas las empresas emprenden con mayor o menor frecuencia proyectos con todas las características aquí citadas. Para algunas de ellas el proyecto tendrá un carácter más excepcional; para otras trabajar con proyectos es algo inherente a su actividad principal, pero la gestión de proyectos no es algo restringido al ámbito de las empresas constructoras o de ingeniería, como lo es IMP, sino que es un conjunto de

métodos de gestión que toda empresa ha de emplear cuando se enfrenta a operaciones singulares si no quiere verse enfrentada a fracasos que pueden tener consecuencias fatales.

# CAPÍTULO 5

## APLICACIÓN PRÁCTICA

## 5. APLICACIÓN PRÁCTICA

### 5.1 CASO DE NEGOCIO

Desarrollo de la ingeniería básica, de detalle y bases de concurso para una plataforma de producción marina (tetrapódo).

#### 5.1.1 Antecedentes

Actualmente se tienen campos petroleros produciendo con alta contrapresión, debido a esto, se determinaron las estrategias para el manejo de la producción alineado con la incorporación de nuevas reservas.

Una de las estrategias es el plan emergente, para incrementar la producción de aceite en el corto plazo, disminuir la contrapresión de los campos en la Sonda de Campeche y mejorar el transporte hasta los centros de proceso. Para esto se contempla instalar una Plataforma de Producción con equipo de separación, en un periodo tal que se tengan beneficios antes de instalar el Centro de Proceso, documentado por la incorporación de nuevos campos productores de gas y condensados y de campos existentes por explotar.

Esta plataforma recibirá la mezcla de aceite y gas de los campos de la Sonda de Campeche para su separación y contará con la capacidad de espacio y peso para recibir los servicios auxiliares y algunas llegadas de ductos a futuro.

La plataforma de Producción, tendrá instalada una batería de separación de aceite y gas, para la producción que llega de los campos de la Sonda de Campeche. La separación de la mezcla se realizará a 35 kg/cm<sup>2</sup> lo que ayudará a reducir la contrapresión de estos campos. Con la separación de la mezcla gas aceite se enviara el aceite separado hacia la una terminal marítima por Línea-4 y por otro lado el gas separado se enviará a la terminal marítima por Línea-5.

El propósito de contar con la Plataforma de Producción es para optimizar el manejo y distribución de los hidrocarburos de los campos de menor presión, en un periodo antes de que el Centro de Proceso entre en operación. Es una solución a la falta de capacidad para el manejo de la mezcla de baja presión, evitando con esto, el represionamiento de los ductos como consecuencia de la incorporación de mayor producción. Además se contará con la energía suficiente para enviar los fluidos separados hacia la terminal marítima.

Se emplearán las normas, códigos y especificaciones nacionales e internacionales utilizadas en la industria petrolera, así como las bases de usuario, los criterios de diseño convencionales empleados para este tipo de instalaciones.

La información que se deberá tener para el desarrollo de la ingeniería será la siguiente:

- Bases de Usuario finales aprobadas, incluyendo composición de la mezcla de hidrocarburos de la plataforma de producción y condiciones operativas.
- Estudio de mecánica de suelos de la localización de la plataforma de enlace y habitacional.
- Información técnica referente a la ubicación de la plataforma de producción (tirante de agua, coordenadas UTM, orientación geográfica).
- Plano de localización de la nueva plataforma en el que se indique la llegada de los ductos ascendentes y sus características.
- Características de las barcazas que serán empleadas en el diseño de las maniobras de carga y transportación.
- Características del barco grúa instalador.
- Características de martillos para hincado de pilotes.
- Planos de localización y diagramas de tubería e instrumentación de la plataforma de Enlace y Habitacional.

### 5.1.2 Identificación de la necesidad

Es necesario realizar el desarrollo de la Ingeniería Básica y de Detalle para la Plataforma de Producción.

- Contando con la elaboración de los Análisis de Riesgos
- Elaboración de procedimiento de operación de la plataforma de producción.
- Elaboración de las bases técnicas de concurso, para que realice la licitación correspondiente y llevar a cabo el proceso de Procura y Construcción.

## 5.2 Definición del Proyecto

### 5.2.1 Alcance

- Desarrollo de la ingeniería básica, de detalle y bases técnicas de concurso de una plataforma tipo Tetrápodo convencional de producción y puente de enlace con la plataforma Enlace Litoral, con equipo de proceso de separación de aceite y gas, con capacidad para 200 Mbd de aceite y 300 MMpcd de gas.
- Se considera el diseño de la ingeniería básica del sistema de endulzamiento de gas con capacidad de 25 MMpcd, tipo membranas.

- Se considera el diseño de dos disparos con válvula y brida ciega en el cabezal de salida de gas del separador, para la interconexión futura de la alimentación del sistema de endulzamiento de gas y retorno de gases ácidos.
- Se considera el diseño, suministro e instalación de quemador de gas inclinado con apoyo en la estructura de la plataforma.
- Se consideran dentro del diseño que la energía eléctrica será suministrada desde la plataforma Habitacional a la plataforma de Producción.
- Se considera durante el desarrollo de ingeniería un motogenerador de energía eléctrica de respaldo, (durante el desarrollo se determinará la capacidad del equipo).
- Se considera la segregación de corrientes en la plataforma Enlace para independizar las llegadas de los campos de la sonda de Campeche a un nuevo cabezal de mezcla.
- Se considera el diseño cabezal de mezcla sonda de Campeche de Enlace para el proceso de separación.
- Se considera la interconexión del cabezal de mezcla de 24" existente en Enlace con el nuevo cabezal de mezcla.
- Se considera el desarrollo de ingeniería del puente de enlace entre las plataformas y Enlace, considerando los espacios suficientes y la capacidad de carga, para el tránsito del personal y para soportar los cabezales de proceso y servicios auxiliares sobre puentes.
- Se considera el diseño del cabezal general de aceite separado (oleoducto) sobre puente desde la plataforma de Producción a Enlace, incluye interconexión con Línea-4, con válvula de bloqueo y brida ciega en los límites de la plataforma de producción hacia la plataforma de producción permanente.
- Se considera el diseño de la salida de aceite del separador al cabezal general de aceite separado en la plataforma de Producción.
- Se considera el diseño de un cabezal general de gas de alta presión (90 Kg/cm<sup>2</sup>) sobre puente desde la plataforma de Producción a Enlace, incluye interconexión a Línea-5, con válvula y brida ciega en los límites de la plataforma producción hacia la plataforma de producción permanente.
- Se considera el diseño de un segundo cabezal general de gas de alta presión (90 Kg/cm<sup>2</sup>) sobre puente desde la plataforma de Producción a Enlace, incluye interconexión a Línea-263, con válvula y brida ciega en los límites de la plataforma de producción hacia la plataforma de producción permanente.
- Se considera el diseño, de la interconexión de la salida de gas del separador al cabezal general de gas que va hacia Línea-5 en la plataforma de Producción
- Se considera el diseño de dos cabezales de mezcla de alimentación de 36" (alta y media RGA) desde Enlace-Producción pasando sobre el puente, incluye brida ciega en ambos extremos para su interconexión y operación futura.



- Se considera el diseño de líneas de servicios auxiliares sobre puentes (agua potable, diesel, aguas negras, ductos eléctricos, ductos de telecomunicaciones) de la plataforma Habitacional a la plataforma de Producción.
- Se considera en el cabezal de salida de aceite del separador, un disparo disponible con válvula y brida ciega para enviar el aceite separado a la plataforma de Producción del Centro de Proceso Litoral a futuro.
- Se considera en el cabezal de salida de gas del separador, un disparo disponible con válvula y brida ciega para enviar el gas a la plataforma de compresión del Centro de Proceso a futuro.
- Se considera dentro del desarrollo de la ingeniería las válvulas de corte en las entradas y salidas de líneas.
- Se considera el reforzamiento y adecuación del área en Enlace, para instalar base y soportes de puente entre las plataformas y Enlace.
- Se considera dentro del desarrollo de la ingeniería el área y capacidad de carga en la plataforma de producción, para base y soportes de puentes entre plataforma de producción y plataforma de producción permanente a futuro.
- Se considera dentro del desarrollo de la ingeniería un pedestal para grúa de 40 Ton.
- Se considera el área y capacidad de carga en la plataforma producción para recibir cuatro trampas de 36" de ductos a futuro.
- Se considera dentro del desarrollo de la ingeniería, los siguientes sistemas paquetes y equipos auxiliares:
  - Sistema de suministro y distribución de energía eléctrica de la Plataforma Habitacional con equipo auxiliar.
  - Sistema de alumbrado.
  - Sistema de suministro y distribución de diesel desde la plataforma Habitacional.
  - Sistema de tierras y pararrayos.
  - Sistema de medición de aceite y gas.
  - Sistema de aire de plantas e instrumentos.
  - Sistema de almacenamiento e inyección de químicos.
  - Sistema digital de monitoreo y control.
  - Sistema de paro por emergencia.
  - Sistema de gas y fuego.
  - Sistema de voz y datos.
  - Sistema de intercomunicación y voceo.
  - Sistema de drenajes atmosférico.
  - Sistema de drenajes presurizados.
  - Sistema de agua contra incendio.
  - Sistema de suministro y distribución agua potable desde la plataforma Habitacional.
  - Sistema de suministro y distribución agua de servicios desde la plataforma Habitacional.

- Cuarto de control y sistema de aire acondicionado.
  - Equipo de maniobras.
  - Sistema de almacenamiento.
  - Seguridad e higiene industrial.
- 
- El equipo de medición debe ser basado en la tecnología coriólis para el caso de los líquidos y en la tecnología de presión diferencial a través de placa de orificio para el caso de gas, con la finalidad de cumplir con las nuevas regulaciones de la CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos) referente a la quema y venteo de gas.
  - La firma de ingeniería realizará un estudio de Identificación de Peligros (HazOp) y uno más de análisis de consecuencias específico para la plataforma de producción temporal, para lo cual el IMP se enfocará en la identificación de peligros de la plataforma de referencia
  - Análisis de consecuencias, determinar las posibles consecuencias de un accidente o grupo de accidentes durante el ciclo de vida de una instalación. Un accidente en la operación de una instalación generalmente implica la emisión o vertido de material de proceso al medio Ambiente.
  - Se realizará el estudio para definir el nivel de integridad de seguridad de los sistemas instrumentados de seguridad de acuerdo a lo establecido en la norma NRF-045-PEMEX-2002.
  - Se considera la elaboración de procedimientos de operación de la plataforma.
  - Se considera el plan de control ambiental fase ingeniería (PCAI).
  - Libro del proyecto.
  - Integración del paquete tecnológico del proceso.

### 5.2.1.2 Ingeniería básica

Las especialidades participantes en el desarrollo de la ingeniería de básica son; Ingeniería de proceso e Ingeniería de sistemas y sus actividades a realizar son las siguientes:

#### Ingeniería de proceso

- Balance de materia y energía e información complementaria de sistema de endulzamiento de gas
- Balance de materia y energía e información complementaria sistema de separación de aceite y gas
- Criterios de diseño
- Criterios de diseño

- Diagrama de flujo de proceso sistema de endulzamiento de gas
- Diagrama de flujo de proceso sistema de separación de aceite y gas
- Especificación y cuestionario técnico del separador de primera etapa
- Especificación y cuestionario técnico del sistema de endulzamiento de gas
- Filosofías básicas de operación
- Hoja de datos del antiespumante
- Hoja de datos del inhibidor de corrosión
- Hoja de datos separador de primera etapa
- Lista de equipo
- Requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos
- Análisis hidráulico de los ductos de transporte
- Especificación y cuestionario técnico planta de tratamiento de aguas amargas y aceitosas

### Ingeniería de sistemas

- Descripción lógica operacional
- Plano de notas generales, leyendas y símbolos.
- Plano de localización general de equipo, plataforma de producción, cubierta inferior, elevación 19.100 metros.
- Plano de localización general de equipo, plataforma de producción, cubierta superior, elevación 27.939 metros.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de endulzamiento de gas. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de endulzamiento de gas. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de gas combustible. Plataforma de producción temporal
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de medición de aceite. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de medición de gas. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de regeneración. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de proceso. Sistema de separación de aceite y gas. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de aire de planta e instrumentos. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de almacenamiento de diesel limpio. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de almacenamiento de diesel sucio. Plataforma de producción.

- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de almacenamiento e inyección de químicos. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de distribución de agua de servicios. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de distribución de agua potable. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de distribución de aire de planta e instrumentos. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de drenajes de agua pluvial y drenajes atmosféricos. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de drenajes presurizados. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de tratamiento de aguas aceitosas. Plataforma de producción.
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de desfogue. Plataforma de producción
- Especificación técnica y cuestionario técnico de quemador
- Especificación técnica y cuestionario técnico de boquillas de inyección de químicos.
- Especificación técnica y cuestionario técnico de filtros de servicios.
- Especificación técnica y cuestionario técnico de planta de tratamiento de aguas aceitosas
- Especificación técnica y cuestionario técnico de planta de tratamiento de aguas negras.
- Especificación técnica y cuestionario técnico de válvulas de seguridad.
- Hoja de datos boquillas de inyección de químicos.
- Hoja de datos del quemador
- Hojas de datos, bombas (diesel e inyección de químicos).
- Hojas de datos, filtros de servicios.
- Hojas de datos, recipientes de servicios.
- Hojas de datos, válvulas de control de nivel, presión y flujo.
- Hojas de datos, válvulas de seguridad.
- Hoja de datos del tanque de desfogue
- Índice de servicios (clasificación de materiales de tubería por servicio).
- Lista de líneas de proceso.
- Lista de líneas de servicios auxiliares.
- Memoria de cálculo de líneas de proceso.
- Memoria de cálculo de líneas de servicios.
- Memoria de cálculo de válvulas de control y válvulas de seguridad.
- Memoria de cálculo del sistema de desfogue

- Estudio de radiación
- Sumario de equipo (lista de pesos)
- Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares. Sistema de tratamiento de aguas negras. Plataforma de producción.

### 5.2.1.3 Ingeniería de detalle

Las especialidades participantes en el desarrollo de la ingeniería de detalle son:

Ingeniería civil, Ingeniería de instrumentación, Ingeniería de recipientes, Ingeniería mecánica (aire acondicionado y equipo dinámico), Ingeniería eléctrica, Ingeniería de tuberías, Ingeniería de Flexibilidad y soportaría de tuberías, Arquitectura, Ingeniería de seguridad industrial e Ingeniería de telecomunicaciones, Análisis de riesgo, Ingeniería ambiental y Administración de proyectos y sus actividades a realizar son las siguientes:

#### Ingeniería civil

- Análisis estructurales y memorias de cálculo
- Análisis "in situ" por operación y tormenta
- Análisis por operación y tormenta
- Modelación interacción suelo-estructura
- Revisión esfuerzos y fs en pilotes
- Revisión por hincado de pilotes
- Análisis de operación y tormenta puente
- Análisis de operación y tormenta cuarto de control eléctrico 8.00 x 7.00
- Análisis complementarios "in situ"
- Resistencia última por oleaje
- Sismo (resistencia y ductilidad)
- Fatiga
- Modelación de la interacción suelo-estructura para los 3 análisis complementarios
- Análisis de abandono seguro y de placa base
- Análisis de la placa base (interacción suelo estructura, estabilidad previa al hincado y análisis estructural)
- Análisis de arrastre, carga, transporte e instalación
- Arrastre y carga a la barcaza de subestructura
- Arrastre y carga a la barcaza de superestructura
- Arrastre y carga a la barcaza de puente
- Arrastre y carga a la barcaza de cuarto de control
- Transportación de subestructura

- Transportación de superestructura
- Transportación de pilotes
- Transportación de puente
- Transportación de cuarto de control
- Izaje de subestructura
- Izaje de superestructura
- Izaje de puente
- Izaje de cuarto de control eléctrico 8.00 x 7.00
- Análisis estructural de accesorios.
- Orejas para arrastre y carga a la barcaza de subestructura
- Orejas para arrastre y carga a la barcaza de superestructura
- Orejas de izaje de subestructura
- Orejas de izaje de superestructura
- Orejas de izaje de puente
- Orejas de izaje de cuarto de control eléctrico
- Protección catódica
- Pedestal de la grúa
- Soporte de la (s) cápsula (s) de salvamento
- Trabe carril
- Apoyo de puente (s)
- Atracadero (s)
- Defensas de ductos
- Defensas de plataforma (selección y especificación)
- Subnivel (es). Revisión local
- Apoyos para quemador inclinado
- Apoyo para puente en plataforma de enlace
- Dibujos estructurales
- Plano de notas generales y lista de planos
- Plano de arreglo general y coordenadas tetrápodo y puente
- Planos generales de superestructura
- Planos generales de superestructura
- Marco eje a y b dimensiones y secciones
- Marco eje 1 y 2 dimensiones y secciones
- Planta estructural de cubierta en elev. +26.747, acero principal y sistema de piso
- Cubierta en elev. +26.747, arreglo de rejilla y barandales
- Planta estructural, cubierta en elev. +26.747, conexiones y detalles
- Planta estructural, cubierta en elev. +19.100, acero principal y sistema de piso

