



PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA

FACULTAD DE QUÍMICA

“GUÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE  
INGENIERÍA EN PROYECTOS DE PLANTAS  
INDUSTRIALES”

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS - ING. Y ADMON. DE PROYECTOS

P R E S E N T A:  
ING. SUGEY GRANADOS PÉREZ

TUTOR: M. en C. LETICIA LOZANO RÍOS





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



**JURADO ASIGNADO:**

<b>Presidente</b>	M. en C. Alejandro Anaya Durand
<b>Secretario</b>	M. en C. Leticia Lozano Ríos
<b>Vocal</b>	M. en I. Jorge Luis Aguilar González
<b>1er. Suplente</b>	M. en I. Ezequiel Millán Velasco
<b>2do. Suplente</b>	M. en A. Fernando José Báez Ramos

**Lugar donde se realizó la tesis:**

**Facultad de Química. UNAM**

**Tutor de tesis:**

**M.C. Leticia Lozano Ríos**

*"Pese a todas nuestras dificultades, la vida es hoy mucho mejor para la mayoría de personas y las posibilidades hacia el futuro serán más brillantes, siempre que desarrollemos no solamente nuevos conocimientos, sino también una fe y una confianza en la mente humana y su espíritu".*

*Glenn Theodore Seaborg*

**AGRADECIMIENTOS  
Y  
DEDICATORIAS**

*“Todo es posible hasta que se pruebe que es imposible. Y  
aun entonces lo imposible puede serlo sólo por ahora.”*

*Peral S. Buck*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios:*

*Por darme la oportunidad de existir y permitirme nuevamente alcanzar una meta más en mi vida, legando unas cuantas líneas para beneficiar a quienes tienen la voluntad de cambiar y ser mejores. Gracias... por todo lo que ha sido y será.*

*Al Dr. Julio R. Landgrave Romero †:*

*Porque ha dejado huella imborrable en esta etapa de mi vida, al haber compartido sus conocimientos, experiencias y consejos en el salón de clases y en la práctica profesional.*

*Al Ing. José Antonio Ortiz Ramírez:*

*Por las enseñanzas recibidas; los tiempos, experiencias y sabios consejos compartidos; por darme la oportunidad de convivir y aprender el contexto de la ingeniería de proyectos en la Facultad de Química y sobre todo, por haber depositado parte de su confianza en mí para el desarrollo de proyectos.*

*A la M. en C. Leticia Lozano Ríos:*

*Por dedicar parte de su tiempo en la dirección y supervisión del presente trabajo, por brindarme su colaboración, confianza y apoyo para el desarrollo del mismo, y por que con su ejemplo ha sido un motor de inspiración y motivación*

*A mis Maestros:*

*Porque han dedicado parte de su tiempo de manera incondicional en la formación de ingenieros, no solo de forma académica y profesional sino en mayor medida, en nuestra formación personal.*

*A mis compañeros y amigos de la Maestría de los cuales también aprendí y con quienes comparto la búsqueda de diversas alternativas para poder llegar a obtener el éxito que tanto soñamos.*

*A aquellas personas con las que he trabajado en proyectos, porque han propiciado un ambiente de continuo aprendizaje para poner a prueba el material elaborado en este trabajo.*

*Al Consejo de Ciencia y Tecnología, CONACYT, por otorgarme una beca para la realización de mis estudios de posgrado.*

*Este trabajo y lo mucho que significa para mí lo dedico a:*

*Mis padres y mi familia, por brindarme motivación, amistad, comprensión, afecto y cariño; fue mucho el tiempo esperado pero por fin lo hube logrado.*

*A mis amigos, porque me han enseñado y confirmado, que en la amistad no hay nada prestado, nada fingido; lo que hay en ella es tan genuino como espontáneo.*

*A todas aquellas personas que he conocido y que con sus opiniones, consejos y apoyos, han permitido una mejora continua en vida y han contribuido en mi desarrollo personal y profesional, motivándome siempre a seguir adelante.*

*A aquellas personas que ya no están conmigo físicamente, pero su recuerdo se mantiene siempre vivo, en mi mente.*

*A mi Alma Mater, La Universidad Nacional Autónoma de México, por el privilegio de ser universitario y porque ha sido hasta ahora el escenario de los eventos más trascendentales de mi vida.*



# INDICE

*"Si tengo fe en que soy capaz de hacerlo, adquiriré seguramente la capacidad de realizarlo, aún si no la poseía al comenzar"*

*Mahatma Gandhi*

# ÍNDICE

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO E HIPOTESIS.....	3
1. ANTECEDENTES.....	5
1.1. Contexto general del éxito o fracaso de los proyectos .....	5
1.2. Factores que influyen en el éxito del proyecto.....	7
1.3. Relaciones humanas antes y después de la definición del alcance de un proyecto. ....	8
2. MARCO TEORICO .....	15
2.1. Características de un proyecto .....	15
2.2. Ciclo de vida de un proyecto .....	17
2.3. Descripción del proyecto de una planta industrial.....	20
2.4. Descripción de los principales documentos generados en un proyecto.....	30
2.5. Administración de proyectos .....	39
2.6. Administración del alcance del proyecto .....	49
2.7. Estructura de ordenamiento y Desglose de trabajo (WBS).....	60
2.8. Matriz de precedencia.....	64
3. EL ALCANCE DE PROYECTO .....	65
3.1. El alcance de proyecto en los diferentes tipos de contrato .....	68
3.2. La definición del alcance durante el proceso de licitación de un proyecto.....	72
3.3. Comunicación en el proceso de trabajo durante la definición del alcance .....	76
3.4. Alcance típico para un proyecto de una planta de proceso.....	79
4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE PROYECTO POR DISCIPLINAS PARA LA FASE DE INGENIERIA. ....	87
4.1. Resumen ejecutivo .....	89
4.2. Descripción del proyecto.....	90
4.3. Alcance de instalaciones .....	90
4.3.1. Generales.....	90
4.3.2. Ingeniería de Proceso .....	91
4.3.3. Ingeniería Mecánica .....	94
4.3.4. Ingeniería de Tuberías .....	96
4.3.5. Ingeniería Eléctrica .....	98
4.3.6. Ingeniería de Control e Instrumentación .....	100
4.3.7. Ingeniería Civil .....	103
4.3.8. Ingeniería Estructural .....	106
4.3.9. Arquitectura .....	107
4.3.10. Ingeniería Ambiental .....	108
4.3.11. Seguridad y sistema de Protección contra incendios.....	110
4.3.12. HVAC (Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado) .....	112

4.4.	Alcance de servicios .....	113
4.4.1.	Generales .....	113
4.4.2.	Ingeniería de Proceso .....	116
4.4.3.	Ingeniería Mecánica .....	121
4.4.4.	Ingeniería de Tuberías .....	123
4.4.5.	Ingeniería Eléctrica .....	126
4.4.6.	Ingeniería de Control e Instrumentación .....	129
4.4.7.	Ingeniería Civil .....	131
4.4.8.	Ingeniería Estructural .....	134
4.4.9.	Arquitectura .....	137
4.4.10.	Ingeniería Ambiental .....	139
4.4.11.	Seguridad y sistema de Protección contra incendios .....	141
4.4.12.	HVAC (Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado) .....	144
5.	APLICACIÓN PRACTICA .....	145
5.1.	Contexto histórico.....	148
5.2.	Contexto de aplicación.....	154
5.3.	Aplicación de la guía en el proyecto de construcción de plantas criogénicas.....	157
5.3.1.	Antecedentes.....	157
5.3.2.	Etapas normales en el procesamiento de gas natural.....	159
5.3.3.	Descripción del proyecto en el caso de estudio.....	161
5.3.4.	Alcance global del proyecto.....	163
5.3.5.	Alcance general de proceso.....	166
5.3.6.	Alcance de proceso de la sección criogénica.....	169
5.3.7.	Bases de diseño de la sección criogénica.....	172
5.3.8.	Matriz de precedencia para el disciplina de proceso.....	181
5.3.9.	Programa general de ejecución .....	182
5.4.	Análisis de resultados y validación de la hipótesis.....	187
	CONCLUSIONES .....	189
	BIBLIOGRAFIA .....	192
	ANEXOS	
	ANEXO 1. LINEAMIENTOS PARA DICTAMINAR UN PROYECTO.....	193
	ANEXO 2. PROYECTOS PARA LOS CUALES SE ELABORO EL DICTAMEN DE RIESGOS DE PROYECTO.....	199

# INTRODUCCIÓN

*“La validez de una teoría consiste en que sea útil y pueda dar lugar a predicciones correctas o que al menos de más predicciones correctas que las teorías usuales”*

*R.J. Gillespie.*

# INTRODUCCIÓN

Hoy en día las plantas industriales e instalaciones productivas se amplían, se modernizan y se rehabilitan; cada cambio es un proyecto, con alguna persona o grupo de personas que planean el cambio y que después lo llevan a cabo. Estos proyectos demandan eficientar los procesos, cuidar el medio ambiente e incrementar la rentabilidad de las empresas dentro de un entorno internacional globalizado; deben considerar la rapidez de cambio en las comunicaciones, la aparición de esquemas nuevos del saber (investigación genética, nuevas energías alternativas a nivel industrial, etc.) y el desarrollo de nuevas y retadoras aplicaciones tecnológicas; esto ha dado paso a un nuevo orden competitivo para la Ingeniería y Administración de Proyectos; ya que además de participar en la adaptación o creación de procesos acorde a las exigencias actuales con el uso de conocimientos, habilidades y experiencia; implica tener una nueva concepción de un proyecto valiéndose de la creatividad, la innovación, la comunicación y la capacidad de una manera eficaz.

El **alcance del proyecto**, conocido también como alcance del trabajo, significa de forma simple aclarar por escrito lo que es y lo que no es parte de un proyecto; es todo el trabajo que se tiene que realizar con el fin de que el cliente quede satisfecho de que las entregas (el producto o los artículos tangibles a proporcionarle) cumplan con los requisitos o criterios de aceptación acordados al inicio del proyecto. Cuando hay una pobre definición del alcance es de esperar, que el costo del proyecto aumente, debido a los inevitables cambios, los cuales interrumpen el ritmo del proyecto; se trabaja mas de una vez; se incrementa el tiempo del proyecto; se produce una baja en la productividad y en la moral del personal; etc. Estos son solo algunos efectos de los numerosos que se pueden citar, cuando un alcance esta mal definido y llevan en general al fracaso del proyecto. Con base en ello se puede afirmar que la definición del alcance, es clave en el éxito del proyecto, y juega un papel importante para la planeación y control del mismo, y por ello también ha sido elegido el tema principal de este trabajo.



En el diseño y construcción de una planta industrial, el alcance del proyecto no puede ser llevado a cabo únicamente por profesionales de una sola rama de ingeniería, ello debe resultar de los esfuerzos coordinados de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas, civiles y especialistas en otros campos. Para lograr esta coordinación, ha llegado a ser práctica común en industrias de proceso, asignar esa responsabilidad global a un solo individuo (o más) llamado ingeniero de proyecto, quien deberá ser capaz de guiar a los ingenieros, anticipar los problemas rutinarios, programar las diversas fases del trabajo y contar con el criterio suficiente para evaluar los resultados y tomar las decisiones correctas.

Para la definición del alcance en un proyecto de una planta industrial, el ingeniero de proyecto desempeña un papel importante: el ingeniero de proyecto del “cliente” debe proveer al ingeniero de proyecto del “contratista”, toda la información concerniente a los requisitos, exigencias, restricciones y preferencias del cliente para la realización del proyecto. El contratista debe ser responsable de hacer llegar la información a los diferentes grupos (disciplinas) de su propia organización, para que conjuntamente o individualmente elaboren el alcance oficial del proyecto de manera clara, adecuada y completa, a fin de ser aprobado por el cliente; y de esta forma salvaguardar tanto los intereses del cliente como del contratista, en todas las decisiones ingenieriles y obligaciones contractuales.

Por lo anterior el ingeniero de proyecto además de requerir conocimientos de ingeniería química, demanda conocimientos de otros campos de la ingeniería, administración y economía. Aunque no sea necesariamente un experto en alguna de esas ramas, debe tener conocimientos suficientes para coordinar las actividades de todas ellas.

La definición del alcance del proyecto es la pauta de la coordinación de las actividades ya que en esta definición debe quedar delineada la administración global del proyecto (planeación, organización, dirección, control y seguimiento) para lograr el alcance establecido, que se verá reflejado en tiempo, calidad y costo del proyecto. Como resultado de las actividades de cada disciplina en la etapa de ingeniería, se origina cierta información y documentos que muestran una serie de interrelaciones, esto significa que para generar algún documento de alguna disciplina se requiere información originada por alguna otra y por lo tanto el ingeniero de proyecto también debe resolver el problema de cómo definir, planear y controlar toda la información que se genera durante la ejecución del proyecto para garantizar que este completa, clara, confiable y adecuada.



Así bien, en este trabajo se marcan puntos elementales como guía para poder establecer el alcance de un proyecto de manera clara, completa, y confiable y conocer de esta forma todos los aspectos en los cuales debe poner atención un ingeniero de proyecto, si una de sus tantas funciones es participar en el establecimiento del alcance de un proyecto.

## **OBJETIVO**

Por lo expuesto anteriormente, esta guía tiene como objetivo principal:

Aportar al área de Ingeniería y Administración de proyectos, un documento guía que sirva como herramienta de los participantes de un proyecto, en especial del futuro ingeniero de proyecto para: definir el alcance de manera clara, completa, y confiable de un proyecto de una planta de proceso; conocer las actividades e información que corresponde generar a cada disciplina participante y sincronizar sus interrelaciones.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de la “guía para la definición del alcance de ingeniería en proyectos de plantas industriales” permitirá establecer el alcance de los proyectos de manera clara, completa y confiable generando así una base para la ejecución exitosa del proyecto.

El contar con una guía para la definición del alcance de un proyecto proporciona los siguientes beneficios:

- Verificar los requerimientos de cada disciplina para la realización del proyecto determinado.
- Estandarizar las actividades e información generadas por cada disciplina participante en el proyecto y sus interrelaciones
- Desarrollar una estructura de trabajo WBS (Work Breakdown Structure) que facilite una administración óptima del proyecto.



- Integrar procesos para administrar adecuadamente las actividades, recursos y cambios producidos por la evolución natural del proyecto, para optimizar el tiempo y el costo
- Facilitar una clara asignación de responsabilidades.
- Definir y evaluar los posibles riesgos y oportunidades.
- La generación de cambios de alcance mínimos.
- Prevenir incrementos del costo y financiamiento del proyecto por alcance incompleto.
- Generar confianza con el cliente.

Para lograr el objetivo antes mencionado este trabajo de tesis esta dividido en tres partes generales: La primera abarca los capítulos 1 y 2 que están enfocados a presentar un marco teórico-conceptual para la realización de este trabajo. La segunda comprendida por los capítulos 3 y 4 despliega el desarrollo de la guía propuesta. La tercera mostrada en el capítulo 5, pone de manifiesto la aplicación de este trabajo en el contexto laboral en el que estoy inmersa actualmente.

# 1. ANTECEDENTES

*“No se puede ser líder por decisión o por imposición; ser líder significa ganarse, sobre todo, el respeto de aquellos a quienes se quiere liderar” Mariana Díaz*

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1. CONTEXTO GENERAL DEL ÉXITO O FRACASO DE LOS PROYECTOS

La ejecución exitosa de un proyecto se evalúa usualmente por el logro de los objetivos clave del proyecto: alcance, tiempo, costo y calidad. Existen libros completos (PMBOK), manuales, folletos, conferencias, etc., que enseñan como proceder para llevar a buen termino un proyecto. Sin embargo sigue siendo una realidad que la mayoría de los proyectos no cumplan con los objetivos estándares. Las experiencias de los proyectos realizados, señalan que son pocos los proyectos que tienen éxito e indican, en la mayoría que se ejecutan fuera de tiempo y del costo previsto, y en menor grado que algunos no llegan a cumplir el alcance inicial; dando esto una imagen de que por lo general el plazo y el costo son variables incontrolables que no permiten establecer metas alcanzables.

Es frecuente encontrar o escuchar en los medios de comunicación el reflejo de este hecho y se considera que cualquier persona sería capaz de citar numerosos ejemplos sufridos en la vida laboral o personal. Algunas veces este hecho tiene una importancia menor, pero tratándose de proyectos de ingeniería, en su mayoría, tiene efectos de extraordinaria gravedad.

De igual forma, este fenómeno es tan conocido que ha dado lugar incluso a la publicación de chistes y escritos humorísticos que se han hecho clásicos en el campo de la administración de proyectos como lo es el famoso dibujo del columpio mostrado en la Figura 1.

Varias ideas importantes destacan en esta historieta:

- La intervención de diversos grupos o especialidades, siempre uno de los elementos de complejidad del proyecto.
- La necesidad de tener claras “a priori” las especificaciones técnicas que ha de satisfacer el proyecto.
- El papel del cliente como responsable de definir lo que quiere y, por tanto, el resultado que debe producir el proyecto.
- La innecesaria complejidad que con frecuencia los técnicos tienden a introducir en el proyecto para satisfacer su afán de resolver problemas técnicamente complejos e interesantes personalmente.

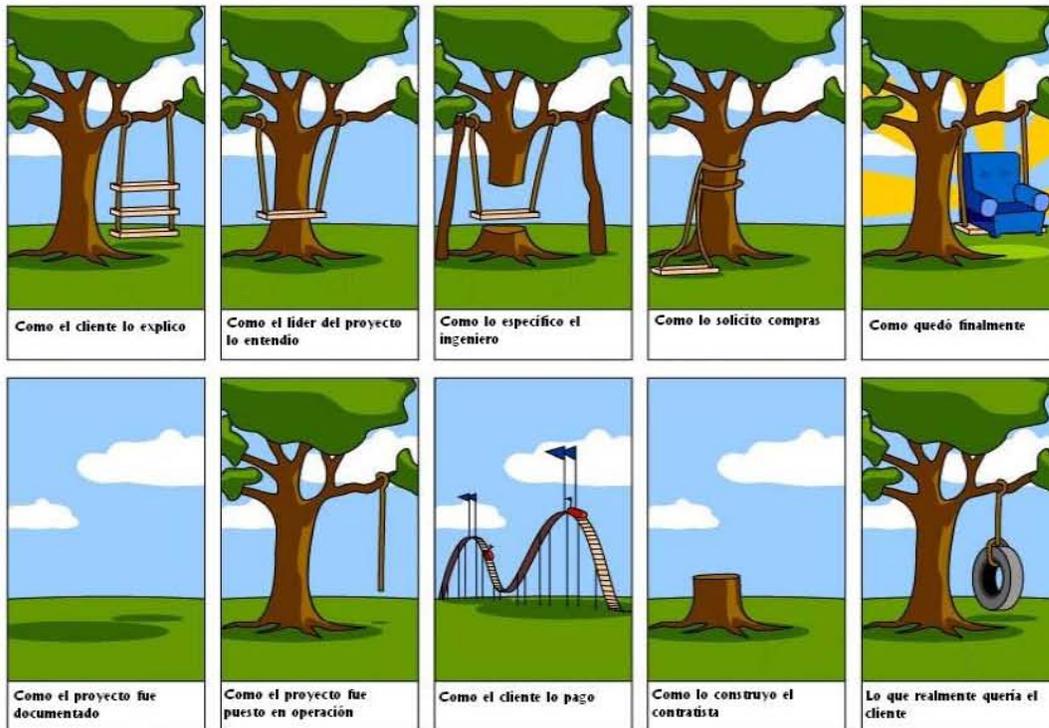


Figura 1. Visiones de un proyecto desde diferentes especialidades.

Hace referencia marcada a la no clara definición del alcance del proyecto, ya que se aprecia que para este proyecto (columpio) no todas las personas involucradas tenían la misma comprensión de los requerimientos que debería cumplir el resultado del proyecto. Cuando se define el alcance de un proyecto debe cuidarse de no caer en este hecho.

Los proyectos varían desde los pequeños hasta los extremadamente grandes y pueden variar mucho en complejidad, ello implica que en ciertos proyectos la definición de alcance sea más difícil y laboriosa que en otros. Los proyectos más excepcionales e inusuales y aquellos de naturaleza más compleja presentan dificultades especiales a la hora de formular los objetivos o para hacerlos con la deseable terminación, pero esa dificultad no significa que no deba hacerse, puesto que precisamente cuanto más complejo o más arriesgado sea un proyecto más necesario será la necesidad de contar con marco de referencia, pese a que sus contornos no sean tan nítidos como en otros.



## 1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ÉXITO DEL PROYECTO

Los objetivos **clave** del proyecto son: alcance, tiempo, costo y calidad. Para el éxito del proyecto no basta conseguir uno de estos objetivos o que la importancia relativa entre los mismos sea muy diferente, estos cuatro objetivos tienen el mismo peso en el proyecto y son representados en la (Figura 2.) para resaltar que cada uno de los vértices son necesarios e igualmente importantes. Este aspecto cuadrangular de los objetivos se refuerza por la necesidad de coherencia y proporción entre los mismos, otra idea obvia pero que a veces parece olvidarse. Los cuatro objetivos del proyecto son inseparables y forman un sistema en el que cada modificación de una de las partes afecta a las restantes. Puede hablarse de **éxito del proyecto** cuando se alcanza los cuatro objetivos, terminar la obra respetando las especificaciones establecidas con la calidad requerida dentro del costo previsto y en plazo acordado.