- Cubierta en elev. +19.100, arreglo de rejilla y barandales
- Cubierta en elev. +19.100, conexiones y detalles
- Placas rigidizadoras y conos de acoplamiento
- Superestructura, detalles de soldaduras
- Apoyo para puente a enlace, arreglo general y detalles
- Apoyo para puente a producción (pb-lit-a), arreglo general y detalles
- Superestructura, orejas de izaje, elevaciones, cortes y detalles
- Escalera fija entre cubiertas en elevaciones (+)19.100 y (+)26.747, arreglo general
- Escalera fija entre cubiertas en elevaciones (+)19.100 y (+)26.747, conexiones y detalles
- Pedestal de grúa, arreglo general
- Pedestal de grúa, escaleras y plataformas de acceso
- Pedestal de grúa, apoyo de pluma, cortes y detalles
- Camisas para bombas, elevaciones, conexiones y detalles
- Grúa viajera para area de bombas, elevaciones, conexiones y detalles
- Grúa viajera para area de turbogeneradores, elevaciones, conexiones y detalles
- Apoyo para cápsula de salvamento, elevaciones, conexiones y detalles
- Estructura de apoyo para equipo de aire acondicionado, elevaciones, conexiones y detalles
- Estructura de apoyo para quemador inclinado
- Subnivel 1 en elevación +15.550, plantas, cortes y elevaciones
- Subnivel 2 en elevación +15.550, plantas, cortes y elevaciones
- Plataformas para operación de válvulas, plantas, cortes y elevaciones
- Plataformas para operación de instrumentos, plantas, cortes y elevaciones
- Planos generales de subestructura
- Marco eje 1 y 2, dimensiones y secciones
- Marco eje a y b, dimensiones y secciones
- Plantas estructurales en elevs. +6.096 y -7.199
- Planta estructural en elev. -26.200
- Dibujos de detalles, accesorios de subestructura
- Pasillos y barandales en elev. +6.096
- Conexión de pilotes a subestructura y centradores de pilotes
- Preparación de juntas tubulares
- Defensas tipo, arreglo general
- Placa base para apoyo en lecho marino, planta y detalles
- Pilotes eje 1, arreglo general, cortes y detalles
- Pilotes eje 2, arreglo general, cortes y detalles
- Sistema de protección catódica a base de anodos de sacrificio
- Orejas de izaje, cortes y detalles

- Camisas para bombas, elevaciones, conexiones y detalles
- Atracadero, plantas y elevaciones
- Atracadero, conexiones y detalles
- Defensa para ducto ascendente, arreglo general
- Defensa para ducto ascendente, conexiones y detalles
- Dibujos de puente entrea enlace y pb-lit-t
- Arreglo general, plantas, elevaciones, cortes y detalles
- Pasillos y barandales, cortes y detalles
- Apoyo fijo y movil, plantas, elevaciones y detalles
- Orejas de izaje y contraflecha, planta, elevaciones y detalles
- Detalles de soldadura en conexiones tubulares y notas generales
- Planos cuarto de control
- Cuarto de control, plantas y elevaciones
- Cuarto de control, conexiones y detalles
- Planos de maniobras de instalación y seguros marinos subestructura
- Subestructura h=26.40m., obra falsa para arrastre, plantas, cortes y detalles
- Aseguramiento de subestructura y pilotes, arreglo general y elevaciones
- Aseguramiento de subestructura y pilotes, cortes y detalles
- Mesa de estrobos en elevacion +6.096 m, planta, cortes y detalles
- Secuencia de posicionamiento vertical
- Planos de maniobras de instalación y seguros marinos superestructura
- Base de deslizamiento, arreglo general
- Aseguramiento para transportación, arreglo general, cortes y detalles
- Planos de maniobras de instalación y seguros marinos puente
- Base de deslizamiento, arreglo general
- Aseguramiento para transportación, arreglo general, cortes y detalles
- Planos de maniobras de instalación y seguros cuarto de control
- Base de deslizamiento, arreglo general
- Aseguramiento para transportación, arreglo general, cortes y detalles
- Trípode para quemador
- Análisis de operación y tormenta
- Análisis de sismo
- Análisis de fatiga
- Análisis de resistencia última
- Generación de tarjeta de suelos y diseño de pilotes
- Modelación interacción suelo-estructura
- Revisión esfuerzos y fs en pilotes



- Revisión por hincado de pilotes
- Protección catódica tri-(pb-lit-t)-catodica tripode-mc-g-20
- Puente 2 entre pb-lit-t y quemador
- Análisis de operación y tormenta y contraflecha
- Trípode para quemador
- Superestructura. izaje y diseño de oreja de izaje
- Subestructura. izaje horizontal y diseño de oreja de izaje
- Subestructura. Posicionamiento vertical
- Subestructura. Estabilidad previa al hincado y revisión estructural de placa base
- Análisis de carga: subestructura, superestructura, pilotes
- Análisis de transportación: subestructura, superestructura, pilotes y diseño de seguros marinos
- Puente 2 entre y quemador
- Análisis de carga a la barcaza
- Análisis de transportación y diseño de seguros marinos
- Análisis de izaje y diseño de orejas de izaje
- Subestructura tripode para quemador
- Subestructura h=26.20 m,marcos estructurales tipo, dimensiones y secciones
- Subestructura h=26.20 m,plantas estructurales dimensiones y detalles
- Subestructura h=26.20 m,placa base de apoyo en lecho marino
- Subestructura h=26.20 m,defensa de piernas
- Subestructura h=26.20 m, arreglo general de pilotes
- Subestructura h=26.20 m, conexiones sub-super pilotes y centradores
- Subestructura h=26.20 m, sistema de protección catódica
- Subestructura h=26.20 m, orejas de izaje, horizontal, arreglo general cortes y detalles subestructura h=26.20 m, orejas de izaje,horizontal, arreglo general cortes y detalles
- Superestructura tripode para quemador
- Superestructura, plantas y elevaciones
- Superestructura, conexiones y detalles y apoyos para puentes
- Superestructura, escalera marina, elevaciones y detalles
- Superestructura, pasillos y barandales
- Superestructura, cono de acoplamiento, elevaciones, cortes y detalles
- Superestructura, orejas de izaje, arreglo general, cortes y detalles
- Puente 2 entre pb-li-t y quemador
- Puente entre pb-lit-t y quemador, arreglo general, plantas, elevaciones, cortes y detalles
- Puente entre pb-lit-t y quemador, pasillos y barandales, cortes y detalles
- Puente entre pb-lit-t y quemador, apoyo fijo y movil, plantas, elevaciones y detalles
- Puente entre pb-lit-t y quemador, orejas de izaje y contraflecha, planta, elevaciones y detalles

- Instalación subestructura trípode (5 planos)
- Carga y amarre, subestructura h=26.20m., obra falsa para arrastre, plantas, cortes y detalles
- Carga y amarre, subestructura h=26.20m., aseguramiento de subestructura y pilotes, arreglo general y elevaciones
- Carga y amarre, subestructura h=26.20m., aseguramiento de subestructura y pilotes, cortes y detalles
- Carga y amarre, subestructura h=26.20m., mesa de estrobos en elevación +6.096 m, planta, cortes y detalles
- Carga y amarre, subestructura h=26.20m., secuencia de posicionamiento vertical
- Instalación superestructura trípode (2 planos)
- Carga y amarre, superestructura, base de deslizamiento, arreglo general, cortes y detalles
- Carga y amarre, superestructura, aseguramiento para transportación, arreglo general, cortes y detalle
- Instalación puente 2 entre pb-lit-t y quemador
- Puente entre enlace y producción, base de deslizamiento, arreglo general
- Puente entre enlace y producción, sistema de fijación a la barcaza, conexiones y detalles
- Arquitectura

### Ingeniería de instrumentación

- Arquitectura del sistema
- Base de datos
- Bases de diseño, arreglo frontal y distribución interior
- Cedula de conductores y tubería conduit para interconexión de la instrumentación
- Consumo de aire para instrumentos
- Consumo de energía eléctrica para instrumentos
- Desplegados gráficos dinámicos
- Diagrama de alambrado para interconexión de la instrumentación de campo
- Diagrama de alambrado para interconexión de la instrumentación de campo al tablero principal de control o a upr's
- Diagramas de instrumentación
- Diagramas lógicos de control
- Dibujos típicos para instalación de instrumentos
- Distribución de equipo en cuarto de control
- Especificación de instrumentación de equipos paquete
- Especificación de válvulas de control
- Especificación de válvulas de corte /actuador neum.
- Especificación del sistema de paro por emergencia
- Especificación del sistema digital de control
- Especificación instrumentos de nivel tipo desplazador

- Especificación interruptores de nivel
- Especificación interruptores de presión
- Especificación material eléctrica para instalación de instrumentos
- Especificación material mecánico para instalación de instrumentos
- Especificación medidores de flujo para gas
- Especificación medidores de flujo para gas a desfogue
- Especificación medidores de flujo para medición de aceite
- Especificación medidores de presión
- Especificación medidores de temperatura
- Especificación transmisores de nivel
- Especificación transmisores de presión
- Especificación transmisores de presión diferencial
- Especificación transmisores de temperatura
- Especificación vidrios de nivel
- Índice de instrumentos
- Matriz de paro por emergencia
- Memoria de cálculo consumo eléctrico
- Plano de detalles de instalación para conducción de señales
- Plano de localización de instrumentos eléctricos y conducción de señal
- Plano de localización de instrumentos neumáticos y conducción de señal
- Red de tierras para instrumentos
- Sumario para instalación y calibración de instrumentos
- Especificación de cromatografía

### **Ingeniería de recipientes**

- Separador bifásico de gas-aceite
- Plano de arreglo general
- Plano detalle de internos de separación
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Plano de plataforma y escalera tanque de aire para instrumentos
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Plano de plataforma y escalera
- Tanque de aire de planta
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre

- Plano del patín estructural
- Plano de plataforma y escalera
- Tanque de drenajes presurizados
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Tanque de drenajes atmosféricos
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Tanque de almacenamiento de diesel limpio
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano de plataformas y escalera
- Tanque de almacenamiento de diesel sucio
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano de plataformas y escaleras
- Tanque de almacenamiento de agua de servicios
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Plano de escalera de acceso
- Tanque de desfogue
- Plano de arreglo general
- Plano del registro de hombre
- Plano del patín estructural
- Documentos
- Cuestionarios técnicos
- Memorias técnicas

### **Ingeniería mecánica (aire acondicionado y equipo dinámico)**

- Paquete de aire de planta y de instrumentos (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Paquete de inyección de antiespumante (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Paquete de inyección de inhibidor de corrosión (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Motogenerador de emergencia (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Grúa de pedestal (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Grúa viajera eléctrica (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Polipasto manual (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Polipasto eléctrico (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Bomba de agua contra incendio (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Turbobombas de crudo (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)

- Bomba de diesel (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Bomba de agua potable (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Bomba de agua de servicios bomba de condensados de desfogue (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Bomba de drenajes atmosféricos (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Compresor de gases ácidos (especificación, hoja de datos y cuestionario técnico)
- Aire acondicionado
- Cuarto de control de instrumentos
- Memoria de cálculo del sistema de aire acondicionado
- Memoria de cálculo de la presión positiva
- Memoria de cálculo de la ventilación mecánica
- Memoria de selección de equipo
- Plano distribución de ductos. Planta y cortes
- Plano cuarto de máquinas. Planta y cortes
- Plano cuadro de equipos
- Plano isométrico de tuberías
- Plano diagrama de control y flujo de air
- Plano detalles de construcción i y ii
- Especificación técnica del sistema de aire acondicionado
- Cuestionarios técnicos
- Cuarto de control eléctrico
- Memoria de cálculo del sistema de aire acondicionado
- Memoria de cálculo de la presión positiva
- Memoria de cálculo de la ventilación mecánica
- Memoria de selección de equipo
- Plano distribución de ductos. Cuarto de tableros. Planta y cortes
- Plano distribución de ductos. Cuarto de cables. Planta y cortes
- Plano cuarto de máquinas. Planta y cortes
- Plano cuadro de equipos
- Plano isométrico de tuberías
- Plano diagrama de control y flujo de aire
- Plano detalles de construcción i y ii
- Especificación técnica del sistema de aire acondicionado
- Cuestionarios técnicos

### Ingeniería eléctrica

- Arreglo de equipo eléctrico
- Cedula de conductores y tubería conduit
- Clasificación de áreas peligrosas
- Cuadros de cargas
- Detalles de clasificación de áreas peligrosas
- Detalles de instalación del sistema de alumbrado

- Detalles de instalación del sistema de fuerza
- Detalles de instalación del sistema de puesta a tierra
- Diagramas unifilares
- Distribución de fuerza
- Especificaciones técnicas, cuestionarios técnicos y hojas de datos de equipos eléctricos
- Estudio de corto circuito, flujo de cargas y coordinación de protecciones
- Memorias de cálculo
- Sistema de generación de energía eléctrica
- Sistema de luces de ayuda a la navegación
- Sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas
- Sistema general de alumbrado normal y de emergencia (interior y exterior)
- Sistema general de puesta a tierra
- Planos y documentos anexos a la plataforma de enlace
- Diagrama unifilar
- Distribución de fuerza y detalles
- Arreglo de equipo eléctrico (llegada del alimentador)
- Alumbrado del puente
- Luz de ayuda a la navegación en puente

#### **Ingeniería de tuberías**

- Plano de notas generales para tubería
- Plano planta de arreglo de tuberías bajo cubierta (el. +19.100)
- Plano planta de arreglo de tuberías sobre puente hacia plataforma de enlace
- Plano planta de arreglo de tuberías de interconexión en plataforma existente plataforma de enlace
- Isométrico de tubería
- Especificación de materiales de tuberías
- Plano planta de arreglo de tuberías sobre puente hacia quemador
- Isométrico de tubería puente de producción a quemador

#### **Ingeniería de Flexibilidad y soportaría de tuberías**

- Notas generales para soportes
- Apoyos libres y guías at1 al atn
- Isométrico de soportaría de tubería
- Análisis de esfuerzos y flexibilidad de línea contra incendio
- Análisis de esfuerzos y flexibilidad de línea de desfogue
- Análisis de esfuerzos y flexibilidad
- Apoyos libres y guías at1 al atn quemador
- Isométrico de soportaría puente de producción a quemador

### **Arquitectura**

- Cuarto de control de instrumentos (planta, fachadas y cortes)
- Cuarto de control de instrumentos acabados y señalamientos
- Cuarto de control de instrumentos (puertas y mobiliario)
- Cuarto de control de instrumentos (detalles constructivos)
- Cuarto de control eléctrico (planta, fachadas y cortes)
- Cuarto de control eléctrico (acabados y señalamientos)
- Cuarto de control eléctrico (puertas y mobiliario)
- Cuarto de control eléctrico (detalles constructivos)

### **Ingeniería de seguridad industrial**

- Arreglo de boquillas sistema de aspersión
- Base de datos del sistema de gas y fuego
- Cuestionarios técnicos de red de agua contraincendio
- Cuestionarios técnicos del sistema de gas y fuego
- Desplegados gráficos del sistema de gas y fuego
- Matrices lógicas
- Detalles de instalación
- Diagrama de tubería e instrumentación de la red de agua contraincendio
- Diagramas de alambrado del sistema de gas y fuego
- Especificaciones técnicas de red de agua contraincendio
- Especificaciones técnicas del sistema de gas y fuego
- Lista de líneas
- Plano de localización de detectores de fuego
- Plano de localización de detectores de gas tipo puntual
- Plano de localización de detectores de gas toxico de camino abierto
- Plano de localización de equipo contraincendio
- Plano de localización de ruta de evacuación y letreros
- Plano de localización de sistemas de control y alarma
- Plano de rutas conduit
- Plano de simbología de los sistemas de seguridad
- Memorias (cálculo hidráulico, equipo de salvamento, extintores portátiles, red de agua contraincendio, rutas de escape y señalamiento de seguridad)

### **Ingeniería de telecomunicaciones**

- Sistema de intercomunicación y voceo
- Plano de arquitectura y/o configuración del sistema.

- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), subnivel.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), primer nivel - red exterior.- pedestal de la grúa
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - red exterior.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - cuarto de control.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - cuarto de turbogeneradores eléctricos.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), puentes hacia plataforma de enlace y a quemador.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (enlace), enlace - red exterior.
- Plano unifilar de interconexiones.
- Plano de conexiones
- Plano de detalles y/o típicos de instalación
- Cedula de ductos y conductores
- Especificación técnica.
- Memoria de cálculo de consumos de energía de equipos de telecomunicaciones.
- Sistema de voz y datos
- Plano de arquitectura y/o configuración del sistema.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), primer nivel - red exterior.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - red exterior.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - cuarto de control.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - cuarto de turbogeneradores eléctricos.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), puente de plataforma de producción hacia plataforma de enlace.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (enlace), enlace - red exterior.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (habitacional).
- Plano unifilar de interconexiones.
- Plano de conexiones.
- Plano de detalles y/o típicos de instalación
- Cedula de ductos y conductores.
- Especificación técnica.
- Memoria de cálculo de consumos de energía de equipos de telecomunicaciones.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (cctv)
- Plano de arquitectura y/o configuración del sistema.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), subnivel.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), primer nivel - red exterior.



- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), segundo nivel - red exterior.
- Plano de rutas de red y/o localización de equipos (producción), puentes hacia plataforma de enlace y a quemador.
- Plano unifilar de interconexiones.
- Plano de conexiones.
- Plano de detalles y/o típicos de instalación
- Cedula de ductos y conductores.
- Filosofía de operación.
- Especificación técnica.
- Memoria de cálculo de consumos de energía de equipos de telecomunicaciones.
- Memoria de cálculo de capacidad de video.

### **Análisis de riesgo**

- Análisis de riesgo mediante metodología hazop

### **Ingeniería ambiental**

- Plan de control ambiental

### **Administración de proyectos.**

El equipo responsable de integrar y coordinar a las especialidades, en las diferentes etapas del proyecto será el de Administración de Proyectos, que entre otras actividades realizará:

- Definición del alcance del proyecto.
- Desarrollo de la planeación del proyecto.
- Elaboración y seguimiento del Plan de Calidad del Proyecto
- Elaboración y seguimiento del programa detallado del proyecto.
- Coordinación técnica multidisciplinaria del desarrollo de la ingeniería.
- Control administrativo del proyecto.
- Elaboración de reportes de avance.
- Revisión de dibujos y/o actividades de otras especialidades.
- Presentación de resultados parciales y finales del proyecto a PEP.
- Soporte informático para las especialidades de ingeniería.
- Integración de las bases técnicas para el concurso de la obra.
- Integración del libro de proyecto
- Integración del paquete tecnológico del proceso.

### 5.2.1.4 Ingeniería de procura

La ingeniería de procura comprende la especificación del equipo y los materiales de las nuevas instalaciones, así como los trámites para su correspondiente adquisición. La generación de la documentación técnica se establece a partir de la información generada en la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle.

Dependiendo de la organización que tenga la empresa, esta actividad se lleva a cabo en su totalidad por un departamento especializado o bien la generación de la requisiciones para concurso o de compra de materiales se genera por los diferentes departamentos funcionales y los trámites de adquisición se llevan a cabo por otro departamento.

**Normalmente la actividad de procura tiene la siguiente secuencia de actividades:**

- Preparación de la requisición o solicitud de cotización
- Trámites de envío a proveedores
- Elaboración de tabulaciones técnico-comerciales
- Preparación y trámite de órdenes de compra
- Expedición
- Inspección
- Tráfico

La elaboración de las tabulaciones técnico-comerciales y la inspección, son bastante importantes en el caso de equipos e instrumentos por lo que debe involucrarse a personal técnico especializado.

Como se estableció con anterioridad, la oportuna entrega de información de los fabricantes es vital para la retroalimentación en la Ingeniería de Detalle, por lo que es importante vigilar el cumplimiento del programa general del proyecto en el desarrollo de la actividad de procura, para evitar retrasos en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y retrasos en la entrega del equipo y materiales durante la construcción.

Normalmente esta actividad la efectúa la firma de ingeniería y el cliente se encarga del aspecto financiero y de autorización de las adquisiciones, sin embargo el cliente puede hacer todos los trámites de procura y la firma de ingeniería solamente prepara las requisiciones para concurso, solamente que en este caso deberá haber una coordinación bastante eficiente con el cliente a fin de tener en forma oportuna la información de fabricante para efectos de la Ingeniería de Detalle.

## 5.3 Planeación y programación

### 5.3.1 Junta de arranque

Después de que se haya aceptado oficialmente el proyecto y aprobado, se lleva a cabo la realización de una “Junta de Iniciación o de Arranque del Proyecto” se convocan a todas las personas involucradas en la elaboración del proyecto, por cada área un especialista y de parte de proyectos, asisten los coordinadores de proyecto y el líder de proyecto. Previamente todos están informados de los antecedentes tanto de la Propuesta de Proyecto como de las Bases de Usuario; en este momento es cuando se informa oficialmente de que fue aprobado el proyecto, para dar inicio a las actividades correspondientes, también se presenta el programa de actividades y se muestra el plan con fechas, para conocimiento de los especialistas ya que hay que realizar reportes y entregas de los avances de las actividades. En general es donde el líder de proyecto da el banderazo para arrancar con el proyecto.

### 5.3.2 Plan de ejecución del proyecto

Aplicado a los proyectos de infraestructura, es realizar el trabajo para definir y madurar el alcance del proyecto, desarrollar el plan para su administración, e identificar y programar las actividades del mismo

El plan de ejecución del proyecto debe contener en general los siguientes puntos.

1	Datos contractuales
2	Descripción del alcance
3	Programa de actividades
4	Estructura funcional
5	Obtención de recursos
6	Información Técnica
7	Etapas y Responsables de Revisión / Verificación / Validación
8	Entregables
9	Forma, frecuencia y medios de comunicación
10	Registros Operativos Particulares del Proyecto

Tabla 5.5 Puntos del plan de ejecución del proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 15 Marzo de 2012

- 1 Datos contractuales  
En este punto se plasma el tipo de contrato, su número, la persona que supervisará el desarrollo del proyecto y el producto a desarrollar durante la ejecución del proyecto autorizado.
- 2 Descripción del alcance  
Aquí se describe detalladamente cada una de las actividades identificadas en la Estructura Desglosada de Trabajo las cuales permitirán alcanzar el objetivo inicial planteado; el alcance puede estar referido al desarrollo de un diseño, un estudio, un análisis, una ingeniería, una integración, un reforzamiento, etc.
- 3 Programa de actividades  
Comprende la interrelación de las actividades detalladas en el alcance plasmando sus tiempos de duración en donde se mostrará un inicio y una terminación. Un programa bien estructurado nos dará la pauta para conocer las actividades críticas y realizar su seguimiento.
- 4 Estructura funcional  
Se muestra un panorama de la estructura funcional de trabajo, con la intención de conocer las jerarquías de cada uno de los involucrados en el proyecto; los canales de comunicación y sus flujos ascendentes y descendentes entre ellos.
- 5 Obtención de recursos  
Se realizan los requerimientos de recursos humanos, materiales y financieros, planeados originalmente para el proyecto. Esta solicitud depende de la cantidad de los recursos con los que cuenta la organización.
- 6 Información técnica  
Esta información está referida a lo proporcionado por el cliente o en su defecto complementarla con información de proyectos anteriores. La información servirá de base para el desarrollo del proyecto la cual puede ser o debe ser respaldada en el servidor del proyecto.
- 7 Etapas y responsabilidades (revisión, verificación y validación)  
Se dará a conocer quiénes serán los responsables de acuerdo al rango y su participación para evaluar cada una de las siguientes etapas
  - ▶ Revisión
  - ▶ Verificación
  - ▶ Validación Verificación
- 8 Entregables  
Los entregables son documentos resultantes del desarrollo del proyecto, los cuales se establecieron dentro del programa del trabajo sirven también como un indicador en el control de avance, ya que con esto se demuestra el trabajo realizado. Es prácticamente un soporte respaldo, con el cual se justifica continuamente el tiempo invertido en el desarrollo del proyecto.
- 9 Forma, frecuencia y medios de comunicación  
En este punto se aclarará la forma en la cual se retransmitirá la información entre los responsables del proyecto y los involucrados, también se establecerá la frecuencia y los medios con la cual estarán en comunicación.

10 Registros operativos particulares del proyecto

Es una relación de registros derivados de la operación del proyecto los cuales pueden ser almacenados en una proyectoteca el tiempo determinado por la organización.

A continuación se presenta el programa de ejecución en Microsoft Project y el organigrama del proyecto.

### 5.3.2.1 Planeación de proyecto

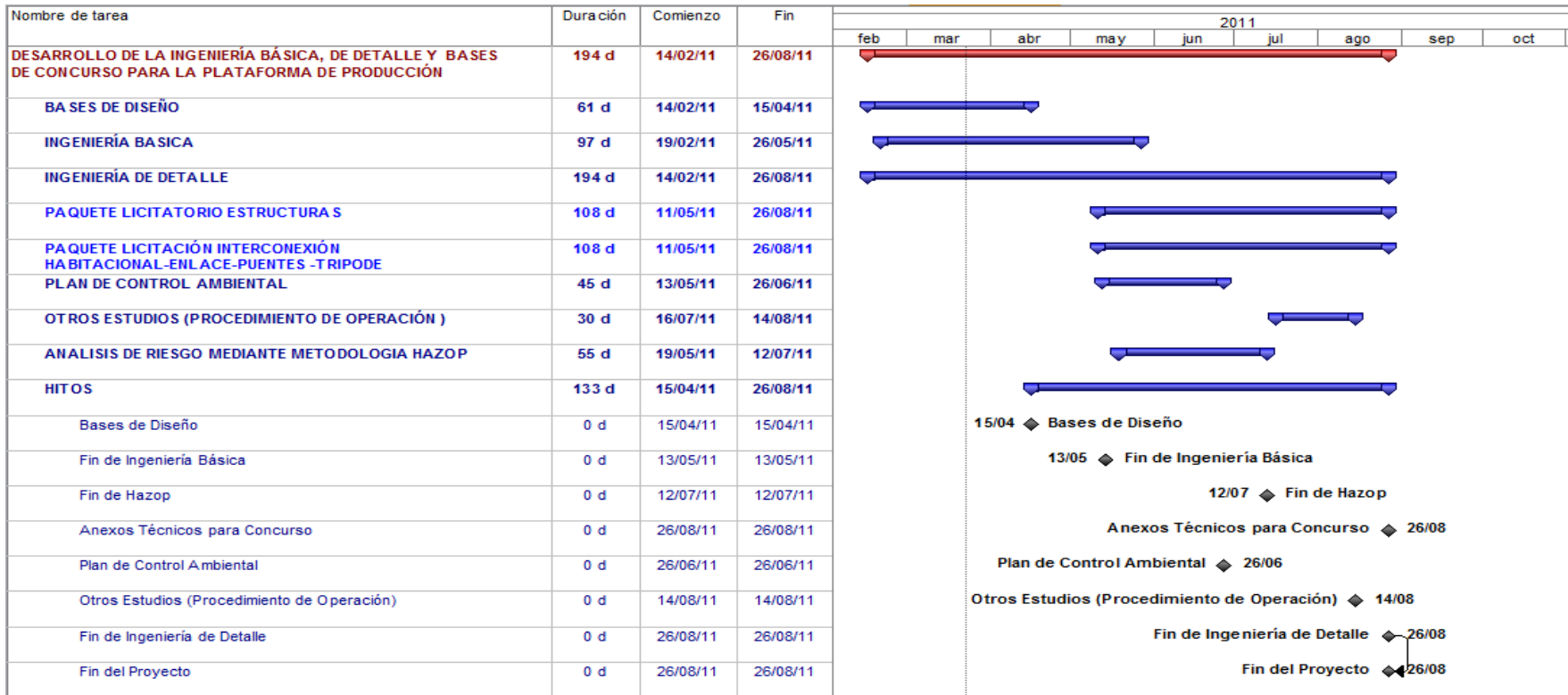


Figura 5.1 Programas de actividades

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 20 Marzo de 2011

### 5.3.2.2 Organigrama

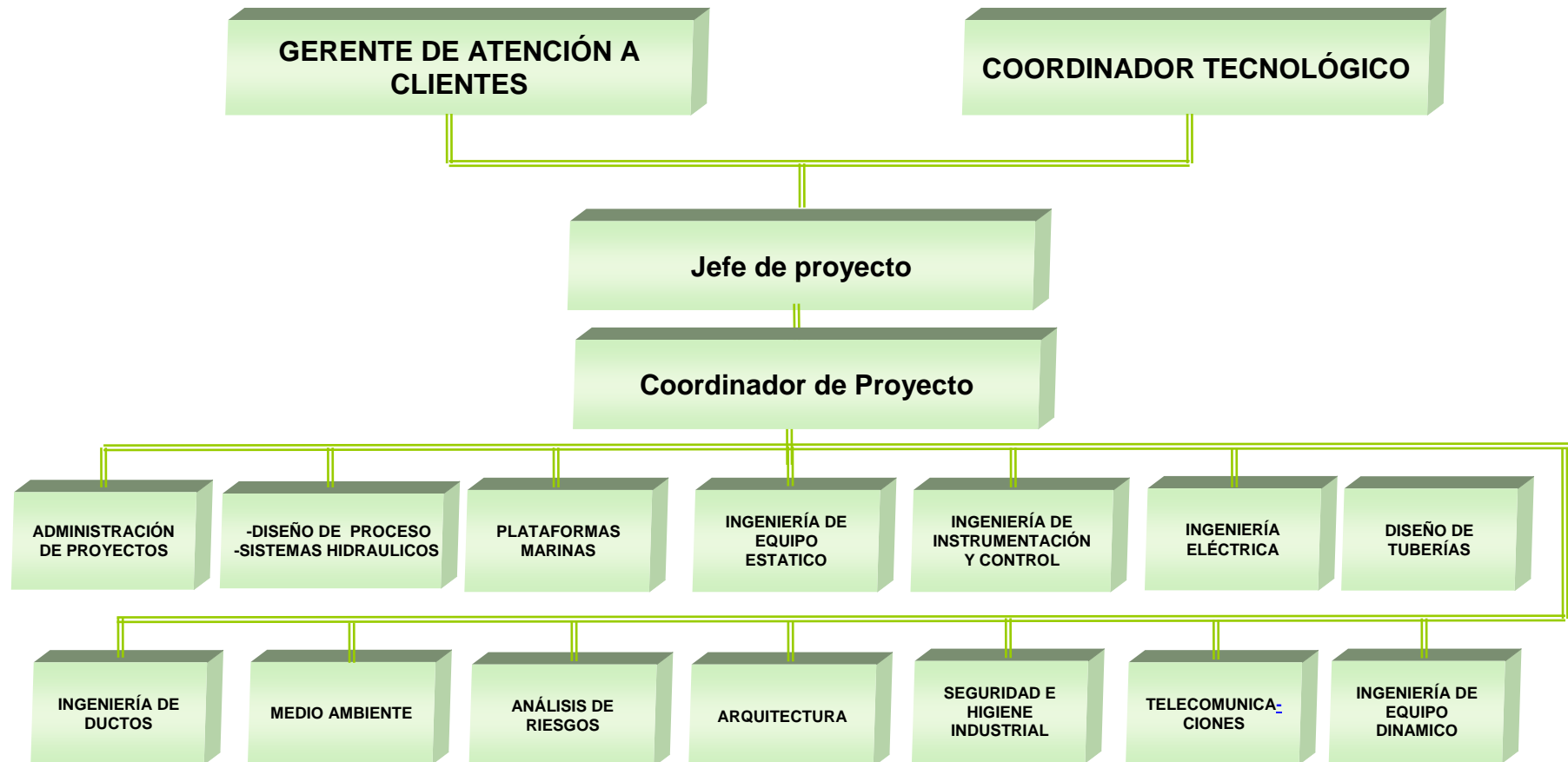


Figura 5.2 Organigrama del Proyecto

Fuente: Diseño propio  
 Fecha: 29 Marzo de 2012

## 5.4 Ejecución del proyecto

Para realizar el proyecto deben de existir y estar definidos los siguientes puntos:

- ▶ Recursos disponibles en la organización
- ▶ Restricciones impuestas por el cliente
- ▶ Grado de definición del alcance de trabajo
- ▶ Identificación de entregables
- ▶ Objetivos del proyecto
- ▶ Objetivos de la organización
- ▶ Objetivos del equipo de proyecto
- ▶ Métricas de seguimiento
- ▶ Tipo de contrato

## 5.5 Control del proyecto

El control del proyecto especialmente se puede llevar comparando tres puntos primordiales los cuales son:

- ▶ El trabajo a realizar (WBS)
- ▶ El tiempo de realización (cronograma)
- ▶ El costo del proyecto (presupuesto)

Tomando en cuenta que es la línea base es el único estándar contra el cual podemos comparar el avance del proyecto.

El control de cuentas se lleva mediante la relación de WBS y OBS.

Cuentas de control donde el enfoque del trabajo, los costos y los tiempos calendario son planeados y administrados.



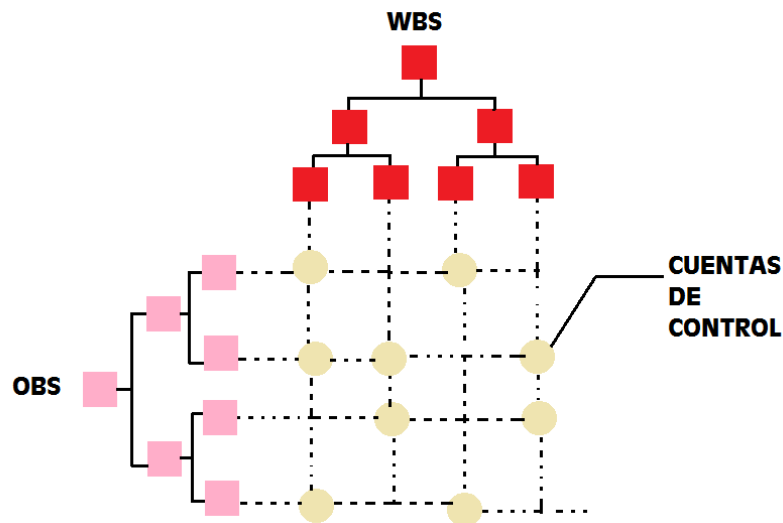


Figura 5.3 Cuentas de Control

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 28 de Octubre 2012

### Entregables.

Los entregables son documentos producidos como el resultado de un proyecto o cualquier parte de un proyecto. El proyecto entregable se distingue de los entregables parciales que resultan de actividades dentro del proyecto. Un entregable debe ser tangible y comprobable. Cada elemento del WBS debe tener unos o más.

El término usado en gestión de proyectos que describe objeto tangible producido como resultado del proyecto que tiene que ser entregado a un cliente, tanto interno como externo. Un entregable puede ser un informe, un documento, una actualización del servidor, una parte del programa.

En proyectos técnicos, los entregables son clasificados en hardware, software y documentos de diseño. Un entregable puede estar compuesto por otros entregables más pequeños. En general se busca un producto a realizar y que será subdividido en diferentes pequeñas tareas para entregarlo como producto final.

Hito es un evento significativo dentro del proyecto, en el cronograma por ejemplo un evento que impide que se lleve a cabo un trabajo en el futuro o que marca la conclusión de un proyecto entregable principal, un hito del proyecto tiene duración cero y a veces se le denomina actividad hito.

Un entregable difiere de un hito del proyecto en que el hito es una medida de progreso hacia el resultado final del proyecto, mientras que el entregable es el resultado del proceso. Por ejemplo, en un proyecto típico, un hito mostrara la fecha en que se completó el diseño del producto, mientras que el entregable es el diagrama técnico del producto.

Se reportó internamente el avance del trabajo, estos avances se realizaban cada quince días los cuales mostraban al cliente un panorama de que tanto se había avanzado y que era lo que restaba; que tan apegados se estaba del programa planeado al tiempo real.

Se elabora una presentación la cual describe las actividades desarrolladas y se refleja el avance general, haciendo una comparación con lo programado y lo real. Así mismo se reporta que es lo que se está realizando, adecuando o modificando.

Como medir el desempeño y el avance de las actividades

Se seccionan los componentes de trabajo a un nivel manejable

Se asigna a cada componente un responsable en forma inequívoca

Se desarrolla un presupuesto sujeto a un programa de ejecución para cada tarea, así es como se especifica exactamente en qué y cuándo se va a gastar el presupuesto en cada tarea.