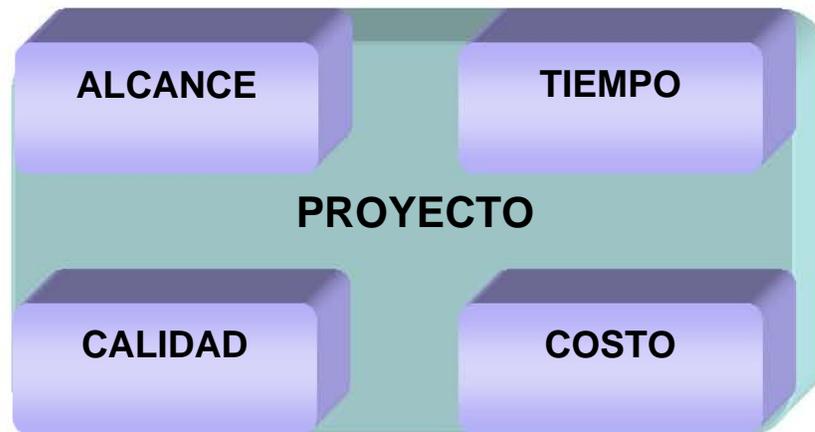


Figura 2. Objetivos clave del proyecto

Aunque el cumplimiento de los objetivos clave de un proyecto puede determinar el éxito o fracaso de éste, muchas veces se percibe que un proyecto ha fallado aún cuando ha logrado éstos:

- Concluido a tiempo
- Concluido dentro del presupuesto
- Cumplido con todas las especificaciones técnicas
- Cumplido con la calidad requerida

Ya que es necesario apreciar otro aspecto a considerar para el **éxito total del proyecto**:

- La satisfacción con respecto a los resultados del proyecto entre: la gente en la organización matriz (contratista), la gente clave en la organización del cliente, la gente clave del equipo encargado del proyecto y en los usuarios o clientes del esfuerzo del proyecto.

Existen un gran número de variables asociadas con el fracaso de un proyecto y se centran en una coordinación y patrones de relaciones humanas deficientes. Por ello, para minimizar las posibilidades de fracaso es necesario poner énfasis en el establecimiento de patrones efectivos de coordinación y de relaciones humanas. Tal énfasis puede eliminar el fracaso pero no necesariamente lleve consigo el éxito.



### **1.3. RELACIONES HUMANAS EN LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE UN PROYECTO.**

#### **1.3.1. Cliente**

El cliente es una Figura imprescindible en los proyecto, puede ser un elemento condicionante del éxito o fracaso del proyecto, según cumpla o no su papel.

El cliente está normalmente en el origen de la idea inicial que con el tiempo ha dado lugar al proyecto y estará generalmente, también al final de la vida del mismo sintiéndose satisfecho por la finalización de la obra según sus deseos o, sufriendo las consecuencias derivadas del incumplimiento de los objetivos establecidos.

El papel del cliente se generaliza a cumplir con las siguientes funciones:

- Fijación de los objetivos del proyecto. Debe contribuir a definir y concretar con la mayor precisión posible, los objetivos que el proyecto debe alcanzar (alcance, tiempo y costo) y que se convertirán en el marco de referencia para orientar toda la administración del mismo.
- La definición del alcance no es siempre una tarea exclusivamente del cliente, pues éste puede contar para ello con el asesoramiento y las sugerencias de los técnicos que van a ejecutar el proyecto, pero si debe cumplir con este punto con su papel esencial de explicar lo que quiere, adoptar las decisiones que permitan precisar el contenido y, finalmente, aprobar los objetivos que se hayan establecido en el proceso de negociación con los encargados de desarrollar el proyecto, desde el inicio del proyecto en el proceso de licitación.
- El cliente tomará normalmente la decisión de iniciar el proyecto, ya sea por su propia autoridad o, contando con las autorizaciones que pudiese necesitar según su nivel y poder y responsabilidad.
- Durante la ejecución del proyecto, el cliente debe realizar un seguimiento suficientemente cercano de la evolución del mismo, de su grado de avance y del nivel de logro de los objetivos.
- La contratación de una empresa externa o el encargo a otro departamento interno, no autoriza al cliente a desentenderse de la marcha del proyecto y a limitarse a cumplir sus obligaciones financieras y esperar que el término sea satisfactorio. Debe seguir de cerca la evolución del proyecto, siendo informado del cumplimiento de los plazos y límites de control, velando porque se alcancen los niveles de calidad establecidos, tomando las decisiones que pudiesen ser de su competencia para facilitar el avance y estimulando con su interés y atención a los técnicos para evitar una relajación que redundaría en pérdida de eficacia.
- Ciertas circunstancias pueden afectar a los objetivos básicos del proyecto y aconsejar una modificación a los límites del mismo. Este caso, que suele darse en una gran parte de los proyectos, es frecuentemente causa de conflictos y tensiones entre las partes afectadas y puede usarse como pantalla para justificar la pérdida de control sobre la evolución del proyecto.



- En estos casos es necesaria una renegociación de los objetivos del proyecto donde, obviamente, el papel activo de decisión y profesional del cliente es indispensable para desbloquear la situación, aprobar los nuevos límites del proyecto y asumir los nuevos compromisos económicos.
- A la finalización del proyecto el cliente será la instancia competente para recibir la obra y aprobar su realización, comprobando si se ha producido el resultado pactado se ha alcanzado los niveles de calidad adecuados. La entrega de la obra por parte del jefe de proyecto al cliente con la aprobación de este, supone la finalización del proyecto.
- El cumplimiento del contrato en todas las áreas (calidad, tiempo, costo, alcance) en las cuales se haya establecido, entre ellas, las obligaciones financieras pactadas, si esta obligación no se cumple por alguna de las partes, el proyecto sufrirá en forma de retrasos, encarecimientos o pérdidas de calidad, las consecuencias de la falta de recursos y de la desmotivación de los responsables de realizar la obra.
- Lo más importante es el contrato, ya que este documento será válido durante el ciclo de vida del proyecto. El éxito de él depende que se hayan establecido correctamente desde el concurso y proceso de licitación los documentos claves como se indica

### **Algunos defectos frecuentes en las funciones del cliente**

La experiencia lleva a insistir en este punto porque en la práctica muchos de los fracasos de los proyectos tienen su raíz en defectos de administración referidos al cliente del proyecto o a la falta de sintonía entre el cliente y el jefe de proyecto.

Muchos proyectos terminan fracasando por defectos de administración atribuibles a la Figura del cliente, defectos que a veces aparecen ya en los primeros momentos de la vida del proyecto. Como se puede citar:

- El cliente no existe o no está suficientemente identificado: el jefe de proyecto no tiene puntos de referencia suficientemente claros y estables; los objetivos o no se especifican con claridad o se modifican sobre la marcha o se cambian a la vista de los acontecimientos; incluso, se realizan proyectos inútiles que nadie demanda realmente.
- Existen varios clientes simultáneamente con objetivos o preocupaciones diferentes: el jefe de proyecto recibe constantemente directrices y presiones procedentes de diversos “clientes” frecuentemente incongruentes o divergentes, generándose una situación de inestabilidad y confusión permanente que lleva que el proyecto este sometido a constantes cambios de rumbo, los responsables del mismo se desmotiven, los conflictos entre clientes paralicen las decisiones y las responsabilidades desaparezcan o se diluyan.
- El cliente no tiene las ideas claras y titubea o se vuela atrás de decisiones anteriores: una vez más, sufre la inestabilidad derivada del marco claro y estable, con la consecuencia de sufrir retrasos innecesarios y probablemente costos suplementarios.



- El cliente maneja ambigüedades, ya que no es específico y claro a la hora de requerir los trabajos, por ejemplo cuando en sus bases de concurso menciona: “La Cia. Contratista deberá suministrar el diseño de los sistemas de control con el ultimo estado de arte” (debe ser aclarado para ambas partes, contratista y cliente, cuál debe ser el último estado del arte a utilizar en el proyecto); “Las bombas deberán tener una P.desc de entre 9 y 19 kg cm2 pero deberán ajustarse de acuerdo a la topografía y distancias reales” (el rango confunde ya que lo condiciona a los estudios que aun no se han realizado). “Los equipos de separación deberán diseñarse a una eficiencia del 99.9% y contar con lo mínimo necesario y suficiente para lograr una separación requerida del 95%” (aclarar cual es el objetivo, la eficiencia o el grado de separación), etc. Y como estos ejemplos se pueden mencionar muchos, por lo que es necesario que NO se tengan ambigüedades como las ejemplificadas en los trabajos a desarrollar del proyecto.
- El cliente cambia durante el ciclo de vida del proyecto. Se trata de un problema clásico que en muchos casos es inevitable y porque el ser humano está sujeto a muy diversas transformaciones en su vida personal o profesional. Pero la realidad es que un cambio de cliente es siempre un trauma en la marcha del proyecto y, en demasiados casos, una fuente de conflictos, costes y retrasos, llegando incluso a suponer la paralización o abandono del proyecto.
- En ciertos proyectos se confunde en ocasiones la Figura del cliente con la del gerente del proyecto, argumentando que quien debe dirigir el proyecto es la persona o departamento que siente la necesidad, sabe lo que quiere y disfrutará o sufrirá finalmente el resultado. Se trata de una posición que aunque parezca bienintencionada se olvida de aspectos esenciales del proyecto y mezcla papeles que, aunque complementarios son muy diferentes.

### 1.3.2 Jefe o gerente de proyecto

El jefe de proyecto o gerente de proyecto, también es una Figura clave para el éxito de un proyecto. El gerente de proyecto esta comprometido con las metas del proyecto y constantemente reafirma la importancia de alcanzar los objetivos. Incluso se apoya en miembros clave del equipo encargado del proyecto para proporcionarle asistencia en la solución de problemas y en la toma de decisiones. En algunos ambientes muy francos o muy caóticos, un gerente de proyectos puede encontrar que el estilo autócrata (totalitario) sea el más efectivo. Aunque un gerente de proyectos puede necesitar emplear diferentes tipos de liderazgo en diferentes ocasiones durante los trabajos del proyecto.

La misión general del jefe de proyectos, puede resumirse en una simple frase: Establecer y lograr que la ejecución del proyecto cumpla con los objetivos clave: alcance, costo, tiempo de ejecución y calidad; para hacer realidad la visión del proyecto y obtener la satisfacción del cliente. Dirigir el equipo que dispone para alcanzar los objetivos del proyecto.

Esta misión general puede descomponerse en un conjunto de funciones específicas entre las que cabe destacar como más importantes las siguientes:

- Colaboración con el “cliente” en la definición del alcance del proyecto, desde el concurso en el proceso de licitación a través de la sesión de preguntas y respuestas se van aclarando los requerimientos operativos, ambientales y de seguridad entre otros, que ayudan a definir el



alcance de tal manera que la oferta que se presenta contemple estos aspectos y al final en el contrato de la oferta ganadora sean incluidos.

- Planeación del proyecto en todos sus aspectos, identificando las actividades a realizar, los recursos a poner en juego, los costos y los plazos previstos.
- Mantenimiento permanente de las relaciones externas del proyecto: clientes, proveedores, colaboradores, etc.
- Toma de decisiones necesarias para garantizar el avance del proyecto e impulsar su progreso constantemente.
- Seguimiento del proyecto y mantenimiento de las informaciones necesarias para conocer en todo momento las situaciones en relación con lo objetivos del proyecto establecidos.
- Adopción de las medidas correctivas pertinentes para poner en remedio a las desviaciones que se hubieran detectado.
- Responder ante cliente superiores de la consecución de los objetivos del proyecto
- Proponer, en su caso modificaciones a los límites u objetivos básicos del proyecto cuando concurren circunstancias que así lo aconsejen.

Si el jefe de proyecto ha de asumir unas funciones tan extensas y complejas resulta evidente que debe cumplir con ciertos requisitos que le permitan desempeñarlas. Uno de los errores más común en este punto es buscar un jefe que disponga exclusivamente de la formación técnica necesaria para comprender y dirigir los aspectos referentes a la tecnología del proyecto.

El jefe de proyecto debe tener una perspectiva mucho más amplia que el conocimiento de las implicaciones técnicas deberá reunir cinco características:

- Técnico

El dominio de la tecnología principal del proyecto, es el punto de partida necesario para que el jefe de proyecto pueda comprender los puntos clave del proyecto, tener la autoridad personal imprescindible sobre los demás recursos, planear adecuadamente la ejecución, generar ideas y soluciones eficaces, controlar la calidad y la productividad, etc. Es decir, salvo excepciones, el jefe de proyecto deberá ser un técnico experto en la tecnología dominante del conjunto de las que han de emplearse en el proyecto en cuestión.

- Administrativo

El jefe de proyecto ha de tener también una notable amplitud como administradora, puesto que el papel no puramente técnico sino que se justifica por la necesidad de conseguir todos lo objetivos del proyecto incluyendo los financieros y de plazo. El jefe de proyecto ha de ser capaz de dirigir a otros especialistas, incluso en áreas muy alejadas de su especialidad comprendiendo sus puntos de vista y armonizando las diversas tecnologías precisas, sin poder ser el mismo experto en todas ellas, lo que exige un alto grado de polivalencia así como una gran flexibilidad y amplitud de miras.



Ha de ser imaginativo y creativo, capaz de planear y organizar el proyecto; ha de poseer importantes dotes de decisión, imprescindibles para proporcionarle al proyecto dinamismo necesario; ha de poder adaptarse a un entorno muy cambiante.

- Conocer de Aspectos legales

El jefe de proyecto necesita contar con los conocimientos necesarios legales que giran alrededor de la ejecución de un proyecto: Debe conocer el contrato ampliamente, conocer los lineamientos de normatividad contenido entre otras en la Ley de Obra Pública; las directrices para elaborar y formalizar un contrato legalmente; las penalidades por no cumplir lo pactado en el contrato, el establecimiento de cláusulas en el contrato para en determinada situación legal, pueda defenderse o bien exigir lo pactado, etc. Ejemplos de todo lo que puede conllevar los aspectos legales son muchos y por lo que es indispensable que el jefe de proyecto dedique tiempo en conocer y fortalecer esta área de su perfil.

- Relaciones humanas y de negociación

El jefe de proyecto necesita por último una capacidad destacada para las relaciones humanas que llevan implícita la habilidad para la negociación, debido a que se sitúa en el centro de una compleja red de relaciones variadas e inestables: en el proyecto mantiene contactos con muy diversas partes afectadas internas a la propia organización (stakeholders) y ajenas (clientes, proveedores, subcontratistas, personal afecto al proyecto, etc.); el jefe de proyecto es el representante principal del proyecto ante todo ese conjunto de interlocutores.

Desarrollar habilidades de negociación tiene que ver más con la “actitud” que con la “aptitud” y que hacen la diferencia, al crear un ambiente positivo de productividad y crecimiento, para que todas las partes que contribuyen al proyecto ganen. La negociación no es una ciencia exacta, es un arte y como tal se fortalece con la experiencia que la da el tiempo.

Normalmente si se tiene que dirigir personas sobre las que no se tiene un poder jerárquico, es necesario hacerlo con alto grado de autoridad personal y capacidad de convicción, tacto y habilidad no exenta de firmeza, para no ser propicio a intimidación o falta de madurez ante ciertas situaciones que lleguen a afectar el rumbo del proyecto.

Y si a todo lo anterior se añade la inestabilidad y transitoriedad inherente al proyecto, el hecho de que los recursos humanos varíen a lo largo del tiempo y los casos más frecuentes de relaciones más profundas y especiales (en el extranjero), resulta evidente la necesidad de que el jefe de proyecto disponga de cualidades especiales en materia de contacto personal, capacidad de trato y de mando y de estabilidad emocional.

Este perfil requerido para poder cumplir con eficacia el papel de jefe de proyecto corresponde con los cuatro vértices de los objetivos clave atribuidos al proyecto. (FIGURA 3) Puesto que el éxito percibido no sólo consiste en terminar la obra prevista sino hacerla cubriendo el alcance establecido para la satisfacción global de los participantes en el proyecto.

Cabe mencionar que la importancia relativa de los cuatro elementos: técnico, administrativo, aspectos legales y de relaciones humanas, varía de un proyecto a otro. En general, cuanto más



restringido y sencillo sea un proyecto más se requerirá de un gerente técnico y menos serán precisas otras cualidades, a medida que el proyecto crece en complejidad y dimensión, la función técnica va a concentrarse en los diferentes especialistas que participan y el gerente ha de dedicarse intensamente a las labores de administración y relación.



Figura 3. Perfil del jefe de proyecto “ingeniero de proyecto”.

### 1.3.3. Colaboración cliente-jefe de proyecto

Es necesaria una fuerte dosis de compenetración y colaboración entre el cliente y el jefe del proyecto. Ello es particularmente claro y necesario en el proceso de definición del alcance de un proyecto, el éxito del proyecto involucra la definición del alcance como tal y la fluida colaboración de relaciones entre ambas partes que lo crean.

El origen del proyecto suele estar en una idea, una necesidad o un deseo que alguien siente o expresa. Pero esa idea suele ser inicialmente vaga y hasta confusa. Es necesario un proceso, no siempre corto ni fácil, que lleve a definir con suficiente claridad el resultado y objetivos a conseguir. Un error frecuente en este punto es pensar que dicha definición de alcance corresponde exclusivamente al cliente y que éste debe de estar en condiciones de llegar a fijarlos con toda precisión, momento a partir del cual habrá de intervenir el jefe de proyecto.

Esta capacidad existe en ciertos clientes pero es más la excepción que la norma. Muchos otros clientes no tienen esa capacidad técnica o no han llegado a clarificar sus objetivos hasta ese nivel.

Será, por tanto, mucho más frecuente que la definición de alcance del proyecto sea un **proceso conjunto y gradual** entre el cliente y el jefe de proyecto. El primero expresará su idea o necesidad con mayor o menor claridad y en función de su capacidad y características personales. El jefe de proyecto probablemente habrá de realizar diversas preguntas para ayudar al cliente a precisar o aclarar su necesidad. Efectuará también sugerencias y aportaciones derivadas de su profesionalidad y experiencia para encauzar y matizar el encargo del cliente con vistas a llegar a



una solución más adecuada y eficaz. Podrán contemplarse en este proceso diversas alternativas que pudiesen dar lugar a proyectos más menos ambiciosos o con plazos o costes más reducido o más elevados.

Esto último puede tratarse de un **complejo proceso de negociación** que, aunque no siempre es carente de dificultades, debe permitir llegar a un acuerdo y a una concepción única del proyecto, que se traduce en los objetivos a alcanzar y que constituirá el marco de referencia para la definición del alcance de proyecto y que regirá durante el ciclo de vida del proyecto.

#### **1.3.4 Equipo del proyecto.**

Un equipo de proyectos es algo más que un grupo de personas asignadas para trabajar en un proyecto. Un equipo de proyectos es un grupo de personas interdependientes que trabajan en cooperación para lograr el objetivo del proyecto. El ayudar a estas personas a desarrollarse y crecer para convertir se en un equipo unido y efectivo requiere de esfuerzos por parte del gerente y de cada miembro del equipo. Al igual que el cliente y el gerente de proyectos, el equipo de proyecto puede constituir las diferencias entre el éxito y el fracaso del mismo.

Las características relacionadas con el equipo efectivo del proyecto para la definición del alcance del proyecto deberán incluir:

- Disposición para una comprensión clara del objetivo del proyecto
- Expectativas claras del papel y las responsabilidades de cada persona
- Una orientación hacia resultados
- Un alto grado de cooperación, comunicación y colaboración
- Un alto grado de confianza.

## 2. MARCO TEORICO

*“No he sufrido pena alguna, que una hora de lectura no me ha quitado” Charles L. Mostequieu*

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DE UN PROYECTO

Resulta conveniente empezar por definir el concepto de proyecto, que pese a ser de uso común, puede tomar significados diferentes y no siempre se emplea en el mismo sentido, el enfoque de este trabajo son los proyectos de plantas industriales, descritos particularmente en el punto 2.3.

Se define un proyecto como un proceso de extensión y complejidad notables, para transformar una idea, (necesidad, problema u oportunidad) en un producto terminado constituido por bienes, mediante un grupo único de tareas interrelacionadas y la utilización efectiva de recursos.

Las características siguientes ayudan a definir un proyecto:

- Un proyecto tiene un **objetivo** bien definido, un resultado o producto esperado. Por lo general el objetivo de un proyecto se define en términos de **alcance, plazo, costo y calidad**.

El **alcance** –conocido también como *alcance del proyecto* o *alcance del trabajo*–, es todo el trabajo que se tienen que realizar con el fin de que el cliente quede satisfecho de que las entregas (obra, producto, o artículos tangibles a proporcionarle) cumplan con los requisitos o criterios de aceptación acordados al inicio del proyecto, y el cliente espera que el alcance del proyecto se realice con calidad y a su entera satisfacción.

El **costo** es la cantidad que ha convenido pagar el cliente por las entregas aceptables del proyecto, teniendo como base el alcance especificado previamente, que incluye un estimado de los costos, relacionados con los diversos recursos que se usarán para realizar el proyecto; puede incluir los sueldos de las personas que trabajarán en el proyecto, los materiales y suministros; el alquiler de equipos o instalaciones y los honorarios de los subcontratistas o asesores que realizarán algunas de las tareas del proyecto.

El **plazo** es la relación de tiempos que especifica cuando se debe iniciar y terminar cada actividad del proyecto: expresa el tiempo en el cual se tiene que completar el alcance del proyecto en términos de una fecha específica acordada entre el cliente y el contratista que realizará el proyecto. Al igual que los anteriores es un elemento importante en casi todos los proyectos y en algunos, el que más condiciona el éxito del proyecto; de éste dependen el costo del proyecto derivado de la inflación y la oportunidad de abarcar un mercado.

La **calidad** es consecuencia a los tres elementos antes mencionados entendiéndose el grado de cumplimiento del alcance establecido: el cumplimiento con las normas, códigos y especificaciones aplicables de diseño y construcción de todos los trabajos involucrados en el desarrollo del proyecto.



- Un proyecto implica hacer algo que no se ha hecho antes y por tanto son **únicos**. Cuando se trata de varios proyectos con el mismo objetivo, cada uno de ellos es diferente y único por que requiere ser hechos de acuerdo a ciertas especificaciones particulares.
- Un proyecto tienen un plazo, tiempo específico o limitado, lo que le da el sentido de **temporal** que significa que tiene un principio y fin, el fin se alcanza cuando los objetivos del proyecto han sido logrados o cuando se aclara que los objetivos del proyecto no pueden ser obtenidos y el proyecto termina. Temporal no significa que sea de breve duración, y el termino temporal no aplica ni al producto ni al servicio creado por el proyecto. La mayoría de los proyectos se llevan a cabo para crear un resultado duradero.
- Un proyecto utiliza varios recursos para realizar las tareas. Estos recursos pueden incluir diferentes personas, organizaciones, equipos, materiales e instalaciones. Los proyectos pueden implicar a una sola persona o miles. Pueden requerir menos de 1000 horas o 10,000,000 para poder completarse. Pueden implicar a una sola unidad de la organización o puede cruzar las fronteras de la organización como en alianzas estratégicas y compromisos conjuntos.
- Un proyecto “nace” cuando el cliente identifica una necesidad. El cliente es el que tiene interés en que el proyecto se realice y proporciona los fondos necesarios para ello; puede ser una persona, una organización o un grupo de dos o más personas u organizaciones. El término cliente toma una definición más amplia incluyendo no solo a quien proporciona los recursos para el proyecto, sino también a otras personas que tienen participación en el proyecto, por ejemplo, las personas que serán los usuarios finales del objetivo del proyecto. La persona que administra el proyecto y su equipo tienen que cumplir con éxito el objetivo fijado para satisfacer al (los) cliente (s).
- Un proyecto se lleva a cabo mediante una serie de tareas interdependientes es decir, un número de tareas no repetitivas que es necesario realizar en un cierto orden y relación con el fin de lograr el objetivo del proyecto.
- Un proyecto incluye un grado de incertidumbre. Antes de que se inicie un proyecto se prepara un plan sobre la base de ciertos supuestos y estimados. Es importante documentar estos supuestos ya que influirán en el desarrollo del presupuesto, el programa y el alcance del trabajo del proyecto. Esta combinación de suposiciones y estimados, ocasiona un grado de incertidumbre con relación a si el objetivo del proyecto será alcanzado por completo.



Figura 4. La Incertidumbre inherente en un proyecto.



## 2.2. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Debido a que los proyectos son trabajos únicos para alcanzar un objetivo deseado, usualmente son divididos en fases o etapas para así tener un mejor control de la administración y una apropiada conexión entre las operaciones progresivas en el desarrollo del proyecto. Colectivamente las fases del proyecto son conocidas como el ciclo de vida del proyecto.

### Características

El ciclo de vida del proyecto sirve para definir el comienzo y fin del mismo, también determinará cuáles serán las acciones transitorias incluidas al final del proyecto y cuales no. El ciclo de vida de un proyecto implica un crecimiento gradual conforme se establecen las definiciones y se desarrollan las características del trabajo.

El ciclo de vida del proyecto generalmente define: Qué técnica de trabajo debe ser usada en cada fase y Quién debe estar involucrado en cada fase.

La descripción del ciclo de vida puede ser muy general o muy detallada, pero en la mayoría de los ciclos de vida de los proyectos comparten las características siguientes:

- El costo y los recursos del trabajo son pequeños al comienzo, pero conforme avanza el proyecto se observa un incremento para decaer rápidamente conforme el proyecto va llegando a su fin. Figura 5.
- Al comienzo del proyecto la probabilidad de completarlo exitosamente es baja y por lo tanto el riesgo y la incertidumbre son altos. La posibilidad de una conclusión exitosa generalmente incrementa conforme el proyecto avanza.
- Al inicio del proyecto, la influencia que realizan los ingenieros participantes en el proyecto (stakeholders) respecto a las características y especificaciones finales de los productos del proyecto es alta (establecen los diseños a seguir en el inicio) y disminuye progresivamente conforme el proyecto avanza. Los cambios que puedan surgir al inicio tendrán una repercusión pequeña en el costo, pero a medida que el proyecto se desarrolla cualquier influencia (desviación, cambio) que modifiquen las características finales de los productos (ya establecidas al inicio) incrementara el costo del proyecto. Todo cambio de alcance en un proyecto generara un costo adicional y dependiendo el tiempo en el que se den, puede tener una magnitud importante (se puede ver modificados los trabajos de diferentes especialidades). Figura 6

Cada fase del ciclo de vida de un proyecto es marcada por la terminación de uno o más compromisos o entregas. Una entrega es tangible y verificable, tal como un estudio de factibilidad, un diseño a detalle o un trabajo sobre un prototipo. Los compromisos o entregas y por tanto las fases son parte de una secuencia generalmente lógica diseñada para asegurar la apropiada definición del resultado del proyecto.

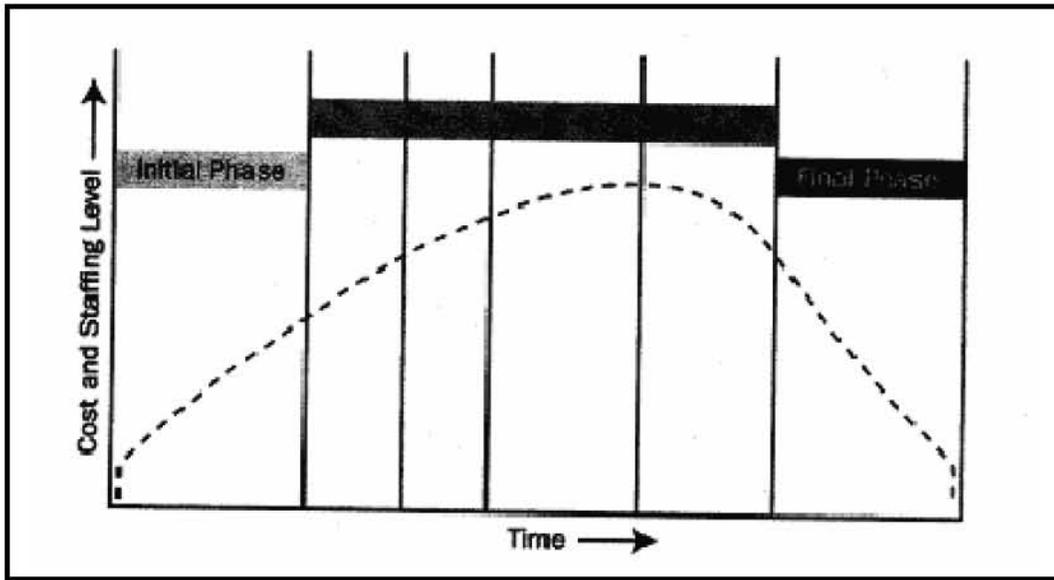


Figura 5. Recursos y costos durante el ciclo de vida de un proyecto.

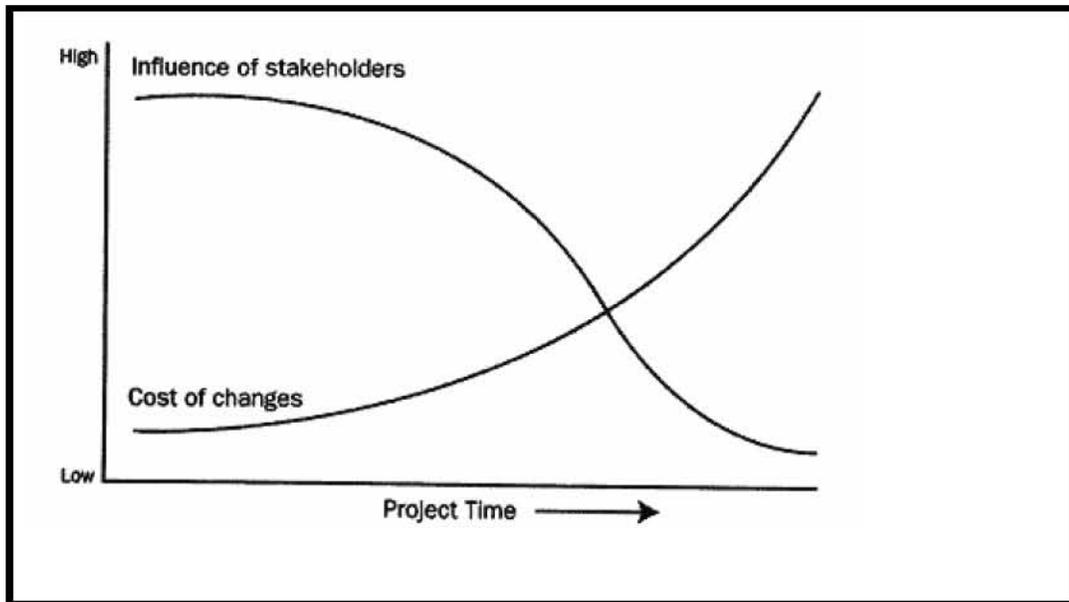


Figura 6. El efecto de la influencia de los stakeholders en el costo del proyecto a lo largo del ciclo de vida.



La conclusión de una fase del proyecto es generalmente marcada por la revisión de las entregas claves y el avance del desempeño del proyecto para (a) determinar si el proyecto debe continuar la siguiente fase y (b) detectar y corregir efectivamente errores en el costo. Este tipo de revisión es generalmente llamada salidas de fases, puertas de etapa o puntos muertos.

Cada fase del proyecto normalmente incluye un paquete definido de productos de trabajo o entregas, diseñado para establecer el nivel deseado de control. A pesar de que en los ciclos de vida de los proyecto sus fases presentan nombres similares a los nombres del producto del trabajo o entrega requerido, pocos suelen ser idénticos.

### Ciclo de vida representativo de un proyecto de una planta industrial

Ciclo de vida representativo de un proyecto de una planta industrial (Figura 3.) se inicia como una idea para satisfacer una necesidad de una empresa, que se explora para determinar su factibilidad financiera y económica en una primera *etapa de Factibilidad*. Se decide la capacidad, se hace la localización de la planta, se acuerda el presupuesto total y los programas y organización preliminares. Generalmente al final de esta primera etapa hay una decisión formal de “continuar / no continuar”. En la segunda *etapa llamada de ingeniería* o diseño, el trabajo es similar a la primera etapa en lo que respecta a organización y administración, sólo que es más comprensible y detallado. Se extiende la definición técnica del proyecto, se vuelven a evaluar presupuesto, financiamiento, programación; se definen los sistemas logísticos y de infraestructura.

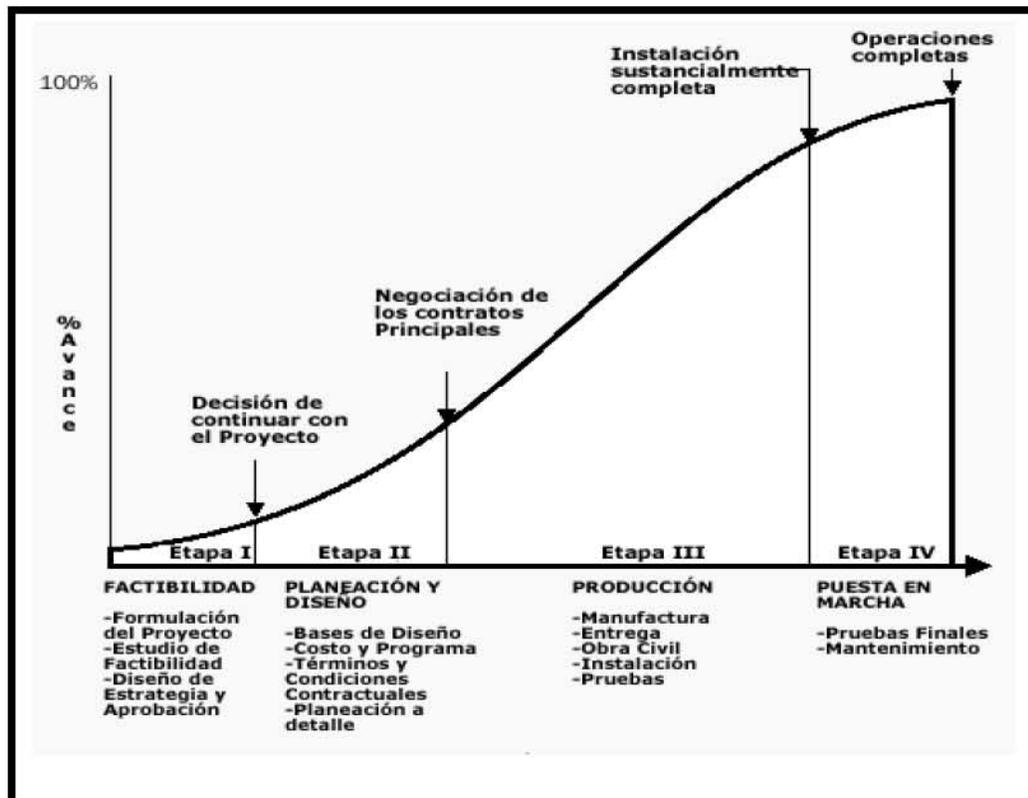


Figura 7. Ciclo de vida de un proyecto de una planta industrial.



En la etapa tres procura-construcción, (producción) se identifican los equipos críticos los cuales normalmente son el 20% de los equipos que representan el 80% del costo, identificándolos como los que tienen un alto costo y tiempo de entrega largo, se elabora el programa de adquisiciones en base a tipos de equipo, de igual manera será para las demás especialidades, a través del proceso de cotizaciones, elaboración de tablas técnicas-comerciales, selección y orden de compra se adquieren los equipos y materiales de manufactura, de construcción y de instalación; se realiza la obra civil y electromecánica y montaje de equipos e instrumentos. Esta fase difiere de las dos anteriores. Primero, la fase de factibilidad y diseño son orgánicas y de carácter evolutivo, la fase de producción es un alto grado mecanicista. El objetivo es construir tan eficientemente como sea posible lo que se definió en la etapa de diseño. Segundo, hay una gran expansión en la organización (mientras que en las primeras fases puede haber solo unas decenas o cientos de personas en esta tercera fase puede haber miles e incluso decenas de miles de personas). Y tercero, el modo característico de control cambia, desde uno de duración y costos estimados, hasta uno de estricta supervisión de la calidad, con calendarización y costos para mantener el funcionamiento real acorde con los objetivos estimados.

La fase cuarta y final, que es la culminación y puesta en marcha, se traslapa con la tercera fase e implica la planeación de todas las actividades necesarias para las pruebas de aceptación y arranque inicial de la planta. En esta fase se deberá demostrar que las especificaciones del producto cumplan con las establecidas en el contrato para la aceptación y operación de la planta.

### **2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL**

La ingeniería de proyectos tiene como estudio los proyectos de plantas industriales. Un proyecto de este tipo es un conjunto de actividades encaminadas a construir una planta para obtener un producto de determinadas características, tendiente a satisfacer las necesidades de una empresa. Tales necesidades pueden surgir como:

- ▶ Respuesta a la demanda del mercado: una compañía autoriza un proyecto para construir una nueva refinería debido a la escasez crónica de gasolina.
- ▶ Respuesta a las necesidades del negocio: una compañía autoriza un proyecto para instalar un sistema de tratamiento de aguas para así incrementar su rentabilidad.
- ▶ Respuesta a los requerimientos del cliente: un organismo gubernamental autoriza un proyecto para construir una nueva subestación para servir a un parque industrial
- ▶ Respuesta a un avance tecnológico: aplicación de nuevas tecnologías o mejoras tecnológicas factibles de aplicarse en instalaciones nuevas o existentes con repercusiones en el costo, rendimiento y/o seguridad de la operación de las mismas
- ▶ Respuesta a un requerimiento legal: reglamentación de control ambiental y tratamiento de efluentes.
- ▶ Respuesta a una demanda social: Un organismo gubernamental autoriza un proyecto para construir un puente que una a dos poblaciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, o también se autoriza un proyecto ante una emergencia por desastre natural.



El desarrollo global del proyecto de una planta industrial incluye la serie de actividades siguientes que son descritas posteriormente:

- A. Selección de proceso
- B. Estimados preliminares de costo
- C. Estudios de mercado
- D. Estudios de factibilidad
- E. Selección del lugar de ubicación del proyecto
- F. Desarrollo de la ingeniería básica
- G. Desarrollo de la ingeniería de detalle
- H. Procura de equipos y materiales
- I. Construcción
- J. Pruebas y arranque de la planta.

Dependiendo de la naturaleza y magnitud del proyecto así como del tiempo requerido para su ejecución, todas o parte de las actividades mencionadas podrán realizarse con medios propios de la empresa y/o con fuentes externas tales como licenciadores, asesores y contratistas.

Un PROYECTO IPC (ingeniería, procura y construcción), involucra llevar a cabo la ingeniería, procura de equipos y construcción de una planta. (Figura 8) Denominado también “proyecto llave en mano”, esta modalidad de ejecución ha tomado mayor fuerza en los últimos años, pues anteriormente cada una de las fases se llevaba a cabo por separado.

En este tipo de proyectos la responsabilidad y el riesgo lo asume el contratista y si este no cumple en tiempo y calidad hay penalizaciones en su contra. Al mismo tiempo el cliente tiene la ventaja de conocer por anticipado el costo total del proyecto y el tiempo de ejecución o al menos la responsabilidad recae en el contratista. El riesgo del cliente se da si el proyecto no está bien planteado desde el principio, de manera que el producto no quede exactamente como él quería.

Cuenta con variante como son:

- 1. Construir-operar-transferir (BOT)
- 2. Construir-operar-poseer (BOO)
- 3. Construir-arrendar-transferir (BLT)
- 4. Construir-arrendar- poseer (BLO)



DISCIPLINA	ACTIVIDADES U OBLIGACIONES
<b>INGENIERIA</b>	
INGENIERIA DE PROCESO	Preparar diagramas de flujo de proceso, balances de materia y energía, diagramas de tubería en instrumentación; dimensionamiento, especificación de equipos de proceso, selección de materiales de proceso.
INGENIERIA MECANICA	Arreglos de equipo, diseño de tanques, equipos rotativo, aire acondicionado, contraincendio, especificaciones de equipos auxiliares, diseño de maquinas, etc.
INGENIERIA CIVIL	Preparación y nivelación del terreno, estudios de mecánica de suelos, planos de vialidades, planos de drenajes, banquetas y guarniciones.
INGENIERIA ESTRUCTURAL	Diseño de cimentaciones, estructuras de los edificios principales de proceso, estructuras camas (racks) de tuberías soporte soportes secundarios de tuberías, plataformas.
INGENIERIA DE TUBERIAS	Especificaciones y arreglos de tuberías, análisis de esfuerzos en tuberías, selección de válvulas, modelado de los sistemas de tuberías, generación de isométricos y listas de materiales.
INGENIERIA ELÉCTRICA	Análisis de cargas, distribución de energía (fuerza), conexiones a tierra, iluminación, Especificación de subestaciones eléctricas, centro de distribución de motores, tableros de alumbrado.
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	Especificaciones y cableado de instrumentos. Definición especificación selección e integración del sistema de control y programación, especificación de instrumentos en campo, cajas de conexiones.
ARQUITECTURA	Diseño arquitectónico de cuartos de control, edificios de proceso, almacenes, laboratorios, etc.
<b>PROCURA</b>	
	Establecer el Plan de procuración que muestre entre otros el programa de adquisición y organigrama del depto de procuración identificando las compras nacionales y/o de importación, tráfico e inspección, almacén. Así mismo los procedimientos de compras y adquisición de equipos, materiales e instrumentos, Así mismo a la entrega del equipo se debe solicitar al proveedor la entrega de los manuales de operación, fabricación y mantenimiento (Dossier del fabricante) necesarios para realizar las pruebas y arranque del mismo.
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	
	Procedimientos particulares de construcción para todas las especialidades, mecánico, eléctrico, civil y tuberías entre otros, Establecer el plan de calidad de las actividades de construcción, el plan de manejo y confinamiento de residuos peligrosos y desechos durante la construcción así como el plan de seguridad,

**Figura 8.** Actividades de un proyecto IPC



### **Selección de proceso**

La disponibilidad de procesos factibles de aplicar en una nueva planta industrial depende principalmente de dos factores: El grado comercial del producto que pretende lograr y las materias primas de las que se partirán.

Entre más comercial sea el producto en cuestión, mayor número de opciones podrá haber para el proceso de obtención; sin embargo es posible que estas opciones partan de materias primas comunes, teniendo diferencias únicamente en condiciones de operación, calidad y rendimientos de productos, tipos de equipos y materiales, requerimientos de servicios y necesidades de área.

En caso que las materias primas disponibles sean usadas por procesos comerciales, la selección podrá ser efectuada, por la empresa con el auxilio de la información suministrada por licenciadores, relacionada con ordenes de inversión y costos de operación, así como referencias de instalaciones existentes.

Por otro lado, si no existen antecedentes de procedimiento de las materias primas disponibles para el producto deseado a escala industrial será necesario hacer pruebas de laboratorio, e inclusive aún a escala planta piloto. Tales pruebas pueden efectuarse por parte de la firma de ingeniería o con la participación de licenciadores o asesores. Dependiendo de los resultados obtenidos, se tendrá un esquema inicial del proceso o la decisión de revocar el proyecto.

Por lo respecta a instalaciones existentes susceptibles de ampliarse o de aceptar mejoras tecnológicas, la selección del proceso es normalmente más simple, sobre todo si los resultados obtenidos con las instalaciones actuales son satisfactorios.

Finalmente, en lo concerniente a instalaciones de control de contaminación y tratamiento de efluentes, los sistemas correspondientes podrán definirse con la ayuda de asesores especializados en el problema en cuestión, en forma similar a lo indicado para instalaciones de procesos de nuevos productos o tecnologías.

### **Estimado preliminar de costo**

Uno de los principales factores de evaluación de cualquier proyecto es la estimación de costos de inversión y de operación involucradas. Los resultados obtenidos permiten a la empresa tomar decisiones determinantes a lo largo del desarrollo del proyecto, que pueden ir desde negociaciones tendientes a obtención de tecnología – en paralelo con realización de análisis formales de mercado- de desarrollo de estudios de factibilidad investigación de fuentes de financiamiento, ubicación geográfica de las instalaciones, definición del tiempo de ejecución hasta la determinación de medidas de control de costos resultantes.

Dependiendo de la etapa de desarrollo del proyecto y de la cantidad y calidad de información disponible, la estimación de costos puede denominarse como sigue:

- ▶ Estimado de orden de magnitud
- ▶ Estimado por factores
- ▶ Estimado preliminar
- ▶ Estimado definitivo



### ► Estimado detallado

El estimado de orden de magnitud es normalmente la primera información, relacionada con costos de la nueva planta industrial con que se cuenta la empresa. La fuente puede ser literatura especializada (en una etapa muy temprana cuando la idea del proyecto aún esta en terminación) o información preliminar recabada de licenciadores (en la fase de localización de tecnología). El único antecedente necesario es la definición de la capacidad nominal preliminar que se contempla en el proyecto. El grado de aproximación de este estimado es de  $\pm 40$ .