Se registran la utilización de todos los recursos durante la ejecución del proyecto (humanos, materiales, financieros, administrativos, otros)

### PLAN DEL PROYECTO

1.	Datos contractuales
2.	Descripción del alcance
3.	Programa de actividades
4.	Estructura funcional
5.	Obtención de recursos
6.	Información Técnica
7.	Etapas y Responsables de Revisión / Verificación / Validación
8.	Entregables
9.	Forma, frecuencia y medios de comunicación
10.	Registros Operativos Particulares del Proyecto

### 5.5.1 Work Breakdown Structure (WBS)

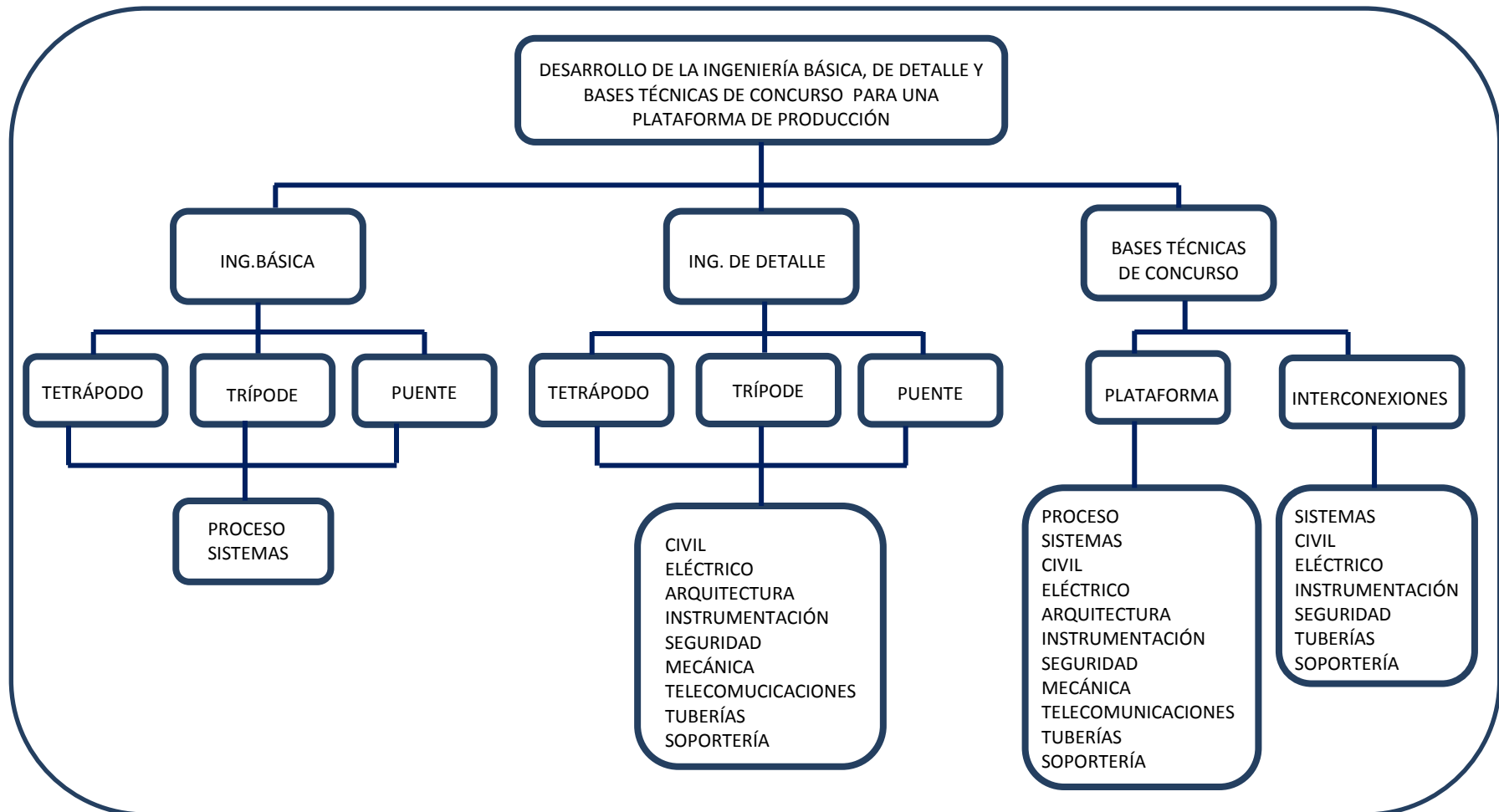
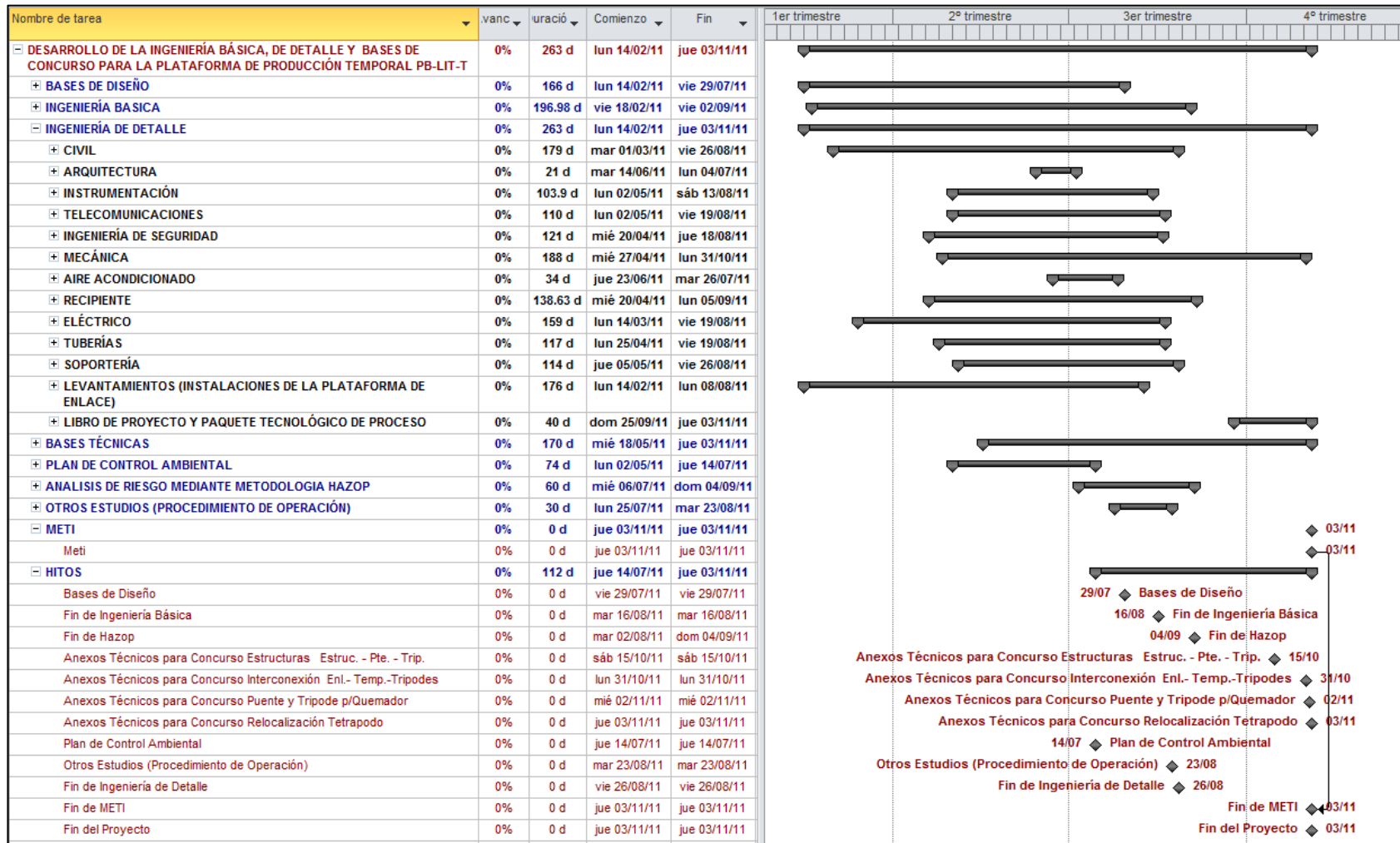


Figura 5.4 Estructura Desglosada del Proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 02 Mayo de 2012

## 5.5.2 Programa Ejecutivo del Proyecto

### INICIAL



FINAL

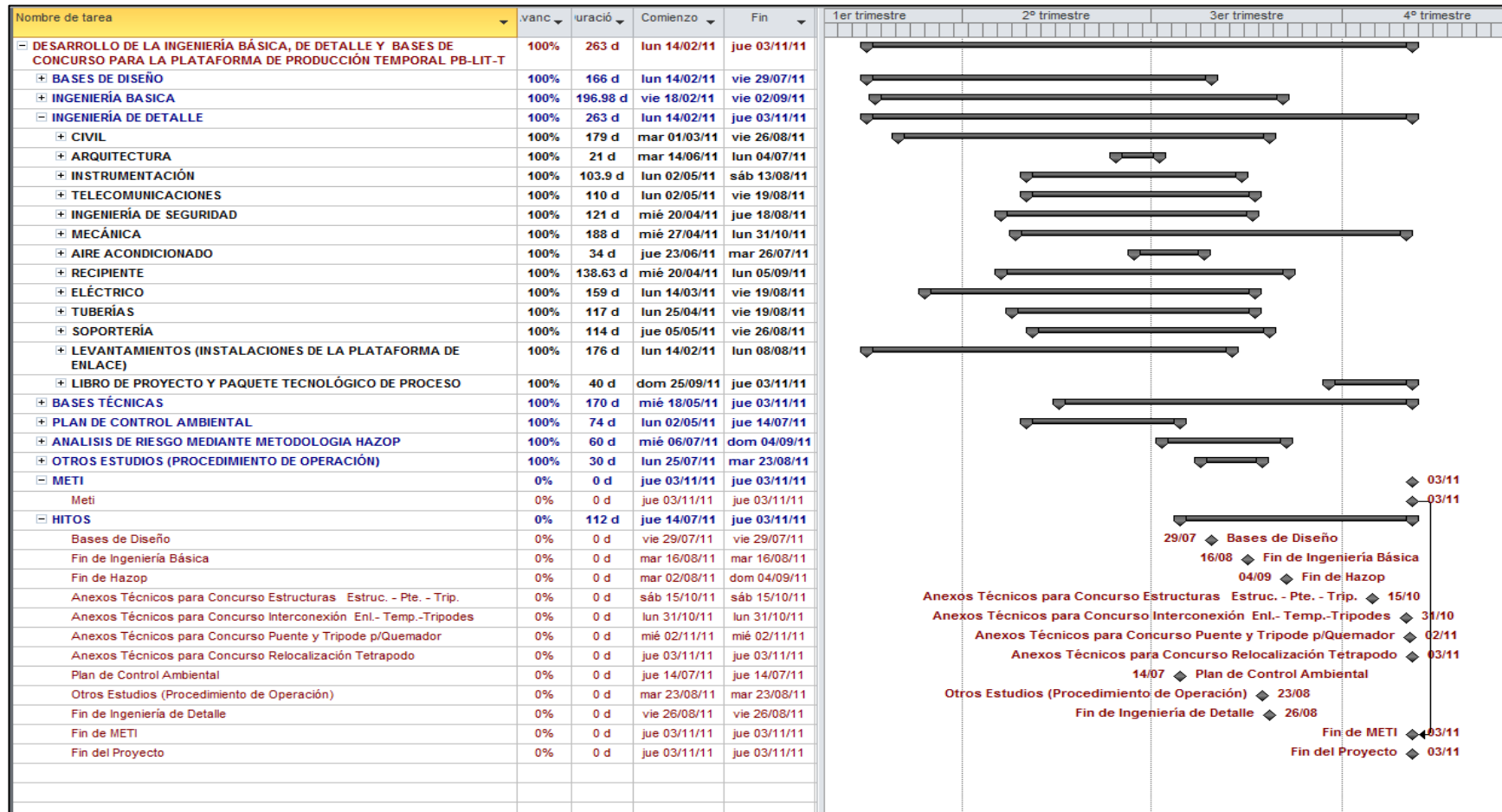
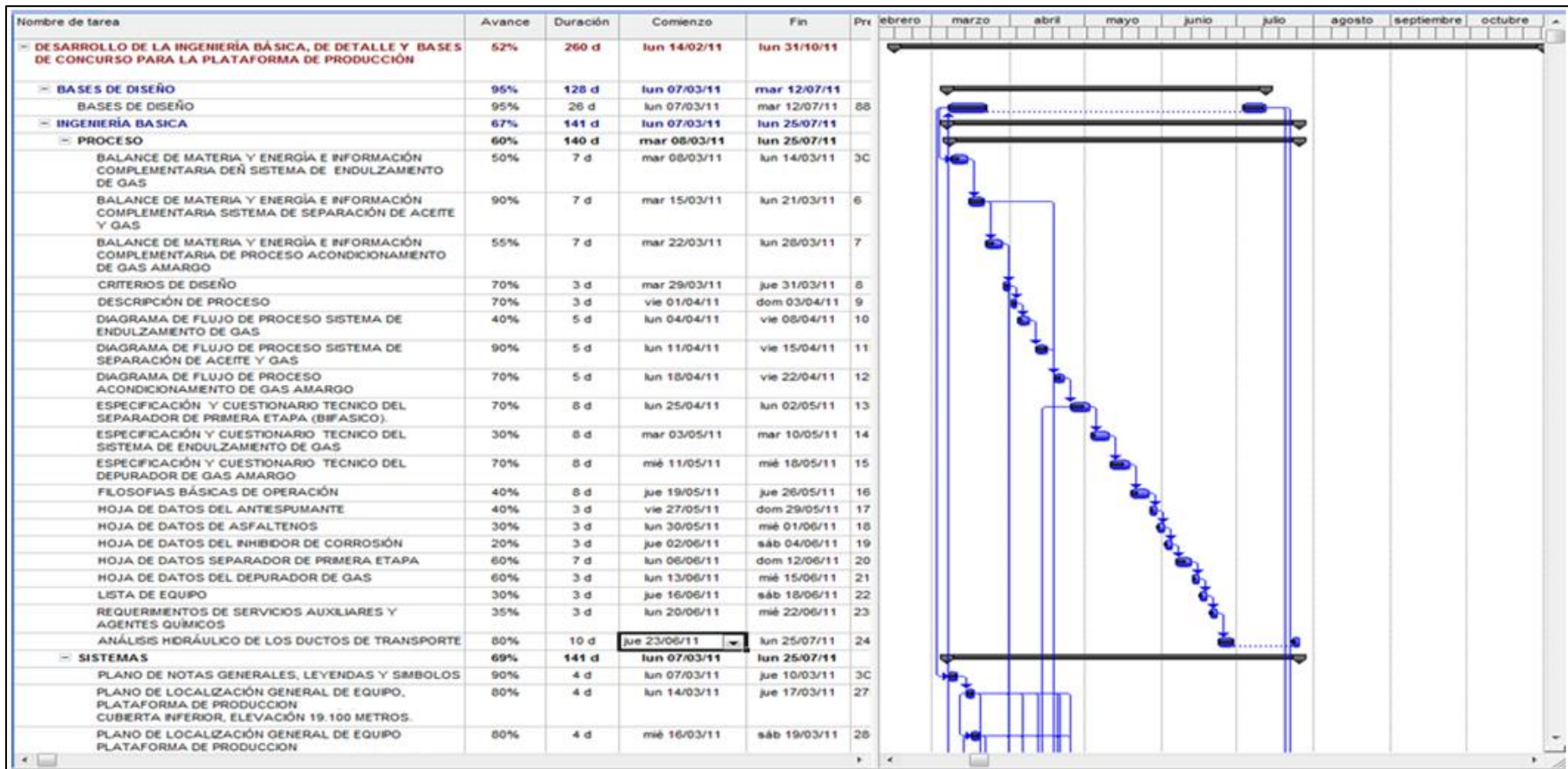


Figura 5.5 Programa de Trabajo

Fuente: Diseño propio  
 Fecha: 02 Mayo de 2012

### 5.5.2.1 Programa Detallado del Proyecto

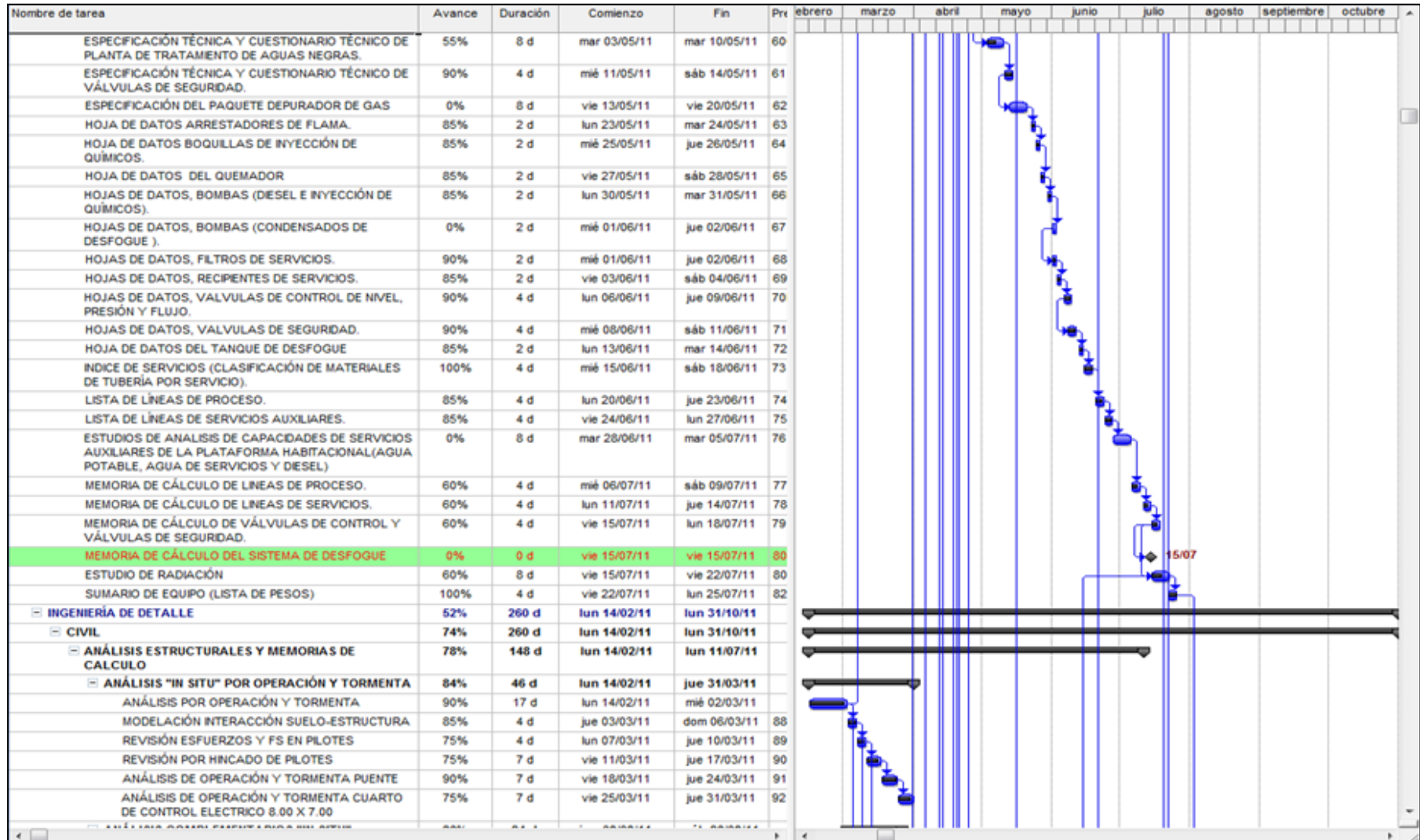
A continuación se presenta el programa detallado usado para llevar el control de avances en el proyecto desarrollado; el cual sirve para controlar el avance y duración de cada actividad; para de esta manera visualizar desviaciones del avance real respecto al planeado. Para este caso nos reporta un 52% de avance programado a partir de la línea base aprobada.