El estimado por factores implica una preselección de tecnología y el suministro de información por parte del licenciador involucrado para los equipos principales. En la aplicación los factores, la empresa puede requerir del auxilio de un contratista de ingeniería. La precisión que puede esperarse de este estimado es de  $\pm 30$ .

El estimado preliminar puede involucra la adquisición condicionada de información de ingeniería básica, suministrada por un licenciador específico suficiente para presupuestar el costo de las instalaciones. Normalmente es recomendable la participación de un contratista de ingeniería de construcción para hacer por, o complementar a, la empresa, este estimado. Los resultados del estimado se usan como referencia en el estudio de factibilidad del proyecto y, más aun, en caso que las conclusiones de tal estudio sean favorables para continuar el proyecto, se emplean para aprobación de fondos para ejecución del mismo. La aproximación que puede lograrse es de  $\pm 20$ .

El estimado definitivo requiere tener satisfecho de lo siguiente: aprobación de la empresa para efectuar el proyecto; compra de la tecnología, definición precisa de la ubicación de la planta; terminación de la ingeniería básica y definición de la ingeniería de detalle. La participación conjunta de la empresa y el (los) contratista (s) de ingeniería y construcción es absolutamente necesaria. Este estimado sirve a ambas partes para control de costos en sus diversas partes. La certeza que puede alcanzarse es de  $\pm 10\%$ .

El estimado detallado se prepara cuando la ingeniería de detalles esta terminada, implicándose un conocimiento total de los equipos y materiales requeridos, así como de las facilidades auxiliares (unidades de servicio, infraestructura, etc.) resultantes. Este estimado sirve para el control de los costos del proyecto en la fase de construcción, pudiendo originar decisiones tales como: asignación de contratos de construcción programación, diferencias de algunas etapas del proyecto, estudio de alternativas adicionales para efectos de optimización, etc., al igual que el caso del estimado definitivo la participación conjunta de la empresa con el (los) contratista (s) de ingeniería y construcción es primordial. La aproximación susceptible de lograrse es de  $\pm 5\%$ .

### **Estudios de mercado**

A medida que la idea del proyecto va evolucionando, la exigencia del conocimiento de mercado va creciendo, tanto en calidad como en cantidad. Dentro de los parámetros definidos a través de los estudios resultantes se puede mencionar:

- Descripción del producto, principales usos y especificaciones
- Análisis de la oferta y producción (nacional e internacional) histórica y con proyección a futuro.
- Análisis de la demanda (nacional e internacional) histórica y con proyección a futuro Nacional e internacional



- ▶ Análisis del consumo aparente. (Prod. Nacional + importaciones – exportaciones)
- ▶ disponibilidad y calidad de productos idénticos o equivalentes, etc.)
  
- ▶ Disponibilidad de materia prima y precios
- ▶ Ubicación geográfica de centros de consumo
- ▶ Precios y Comercialización (Historia y proyección de precios)
- ▶ Factores socio-económicos de centros de consumo

Por medio de un estudio de mercado se podrá definir con mayor certeza : la capacidad de las instalaciones contempladas en el proyecto , las propiedades del producto, la existencia de competencia, las necesidades de presentación y distribución, la ubicación oportuna del proyecto en el tiempo, la detección de riesgos y los resultados que puedan esperarse de la inversión del proyecto.

### **Estudios de factibilidad**

En estos estudios se analiza la viabilidad de un proyecto desde el punto de vista técnico y económico. En la factibilidad técnica se elaboran tablas comparativas de tecnologías analizando las ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico que puedan presentar las tecnologías existentes con relación a un proyecto.

En la factibilidad económica se analizan para las tecnologías existentes tres principales parámetros: valor presente neto, tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión. Dependiendo los valores de cada parámetro puede ser decisiva para la selección de una tecnología para llevar acabo el proyecto.

Los estudios de factibilidad técnico-económica de un proyecto, toman en cuenta, por una parte los costos de producción, incluyendo tanto gastos fijos (terrenos, maquinaria, etc.) como gastos de operación directos e indirectos y por la otra la utilidad esperada.

Dependiendo de la magnitud y/o naturaleza del proyecto, la complejidad del estudio de factibilidad puede ir creciendo en paralelo al progreso del proyecto.

Los resultados de un estudio de factibilidad son muy sensibles a variaciones de ubicación de la planta y a diferencias existentes entre procesos disponibles. Además, un estudio de factibilidad puede ayudar a definir la capacidad mínima de las nuevas instalaciones para que éstas sean rentables y puede iniciarse aquí un ciclo de retroalimentación tendiente a mejorar los resultados obtenidos.

Esta actividad desempeña un papel importante dentro del desarrollo global de un proyecto ya que puede ayudar, posponer modificar o confirmar y ampliar las decisiones acumuladas con relación al proyecto de la planta que se trate.

### **Selección del lugar de ubicación del proyecto**

A menos que se trate de ampliar y/o mejorar instalaciones existentes, la ubicación de una planta industrial no será una decisión fácil. La localización correcta de una planta es tan importante como la selección de un buen proceso. Debe estudiarse cuidadosamente no sólo la mayoría de los



factores tangibles como las disponibilidades de mano de obra y las fuentes de materia prima, sino también, un gran número de factores intangibles que son más difíciles de evaluar.

Entre los factores que deben considerarse para la localización de una planta se mencionan los siguientes:

- ▶ Localización del centro de consumo
- ▶ Disponibilidad de fuentes de energía
- ▶ Condiciones climatológicas
- ▶ Costo, topografía y resistencia del terreno
- ▶ Facilidades y restricciones legales y fiscales
- ▶ Protección contra fuego y/o inundación
- ▶ Proximidad a complejos industriales
- ▶ Suministro de materia primas
- ▶ Facilidades de transporte
- ▶ Fuentes de agua
- ▶ Desecho de efluentes

Dependiendo de las necesidades del proyecto en estudio, se arman combinaciones de factores con el objetivo de tener alternativas y reducirla a una sola que definirá la localización óptima del proyecto. Esta actividad puede ser auxiliada de asesores con acceso a información de dependencias oficiales.

### **Desarrollo de Ingeniería Básica**

En ocasiones la ingeniería básica y la ingeniería de detalle no son desarrolladas por la misma firma de ingeniería. Es común que el licenciador de un proceso desarrolle un paquete de ingeniería básica, el cual es entregado a una firma de ingeniería para el desarrollo de la ingeniería de detalles, o bien en procesos nuevos, puede establecerse una asociación con asesores calificados - usualmente licenciadores- con experiencia en el desarrollo de procesos para elaborar la ingeniería básica.

La ingeniería básica de un proyecto es aquella que se refiere a saber como se elabora un producto. La documentación que forma parte de un paquete de ingeniería básica es como mínimo la siguiente:

- ▶ Descripción del proceso
- ▶ Diagrama de proceso, donde se incluyan balances de materia y energía y condiciones de operación
- ▶ Arreglo preliminar de equipos
- ▶ Lista de equipos principales
- ▶ Hoja de datos de equipos principales. En caso de equipos críticos en la operación de la planta (o protegidos dentro de la misma patente del proceso), especificaciones detalladas y dibujos de fabricación como es el caso de reactores.
- ▶ Consumo estimado de servicios auxiliares
- ▶ Consumo y especificaciones de reactivos químicos y catalizadores
- ▶ Materiales especiales, en caso que apliquen
- ▶ Manual de operación de la unidad.

Parte de esta información puede ser adquirida con anticipación, y en forma condicionada, para efectos de recabar datos para la estimación de costos y el estudio de factibilidad del proyecto. La



adquisición de la Ingeniería Básica total se efectúa una vez que los resultados acumulados permiten asegurar la realización del proyecto.

### **Desarrollo de Ingeniería de Detalle**

La ingeniería de detalle de un proyecto es el enlace entre la ingeniería básica y la construcción ya que se refiere a saber como se construye una planta y las instalaciones requeridas para ésta.

La documentación que forma parte de un paquete de ingeniería de detalle debe integrar la siguiente información general:

- ▶ Estándares de diseño (normas, códigos oficiales y reglamentos particulares, etc.)
- ▶ Especificaciones de materiales
- ▶ Especificaciones completas de todos los equipos e instrumentos
- ▶ Distribución de áreas
- ▶ Arreglos definitivos de equipos
- ▶ Diagramas de proceso complementarios a los incluidos en ingeniería Básica
- ▶ Diagramas de tuberías e instrumentos detallados
- ▶ Planos civiles (movimientos de tierras, cimentaciones, estructuras, edificios, etc.)
- ▶ Planos de tuberías (arreglos generales, isométricos)
- ▶ Planos eléctricos (fuerza, alumbrado, tierras, control, intercomunicación)
- ▶ Detalle de instalación de instrumentos
- ▶ Listas de materiales
- ▶ Cédulas de aislamiento

Para el desarrollo de esta información es necesario elaborar un programa detallado de ejecución, que fijará los lineamientos a seguir a partir de esta etapa, y en él se ajustan las premisas establecidas para la ubicación del proyecto total en el tiempo y los requerimientos y disponibilidades del mismo. Esto servirá para controlar el proyecto en esta fase y las subsecuentes.

Cabe mencionar la importancia que tiene el hecho del suministro oportuno de la información externa para el desarrollo óptimo de esta actividad. Así por ejemplo en la etapa inicial, es fundamental contar con planos topográficos y mecánica de suelos; y en las etapas intermedia y final dibujos certificados de equipos.

Esta actividad permitirá la preparación de los estimados definitivo y detallado del proyecto y por el carácter multidisciplinario de las sub-actividades se requerirá de un de un gran número de recursos humanos.

### **Procura de equipos y materiales**

A partir de los documentos generados en la ingeniería de detalle se procede a la adquisición de los componentes de las nuevas instalaciones: los equipos normalmente en la etapa inicial de la ingeniería, los materiales en las etapas intermedia y final.

Para ello se deben satisfacer los siguientes puntos:

- ▶ Atender a los requerimientos establecidos en el contrato (certificación de proveedores)
- ▶ Preparación de solicitudes de cotización



- ▶ Elaboración de tablas comparativas técnico-comerciales
- ▶ Negociación y liberación de ordenes de compra
- ▶ Expeiditación
- ▶ Inspección
- ▶ Tráfico

Para el desarrollo de esta actividad es fundamental respetar el programa detallado del proyecto, a fin de lograr la satisfacción adecuada de información para la ingeniería de detalle, así como la recepción oportuna de quipos y materiales en la etapa de construcción.

### **Construcción**

La realización física de un proyecto se lleva acabo en esta etapa partiendo de los resultados y documentos acumulados en las etapas precedentes, las actividades involucradas en esta etapa son numerosas para ejemplificar podemos mencionar los siguientes conceptos:

- ▶ Preparación del terreno
- ▶ Excavaciones, cimentaciones e instalaciones subterráneas, demoliciones
- ▶ Prefabricación y montaje de estructuras metálicas
- ▶ Montaje de equipos
- ▶ Erección de edificios
- ▶ Prefabricación y montaje de tuberías
- ▶ Instalaciones eléctricas
- ▶ Montaje de instrumentos
- ▶ Urbanización
- ▶ Aislamiento y pintura
- ▶ Instalaciones provisionales ( almacenes de equipo, herramientas y materiales de construcción; suministro temporal de servicios para construcción, oficina de campo, áreas para comida, servicios sanitarios; infraestructura para recepción , descarga y almacén de equipos y materiales; accesos temporales, etc)

Para el control de estas sub-actividades en el tiempo, se deberá contar con un programa detallado de construcción, elaborado a partir de los programas de ingeniería de detalle y procura de equipos y materiales.

El inicio de esta actividad normalmente se traslapa con el desarrollo de la ingeniería de detalle y la Adquisición de materiales, siendo recomendable, en este caso, haber acumulado un avance de 50 - 60 % en las mismas.

### **Pruebas y arranque de la planta**

Conforme se van montando los equipos y tuberías se deben iniciar las pruebas y limpieza de los sistemas, con el objetivo de que todas las fallas que se detecten sean reparadas con anticipación a la puesta en marcha de la planta.

En las pruebas intervienen tanto el personal de la empresa cliente - principalmente grupos de mantenimiento, que deben ser asignados con la mayor anticipación posible para familiarizarse



adecuadamente con las nuevas instalaciones – como el personal del contratista encargado de la ejecución del proyecto.

Las principales fallas que se pueden presentar en esta etapa pueden ser: mal funcionamiento de equipos rotarios, fugas en uniones y/o soldaduras; errores de fabricación, ingeniería y/o construcción.

Una vez resueltas las fallas, y después de una inspección minuciosa, las nuevas instalaciones estarán listas para ser entregadas al grupo de arranque de la empresa cliente el cual estará constituido principalmente por : personal de operación y mantenimiento de la empresa, ampliamente documentado e identificado con la información básica del proyecto (manual de operación preparado por el licenciador y el contratista de ingeniería; diagramas de proceso, de tuberías e instrumentos; localización general de todos los equipos; instructivos de equipos); representantes de licenciadores y firmas de ingeniería; expertos de fabricantes de equipos de diseño especial, personal de contratistas de construcción.



## 2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES DOCUMENTOS GENERADOS EN UN PROYECTO

- Descripción del proceso.

El objetivo de este documento es el de dar a conocer las características fundamentales del proceso para facilitar la interpretación de los diagramas de flujo correspondientes. Básicamente incluye la información más relevante del proceso, que permita conocer las características y condiciones de operación de los equipos involucrados en el mismo, así como de aspectos que se consideran de utilidad para anticiparse a posibles problemas operacionales.

- Lista de equipo.

Este documento contiene el listado de los equipos de proceso y los correspondientes a los servicios auxiliares de la Planta. La información de que consta este escrito es:

- Claves de equipos
- Servicio de cada equipo

- Balance de materia y energía.

Como su nombre lo indica, este documento proporciona los resultados del balance de masa y calor de la Planta, referido a las corrientes de proceso numeradas que se indican en el Diagrama de Flujo de Proceso (Ver punto II, 8). La información incluye para cada línea de entrada, salida e interconexión de equipos, los siguientes datos:

- a) Balance de materia.
  - Flujos másicos, volumétricos y molares
  - Flujos y composiciones molares para cada componente
- b) Balance de energía
  - Incluye carga térmica, mediante diferencias de entalpías para cada paso de proceso donde exista adición, remoción o generación de calor.
- c) Propiedades termofísicas
  - Proporciona aquellas propiedades y características de los fluidos de proceso, que sean necesarias para el dimensionamiento y especificación de equipo, tuberías e instrumentos.
- Información complementaria.

Este documento del libro de Ingeniería Básica, contiene los datos de proceso para diseño de tuberías y especificación de instrumentos. Teniendo el balance de materia y energía de la planta para condiciones normales de operación, se efectúa un análisis del proceso bajo condiciones especiales o de falla de la unidad.

Los resultados de dicho análisis constituyen la información complementaria, que consta de las condiciones máximas, normales y mínimas de flujo, presión y temperatura para cada una de las corrientes que se indican en el Diagrama de Flujo de Proceso. Adicionalmente, se incluyen



notas aclaratorias, en las que se explican las posibles causas o frecuencias con que se anticipa que ocurran las variaciones en las condiciones de operación.

- **Requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos.**

Este documento presenta, para cada servicio y agente químico, las características y condiciones de entrada y de retorno de la Planta, indicándose además, los consumos normales y máximos por equipo. Los servicios considerados son:

**a) Agua**

- de enfriamiento
- de proceso
- para generación de vapor
- condensado

**b) Vapor**

- de calentamiento
- de proceso
- motriz
- de atomización
- de presurización
- de apagado
- de barrido
- generado dentro de la Planta

**c) Combustible**

- Líquido
- Gas

**d) Aceite de calentamiento**

**e) Energía eléctrica**

**f) Gas inerte**

**g) Refrigerantes**

**h) Inhibidores**

**i) Adsorbentes**

**j) Deshidratadores**

**k) Catalizadores**

**l) Reactivos diversos**

- **Diagramas de Flujo de Proceso.**

Presenta en forma esquemática el proceso para el cual se diseña la Planta, mostrando el equipo involucrado en el mismo, así como su interrelación, clave y condiciones de operación. En este documento se incluye además la siguiente información:

**a) Instrumentación básica de control del proceso.**

**b) Corrientes de proceso numeradas para su identificación.**

**c) Sumario de balances de materia y energía.**



**d) Lista de equipo con características y dimensiones de diseño.**

- **Diagrama de balance de servicios auxiliares.**

En este documento se representan los equipos por bloques, mostrando los servicios que cada uno de ellos requiere. El balance de que consta este diagrama, incluye la numeración de las corrientes de entrada a cada equipo, así como información de flujos, presiones y temperaturas de las mismas. Adicionalmente se presentan los requerimientos normales y de diseño para cada servicio a la entrada y salida de límites de batería. Los servicios considerados son los mismos mencionados anteriormente, excepto los aspectos de agentes químicos y electricidad.

- **Hojas de datos de equipo de proceso.**

En términos generales, estas hojas contienen los datos necesarios para el diseño mecánico, o especificación de los equipos involucrados en el proceso. Esta información consiste fundamentalmente en datos de flujos, condiciones de entrada y salida, propiedades del fluido manejado, recomendaciones de los materiales de construcción, capacidad, condiciones de diseño, dibujos esquemáticos con las dimensiones principales, etc.

- **Calentadores a fuego directo**

Contiene la información requerida para dimensionamiento térmico, carga térmica, flux térmico recomendado, características del combustible y recomendaciones generales para diseño mecánico.

- **Calderas de vapor y sobrecalentadores**

Esta hoja incluye entre otros, flujo de vapor generado, eficiencia, flux máximo promedio, análisis del agua, propiedades del combustible y materiales de construcción.

- **Equipo de tratamiento de agua**

Se incluyen las características del agua a tratar y de la que se pretende obtener. La hoja se elabora de acuerdo al tipo de tratamiento propuesto.

- **Desobrecalentadores**

En esta hoja se especifican capacidades, condiciones de entrada y salida del vapor, caída de presión del vapor y condiciones del agua de desobrecalentamiento.

- **Torres**

Se proporcionan datos como conexiones principales, número y tipo de platos y otros internos, boquillas para instrumentos y dimensiones mandatorias, en los equipos que así lo requieran se indica si deberán ir aislados.



- **Platos**

Proporciona los resultados del diseño mecánico de platos, incluyendo número de elementos de contacto, dimensiones de los mismos, área activa, y dimensiones de otros internos.

- **Cambiadores de calor**

Las hojas de datos incluyen, entre otros, carga térmica, factor de incrustación, caída de presión permisible y calculada, coeficiente y área de transferencia de calor.

- **Eyectores de vacío y barómetros**

En esta hoja se proporcionan datos como tipo de unidad recomendado, número de etapas y de elementos, tipo de condensadores, presión de diseño de vapor motriz y rango de estabilidad de la unidad.

- **Torres de enfriamiento**

Esta hoja contiene capacidades de cada una de las celdas, temperaturas de bulbo húmedo y seco, máximas pérdidas por evaporación y por arrastre, flujo de repuesto, etc.

- **Desaeradores**

Esta hoja incluye información referente al agua y vapor suministrado, conexiones, contenido de O<sub>2</sub> y de CO<sub>2</sub> en el efluente, etc.

- **Recipientes**

Incluye entre otros, datos de conexiones principales, internos, boquillas para instrumentos, y dimensiones mandatorias; en los equipos que así lo requieran se indica si deberán ser aislados.

- **Mallas**

Incluye dimensiones, espesor, densidad de la malla, superficie de contacto y los datos relativos al equipo en que va a ser colocada.

- **Secadores**

Incluye los datos propios del recipiente y los relativos al material secante, tales como densidad y dimensiones de las camas.

- **Filtros**

Hoja de datos incluyendo tipo recomendado, grado de filtración, boquillas, internos requeridos y características del material o elemento filtrante.



- **Bombas**

Se elaboran las hojas de datos indicando clave y nombre, así como su servicio, se anota su capacidad normal y de diseño, NPSH disponible tentativo, presiones de succión y de descarga, temperaturas de operación, propiedades de los fluidos manejados, tipo de accionador, potencia hidráulica y requerimientos auxiliares para este equipo.

- **Compresores**

Incluye tipo de compresor y de accionador, así como recomendaciones especiales para la mejor selección de la maquina.

- **Mezcladores y agitadores**

La hoja incluye, entre otros datos, función de la agitación, velocidad de agitación, características del accionador, volumen para agitar, materiales que van a diluirse y formación de espuma.

- **Equipo especial general**

Este punto se refiere a aquellos equipos que se adquieren en forma de paquetes, y cuyas hojas de datos se elaboran de acuerdo al servicio que proporcionen.

- **Diafragmas de tubería e instrumentación de proceso.**

En estos diagramas se incluyen todos los equipos de proceso de la planta, tuberías, válvulas, instrumentos, líneas de servicios auxiliares, válvulas de seguridad, las notas necesarias para la interpretación correcta de los diagramas, clave y nombre de los equipos, así como sus características más representativas, tales como carga térmica en cambiadores de calor, dimensiones, presiones y temperaturas de diseño en recipientes, etc. Para los equipos de proceso, se presenta tanto su número como su arreglo definitivos.

A las líneas de Proceso se les identifica con diámetro, servicio, número y especificación y se les incluyen los accesorios necesarios para su correcta operación; en las estaciones de control se muestra su arreglo indicando tamaños de las válvulas de bloqueo y de desvío, y la posición de la válvula de control a falla de aire; los instrumentos están numerados, las válvulas de seguridad muestran su localización e identificación, indicando su tamaño y diámetros de entrada y salida, mientras que las líneas de servicios muestran su localización e identificación sin indicar diámetro, número y especificación de las líneas de entrada y salida de las mismas. Se indica también la altura tentativa de los equipos que la requieren por Proceso y las notas para diseño de tuberías que deban tener consideraciones especiales de diseño, así como el número preliminar de serpentines a los calentadores a fuego directo.

- **Diagramas de tubería e instrumentación de servicios auxiliares.**

Estos diagramas se obtienen de los diagramas de balance de servicios auxiliares y muestran la distribución de diversos servicios a los equipos que así lo requieran (agua de enfriamiento, vapor, condensado, combustible, aire de instrumentos, etc.), así como la localización relativa de



entrada y salida de servicios de acuerdo al plano de localización general; los diagramas no incluyen diámetros, número, ni especificación de tuberías.