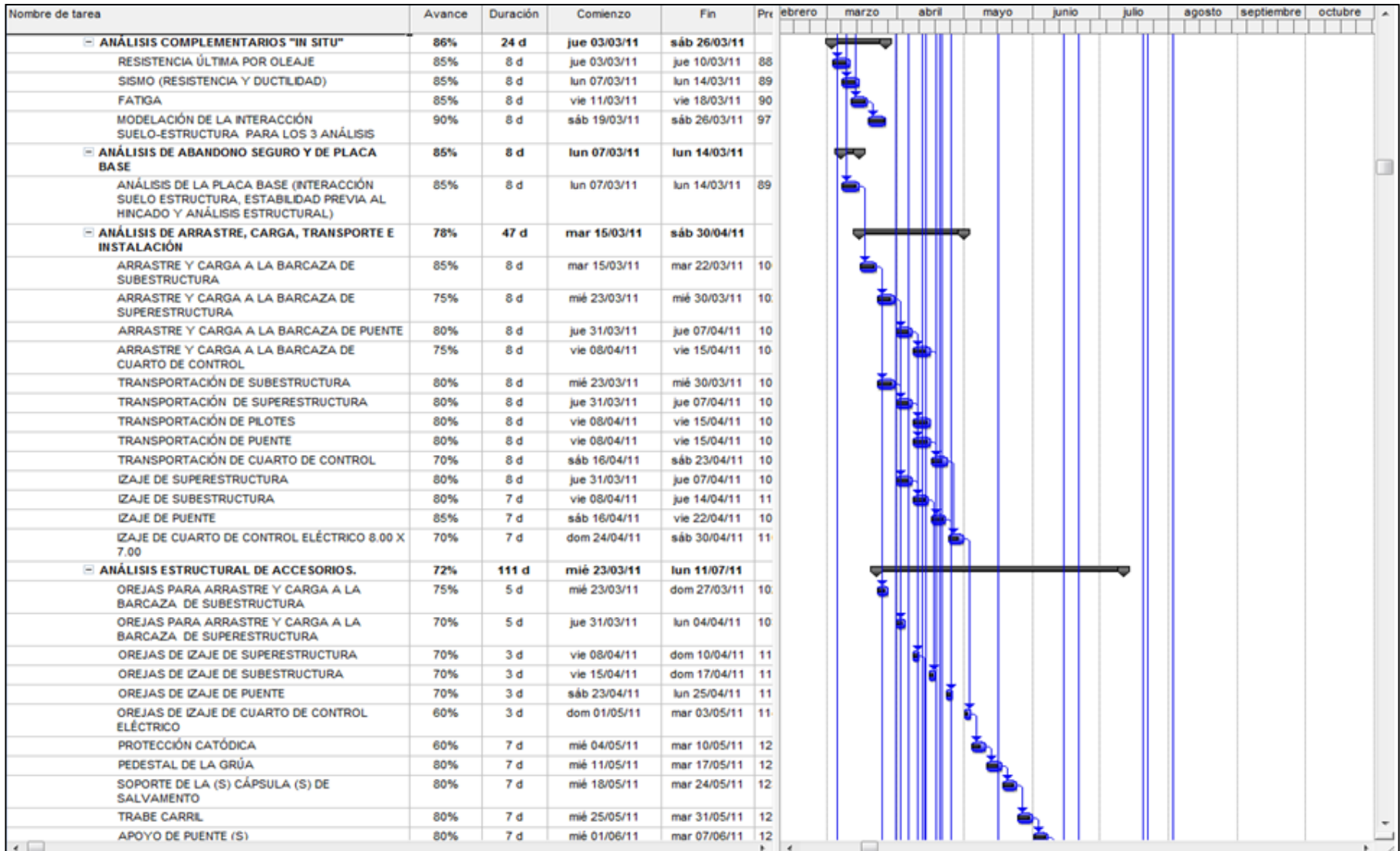
Nombre de tarea	Avance	Duración	Comienzo	Fin	Pr	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre
PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO, CUBIERTA INFERIOR, ELEVACIÓN + 19.100 METROS. PLATAFORMA DE ENLACE	80%	4 d	vie 18/03/11	lun 21/03/11	29										
PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO, CUBIERTA SUPERIOR, ELEVACIÓN + 26.518 METROS. PLATAFORMA DE ENLACE	60%	4 d	vie 18/03/11	lun 21/03/11	30										
PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPO, CUBIERTA INFERIOR, ELEVACIÓN + 19.100 METROS. PLATAFORMA HABITACIONAL	60%	4 d	vie 18/03/11	lun 21/03/11	31										
DESCRIPCIÓN LÓGICA OPERACIONAL	60%	10 d	mar 29/03/11	jue 07/04/11	8										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE ENDULZAMIENTO DE GAS. PLATAFORMA DE PRODUCCION PLANO 1	90%	4 d	vie 18/03/11	lun 21/03/11	28										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE ENDULZAMIENTO DE GAS. PLATAFORMA DE PRODUCCION PLANO 2	80%	4 d	lun 21/03/11	jue 24/03/11	29										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA ACONDICIONAMIENTO DE GAS AMARGO, PLATAFORMA DE PRODUCCION PB-LIT-T.	80%	4 d	vie 18/03/11	lun 21/03/11	34										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE MEDICIÓN DE ACEITE. PLATAFORMA DE PRODUCCION	75%	4 d	mié 23/03/11	sáb 26/03/11	35										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE MEDICIÓN DE GAS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	80%	4 d	mar 22/03/11	vie 25/03/11	36										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE REGENERACIÓN. PLATAFORMA DE PRODUCCION	0%	0 d	mar 22/03/11	mar 22/03/11	38										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. SISTEMA DE SEPARACIÓN DE ACEITE Y GAS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	90%	4 d	jue 24/03/11	dom 27/03/11	38										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	90%	4 d	jue 24/03/11	dom 27/03/11	40										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE DIESEL. PLATAFORMA DE PRODUCCION	90%	8 d	jue 24/03/11	jue 31/03/11	41										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE INYECCIÓN DE ANTIESPUMANTE E INHIBIDOR DE CORROSIÓN. PLATAFORMA DE PRODUCCION	75%	8 d	lun 28/03/11	lun 04/04/11	42										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE SERVICIOS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	85%	4 d	mié 30/03/11	sáb 02/04/11	43										
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE	85%	4 d	vie 01/04/11	lun 04/04/11	44										

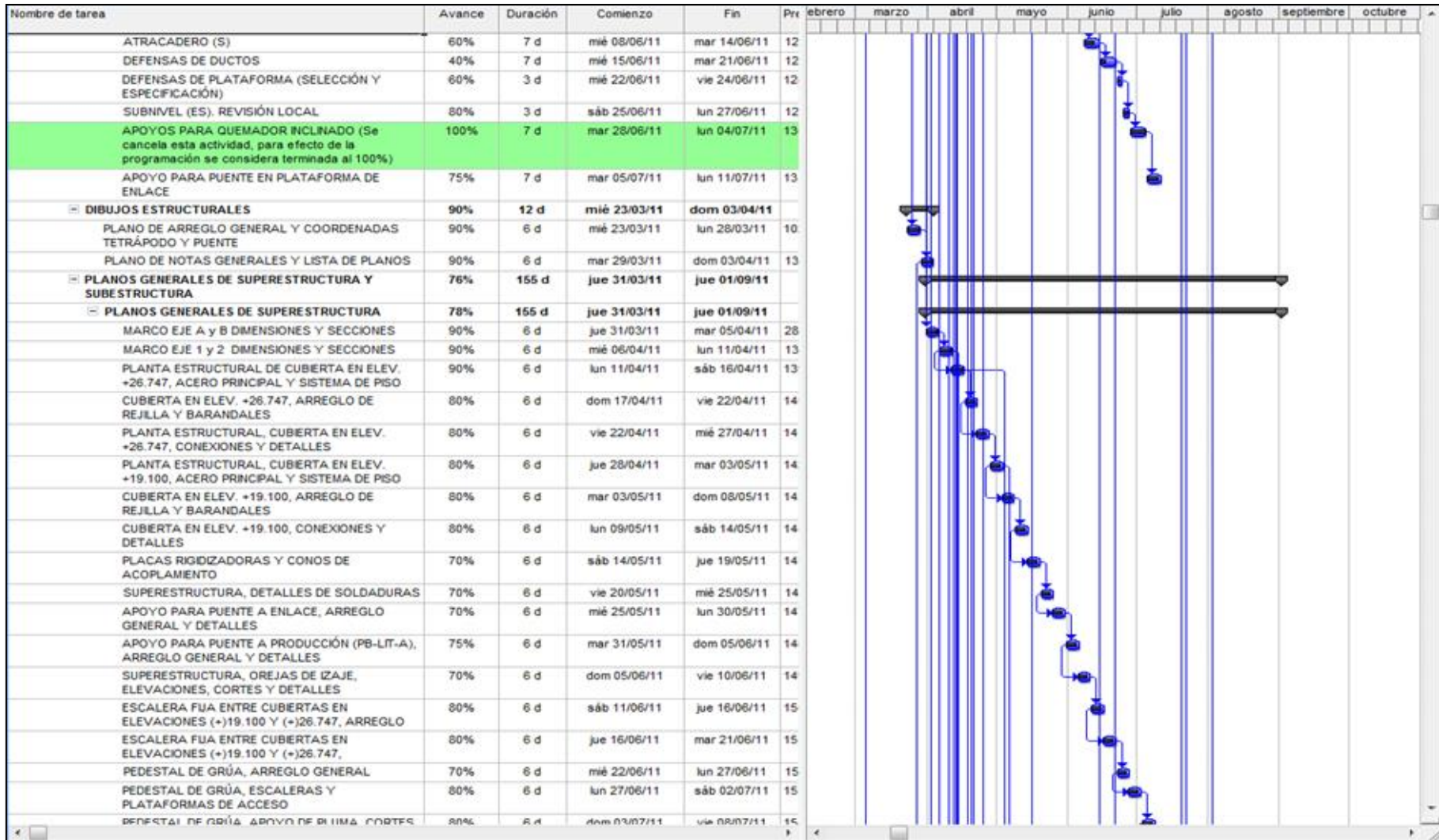


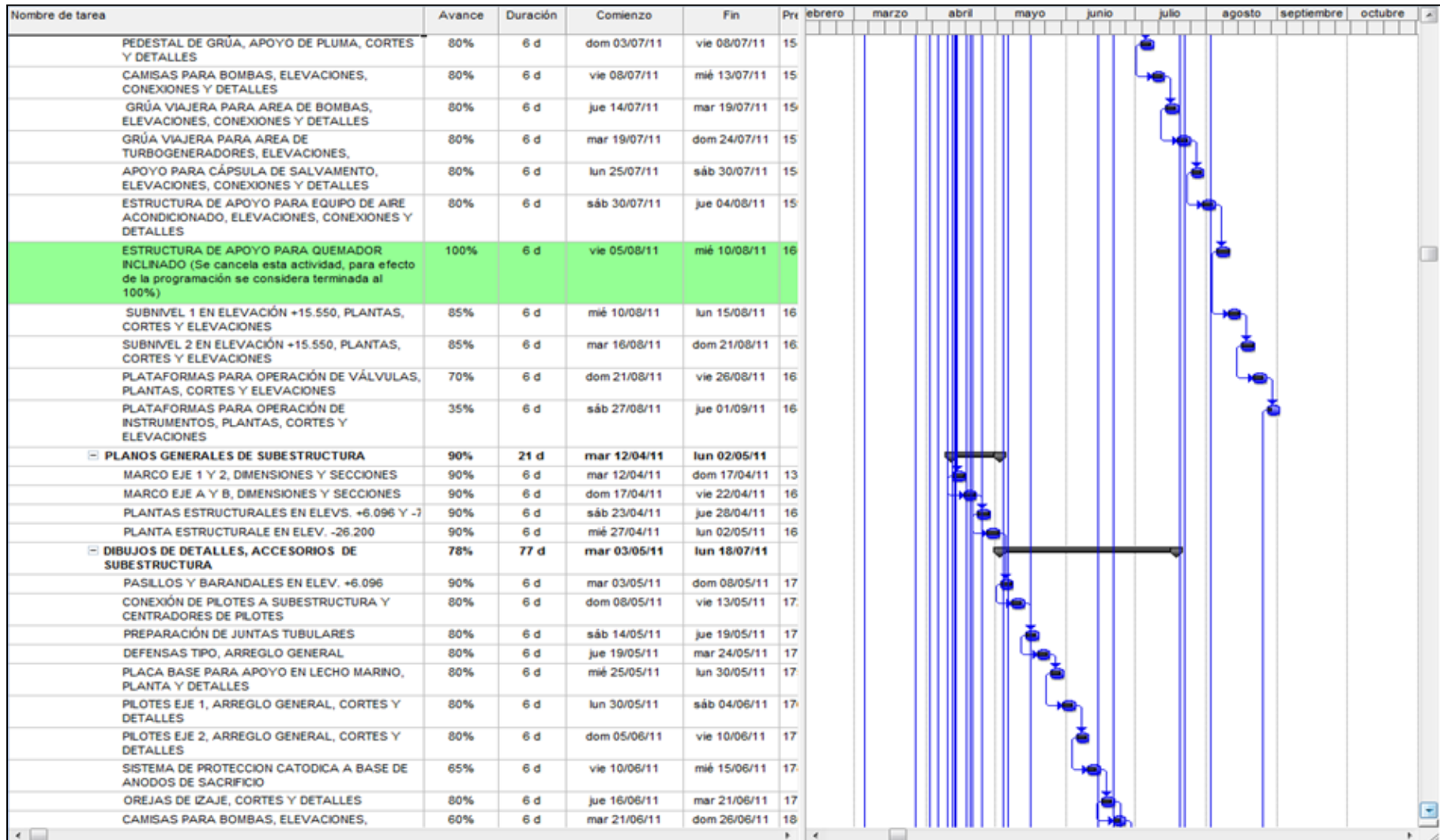
Nombre de tarea	Avance	Duración	Comienzo	Fin	Pr	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. PLATAFORMA DE PRODUCCION	85%	4 d	vie 01/04/11	lun 04/04/11	44									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	85%	4 d	vie 01/04/11	lun 04/04/11	45									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE INYECCIÓN DE ASFALTENOS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	0%	4 d	mar 05/04/11	vie 08/04/11	46									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE DRENAJES PRESURIZADOS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	85%	4 d	mar 05/04/11	vie 08/04/11	47									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE DESFOGUE Y QUEMADOR. PLATAFORMA DE PRODUCCION	85%	4 d	lun 11/04/11	jue 14/04/11	48									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS. PLATAFORMA DE PRODUCCION	75%	4 d	lun 11/04/11	jue 14/04/11	49									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. INTERCONEXIÓN CON PLATAFORMA DE ENLACE	75%	4 d	vie 15/04/11	lun 18/04/11	50									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO. INTERCONEXIÓN CON PLATAFORMA DE ENLACE (LÍNEAS POR PUENTE).	75%	4 d	vie 15/04/11	lun 18/04/11	51									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. INTERCONEXIÓN CON SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS EN PLATAFORMA HABITACIONAL.	75%	4 d	mar 19/04/11	vie 22/04/11	52									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. INTERCONEXIÓN CON SISTEMA DE AGUA POTABLE EN PLATAFORMA HABITACIONAL.	75%	4 d	mar 19/04/11	vie 22/04/11	53									
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES. INTERCONEXIÓN CON SISTEMA DE DESEL LIMPIO EN PLATAFORMA HABITACIONAL.	75%	4 d	jue 21/04/11	dom 24/04/11	54									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE QUEMADOR	55%	10 d	vie 15/04/11	dom 24/04/11	49									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE ARRESTADORES DE FLAMA.	55%	2 d	lun 25/04/11	mar 28/04/11	56									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE BOQUILLAS DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS.	90%	4 d	mié 27/04/11	sáb 30/04/11	57									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE FILTROS DE SERVICIOS.	90%	4 d	vie 29/04/11	lun 02/05/11	58									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACEITOSAS	60%	8 d	vie 29/04/11	vie 06/05/11	59									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Y CUESTIONARIO TÉCNICO DE	60%	8 d	mar 01/05/11	mar 10/05/11	60									

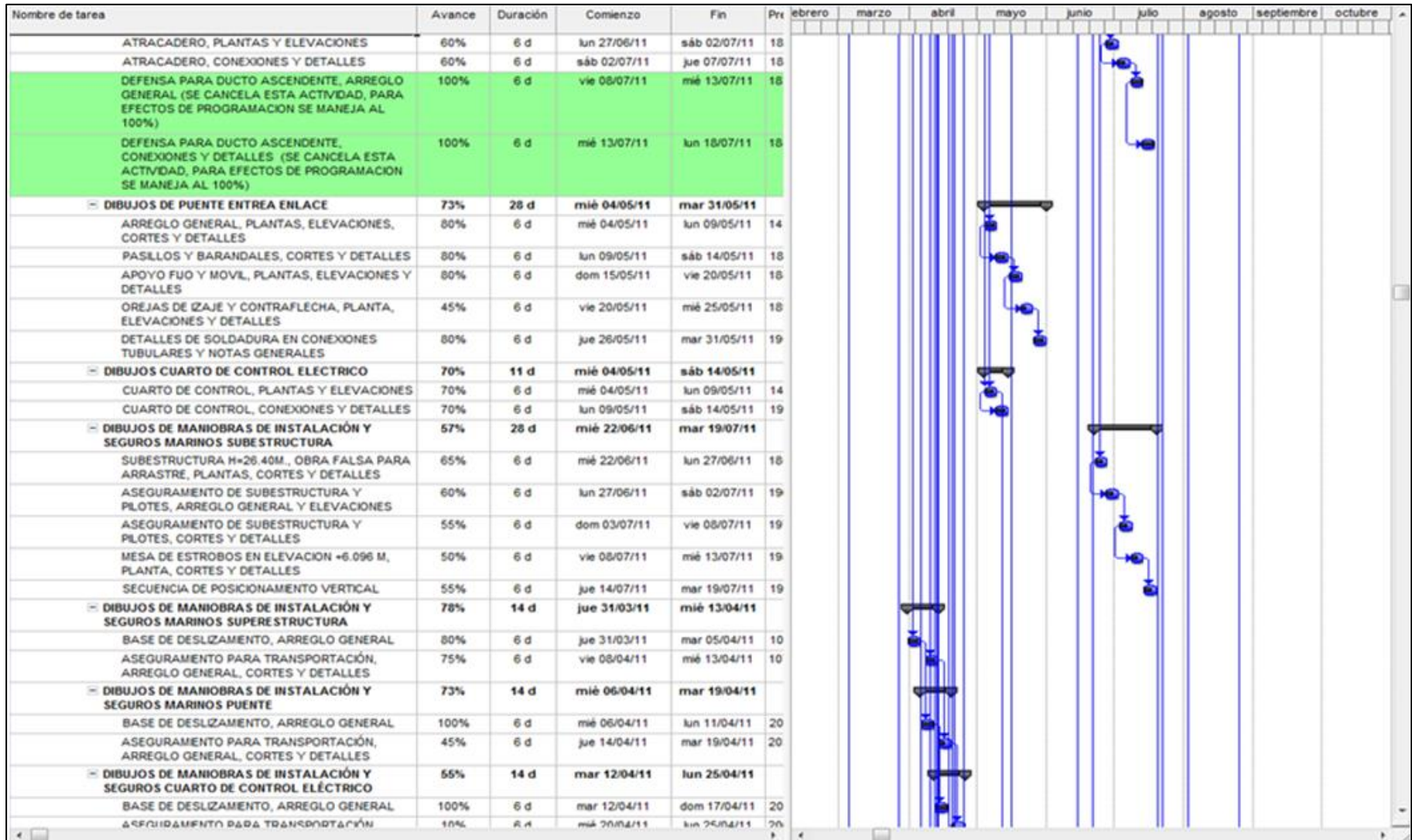


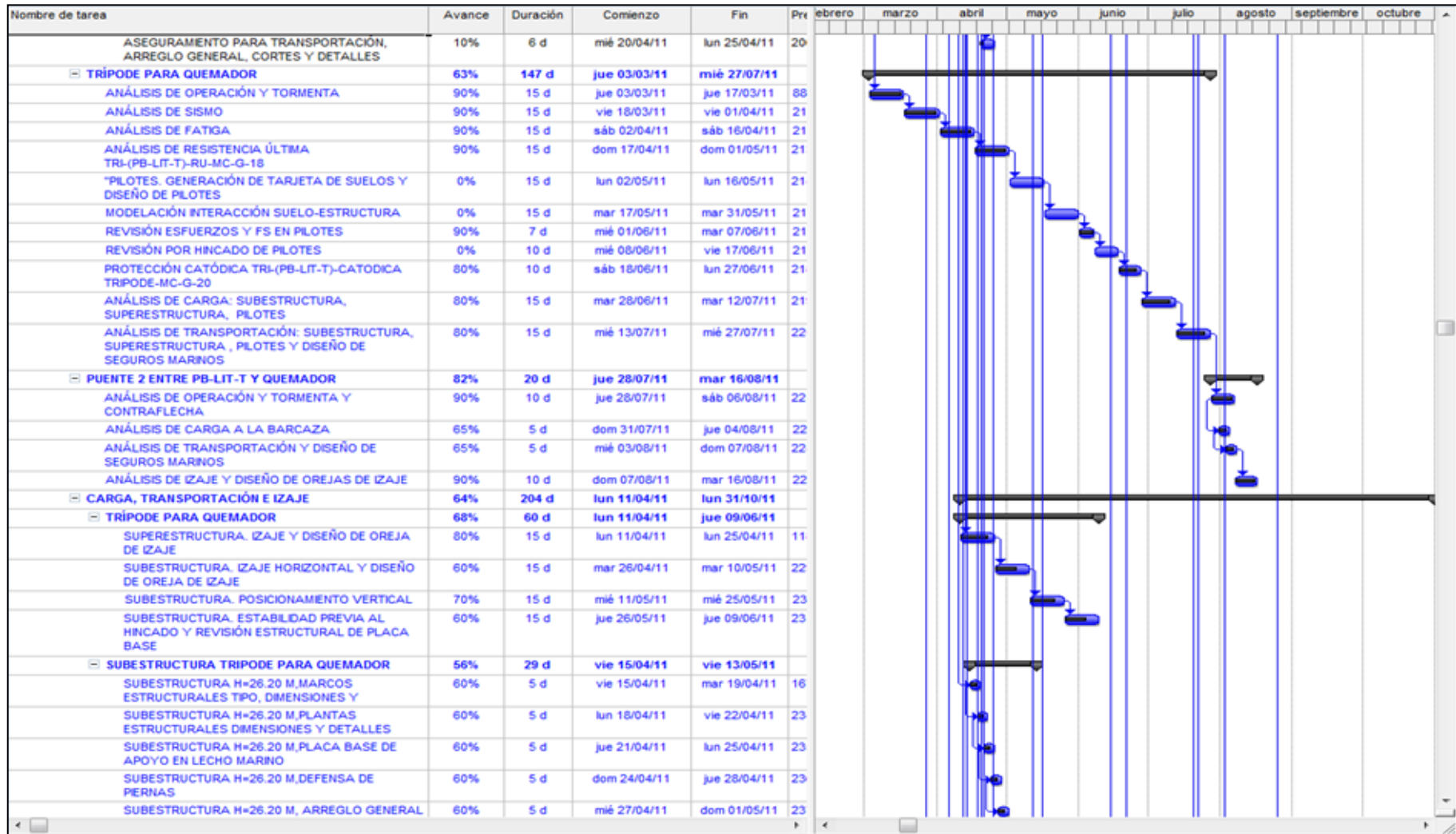
LA IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS EMPLEADAS PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.