- Lista de líneas de proceso.

Esta lista es un sumario de todas las líneas de proceso dónde se incluye diámetro, servicio, numeración y especificación, origen y destino de las líneas, así como presión y temperatura máxima de operación.

- Plano de localización general de equipos.

Este plano involucra el arreglo del equipo mostrando soportería de tuberías, áreas de mantenimiento, cuartos de control y accesos, se elabora tomando en consideración aspectos operacionales, de mantenimiento, de seguridad y económicos.

En él se muestra el arreglo de los equipos, considerando vientos dominantes y reinantes, e indicando coordenadas para los equipos: al centro para torres y recipientes verticales a la línea de tangencia para recipientes horizontales, y al centro de los canales en cambiadores de calor; se representa además la separación de equipos respecto a los soportes de tuberías. Las dimensiones de cambiadores de calor y bombas serán preliminares, mientras que para recipientes y torres serán las indicadas por su diseño.

Se indican también los límites de batería del área requerida, así como la lista de equipo considerada con sus características principales.

- Diagramas de tubería e instrumentación de desfogue.

Este diagrama es preliminar y se prepara de acuerdo a los diagramas de Proceso y de los Planos de Localización General de Equipos, en él se representa en forma esquemática el conjunto de líneas que se envían al sistema de desfogue, sin dimensiones, numeración, ni especificación.

- Índice de servicios.

En este documento se presentan las condiciones de presión y temperatura de operación máxima de los sistemas de proceso, y en función de estas condiciones se anotan las especificaciones de tubería empleadas en el proyecto.

- Índice de instrumentos.

El índice de instrumentos es un documento que reúne la información necesaria para ubicar todos los instrumentos del proyecto, permitiendo que se conozca, de una manera rápida y sencilla, la localización y características de cualquier instrumento, por ejemplo, en que diagrama de tubería e instrumentación se encuentra, de que elementos consta un circuito, a qué servicio está destinado, qué tipo de instalación le corresponde, que número de hoja de especificación, que número de instrumento, el nombre y ubicación de la planta, y número de contrato y en general observaciones que puedan ayudar a ubicarse en algún detalle importante de especificación, instalación o cambio.

- Diagramas de instrumentación.



En los diagramas de instrumentación se incluyen los instrumentos que van a formar un circuito y la forma en que se ven enlazados, así como su ubicación (campo, parte posterior del tablero o tablero), contiene también la información simbólica de los suministros, ya sea eléctrico (de corriente alterna o de corriente directa), de aire o bien de otro tipo.

Estos diagramas, junto con los circuitos lógicos de control, son la base para el entubado y alambrado en campo y en tablero, pues proporcionan la secuencia que se sigue para las señales de transmisión, control, corte, alarma, etc.

- Hojas de datos para instrumentos.

Estas hojas de datos contienen la información necesaria para el cálculo y especificación de instrumentos, y se basan en los datos proporcionados en los diagramas de flujo de proceso y hojas de especificaciones de equipos de proceso.

Entre otros, se proporciona el diámetro, tipo de elemento primario de medición, localización y datos de diseño para medidores y registradores.

- Hojas de especificaciones de instrumentos.

Este documento se emite para cada grupo de instrumentos, y en él se describen las características para cada instrumento de acuerdo a los datos, servicio, identificación, etc. Los instrumentos se agrupan de acuerdo al tipo, por ejemplo, válvulas de control, manómetros, etc.

Las hojas de especificaciones contienen básicamente la información necesaria para la selección y adquisición de los instrumentos requeridos.

- Hojas de datos de válvulas de seguridad y relevo.

Las hojas de datos de válvulas de seguridad indican localización, materiales, tipo de válvula de seguridad, condiciones de flujo, temperatura de operación y de relevo, así como la presión de operación y la presión de ajuste de la válvula.

- Hojas de datos de válvulas de control.

Este documento indica tipo de válvula de control, tamaño preliminar del cuerpo, tipo de brida, característica del tapón, así como las condiciones de diseño para la válvula.

- Sumario de alarmas paros y arranques.

Estos sumarios contienen la información de cada disparo, ya sea alarma, paro o arranque, así como el resumen de las señales de disparo calculadas para la calibración posterior de todos los interruptores monitores, y/o interruptores de campo que intervengan en el proceso. Estos interruptores se emplean normalmente como dispositivos de protección y se determina su punto de ajuste de acuerdo a la operación de la planta.

En los sumarios se vacían también los datos de identificación, servicio, punto de disparo, contactos normalmente cerrados o normalmente abiertos, etc.



- Circuitos lógicos de control.

Como su nombre lo indica, estos circuitos muestran la lógica a seguir para el alambrado de un circuito de protección, indicando que acción deben tener los dispositivos interventores, tales como: interruptores, alarmas, válvulas de control, gobernadores, motores, etc.

Los circuitos lógicos de control son básicos para la selección de los instrumentos, aditamentos, interlocks y alambrado en campo.

- Bases de diseño del tablero principal de control y requerimientos para el cuarto de control.

En este documento se define el número de secciones de tablero requeridas, tanto para el tablero principal de control como para los tableros locales, así como la con Figuración de dichos tableros.

Se indican además las dimensiones preliminares del cuarto de control, proporcionando la información necesaria para la especificación y determinación de capacidad de los sistemas de alimentación, ya sean neumáticos o eléctricos.

- Filosofías básicas de operación de la planta.

En este documento se analiza el comportamiento de la planta, definiéndose los lineamientos generales para su adecuada operación en situaciones normales y especiales. Se incluyen los siguientes

**Generalidades.**

En este punto se proporciona un análisis global del proceso, mencionando su objetivo, alcance, rendimientos y problemas intrínsecos.

- Variables de operación y control de proceso.

Consiste en la descripción del efecto que las variables de operación pueden tener en el proceso, indicándose el funcionamiento de los controles básicos del proceso para mantener dichas variables dentro de los rangos de operación seleccionados.

**Operaciones anormales.**

Existen diferentes situaciones en las cuales se pueden presentar operaciones diferentes a la normal:

a) Dependiendo de la flexibilidad de operación que se especifique en Bases de Diseño, se podrán presentar condiciones anormales o especiales de operación (cambio de carga o de capacidad, etc.).

b) De acuerdo a lo establecido en Criterios de Diseño, pudiera anticiparse que la planta continúe operando a paro de determinados equipos, secciones o servicios de la misma.

- Procedimientos de control analítico.



Menciona las corrientes que deberán ser sometidas periódicamente a análisis para control de sus especificaciones, así como las pruebas que deberán realizarse.

- Recomendaciones para las operaciones de arranque, paro y emergencias.

Marca la secuencia en la cual deberán arrancar o parar los diferentes equipos de proceso, así como las medidas de seguridad que deben tomarse.

- Plano de notas generales, leyendas y símbolos.

En este plano se numeran y enlistan todos los planos de localización general de equipos de la unidad de proceso, así como los diagramas de Proceso y de Servicios Auxiliares que integran el paquete de Ingeniería Básica del proyecto, anotándose los códigos de servicio de tuberías y de drenajes. Además se presenta la simbología de válvulas y accesorios en tuberías y la simbología de instrumentos, indicándose los elementos de medición y las notas generales que aplican en los diagramas de Proceso y Servicios del Proyecto.

- Especificaciones generales y prácticas de ingeniería.

En este documento se presentan las cuatro prácticas básicas en las cuales están apoyadas la especificación e instalación de instrumentos, dispositivos de protección y la construcción de tableros.

Dichas prácticas proporcionan los lineamientos generales a seguir y pueden modificarse de acuerdo con los requisitos específicos de cada proyecto, elaborados por el especialista.



## 2.5 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

### La perspectiva de sistemas y la administración de proyectos

Los proyectos y la administración de proyectos operan en un ambiente más allá de ellos mismos. El equipo encargado de la administración del proyecto debe comprender el contexto de este ambiente – las actividades de administración día a día son necesarias pero no suficientes para obtener el éxito- que marca el desarrollo del proyecto. Esto permite que se entienda mejor la naturaleza de las actividades del proyecto, que los problemas se vean en perspectiva y que las necesidades sean atendidas con anticipación.

Los proyectos por lo general son parte de organizaciones más grandes que ellos: corporaciones, dependencias gubernamentales, instituciones, organismos internacionales, etc. La naturaleza especial de los proyectos como actividades complejas y discontinuas lleva adicionalmente la necesidad de establecer sistemas especiales y adaptados para poder administrarlos y dirigir adecuadamente. La estructura de un proyecto se divide en componentes principales de un sistema y la administración de estos componentes se ve desde una perspectiva de sistemas.

Un sistema es un agregado de personas, cosas, información etc. Agrupados en un conjunto de acuerdo con un “objetivo” particular del sistema. Un sistema (ingeniería) se puede descomponer de manera lógica en un número determinado de subsistemas (proceso, mecánico, civil, arquitectónico, etc.), para alcanzar un sub-objetivo del sistema como el exterior de la planta, el interior de los edificios, servicios sanitarios e hidráulicos, etc. Los subconjuntos de cada subsistema pueden a su vez identificarse creando sub-subsistemas –cimentaciones, estructuras de acero, estructuras de concreto, etc. Y los subconjuntos de estos subconjuntos pueden identificarse de alguna manera y así sucesivamente. Organizado y administrado adecuadamente, el sistema total actúa de tal manera que su rendimiento resulta mayor que la suma de los rendimientos de sus partes. El enfoque de sistemas enfatiza el tratamiento de un sistema como un todo.

La perspectiva de sistemas ha contribuido sustancialmente al desarrollo de la administración de proyectos. Primeramente, el énfasis que se le da al hecho de ver un sistema como un todo, con frecuencia ha obedecido al reconocimiento de la necesidad que se tiene de un papel de integración sin límites.

En segundo término, la concepción de sistemas ha mostrado de que manera los proyectos deben trabajar como organizaciones exitosamente reguladas – es necesario definir con claridad los objetivos, se debe reconocer que los proyectos son organizaciones en constante cambio y se requiere definir y dirigir los subsistemas principales y sus interrelaciones –. Una tercera contribución importante es que ahora se comprenden mejor las necesidades dinámicas de control de proyectos—la importancia de la retroalimentación, el desarrollo progresivo de la información y el control de proyectos multinivel – y una cuarta consideración es el amplio uso de las técnicas de sistemas —análisis de sistemas, ingeniería de sistemas, estructuras separadas de trabajo y modelos de simulación.

El manejo de las interrelaciones, como se utiliza en la administración de proyectos en la actualidad, es un resultado de las dos primeras influencias de la concepción de sistemas en la administración de proyectos. El manejo de las interrelaciones se refiere a:



- ▶ Los subsistemas que se manejarán en un proyecto.
- ▶ Las principales interrelaciones claves para enfocar el funcionamiento de los subsistemas que requieren atención administrativa.
- ▶ La manera en que como esas interrelaciones deben ser manejadas en forma exitosa.

Dentro de esta perspectiva de sistemas, la guía para la definición del alcance de un proyecto se limita a la adaptación de los sistemas de ingenierías básica y de detalle, y los subsistemas (disciplinas) involucradas en el proyecto para mostrar una integración mediante una matriz de precedencias.

### **La función de la administración de proyectos**

La administración se define como el proceso de diseñar y mantener un ambiente en el que las personas, trabajando en grupos, alcancen con eficiencia metas seleccionadas dentro de un marco de factores externos que afectan positiva o negativamente el logro de la meta.

Partiendo de esta definición general se emplean conceptualmente a lo largo de este trabajo, dos definiciones, que aunque pudieran ser iguales se utilizan de manera complementaria entre ellas.

- ▶ La administración de proyectos es la aplicación del enfoque de sistemas para la administración de tareas tecnológicas complejas o de proyectos cuyo objetivo se establece explícitamente en términos de tiempo, costos y parámetros de realización.

Un proyecto por lo general es uno de varios subsistemas de una organización. Todos estos subsistemas se deben manejar de una manera integradora para el logro efectivo y eficaz de los objetivos organizacionales del sistema. La administración de proyectos proporciona una estructura interfuncional para un proyecto específico y tiene una orientación administrativa básica. Involucra a un gerente de proyectos quien, a través del control de los fondos, obtiene los recursos requeridos a partir de los diversos departamentos funcionales. Por medio de las funciones administrativas de planeación, organización, dirección y control, el gerente de proyectos coordina la aplicación de estos recursos para un proyecto dado con objetivos específicos que proporcionan el enfoque principal para este proceso.

- ▶ Administración del proyecto, es la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto, para cumplir con los requerimientos de éste. La Administración del proyecto, es realizada a través del uso de procesos: de iniciación, planeación, ejecución, control y cierre. El equipo de proyecto debe administrar el trabajo que típicamente envuelve:
  - Exigencias competentes para: alcance, tiempo, costo, riesgo, y calidad Figura
  - Los participantes del proyecto con diferentes necesidades y expectativas
  - Los requerimientos identificados



## **El proceso de administración de proyectos**

De manera general es, establecer el camino a seguir para poder dar cumplimiento a los objetivos claves establecidos (alcance, tiempo, costo y calidad) dando respuesta a lo siguiente:

1. Qué Hacer? (actividades)
2. Cómo Hacer? (secuencia, procesos)
3. Cuándo Hacer? (fechas de inicio y terminación)
4. Quién lo va a hacer? (asignación de personal)
5. Cuánto cuesta? (presupuesto)
6. En qué Plazo? (cuando termina)

Por tanto las funciones primordiales de los administradores de proyectos es administrar los procesos internos del mismo donde realmente se efectúa el trabajo. Por pequeño que sea el proyecto, se requieren habilidades de administración del mismo para sortear las diferentes situaciones que se presenten, y además garantizar el cumplimiento de los objetivos dentro de los tiempos estipulados. Estas habilidades van desde la definición del proyecto, hasta la administración de las medidas de avance del mismo. Adicionalmente, se deben incorporar técnicas para el manejo de contratos y el manejo de proveedores.

Con base en las definiciones anteriores, El esfuerzo principal en la administración de un proyecto tiene que estar centrado en establecer un plan de ruta para indicar como se logrará el alcance del proyecto a tiempo y dentro del presupuesto. La clave para el control efectivo del proyecto es medir el progreso real del plan y compararlo con el planeado sobre una base oportuna y periódica, y realizando acciones correctivas de inmediato si es necesario.

Este esfuerzo incluye:

1. Definir con claridad el objetivo del proyecto: alcance, tiempo y costo. La definición tiene que ser aceptada por el cliente y las persona u organización que realizará el proyecto.
2. Dividir y subdividir el alcance del proyecto en “piezas” importantes o paquetes de trabajo (WBS).
3. Definir las actividades específicas que son necesarias de realizar para cada paquete de trabajo con el fin e lograr el objetivo del proyecto
4. Presentar gráficamente las actividades bajo la forma de un diagrama de red o matriz de precedencia. Estas representaciones graficas muestran el orden necesario y las interdependencias de las actividades para lograr el objetivo del proyecto.
5. Hacer un estimado de tiempo de la duración que tendrá que completar cada actividad. Será necesario determinar que tipos de recursos se necesitan para determinar cada actividad dentro de la duración estimada.
6. Hacer un estimado de costos para cada actividad. El costo se basa en los tipos y cantidades de recursos necesarios para cada actividad.



7. Calcular el programa y el presupuesto de un proyecto, para determinar si el mismo se puede terminar dentro del tiempo requerido, con los fondos asignados y los recursos disponibles. Si no es así, se tienen que hacer ajustes al alcance del proyecto , a los tiempos estimados de las actividades o alas asignaciones de recursos hasta que se pueda establecer un plan de línea base alcanzable y realista.

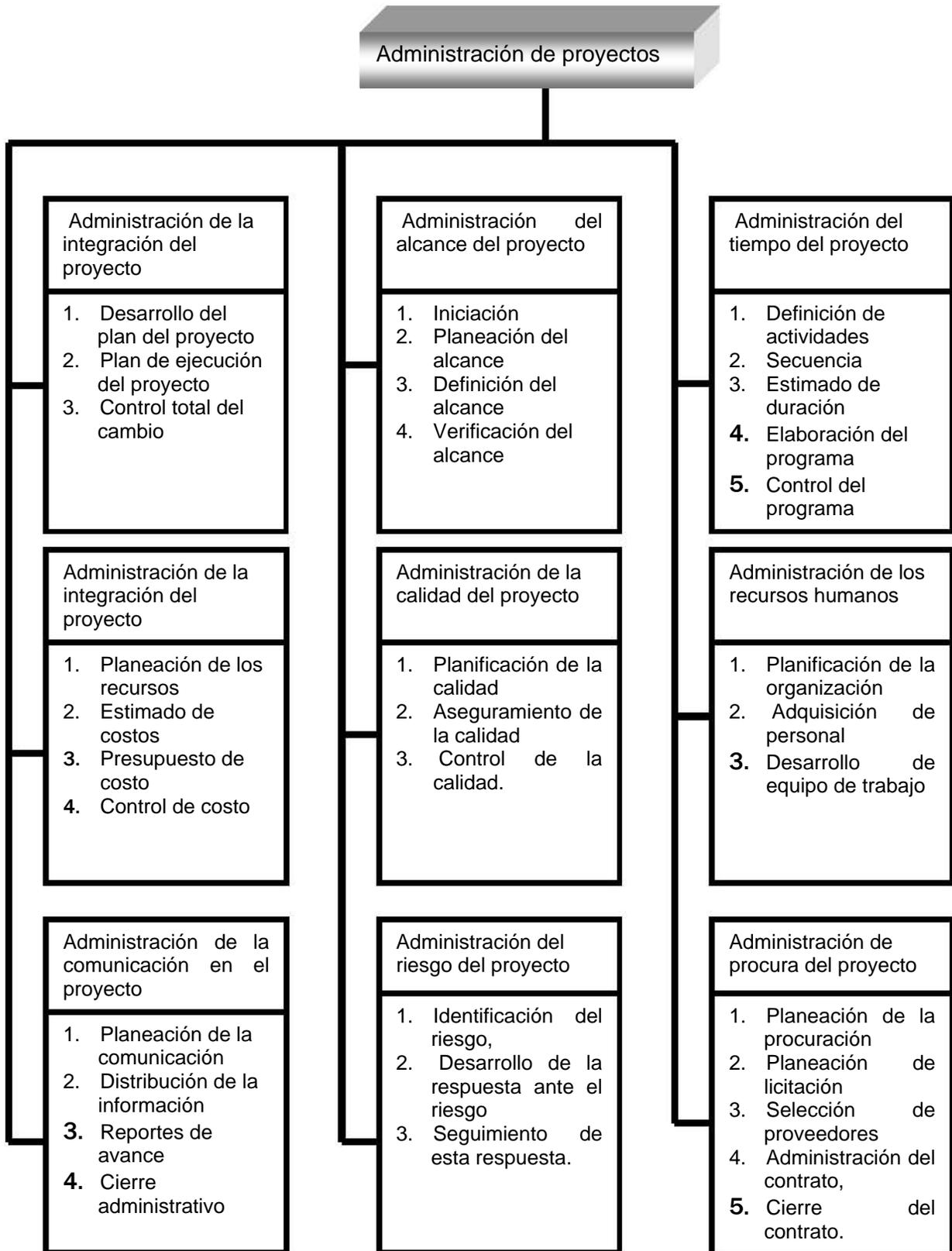
Como se hace notar, la administración de proyectos es una actividad que requiere orden; sistemas; un gran entusiasmo, compromiso y responsabilidad para hacer que funcione; esfuerzos de planeación para definir con detalle que se pretende lograr y coordinación para elaborar un programación lógica y alcanzable.

Aplicar un sistema integrado de administración de proyectos permitirá ubicar lo que se ha logrado y pronosticar cuando se terminará para mantener el proyecto bajo control y dirigirlo hacia las metas que se quieren alcanzar, sin un sistema las crisis maneja el proyecto y todo esfuerzo se pierde en el caos. Este tipo de sistema se ha logrado establecer de manera detallada en el libro “PMBOK Guide”, y es necesario mencionarlo de manera general, porque se extraen algunos de sus términos como herramientas en la realización de este material; principalmente lo relacionado con la función y la interrelación que tienen la definición del alcance de un proyecto con las diversas áreas administrativas que participan en éste.

#### **Las áreas de la administración del proyecto: PMBOK GUIDE**

Con base en el texto PMBOK Guide (Project Management Body of Knowledge), el proceso de administración de proyectos se organiza en nueve áreas que a continuación son descritas brevemente y se muestran esquemáticamente en la Figura 9.

1. **Administración de la integración del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que los diversos elementos del proyecto se coordinen apropiadamente. Se compone del plan de desarrollo del proyecto, del plan de ejecución del proyecto y el control completo de los cambios.
2. **Administración del alcance del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluya sólo el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente. Se compone de la iniciación, la planificación del alcance, la definición del alcance , comprobación y el control de cambios de alcance.
3. **Administración de tiempo de proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar la terminación oportuna. Se compone de la definición de actividades, la secuencia de actividades, la estimación de la duración de actividades, el desarrollo del programa de actividades y el control de éste último.
4. **Administración del costo del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se ejecute hasta su termino dentro del presupuesto apropiado. Esto se compone de la planificación de los recursos, el estimado del costo, el presupuesto del costo y el control del costo.
5. **Administración de la calidad del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar satisfaga las necesidades para la cual se emprendió. Esto se compone de la planificación de la calidad , aseguramiento de la calidad y el control de la calidad.



**Figura 9. Administración del proyecto establecida en PMBOK Guide**



6. **Administración de los recursos humanos**, describe los procesos requeridos para asegurar el uso más efectivo de la gente involucrada en el proyecto, se compone de la planificación de la organización, la adquisición de personal y el desarrollo de equipo.
7. **Administración de las comunicaciones del proyecto**, describe los procesos requeridos para asegurar la generación oportuna y apropiada, la recolección, la diseminación, el almacenamiento y última disposición de información de proyectos. Se compone de la planeación de las comunicaciones, la distribución de información, el informe del desempeño y el cierre administrativo.
8. **Administración del riesgo del proyecto**, describe los procesos concernientes para identificar, analizar y dar respuesta a los riesgos del proyecto. Esta consiste en la identificación del riesgo, el desarrollo de la respuesta ante el riesgo y seguimiento de esta respuesta.
9. **Administración de la procura del proyecto**, describe los procesos requeridos para adquirir los bienes y servicios fuera de la organización. Se compone de la planificación de la procuración, la planificación de los requerimientos, los requerimientos, la selección de proveedores, la administración del contrato, y el cierre del contrato.

#### **Estructura utilizada en el POMBOK guide**

La administración del alcance de un proyecto es un área ligada al resto de las áreas involucradas en el proceso de la administración de proyectos. Aunado a ello, cuando se define el alcance de un proyecto donde intervienen diversas disciplinas en la fase de ingeniería (diseño) es necesario marcar que, aunque no se detalla en este trabajo, también hay interrelaciones de éstas disciplinas con las áreas de la administración de proyectos que implícitamente se pueden asumir.

La administración de proyectos es un esfuerzo integrado: una acción, o un fracaso por tomar acción, en un área usualmente afectará a otras áreas. Las interacciones pueden ser claras y bien comprendidas, o pueden ser tenues e inciertas. Por ejemplo, un cambio de alcance casi siempre afecta al costo del proyecto, pero puede o no afectar la moral del equipo de trabajo o la calidad del producto. Estas interacciones muy a menudo requiere negociaciones entre los objetivos del proyecto, (el desempeño de una área solo puede ser mejorada por el sacrificio del desempeño en otra), esto a veces puede variar de proyecto a proyecto y de organización a organización. El éxito de la administración del proyecto y por tanto el del proyecto. Requiere activamente la administración de estas interacciones

Para entender la naturaleza integradora de la administración de proyectos aplicada en la definición del alcance de un proyecto se describen a continuación de manera general los procesos de integración y sus interacciones utilizados en el PMBOK GUIDE.



## Procesos del proyecto

Los proyectos están compuestos por procesos. Un proceso es una serie de acciones con el fin de obtener un resultado. Los procesos de los proyectos se llevan a cabo por gente y generalmente caen dentro de una de las dos categorías principales:

- ▶ **Procesos para la administración de proyectos:** es todo aquello que describe y organiza el trabajo a realizar del proyecto.
- ▶ **Procesos orientados al producto.** Es todo aquello que especifica y crea el producto de un proyecto.

Los procesos para la administración de proyectos y los procesos orientados al producto se superpone (intercalan) e interactúan entre ellos. Así por ejemplo el alcance del proyecto no puede ser definido si no se tiene un entendimiento básico del producto.

## Clasificación de procesos

Los procesos para la administración de proyectos son organizados en cinco grupos:

- ▶ **Procesos de iniciación.** Autorizan el proyecto o la fase
- ▶ **Procesos de planeación.** Definen y refinan objetivos. Seleccionan la mejor alternativa para alcanzarlos.
- ▶ **Procesos de ejecución.** Coordinación de gente y otros recursos para llevar a cabo el plan.
- ▶ **Procesos de control.** Aseguran que los objetivos del proyecto sean conseguidos mediante el monitoreo y medición del avance y tomando las acciones correctivas cuando sea necesaria.
- ▶ **Procesos de cierre.** Formalizar la aceptación del proceso o las fases y llevándolos ordenadamente a su fin.

Cabe hacer notar que para la integración de la información interdisciplinaria durante la definición del alcance de un proyecto, en este trabajo se limita hacer uso de los procesos de planeación y cierre, este último mediante los documentos que generarán las disciplinas.

Estos grupos de procesos están ligados por los resultados que se obtienen de ellos (el resultado o la salida de uno es la entrada de otro). Entre los grupos de procesos centrales existe una conexión que interactúa (el proceso de planeación provee al proceso de ejecución un plan de proyecto, el proceso de ejecución obtiene un documento con el plan actualizado según el avance del proyecto), esta interacción se muestra en la Figura 10.

Por otro lado la administración de los grupos de procesos no es algo discreto: son actividades que se superponen lo cual ocurre en varios niveles de intensidad a través de cada fase de proyecto.



Las interacciones de los grupos de procesos también cruzan las fases tal como el cierre de una fase provee una entrada para iniciar la siguiente fase. Por ejemplo para la cerrar la fase de diseño se requiere de la aprobación por parte del cliente. Simultáneamente el documento de diseño define la descripción del producto para la fase de implementación. Las interacciones se ilustran en la Figura 11.

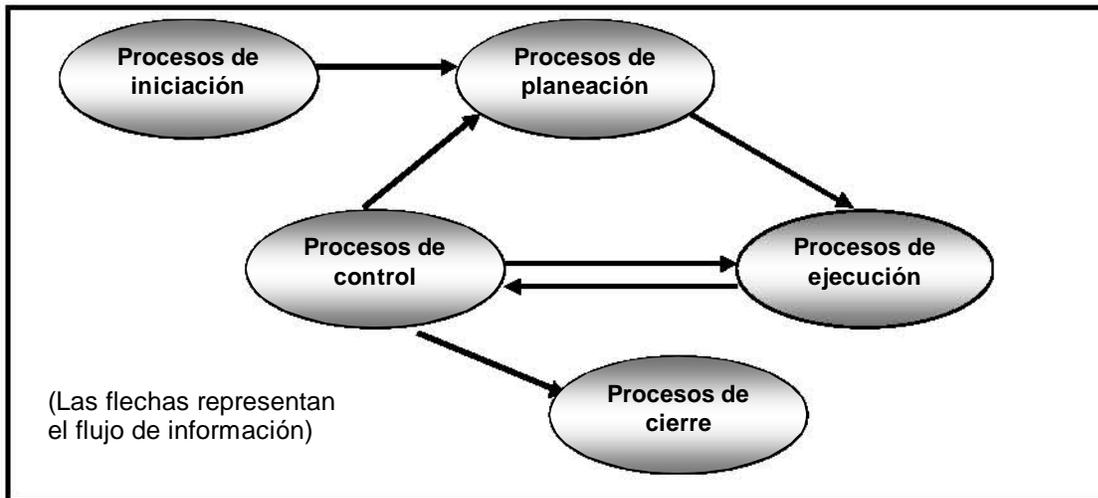


Figura 10. Relación entre los grupos de procesos en una fase.

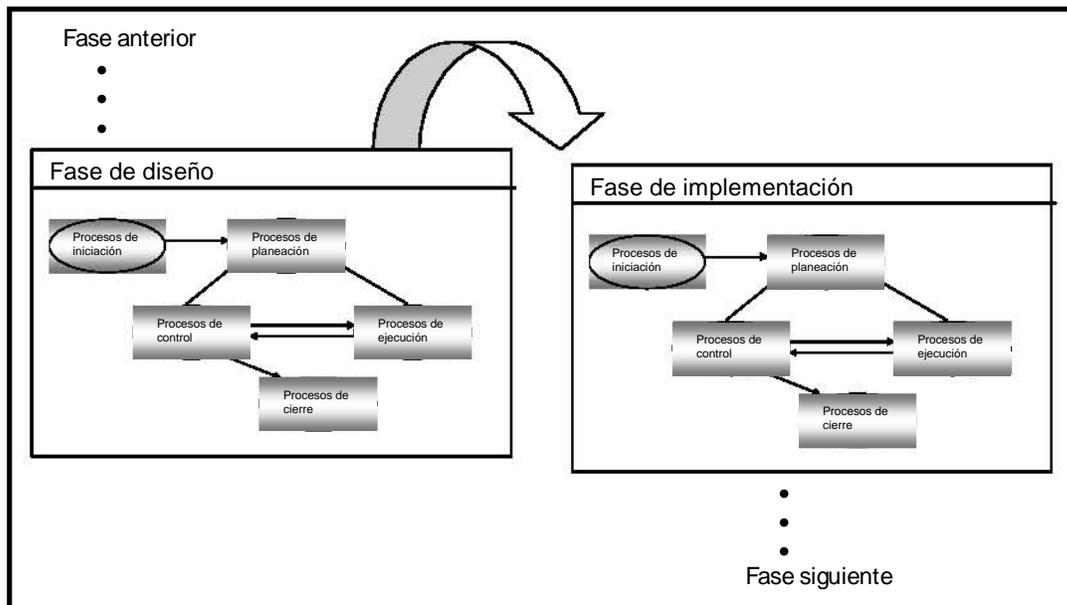


Figura 11. Interacción entre las fases.



### Interacciones de procesos

Dentro de cada grupo de procesos los procesos individuales están ligados por sus entradas y salidas, esto se representa con los procesos de planeación en la Figura 12. Enfocándose en sus conexiones, se puede describir cada proceso en términos de :

- ▶ Entradas. Documentos o elementos documentables que serán llevados a cabo
- ▶ Herramientas y técnicas. Mecanismos aplicables a las entradas para crear las salidas
- ▶ Salidas. Documentos elementos documentables que son el resultado del proceso.

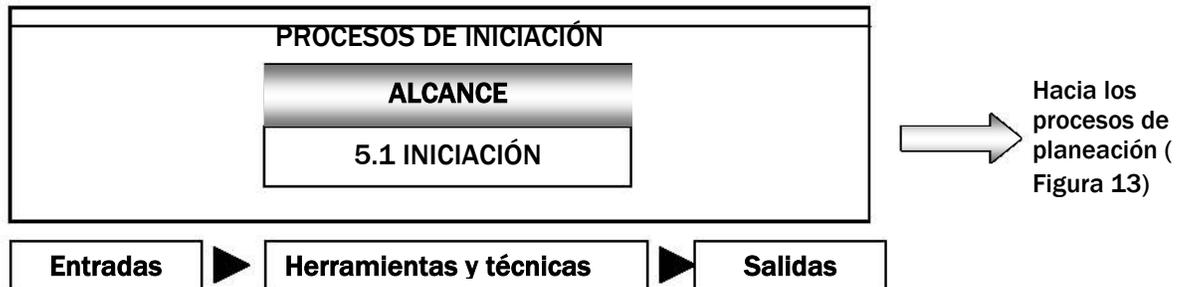


Figura 12. Interacción entre las fases

Cada área de la administración de proyectos tiene clasificados sus diferentes actividades en los procesos de acuerdo a las características de cada una de ellas, La Figura 13 muestra la clasificación de las actividades de cada una de las áreas que intervienen en el grupo de procesos de planeación.

En la Figura 13 se observa que las actividades de la administración del alcance del proyecto participan en los procesos de iniciación, planeación y control.

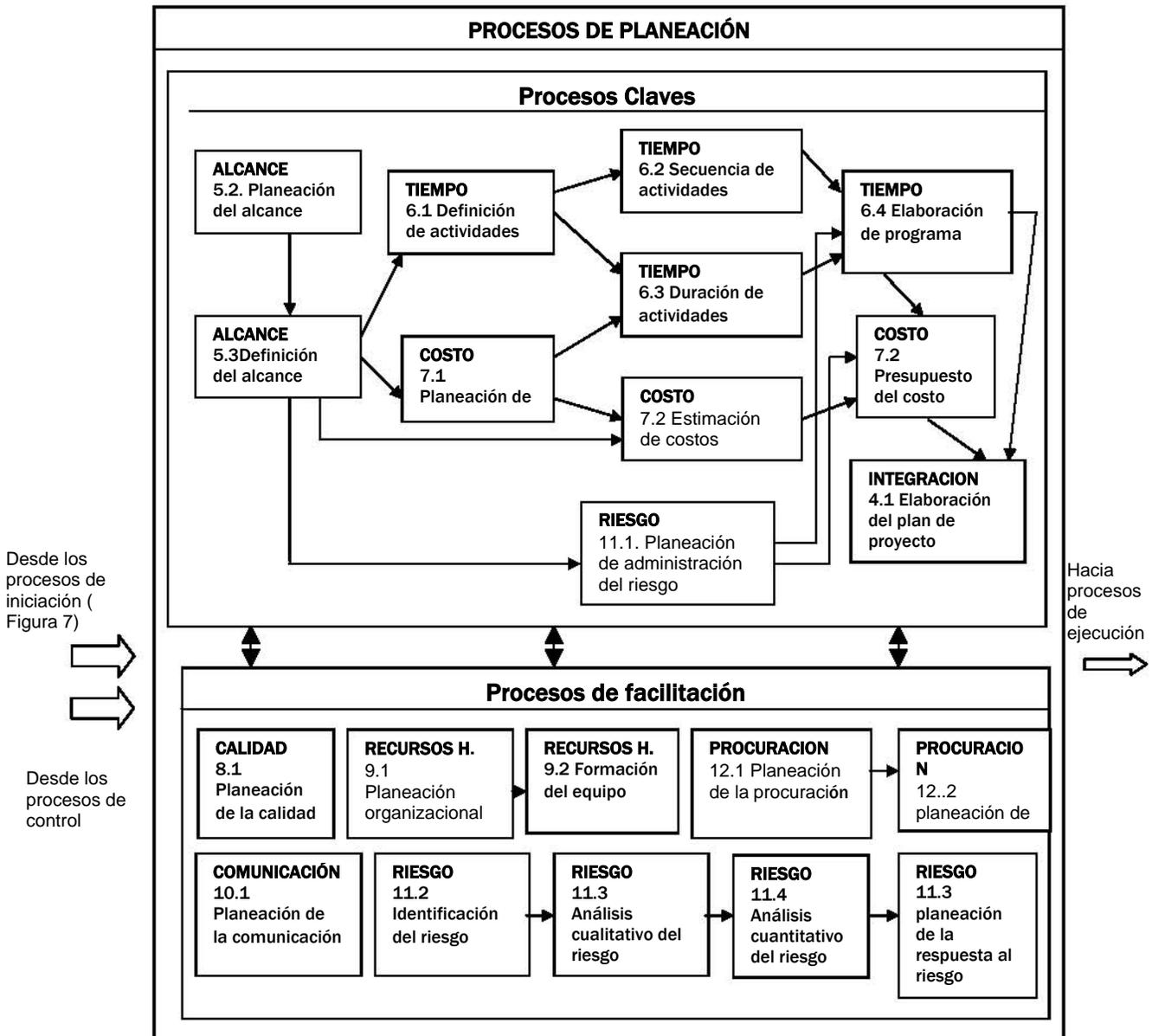


Figura .13 Relaciones entre los procesos de planeación marcados en. PMBOK GUIDE



## 2.6 ADMINISTRACIÓN DEL ALCANCE DE PROYECTO

La Administración del alcance del proyecto incluye todos los procesos necesarios para asegurar que el proyecto contiene todos los trabajos que se requieren, y sólo el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente. Esto significa que **se define y controla lo que es y lo que no es parte del proyecto.**

Los procesos de esta área involucran lo siguiente:

- 1.1. **Iniciación.-** autoriza el proyecto o la fase.
- 1.2. **Planeación del alcance.-** Desarrollo de un documento de alcance por escrito como base para la toma de decisiones futuras del proyecto.
- 1.3. **Definición del alcance.-** Subdividir los principales compromisos o entregas en componentes más pequeños y manejables.
- 1.4. **Verificación del alcance.-** Formalizar la aceptación del alcance del proyecto.
- 1.5. **Control de cambios de alcance.-** Controlar los cambios de alcance

Estos procesos interactúan con todos y cada uno de los otros procesos en las diferentes áreas de la administración de proyectos. Cada proceso puede requerir del esfuerzo de uno o más individuos o grupo de individuos según las necesidades del proyecto; ya que cada proceso generalmente ocurre por lo menos una vez en cada fase del proyecto. Este trabajo, en capítulos posteriores solo se ocupa de la planeación y la definición del alcance.

Dentro del contexto del proyecto el término “alcance” se puede manejar de dos formas:

**Alcance del producto (instalaciones):** que se refiere a las características y funciones que se incluyen dentro del producto o servicio.

**Alcance del proyecto (servicios):** el trabajo que se debe realizar para obtener el producto con las características y funciones especificadas.

Los procesos, herramientas y técnicas utilizadas en la administración del alcance del proyecto son el objetivo de esta sección. Dichos procesos, herramientas y técnicas varían de acuerdo al área de aplicación y usualmente se definen como parte del ciclo de vida del proyecto.

Un proyecto se hace para un solo producto, pero dicho producto quizás incluya elementos aledaños, cada uno con su alcance de productos separado e independiente. Por ejemplo un nuevo sistema telefónico generalmente incluye cuatro elementos aledaños, hardware, software, capacitación e implementación.

La complementación del alcance del producto se mide contra los requerimientos, mientras que la complementación del alcance del proyecto se mide contra el plan. Sin embargo ambos tipos de administración del alcance deben integrarse bien, para así asegurar que el trabajo realizado en el proyecto resultará en la entrega del producto especificado.



## **1.1. INICIACIÓN**

El proceso de iniciación es donde formalmente se reconoce que en un nuevo proyecto existente debe pasar a la siguiente fase de diseño una vez que fue aprobada su factibilidad. Esta iniciación formal une al proyecto a los trabajos progresivos llevados a cabo en la organización. En algunas organizaciones, los proyectos no se inician formalmente hasta después de haberse completado un estudio de factibilidad, un plan preliminar, o alguna otra forma equivalente de análisis, la cual fue iniciada por separado. Algunos tipos de proyectos especialmente los de servicios internos o el desarrollo de un nuevo producto son iniciados informalmente y limitados en la cantidad de trabajo hecho a manera de que se asegure las aprobaciones necesarias para al iniciación formal.

### **1.1.1. Entradas**

- **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.** La descripción del producto documenta las características del producto o servicio por el cual el proyecto fue emprendido. la descripción del producto generalmente presenta poco detalle en las fases iniciales del proyecto e incrementa conforme las características del proyecto son creadas progresivamente.

La descripción del producto también debe documentar la relación entre el producto o servicio creado y las necesidades del negocio u otro estímulo que del proyecto (lista anterior) mientras que la descripción y la forma del producto varíen, estas variaciones deben ser suficientemente documentadas para así soportar la posterior planeación.

- **PLAN ESTRATÉGICO.** Todos los proyectos deben de estar soportados en las metas estratégicas de la organización ( debe ser considerado como factor en la selección de los proyectos).
- **CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS.** El criterio para la selección de proyectos es típicamente definido en términos del producto del proyecto y puede abarcar todos los campos administrativos (retorno financiero, participación de mercado, beneficios públicos)
- **INFORMACIÓN HISTÓRICA.** La información histórica acerca de los resultados en la selección de proyectos previos y el desarrollo de proyectos previos son elementos a considerar, para dar soporte a la viabilidad de los proyectos. Cuando la fase de iniciación requiere aprobación para comenzar la siguiente fase del proyecto, la información acerca de los resultados de las fases previas es a menudo crítica

### **1.1.2. Herramientas y técnicas**

Los métodos para la selección de proyectos por lo general caen dentro de las siguientes categorías:



- Método para la medición de beneficios (aproximaciones comparativas, modelos de puntaje, contribución de beneficios o modelos económicos)
- Métodos de optimización (modelos matemáticos que usen algoritmos lineales, no lineales, dinámico, integrales y programación multi-objetivos.)

Estos métodos están generalmente referidos como métodos de decisión. Los modelos de decisión incluyen las técnicas generalizadas (árbol de decisiones) de la misma manera que las especializadas (procesos de jerarquía analítica, análisis de estructuras lógicas y otras) Aplicar un criterio complejo para la selección del proyecto en un modelo sofisticado, es por lo regular manejado como una fase del proyecto aparte.

- El juicio experto. El juicio experto se requerirá para evaluar los insumos a este proceso. Así la experiencia puede ser aportada por cualquier grupo o individuo con conocimiento especializado o capacitado, y dicha aportación esta disponible en varios recursos incluyendo:
  - ✓ Cualquier unidad dentro de la organización
  - ✓ Consultorías
  - ✓ Asociaciones profesionales
  - ✓ Grupos industriales

### 1.1.3. Salidas.

- Carta ejecutiva del proyecto. La carta ejecutiva del proyecto es un documento que formalmente reconoce que el proyecto existe, este debe incluir así sea directamente o por referencia a otros documentos:
  - ✓ Las necesidades del negocio por las que el proyecto fue emprendido
  - ✓ La descripción del producto

La carta del proyecto debe ser descrita por un gerente externo al proyecto y al nivel apropiado con respecto a las necesidades del proyecto. Esto da al gerente del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

Cuando un proyecto se lleva acabo bajo contrato, el contrato firmado generalmente servirá como la carta del proyecto para el vendedor.

- Asignación / identificación del gerente de proyecto. En general el gerente de proyecto debe ser identificado y asignado al proyecto tan pronto como sea posible. El gerente de proyecto debe ser siempre asignado antes de comenzar la ejecución del proyecto, antes de que el plan del proyecto sea hechos
- Restricciones. Son los factores que limitaran al equipo a cargo de administrar el proyecto. Por ejemplo: un presupuesto predefinido es una restricción que muy probablemente limite las opciones del alcance, la asignación del equipo de trabajo y el programa.



- **Suposiciones.** Son factores que, para efectos de planeación, deben ser consideradas verdaderas, reales y ciertas. Por ejemplo si la fecha en la que una persona clave no estará disponible es incierta, el equipo debe asumir una fecha, esa fecha como específica. Las suposiciones generalmente involucran un grado de riesgo. Ellas quizás se identifiquen aquí o quizás son resultado de la identificación del riesgo.

## **1.2. PLANEACIÓN**

La planeación del alcance, es el proceso de elaboración y documentación progresiva del alcance de trabajo (alcance del proyecto) que definirá el producto del proyecto. La planeación del alcance comienza con las entradas del iniciación. Debe hacerse notar que la descripción del producto debe especificar los requerimientos necesarios para cubrir determinadas expectativas del cliente

desarrollar por escrito los enunciados del alcance como base para las futuras decisiones en el proyecto, incluyendo de manera particular, el criterio a utilizar para determinar si el proyecto o las fases han sido completadas exitosamente. Un enunciado por escrito, es necesario tanto para proyectos como para subproyectos. Por ejemplo una firma de ingeniería contratada para diseñar una planta de proceso petrolero, debe tener los enunciados del alcance, definiendo los límites de su trabajo en el diseño de subproyectos. El enunciado del alcance, forma las bases para el acuerdo entre el equipo y los clientes del proyecto mediante la identificación de los objetivos y los principales compromisos o entregas del proyecto.