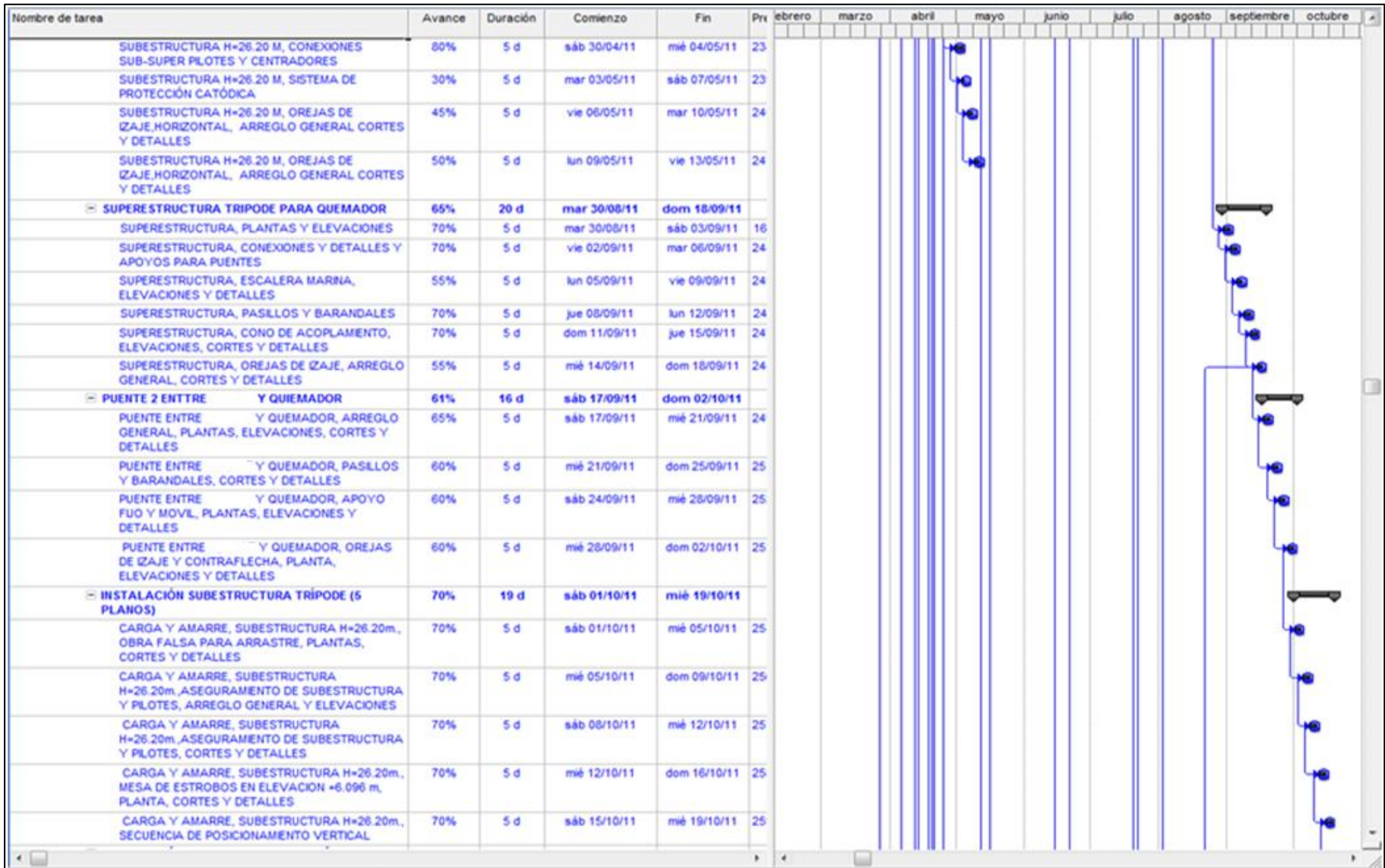




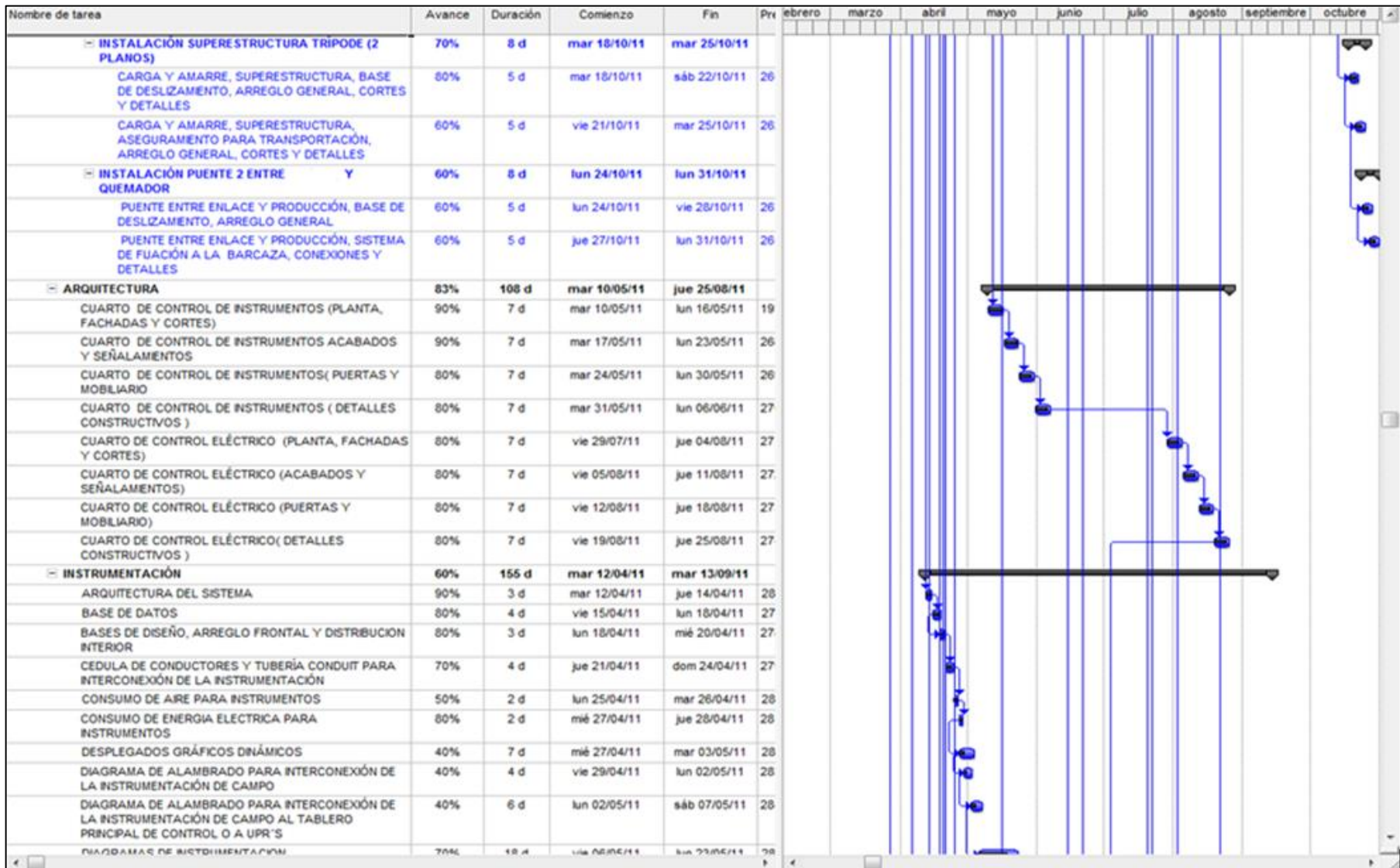




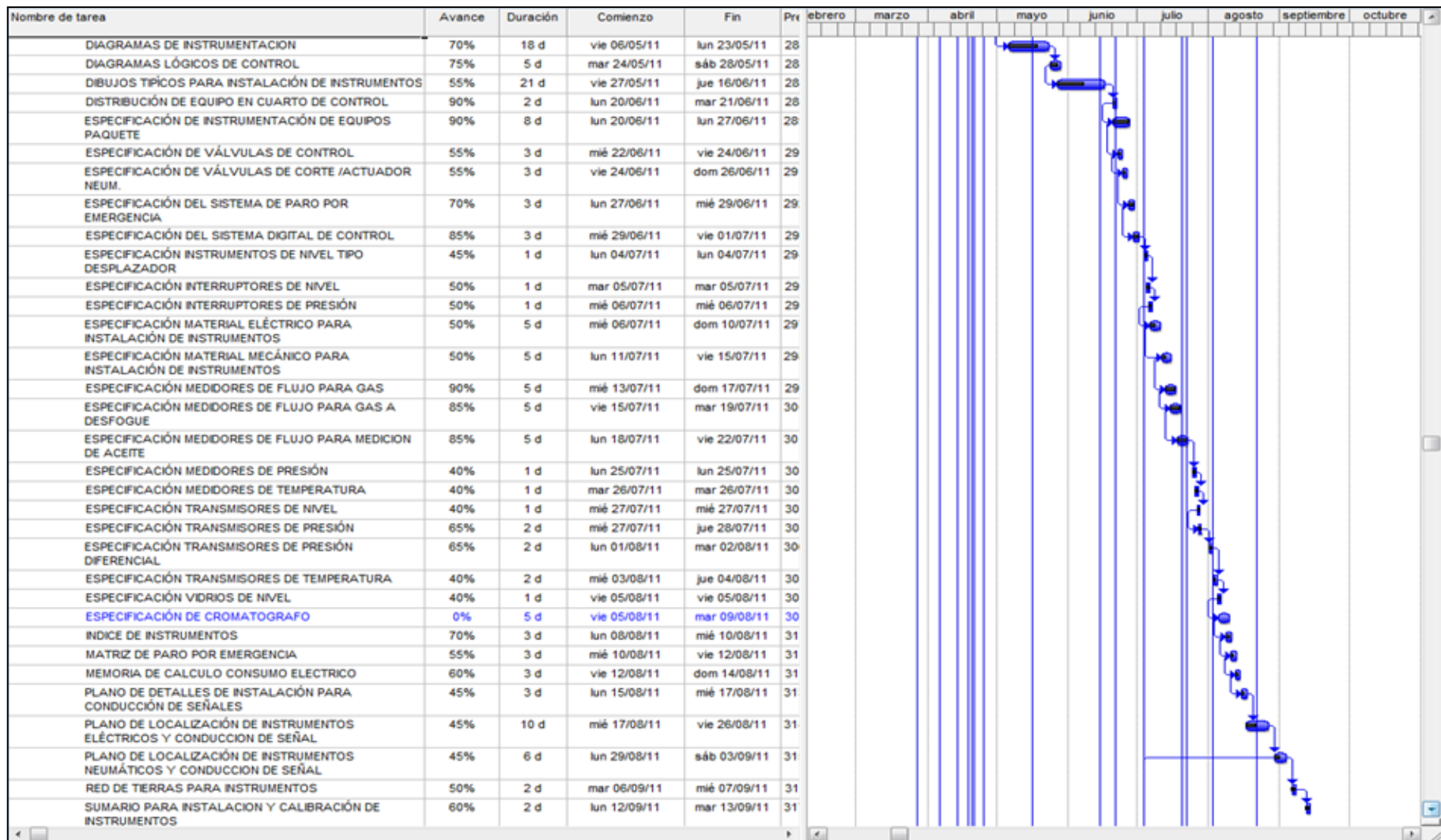


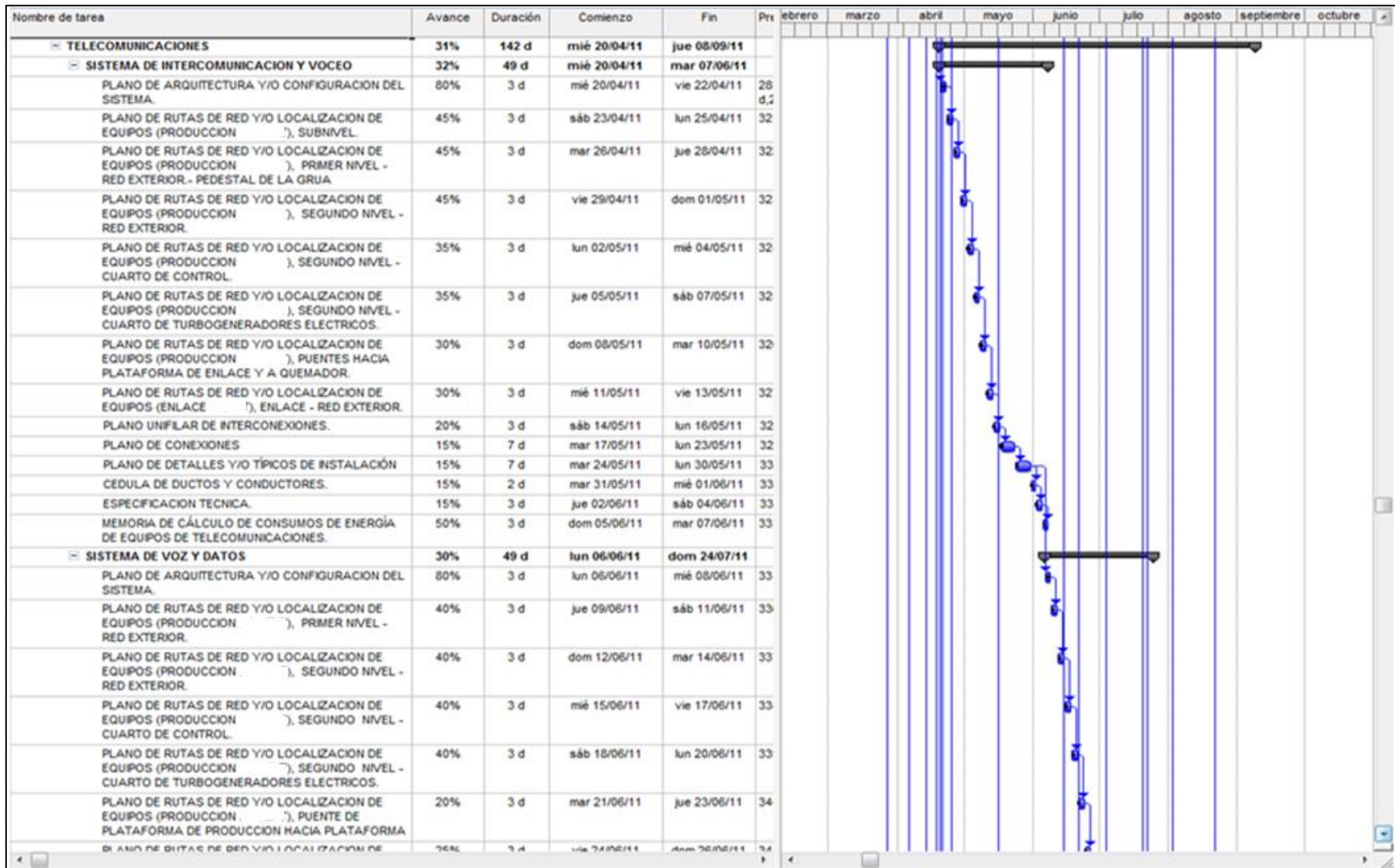


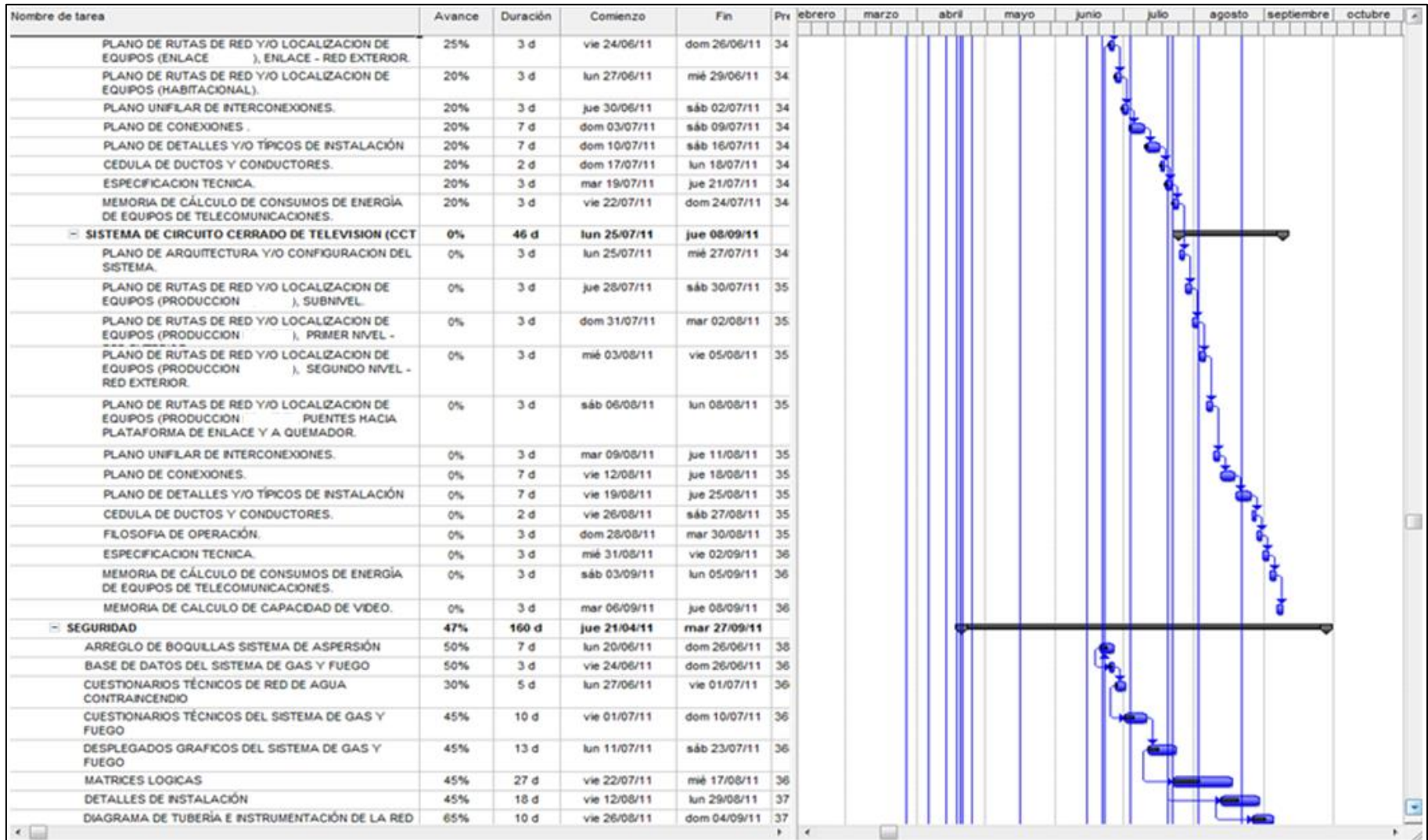


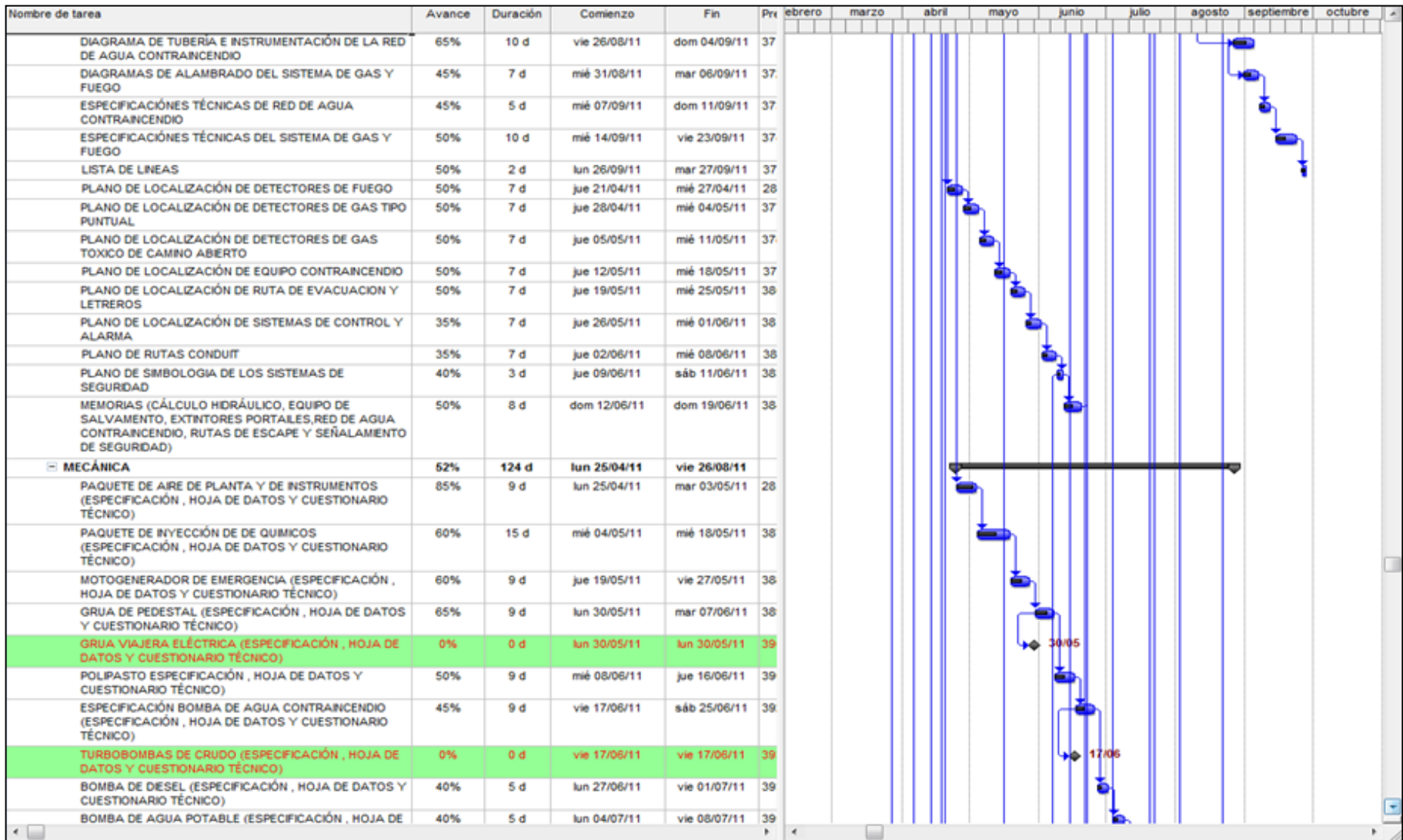


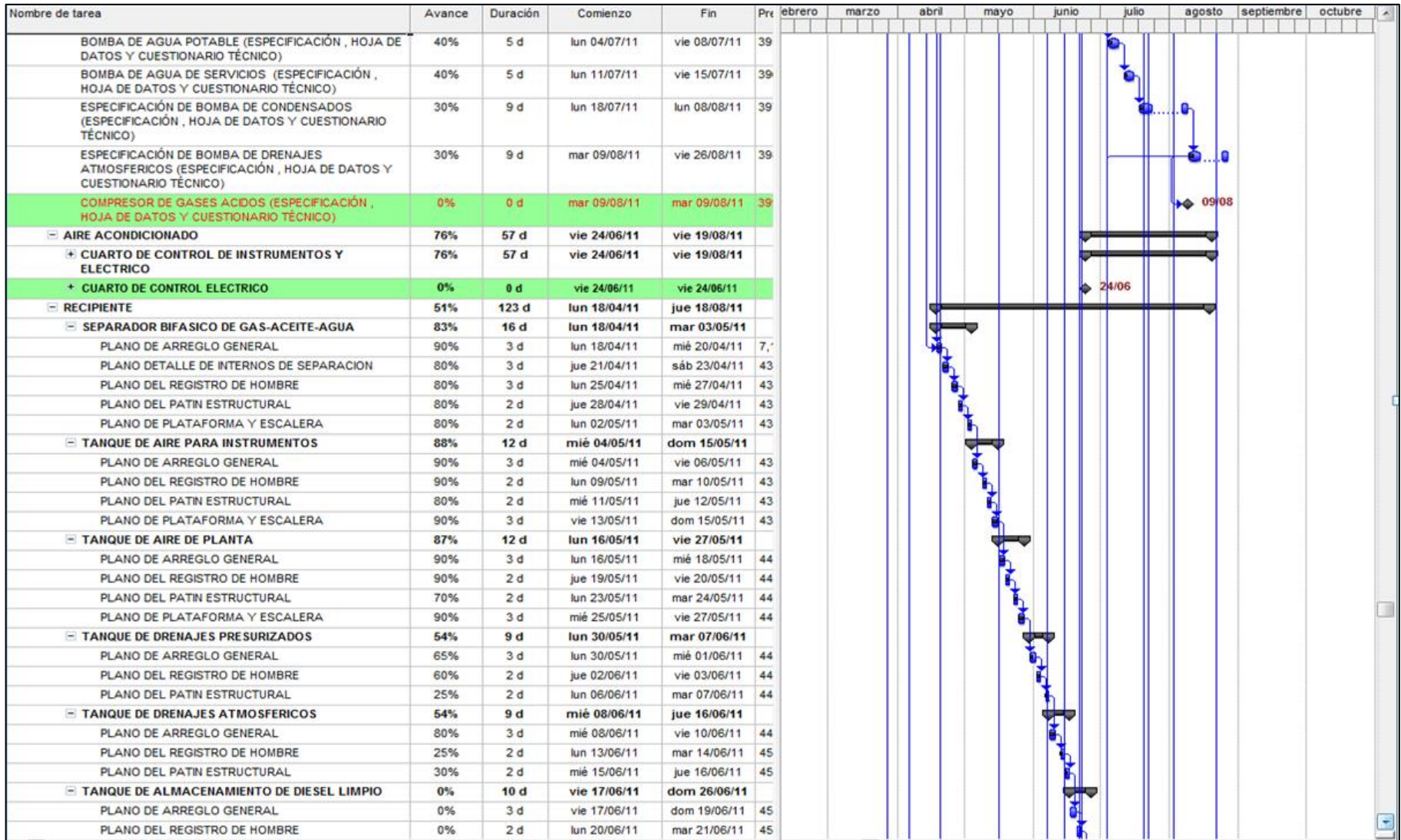
LA IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS EMPLEADAS PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.