### **1.2.1. Entradas en la planeación del alcance.**

Descritas anteriormente en el proceso de iniciación

- Descripción del producto
- Carta ejecutiva del proyecto
- Restricciones
- Suposiciones

### **1.2.2. Herramientas y técnicas para la planeación del alcance**

- **Análisis del producto.** Involucra desarrollar un mejor entendimiento del producto del proyecto. Esto incluye técnicas tales como sistemas de ingeniería, ingeniería de valor, análisis de valor, análisis de funciones y función del desempeño de calidad.
- **Análisis costo/beneficio.** Involucra estimaciones de costos tangibles e intangibles y beneficios de varias alternativas de proyecto, (el retorno de la inversión o el periodo de recuperación).
- **Identificación de las alternativas.** Este es un término usado para cualquier técnica utilizada que genere diferentes aproximaciones al proyecto. Existe una variedad de técnicas en la administración general regularmente usadas aquí, la más común la lluvia de ideas y pensamiento lateral.
- **Juicio experto**



### 1.2.3. Salidas de la planeación de alcance

- **Enunciado del alcance.** El enunciado del alcance provee una base documentada para las decisiones futuras del proyecto, y para conformar o desarrollar la comprensión común entre el alcance del proyecto y las inversiones. Conforme el proyecto avanza, el enunciado del alcance puede requerir ser revisado o redefinido, para así reflejar los cambios de alcance del proyecto. El enunciado del alcance debe incluir, ya sea directamente o por referencia a otros documentos;
  - ✓ **Justificación del proyecto.** La justificación del proyecto provee las bases para la evaluación a futuro de los intercambios.
  - ✓ **Productos del proyecto.** Un breve resumen de la descripción de los productos
  - ✓ **Entregables del proyecto.** Una lista resumida del nivel de subproductos, los cuales llenan y satisfacen la finalización del proyecto. Por ejemplo, las principales entregas para un proyecto en el desarrollo de un software, pueden incluir el código de trabajo de la computadora, el manual del usuario y una tutoría interactiva. Las exclusiones deben ser identificadas y cualquier cosa explícitamente no incluida esta implícitamente excluida.
  - ✓ **Objetivos del proyecto.** Los criterios cuantificables que deben ser conocidos para que el proyecto se considere exitoso. Los objetivos del proyecto deben de incluir, al menos el costo, el programa y las mediciones de calidad. Los objetivos del proyecto deben tener una característica (costo), un patrón de medición ( dólares americanos) y un valor absoluto o relativo (valor menor a 1.5 millones.) Los objetivos no identificados (satisfacción de los clientes) significan un alto riesgo.

En algunas áreas de aplicación, los compromisos o entregables de los proyectos se denominan objetivos, mientras que los objetivos se identifican como factores críticos de éxito.

- **Soporte detallado.** El soporte detallado para el enunciado del alcance del proyecto debe ser documentado y organizado según las necesidades del proyecto, para facilitar así su uso por otros procesos en la administración del proyecto. El soporte detallado debe de incluir siempre toda la documentación de las suposiciones y las restricciones. La cantidad de detalle adicional varía según el área de aplicación.
- **Plan para la administración del alcance.** Este documento describe como el alcance del proyecto será manejado y como los cambios en el alcance serán integrados dentro del proyecto. Este también debe de incluir una valuación de la expectativa en estabilidad del alcance del proyecto (i.e. como probablemente este cambie, que frecuente, y que tanto). El plan de la administración del alcance, debe también de incluir una clara descripción de cómo los cambios en el alcance serán identificados y clasificados (particularmente difícil - por lo tanto absolutamente esencia- cuando aún las características del proyecto están siendo elaboradas).



### 1.3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

La definición del alcance implica subdividir los principales compromisos o entregas en componentes más pequeños y manejables para así poder:

- Incrementar la exactitud en la estimación del costo, el tiempo y recursos requeridos.
- Definición de los lineamientos para el control y medición
- Facilitar una clara asignación de las responsabilidades.

Una definición apropiada del alcance es crítica para el éxito del proyecto. Cuando haya una pobre definición del alcance, es de esperar que el costo del proyecto aumente debido a los inevitables cambios, los cuales interrumpen el ritmo del proyecto, se trabaja mas de una vez, se incrementa el tiempo del proyecto, se produce una baja en la productividad y en la moral del personal.

#### 1.3.1. Entradas de la Definición del alcance

- Enunciados del alcance. (ver anteriormente)
- Restricciones. Cuando un proyecto se lleva a cabo bajo contrato, las restricciones definidas por las condiciones del mismo, son a menudo consideraciones importantes durante la definición del proyecto. (ver anteriormente)
- Suposiciones. (ver anteriormente)
- Otros resultados de planeación. Los resultados de los procesos en las otras áreas de conocimiento deben ser revisadas por su posible impacto sobre la definición del alcance del proyecto.
- Información histórica. La información acerca de otros proyectos previos, debe ser considerada durante la definición del alcance. La información acerca de los errores y omisiones en estos proyectos pueden ser particularmente útiles.

#### 1.3.2. Herramientas y técnicas para la definición del alcance

- WBS (Work Breakdown System). El WBS de los proyectos previos pueden ser usados como modelos para los nuevos proyectos. A pesar de que cada proyecto es único, el WBS a menudo puede ser reutilizado, considerando que la mayoría de los proyectos serán semejantes a otros. Por ejemplo, la mayoría de los proyectos dentro de una organización dada, tendrán el mismo o parecido ciclo de vida y de esta manera tendrán los mismos o similares compromisos o entregas para cada una de las fases.
- Desglose. El desglose implica el subdividir los principales compromisos o entregables en componentes más pequeños y manejables, hasta que los compromisos estén definidos al detalle suficiente para soportar las actividades a futuro en el proyecto (planeación, ejecución, control y cierre). El desglose involucra los siguientes pasos:
  - ✓ Identificación de los principales elementos del proyecto. En general los principales elementos serán los compromisos del proyecto y la administración del mismo. Sin



embargo los elementos principales del proyecto deben de ser definidos en términos de cómo el proyecto será controlado.

- ✓ Decidir si los estimados de costo y duración adecuados pueden desarrollarse a este nivel de detalle para cada elemento. El significado de adecuado quizás cambie sobre el curso del proyecto – el desglose de los compromisos que se producirán más adelante quizás no sea posible. Para cada elemento se procede al paso 4 si existe al detalle adecuado y al paso 3 si no se tiene- esto quiere decir que los diferentes elementos tendrán diferentes niveles de desglose.
- ✓ Identificar los elementos constituyentes del entregable. Los elementos constituyentes deben describirse en términos tangibles, resultados verificables de manera de facilitar la medición. Así como los principales elementos, los constituyentes de los elementos deben ser definidos en términos de cómo el trabajo del proyecto será ejecutado. Los resultados tangibles y verificables que incluye tanto a los servicios como a los productos (los reportes de avance pueden ser descritos como reportes de avance semanales; por ejemplo la manufactura de un artículo, los elementos constituyentes pueden incluir muchos elementos individuales, mas el ensamblaje final) Repetir el paso 2 en cada elemento constituyente.
- ✓ Verificar que el desglose está correcto: ¿Es el nivel más bajo necesario y suficiente para complementar el desglose? Si no, los elementos constituyentes deben de ser modificados (agregar, quitar o redefinir). ¿Esta cada componente definido clara y completamente? Si no, la descripción debe de ser revisada o ampliada.¿ Puede ser cada componente programado apropiadamente? Si no, una revisión es necesaria para proveer el nivel adecuado para manejar el control.

### 1.3.3. Salidas de la definición del alcance

- WBS (Work Breakdown System). El WBS es una estructura orientada a agrupar los elementos del proyecto que organizan y definen el alcance total del proyecto, no trabajar dentro del WBS definido es estar fuera del alcance del proyecto. Así como con el enunciado del alcance del proyecto, el WBS es a menudo usado para desarrollar o confirmar el entendimiento común acerca del alcance del proyecto. Cada nivel que se desciende representa un incremento en la descripción del detalle de los elementos del proyecto. La sección 1.4.3.2.2. describe las aproximaciones más comunes para el desarrollo del WBS. Un WBS es normalmente presentado en forma de diagrama, tal como se ilustra en la figuras 1.10 y 1.11; sin embargo el WBS no debe de ser confundido con los métodos de presentación- el dibujar una lista de actividades no estructuradas en forma de diagrama no lo hace un WBS.
- Cada elemento en el WBS es generalmente asignado a algo que lo identifique; esta identificación es a menudo conocida como el catálogo de cuentas. Los elementos del nivel más bajo del WBS son regularmente referidos como paquetes de trabajo.

El WBS no debe ser confundido con otras clases de “desglose” usadas para presentar información del proyecto. Otras estructuras comúnmente usadas en otras áreas de aplicación son:



- ✓ El WBS contractual (CWBS, Contractual Work Breakdown System) el cual es usado para definir el nivel de reporte que proveerá el contratista al cliente. El CWBS generalmente incluye menos detalle que el WBS usado por el contratista para administrar su trabajo.
- ✓ Diagrama de estructura organizacional (OBS Organizational Breakdown System) usado para mostrar que elementos de trabajo han sido asignados a que unidades organizacionales.
- ✓ Diagrama de estructura de recursos (RBS, Resource Breakdown System) el cual es una variación del OBS y se usa típicamente cuando los elementos de trabajo son asignados a individuos
- ✓ Lista de materiales (BOM, Bill Of Materials ) la cual presenta de manera jerárquica los ensamblajes, subensamblajes físicos y los componentes necesarios para fabricar un producto manufacturado.
- ✓ Diagrama de estructura del proyecto (PBS Project Breakdown System) el cual es esencialmente el mismo que el WBS. El término PBS es ampliamente usado en las áreas de aplicación donde el término de WBS es incorrectamente usado para referirse al BOM.

#### 1.3.4. Actualización del alcance del proyectos:

- Incluye cualquier modificación del contenido del alcance

### 1.4. VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

La verificación del proyecto es el proceso por el cual se formaliza la aceptación del alcance del proyecto por los accionistas (patrocinadores, clientes, consumidores, etc.) Esto requiere una revisión de los productos y resultados del trabajo para asegurar que todo fue completado correcta y satisfactoriamente. Si el proyecto se termina tempranamente, los procesos de verificación del alcance deben establecer y documentar el nivel de la terminación del trabajo. La verificación del alcance difiere del control de calidad, en el sentido de que la verificación del alcance tiene que ver primordialmente con la aceptación de los resultados del trabajo, mientras que el control de calidad se encarga de que los resultados del trabajo sean correctos.

#### 1.4.1. entradas para la verificación del trabajo

- Resultado del trabajo. Son los compromisos o entregas que han sido completadas parcial o totalmente, el costo que ha sido comprometido, etc. Son un resultado del plan de ejecución del proyecto.
- Documentación del producto. Los documentos generados para describir los productos del proyecto deben estar disponibles para las revisiones. Los términos usados para



describir este documento (planes, especificaciones, documentos técnico, diagramas, etc.) varían según el área de aplicación.

- WBS
- Enunciado del alcance del proyecto
- Plan del proyecto. Un documento para administrar la ejecución del proyecto

#### 1.4.2. Herramientas y Técnicas de la Verificación del alcance

- Inspección. La inspección incluye actividades tales como la medición, examen, y pruebas para determinar que los resultados cumplan con los requerimientos. Las inspecciones son comúnmente llamadas revisiones, revisión del producto, auditorías y simulaciones; en algunas áreas de aplicación, estos términos tienen un significado limitado y específico.

#### 1.4.3. Salidas de la verificación del alcance

- Aceptación formal. Es la documentación en la que el cliente o los patrocinadores aceptan el producto del proyecto o la fase que debe ser preparada y distribuida. Tal aceptación puede ser condicionada, especialmente al final de la fase.

### 1.5. CONTROL DE CAMBIOS DE ALCANCE

El control de cambios de alcance tiene que ver con (a) Influencia de los factores que provocan el cambio de alcance para verificar que el cambio es benéfico, (b) determinar que el cambio ha ocurrido y (c) administrar los cambios actuales cuando ocurren y sí se presentan.

Los cambios en el alcance deben ser completamente integrados a los procesos de control (control del tiempo, control del costo, control de la calidad, y otros)

#### 1.5.1. Entradas para el control del cambio de alcance

- Work Breakdown System. El WBS descrito en la sección 1.4.3.3.1 define los lineamientos del alcance del proyecto
- Reportes de avance. Los reportes de avance proveen información acerca de la evolución del proyecto, información tal como que productos han sido terminados y cuales no. Los reportes de avance también pueden alternar al equipo del proyecto de todo aquello que pueda causar problemas en el futuro.
- Cambio en los requerimientos. Los cambios en los requerimientos pueden ocurrir de varias maneras, oral, escrita, directa o indirecta, externa o interna, y legalmente mandatoria u opcional. Los cambios en los requerimientos pueden expandir el



alcance o una reducción de éste. La mayoría de los cambios en los requerimientos son el resultado de:

- ✓ Un suceso externo (un cambio en la regulación del gobierno)
  - ✓ Un error u omisión en la definición del alcance del producto (el no incluir una característica necesaria en el diseño de un sistema de telecomunicaciones).
  - ✓ Un error u omisión de la definición del alcance del proyecto (usar una cuenta de materiales en vez del WBS )
  - ✓ Un cambio en el valor agregado (en un proyecto ambiental es posible reducir costos sacando ventajas de la tecnología que no estaba disponible cuando el alcance del proyecto fue definido)
- Plan de administración del alcance. Descrito anteriormente

#### 1.5.2. Herramientas y Técnicas para el cambio en el Control del alcance

- Sistemas para el control del cambio del alcance. Estos sistemas definen los procedimientos por los cuales el alcance del proyecto puede cambiar. Esto incluye la documentación, los sistemas de seguimiento y la aprobación de los niveles necesarios para autorizar los cambios de alcance. Los sistemas para el control en el cambio de alcance deben ser integrados en su totalidad a los sistemas de control y en particular , con cualquier sistema o sistemas que tengan que ver con el control de alcance del producto. Cuando el proyecto se realiza bajo contrato, el sistema de control en el cambio de alcance debe cumplir con todas las condiciones relevantes contractuales.
- Medición del avance. Las técnicas para medir el avance, sirven para evaluar la magnitud de cualquier variación que pueda ocurrir. Una parte importante en el control del cambio de alcance, es determinar que esta causando la variación y decidir si la variación requiere acciones correctivas.
- Planeación adicional. Pocos proyectos avanzan de acuerdo con el plan. Los cambios en el alcance pueden modificar el WBS o realizar un análisis de las alternativas de ejecución

#### 1.5.3. Resultados del Control en el Cambio de Alcance.

- Cambios de alcance. Un cambio en el alcance es cualquier modificación al alcance del proyecto, tal como se definió en el WBS aprobado. Los cambios en el alcance regularmente requieren ajustes en el costo, tiempo, calidad, u otros objetivos del proyecto.



- Los cambios de alcance son retroalimentados a los procesos de planeación, documentos técnicos y de planeación y son actualización según se necesite , y los accionistas son notificados apropiadamente.
- Acciones correctivas. Las acciones correctivas es cualquier acción hecha para lograr que el avance del proyecto esperado quede dentro de los lineamientos del plan del proyecto.
- Lecciones aprendidas. La causa de las variaciones, el razonamiento detrás de las acciones correctivas, y otros tipos de lecciones aprendidas del cambio en el control del alcance, deben de ser documentadas, de tal manera que esta información llegue a ser parte integral de la base de datos históricos para el proyecto actual y para otros proyectos desarrollados por la organización.
- Ajuste a la guías de ejecución. Dependiendo la naturaleza del cambio se deberán realizar las correspondientes actualizaciones de los documentos necesarios para el desempeño futuro de la ejecución del proyecto.



## 2.7. ESTRUCTURA DE ORDENAMIENTO Y DESGLOSE DE TRABAJO (WBS).

En este apartado se presenta un método de ordenamiento específico para proyectos de plantas industriales, cabe señalar que aunque se presenta en forma general debe ser manejado dependiendo de la complejidad y extensión del proyecto; y la creatividad, organización e infraestructura de la empresa o personas que lo lleven. Asimismo un WBS es empleado paralelamente en la definición del alcance del proyecto.

Partiendo de la perspectiva de sistemas y la administración del alcance del proyecto con relación a la división del trabajo ya mencionados; el método de ordenamiento y desglose de trabajo denominado en lo subsecuente WBS (Work Breakdown Structure) se fundamenta en la organización del trabajo completo que se tiene que realizar para un proyecto, en forma de una estructura piramidal ( Figura 9) que permite desglosar el proyecto en partes e integrarlas como un todo.

Una estructura de división de trabajo (WBS, Work breakdown Structure) es un árbol jerárquico de elementos o partidas de trabajo logradas o producidas por el equipo del proyecto para la ejecución de éste ver desglose en la Figura 14.

Es decir, el WBS es un sistema para agrupar los elementos del proyecto orientados a los entregables, que organiza y define el alcance total de trabajo del proyecto. Cada nivel descendiente representa una creciente definición detallada del trabajo del proyecto. El WBS ayuda a desarrollar una clara visión del producto terminado del proyecto y de todo el proceso mediante el cual es creado.

La WBS, de acuerdo a la definición anterior, presenta las siguientes características:

- ▶ Es representativa del trabajo como una actividad y este trabajo tiene un resultado tangible.
- ▶ Está organizada como una estructura jerárquica.
- ▶ Tiene un objetivo o resultado tangible, el cual, es referido como un entregable.

Los objetivos de la WBS son los siguientes:

- ▶ Asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario.
- ▶ Asegurar que el trabajo no incluya el trabajo innecesario.

Ambos objetivos son de gran importancia para el proyecto, debido a que si uno de ellos falla, existen muchas posibilidades de que el proyecto fracase. Dependiendo de la complejidad y extensión del proyecto; la creatividad, organización e infraestructura de la empresa que lo lleve a cabo se podrá establecer un WBS específico. Sin embargo partiendo de la organización típica de un proyecto el WBS para la fase de ingeniería del proyecto de una planta industrial se ejemplifica en parte en la Figura 15.



Figura 14. Estructura piramidal del WBS

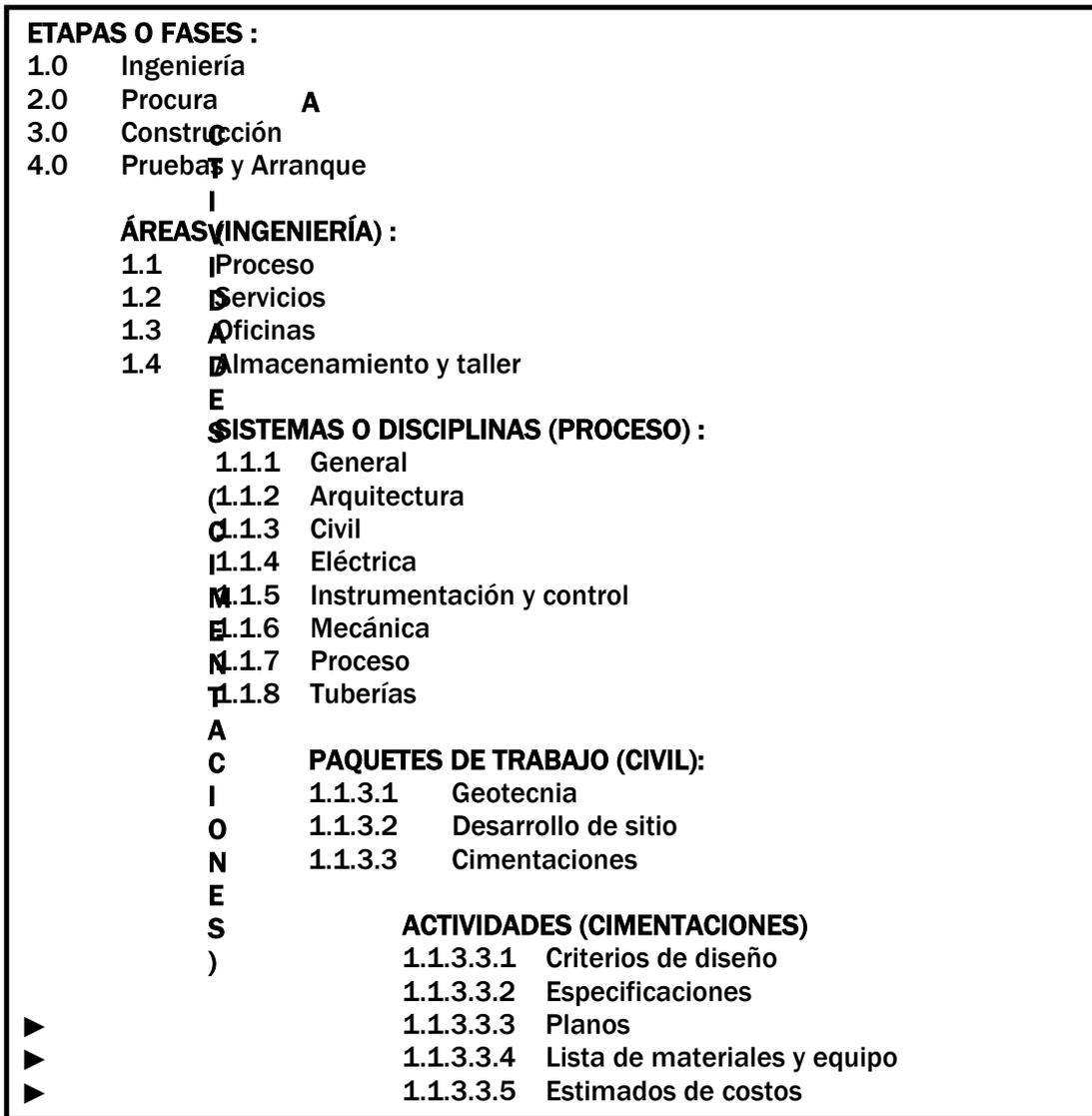


Figura 15. Desglose del proyecto: WBS

**OBJETIVOS DEL WBS**

- ▶ **ESTRUCTURA DE TRABAJO (WBS):** Para elaborar la estructura del trabajo se requiere definir con precisión el alcance del proyecto desglosándolo en partes desde el establecimiento de las etapas, áreas físicas, sistemas (disciplinas), paquetes de trabajo, actividades, hasta detallar el título de los documentos que físicamente se realizarán.
- ▶ **ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:** La estructura de trabajo facilita la asignación de responsabilidades del personal que lo efectuará, ya que esta estructura es similar o equivalente al organigrama del proyecto. Cada puesto se relaciona con la estructura del trabajo hasta el nivel de paquete de trabajo.