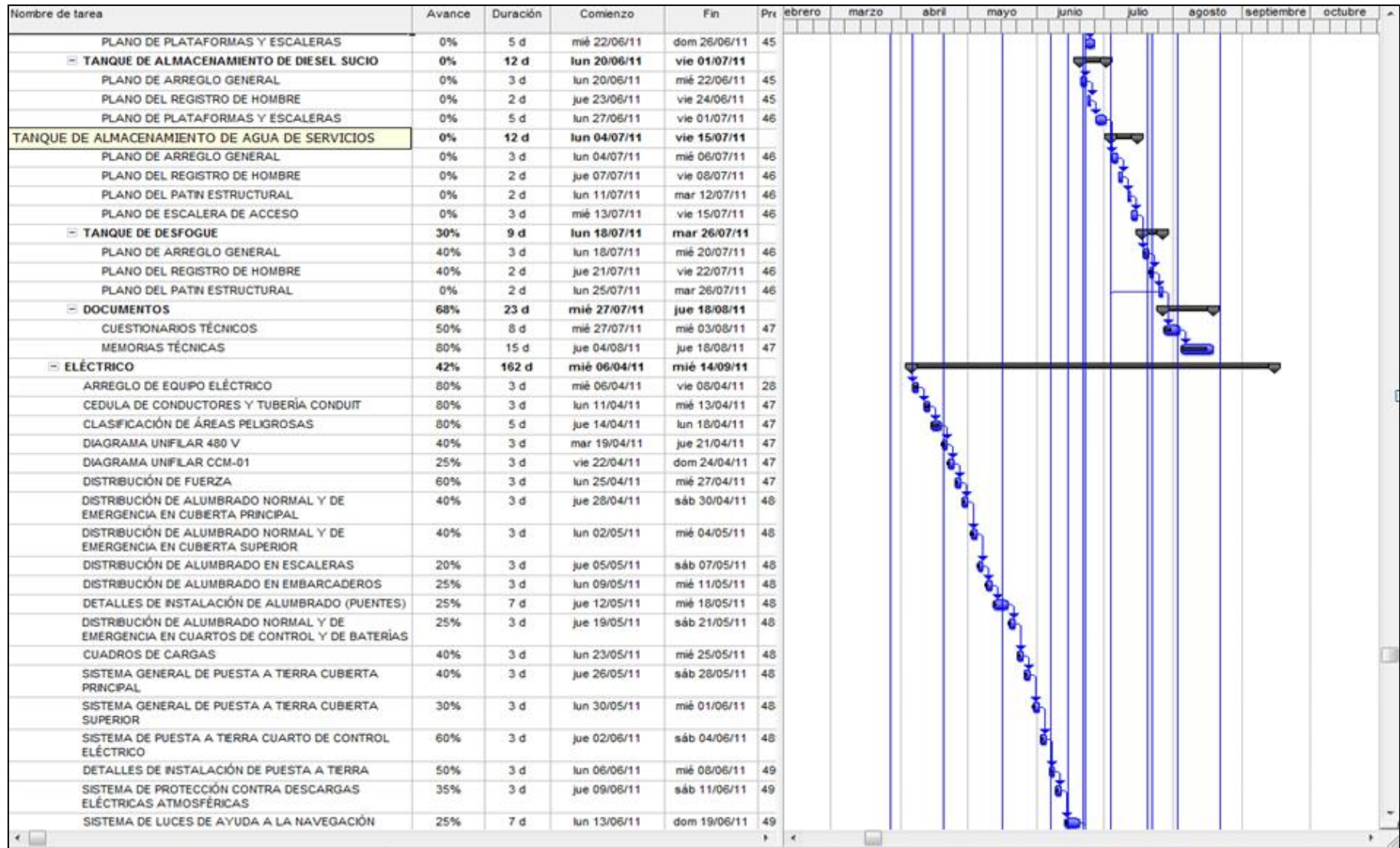


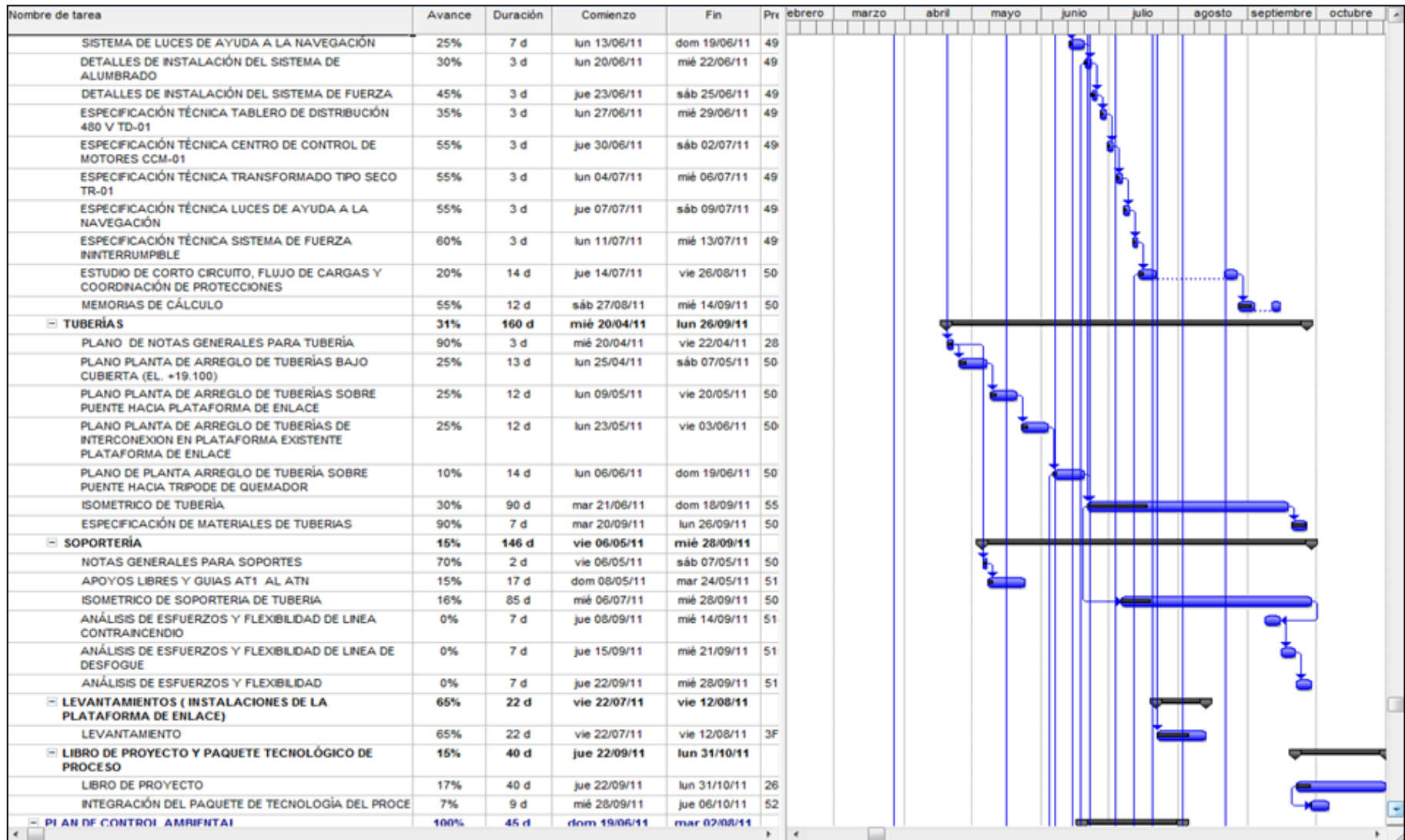






LA IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS EMPLEADAS PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.





LA IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS EMPLEADAS PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DURANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.



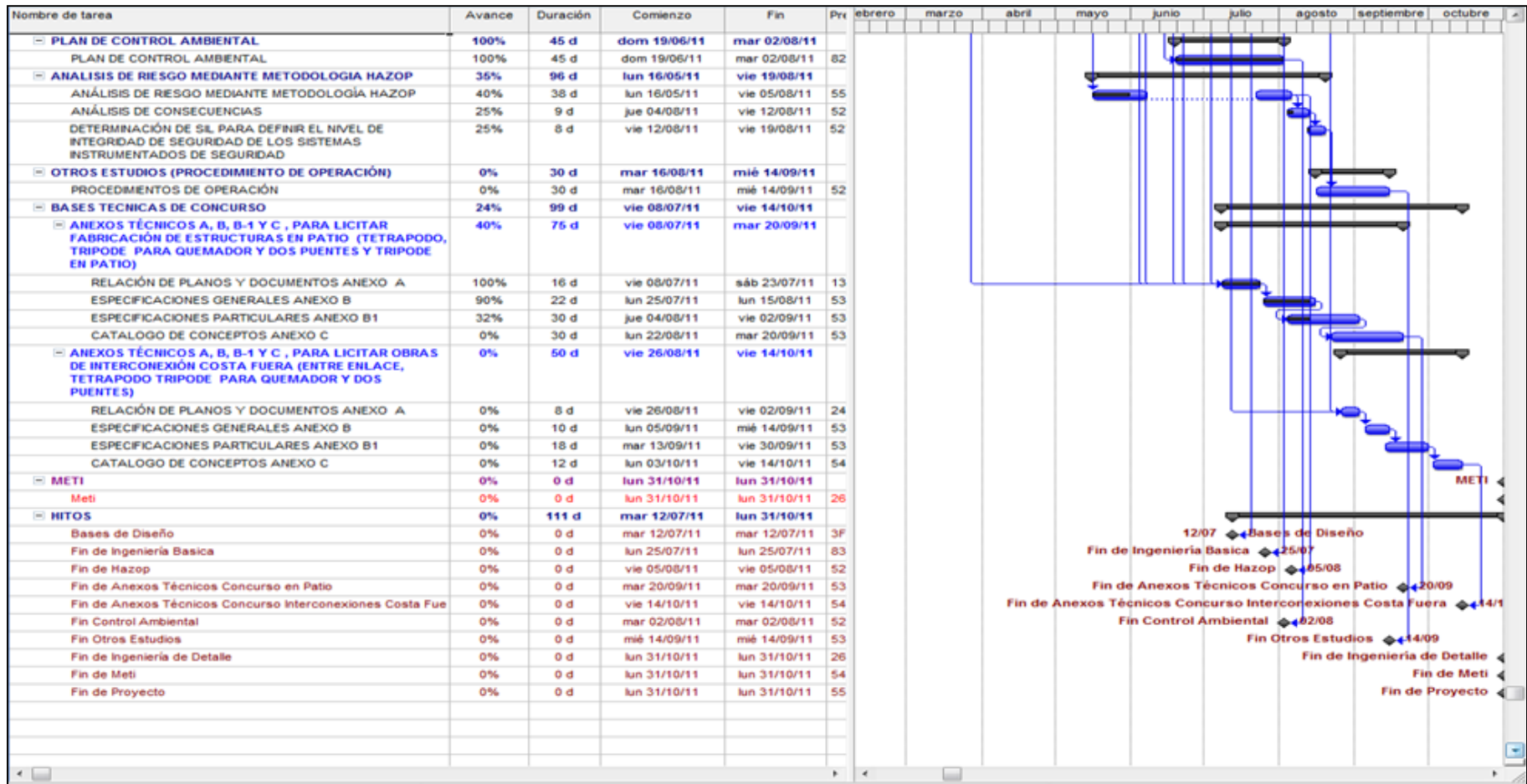


Figura 5.6 Programa de Trabajo (Final)

Fuente: Diseño propio  
 Fecha: 28 Abril de 2012

## 5.6 Evaluación del proyecto

Se llega a un acuerdo planteando los términos como se evaluará el proyecto, quienes participarán, que cargo tendrán que representar dependiendo siempre de la actividad y de la etapa.

Se presenta a continuación como se estableció la evaluación.

<b>Etapas / Actividad</b>	<b>Revisión/Verificación/ Validación</b>	<b>Criterios Técnicos Revisión/Verificación/ Validación</b>	<b>Responsable(s)</b>
1.-DOCUMENTOS DE LA INGENIERÍA BÁSICA, DE DETALLE PARA LA PLATAFORMA DE PRODUCCIÓN	Revisión	De acuerdo a la Base Técnica.	De acuerdo a la Base Técnica
	Verificación	De acuerdo a la Base Técnica	De acuerdo a la Base Técnica
	Aprobación	Aprueba el entregable revisando que estos cubran el alcance contratado	Jefe de Proyecto
	Validación	Para realizar la Validación se requiere que se haya efectuado la Revisión y Verificación de acuerdo a la Base Técnica y el J.P. deberá de enviar, los entregables con todas las rubricas (evidencias) correspondientes.	Coordinador Tecnológico de la Especialidad.  (para realizar esta actividad se puede apoyar del LTR, experto, o quien designe)
2.- ESTUDIO DE ANÁLISIS DE RIESGO MEDIANTE METODOLOGÍA HAZOP Y ESTUDIO DE RIESGO ESTRUCTURAL	Revisión	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Verificación	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Aprobación	Aprueba el entregable revisando que estos cubran el alcance contratado	Jefe de Proyecto
	Validación	Para realizar la Validación se requiere que se haya efectuado la Revisión y Verificación de acuerdo a la Base Técnica y el J.P. deberá de enviar, los entregables con todas las rubricas (evidencias) correspondientes.	Coordinador Tecnológico de la Especialidad.  (para realizar esta actividad se puede apoyar del LTR, experto, o quien designe)

3.-BASES TÉCNICAS DE CONCURSO PLATAFORMA LITORAL	Revisión	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Verificación	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
4.-PLAN DE CONTROL AMBIENTAL	Revisión	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Verificación	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Aprobación	Aprueba el entregable revisando que estos cubran el alcance contratado	Jefe de Proyecto
	Validación	Para realizar la Validación se requiere que se haya efectuado la Revisión y Verificación de acuerdo a la Base Técnica y el J.P. deberá de enviar, los entregables con todas las rubricas (evidencias) correspondientes.	Coordinador Tecnológico de la Especialidad. (para realizar esta actividad se puede apoyar del LTR, experto, o quien designe)
5.-METI Y MEBI	Revisión	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes
	Verificación	De acuerdo a la Base Técnica.	Especialistas Participantes

Tabla 5.2 Evaluación del Proyecto

Fuente: Diseño propio  
Fecha: 6 Abril de 2012

## Conclusiones

Al término del presente trabajo de tesis, se ha cumplido con cada uno de los objetivos planeados, exponiendo la valoración de aquellas herramientas utilizadas para generar la planeación y control de proyectos, métodos y técnicas, desde los más remotos y llegando a lo más novedoso; como sistemas informáticos, los cuales cuentan con una gran flexibilidad para su manejo. Puntualizando básicamente lo esencial de la planeación para lograr una optimización del proyecto, ya que nos orienta desde el inicio, durante su desarrollo y finalmente concluir con el cierre del mismo.

Por eso es que estas herramientas nos apoyan incondicionalmente y contando con una flexibilidad como lo maneja el Microsoft Project, en escancia nos muestran un panorama general, el cual nos permite visualizar mediante el diagrama de Gantt, marcando las rutas críticas, dándonos a mostrar los requerimientos para cada tarea y enriqueciéndonos de tal manera que nos permite ver claramente el trabajo de los recursos a lo largo del tiempo y arrastrar las tareas para realizar ajustes.

Mientras que con Primavera Project Planner es básicamente una base de datos para administrar y planificar proyectos, es una agenda, es el entorno perfecto para familiarizarse con una herramienta de trabajo que nos permite de integrarnos a la administración integral de proyectos de manera sencilla e intuitiva, con las soluciones en función del campo de especialización (arquitectura, ingeniería civil, industrial, técnica).

Se presentó un ejemplo de un proyecto de infraestructura, utilizando una de las herramientas expuestas anteriormente, contemplando las fases del proyecto y tomando en cuenta los parámetros para lograr el control y su desarrollo; mediante la herramienta más adecuada y actualizada "Microsoft Project" con el cual se generó la programación de tal manera que el programa sirve de referencia, es decir una línea base para llevar el control de las actividades a realizar, de los recursos y requerimientos, así mismo, se supervisa el avance y el crecimiento del proyecto.

Durante el desarrollo propio de este tipo de proyectos, se presentan cambios de alcance, disminuyendo o aumentando sustancialmente actividades, estos cambios serian prácticamente imposibles de controlar sin una adecuada planeación, programación y control del proyecto y más aun sin la utilización de una herramienta diseñada para tal caso, es necesario recalcar que atreves de esta herramienta se puede hacer una revisión en cuanto al avance de trabajo del proyecto; al checar el avance real contra en avance programado y es así como nos muestra realmente en donde nos encontramos dentro de nuestro plan generado inicialmente.

La ejecución del proyecto es realizada por un grupo de especialistas en diferentes áreas, encabezados por un Ingeniero de Proyecto, que de ser posible, este de igual manera sea Ingeniero Químico, facilitando la comunicación e interrelación con el grupo de especialistas, dada su formación multidisciplinaria.

Así utilizando las mejores herramientas hoy en día para la elaboración de la planeación y control de los proyectos de infraestructura; se obtendrán mejores resultados y se facilita el control de cada actividad, tomando en cuenta cualquier situación o cambio que llegue a presentarse.

Es importante externar que el conocimiento obtenido a través de la elaboración y composición del trabajo fue comprobar que con el fin de lograr una mayor eficiencia, hay que hacer uso de aquellas herramientas que nos faciliten el manejo de datos para estos proyectos dinámicos y versátiles.

Durante el desarrollo del presente trabajo, se demostró la necesidad de las herramientas y que tan importantes son para lograr llevar a cabo un proyecto de tal magnitud, presenta un contexto de proyectos, ¿cómo administrar proyectos de ingeniería? Dentro de la Administración de Proyectos, la parte de planeación y control durante el desarrollo de proyectos de infraestructura. Destacando el papel que desempeña el Ingeniero Químico en la Ingeniería de Proyectos. La diversidad de escenarios socio-económicos y tecnológicos demanda una formación de capacidades altamente competitivas, para lo cual debemos impulsar en un entorno de gran creatividad y enfoque interdisciplinario la formación de PROYECTISTAS que obtengan una posición expectante y competitiva en la estructura laboral, institucional y empresarial de nuestro país.

## Bibliografía

### Libros

1. Banco de España. Office of the Superintendent of Financial Institutions (OSFI) de Canadá
2. Briceño Pedro L. "Administración y dirección de proyectos" 2da. Edición editorial McGrawhill.
3. Brown Jerry "La gerencia de múltiples proyectos" editorial Technology Training., 2da. Edición.
4. Corrales Pérez José "Manual de gestión de proyectos" Manuales de Ingeniería química, 1992.
5. Federal Reserve Banks of Dallas USA. Keneth V.Mckee. Metodología de Riesgos.
6. Gordon niva "Administración efectiva de proyectos",1997
7. Haynes Marion E. "Administración de proyectos" 1990.
8. IFPC International Group, Inc. Forensic audit. & Research
9. Project Manager Competency Development Framework Segunda Edición , PMI, 2007.
10. Project Management Institute, Inc. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Tercera Edición (Guía del PMBOK) ,2004

### Tesis

1. Díaz De León Pretel, Implementación de un modelo de gestión de proyectos para el área de ingeniería de proyectos, 2001.
2. Gustavo Regis Pérez, Administración y acciones estratégicas del mantenimiento en ductos de PEMEX exploración y producción, 2003.
3. Jurado De la Rosa Eduardo, Administración del diseño de una plataforma de compresión, 2000.

## Artículos

1. Caballero Cervantes Omar Higinio, Tecnologías de información y herramientas para la administración de proyectos de software, Revista Digital Universitaria, 10 de junio 2006.Volumen 7Número 6. ISSN: 1067-6079.
2. Ishikura Masayuki, (Managing Director, Project Management Professionals Certification Center ( Pmcc ), Evolution of Project & Program Management and Engineering in Process Plant Project-Qatargas Ing Plant Project. 2010.
3. Santos D. Martín., Parra R. Isaac A., Gallardo V. Saraí., Ingram R. José W. Herramientas Corporativas de Gestión de Proyectos: Una Visión Integral. Boletín IIE, Octubre-Diciembre del 2007.

## Páginas WEB

1. <http://www.businessballs.com/project.htm> 9:38 a.m. Enero 31 de 2011.
2. <http://www.promonegocios.net/administracion/proceso-administrativo.html> 11:35 pm. Enero 20 de 2011.
3. <http://www.mitecnologico.com/Main/FasesDeLaAdministracionDeProyectos> 8:50 a.m. Febrero 03 de 2011.
4. [http://www.revista.unam.mx/vol.7/num6/art47/jun\\_art47.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.7/num6/art47/jun_art47.pdf) 9:10 a.m. Enero 16 de 2011.
5. <http://seis.wordpress.com/2007/06/23/herramientas-de-gestion-de-proyectos/> 10:05 a.m. Febrero 10 de 2011.
6. <http://www.eumed.net/libros/2010e/823/Matriz%20de%20responsabilidades.htm> 5:17 p.m. Mayo 05 de 2012
7. <http://www.eumed.net/ce/2009a/amr.htm> 11:48 a.m. Septiembre 27 de 2012
8. <http://noticias.universia.net.mx/vida-universitaria/noticia/2007/01/17/48217/niegan-falta-ingenieros-mexico.html> 09:00 a.m. Diciembre 16 de 2012
9. <http://www.micad.com/es/productos/gestproject-basic/caracteristicas> 11:00 a.m. Diciembre 20 de 2012