- ▶ **ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS:** La estimación de las horas-hombre requeridas para ejecutar el trabajo se hace basada en los documentos que se van a producir como resultado de la estructura de trabajo. Forman parte de las actividades, paquetes de trabajo, disciplinas, áreas físicas, etapas, hasta el proyecto como un todo. Se inicia en la base de la pirámide y se va obteniendo el presupuesto de cada nivel y se correlaciona con la estructura de trabajo y con los responsables de controlar el presupuesto. Por otro lado también la estructura de trabajo también facilita el control de costos y gastos a todos los niveles.
- ▶ **CONTROL DE COSTOS :** El control de costos se efectúa de lo particular a lo general permitiendo la integración en los niveles de desglose que se requieran y en caso de desviaciones, se identifica fácilmente el punto de discrepancia , así como el responsable de tomar la acción correctiva.
- ▶ **PROGRAMACION:** La estructura de trabajo permite que en la programación del proyecto se consideren todos lo elementos del mismo. El proceso de elaboración de programas de un proyecto tiene como propósito pronosticar la fecha de terminación de las diferentes etapas con el objetivo de lograr el arranque de una planta en una fecha determinada, para lo cual se conjugan las actividades, recursos y plazos de cada nivel.

Los programas se elaboran a diferentes niveles de desglose:

<u>NIVEL</u>	<u>CLASIFICACIÓN</u>	<u>PROGRAMAS</u>
1,2,3	Etapas, áreas y sistemas	Programa de fechas clave
4	Paquetes de trabajo	Programa maestro
4 y 5	Paquetes de trabajo y actividades	Programa por disciplina Programas de avance
6	Documentos	Programa por disciplina

- **Programas de fecha clave:** Tiene como objetivo establecer las fechas de iniciación y terminación de las etapas principales del proyecto considerando la secuencia, la posibilidad de traslape y los factores limitantes como pueden ser la época de lluvias, plazos de fabricación de equipo, escasez de materiales, etc.
- **Programa maestro:** Abarca una etapa completa (ingeniería), se hace a nivel de paquete de trabajo dependiendo el alcance del proyecto, puede resumirse por sistemas o bien detallarse a nivel de actividades (principales y relevantes). El programa maestro se hace con barras considerando la red lógica, la duración estimada de los paquetes de trabajo y el programa de fechas clave.
- **Programa por disciplina:** tiene como propósito definir cuando y por quién serán realizadas cada una de las actividades de todas las disciplinas que participan en el proyecto. Cada disciplina hace una lista de actividades clasificadas por paquetes de trabajo y por áreas; se obtienen las fechas de iniciación y terminación de los paquetes de trabajo del programa maestro y con base en ello, la secuencia lógica de las actividades, h-h estimadas y el personal disponible se definen las fechas de iniciación y terminación de cada actividad.



- **Programa de avance:** tiene como objetivo integrar el presupuesto, el avance programado del trabajo y el plazo de ejecución. Se elabora por disciplina a nivel de actividades asociadas por paquetes de trabajo. Con la información desglosada aquí se elaboran curvas de avance programado por mes y de horas hombre programado por mes.
- **Reporte de avance:** tiene como objetivo analizar el estado actual del proyecto contra el plazo y costo programado. En cada período se registra el avance real acumulado y se compara con el avance programado para el mismo periodo. Si el avance real es diferente al programado se debe analizar los reportes para determinar las causas y responsables a fin de tomar medidas correctivas.
- **Ruta crítica:** es un método que tiene como objetivo, que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible. Se elabora una red que muestra los eventos, secuencias, interrelaciones y el camino crítico, el cual, representa la serie de actividades que desde la iniciación hasta la terminación del proyecto, no tienen flexibilidad en su tiempo de ejecución, por lo que cualquier retraso que tuviera cualquiera de estas actividades de la serie , provocaría un retraso en todo el proyecto. , razón por la cual es una herramienta valiosa para poner atención en la detección de las actividades críticas del proyecto.

### 3. EL ALCANCE DE PROYECTO

*Preguntar “¿Quién debería ser el jefe?” es como preguntar  
¿Quién debería ser el tenor en este cuarteto?” Obviamente, el  
hombre que tenga voz de tenor.*

*Henry Ford*

### 3. EL ALCANCE DE PROYECTO (ADP)

El primer paso lógico para iniciar un proyecto es la definición completa del trabajo que requiere éste para verse físicamente realizado. Esto se hace en la elaboración de un documento denominado Alcance del trabajo o alcance del proyecto.

El proyecto puede abarcar desde los estudios de preinversión hasta el arranque de la planta, y dependiendo de la fase de que se trate se hace una descripción detallada del alcance. Es necesario que sea elaborada por personal con amplia experiencia en el tipo de planta que se va a diseñar, y con la colaboración ordenada y sistemática de todos los involucrados en el proyecto; para evitar que el alcance del trabajo este incompleto o sea insuficiente para la construcción de la nueva planta o de la ampliación.

El alcance deberá fijar básicamente los siguientes conceptos indicando en forma clara y precisa si están o no incluidos; así como sus limitantes y restricciones de acuerdo a cada una de las fases del proyecto (Figura 16.)

- ▶ **INGENIERÍA BÁSICA**
- ▶ **INGENIERÍA DE DETALLE**
- ▶ **PROCURA**
- ▶ **CONSTRUCCIÓN**
- ▶ **ARRANQUE O PUESTA EN MARCHA**

El alcance del trabajo tiene como propósito especificar con detalle las tareas que se realizaran durante la ejecución del proyecto, con el fin de que los interesados conozcan con exactitud en que consiste el proyecto. El alcance detallado especifica que se va hacer y cuantos documentos será necesario producir para la construcción de una planta. El alcance se define de lo general a lo particular, y en los casos en que algún área del proyecto no este definida por falta de bases de diseño, no se incluirá en el alcance original y cuando se cuente con la información se agregará como un cambio de alcance.

La definición completa del **ALCANCE DE PROYECTO (ADP)** se divide en dos categorías y para, poder elaborar es necesario seguir la secuencia mostrada en la figura 17:

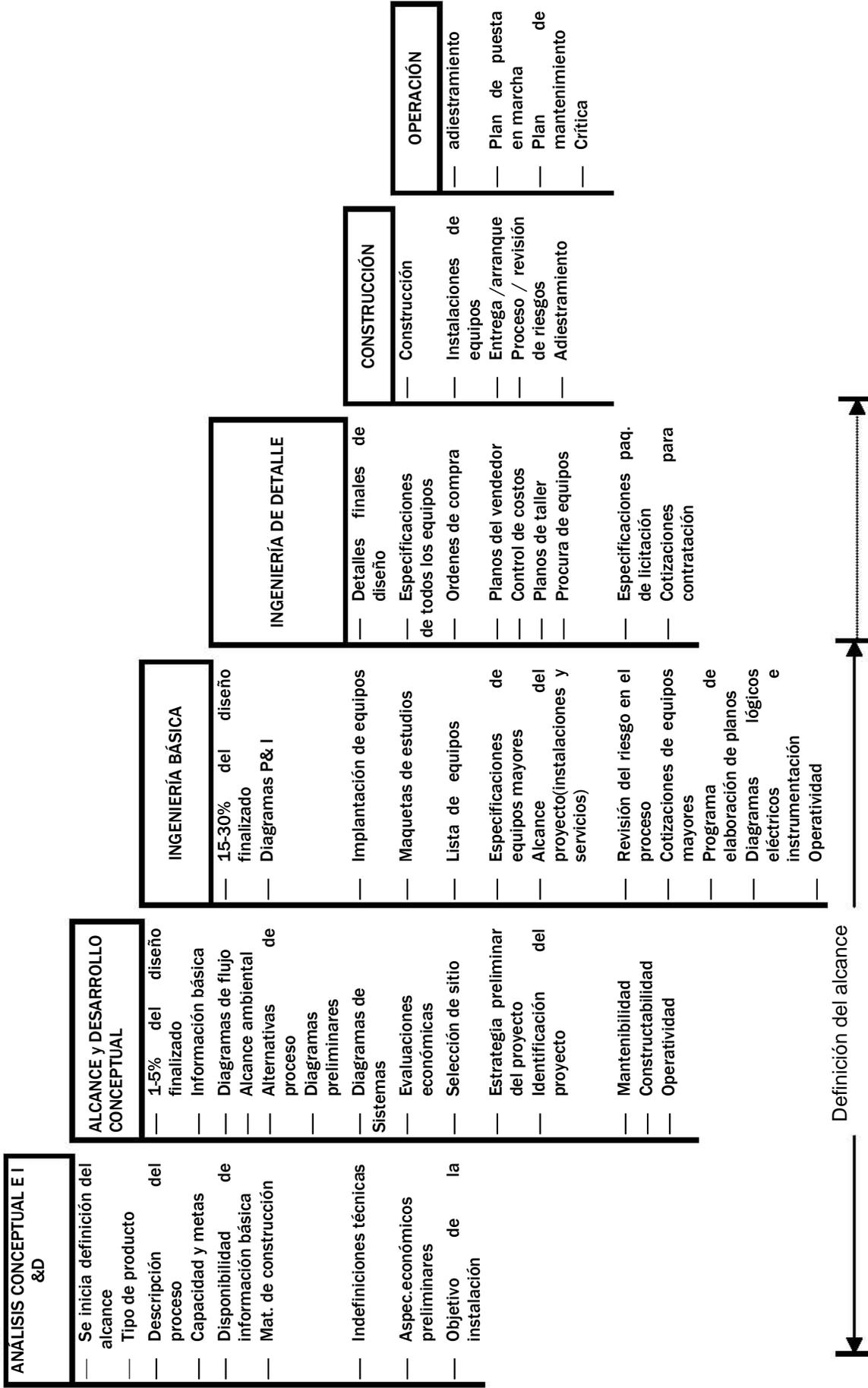


Figura 16. FASES DEL PROYECTO

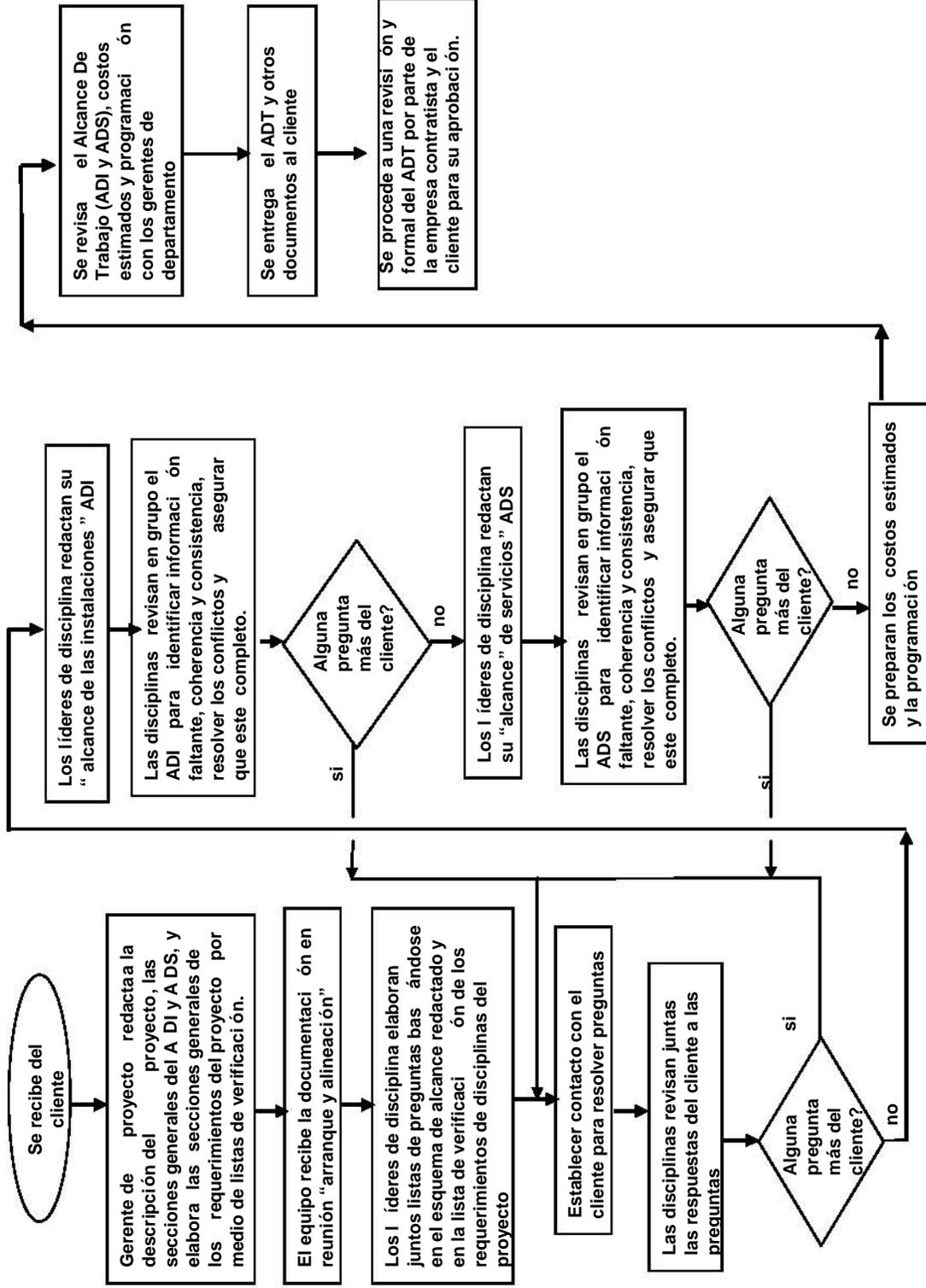


Figura 17. Diagrama de flujo durante la definición del alcance de proyecto



- ▶ **ALCANCE DE INSTALACIONES (ADI):** es la descripción física y funcional de las instalaciones finales construidas y entregadas al cliente. Aquí se debe establecer la misma idea entre lo que quiere el cliente y lo que la empresa de ingeniería realizará. Será el producto final del alcance de los servicios.
  
- ▶ **ALCANCE DE SERVICIOS (ADS):** es la descripción de todo aquello que se tiene que hacer para llegar al producto o infraestructura final. La empresa encargada de la ejecución del proyecto, debe definir en esta parte:
  - Cómo y con qué herramientas, recursos, estándares, criterios y técnicas se ejecutará el trabajo.
  - Roles y responsabilidades de cada participante en el proyecto
  - Las actividades y documentos entregables
  - Las actividades y documentos que serán proveídos por los participantes del proyecto para su ejecución.

### 3.1 ALCANCE DE PROYECTO EN LOS DIFERENTES TIPOS DE CONTRATO

Lo más importante es el contrato, el cual es un acuerdo entre dos o más partes, por el cual se obligan a sí mismas a cumplir con determinados acuerdos y son efectivos al estar firmados por ambas partes. El propósito del contrato es proteger al cliente – contratista y asegurar que ciertas obligaciones serán realizadas de la manera prescrita. Este documento será válido durante el ciclo de vida del proyecto. El tipo de contrato se establece desde las bases mismas del proceso de licitación y concurso es decir, si es a precio alzado, máximo garantizado, por administración, etc., al emitir el fallo del contratista ganador y el cliente deberán emitir el contrato oficial que deberá incluir entre otros puntos los siguientes:

La parte comercial y legal: indicando el monto del contrato, el plazo de ejecución, las obligaciones del contratista, el programa de ejecución, la administración y supervisión, la obtención de permisos ante autoridades gubernamentales, los reportes de avance y su periodicidad, permisos de acceso, seguridad y control ambiental, recepción de obras, finiquito de los trabajos, penas convencionales, cláusulas de escalación aceptadas por incremento en materiales, mano de obra y otros insumos Seguros, fianzas y garantías, rescisión del contrato, modificaciones al monto del contrato, indemnización, notificaciones e idioma, leyes aplicables y controversias.

La parte técnica: indicando en los anexos al contrato el alcance de instalaciones, el alcance de los servicios, programa maestro de ejecución, las obligaciones del cliente en cuanto al suministro de información técnica, códigos y normas aplicables, Confidencialidad y propiedad de la información, subcontratación, El éxito de él depende que la parte técnica quede muy clara y sin ambigüedades desde el proceso de licitación. Un contrato es un vehículo para establecer buenas comunicaciones entre el cliente y el contratista y llegar a una comprensión mutua con claras expectativas que aseguren el éxito del proyecto. Es un convenio entre el contratista, quien acepta proporcionar un producto o servicio (por entregar) y el cliente, quien está de acuerdo en pagarle una cierta cantidad a cambio de ello. El contrato tiene que exponer con claridad las partidas que se espera que proporcione el contratista. También especificara que el resultado del proyecto cumplirá con ciertas especificaciones o que se proporcionará cierta documentación.



El contrato también tiene que precisar las condiciones en las que el cliente hará pagos al contratista. De ahí que el alcance del proyecto sea clave para establecer el contrato cliente-contratista.

### ► Tipos de contrato

Existen diferentes tipos de contrato, siendo normalmente el cliente quien determina sus preferencias o sus requerimientos a este respecto aunque en ocasiones su definición del proyecto o sus demandas durante el desarrollo del mismo no son enteramente compatibles con el tipo de contrato seleccionado. Los tipos de contrato de ingeniería típicos son: a precio fijo (precio alzado), administración, costo reembolsable, máximo garantizado.

Todos los tipos de contrato arriba mencionados, presentan ventajas y desventajas dependiendo del grado de entendimiento del cliente y la firma de ingeniería con respecto al contrato, el proyecto y la definición y requerimientos sobre el mismo.

- **Contratos a precio fijo.** En este tipo de contratos, el cliente y el contratista acuerdan un precio para un trabajo propuesto. Este tipo de contrato proporciona bajos riesgos para el cliente, puesto que éste no pagara más que el precio fijo con independencia de cuánto cueste en realidad el proyecto. Sin embargo un contrato a precio fijo es de alto riesgo para el contratista, porque si el costo de terminar el proyecto es superior a lo que se planeo originalmente, él tendrá que una utilidad inferior a la prevista o incluso perderá dinero. Por lo tanto los contratos a precio fijo son los más indicados para proyectos que este bien definidos y que representen poco riesgo.

El contratista que presente una licitación para un proyecto a precio fijo debe considerar durante la definición del alcance, estimados de costos exactos y completos e incluir los suficiente costos de contingencias, sin embargo es necesario tener cuidado de no exagerar el precio del proyecto propuesto, pues de lo contrario quizá se seleccione a un contratista competidor con un precio inferior.

- **Contratos a costo reembolsable.** En este tipo de contrato, el cliente acepta pagar al contratista los costos reales (mano de obra, materiales, etc.) con independencia de la cantidad más alguna utilidad acordada. Este tipo de contrato representa un alto riesgo para el cliente, puesto que los costos del contratista pueden exceder el costo propuesto. Este tipo de contrato proporciona bajos riesgos para el contratista, porque todos los costos serán reembolsados por el cliente, sin embargo, si los costos del contratista exceden el presupuesto resultará dañada sus posibilidades de obtener contrato en el futuro. Debido a sus características estos tipos de contratos en la actualidad ya casi no son utilizados en ingeniería.



## ► Cláusulas del contrato

Cuando se define el alcance de un proyecto es necesario considerar lo relacionado a las cláusulas del contrato que por lo general abarcan los siguientes aspectos

- **Aprobación de subcontratistas.** El contratista necesita obtener la autorización del cliente para contratar a un subcontratista para realizar determinada tarea del proyecto.
- **El equipo o la información a proporcionar por el cliente.** Relaciona las partidas que proporcionará el cliente al contratista durante el proyecto y las fechas en que tendrán a disposición. Esta cláusula protege al contratista de incurrir en fallas en el programa ocasionadas por demoras del cliente.
- **Patentes.** Abarca la propiedad de las patentes que puedan resultar de realizar el proyecto
- **Divulgación de información confidencial.** Prohíbe a una de las partes revelar a alguien más o usar para cualquier propósito distinto al trabajo en el proyecto, información confidencial (tecnologías, software, etc.).
- **Consideraciones internacionales.** Especifica los ajustes que se tienen que hacer para clientes de otros países. (documentación del proyecto en diferentes idiomas, días festivos o reglas de trabajo, etc.)
- **Cancelación.** presenta las condiciones por las cuales el cliente puede dar por terminado el contrato.
- **Condiciones de pago.** Se refiere a la base sobre la cual el cliente hará pago al contratista (periodicidad, porcentaje, etc.).
- **Pagos por primas / penalidades.** Existen cláusulas donde el cliente pagará al contratista una prima si termina el proyecto antes de lo programado o si excede otros requisitos de desempeño del cliente. Por otro lado existen cláusulas de penalidades donde el cliente puede reducir el pago final al contratista si el proyecto no se termina de acuerdo al programa o si no se cumple con los requisitos de desempeño.
- **Cambios.** Abarca el procedimiento para proponer, aprobar y poner en práctica cambios al alcance o al programa del proyecto. Los cambios pueden hincarlos el cliente o proponerlos el contratista.
- **Aviso de excesos en los costos o demoras en programas.** Presenta las circunstancias bajo las cuales el contratista notificara al cliente de inmediato cualquier exceso real o previsto en los costos o en las demoras del programa, y los planes para tomar acciones correctivas en estos casos y que no desvíen la ejecución del proyecto.



► **Puntos a negociar en un contrato.**

- Declaración de las partes**
- Objeto del Contrato**
- Monto del contrato**
- Condiciones de pago**
- Tiempos de inicio y terminación del contrato**
- Subcontratación**
- Obligaciones de las partes**
- Rescisión**
- Cambios de alcance**
- Penalizaciones y Bonificaciones**
- Garantías y seguros**
- Terminación anticipada del contrato**
- Causas de fuerza mayor**
- Supervisión de la obra**
- Anexos:**
  - **Alcance del proyecto.**
  - **Programas de ejecución y pagos.**

► **Diferencias del alcance entre algunos tipos de contrato**

Elemento comercial	Contrato a costo reembolsable	Contrato a precio alzado	Contrato máximo garantizado
Descripciones generales	Definición general del alcance y de los servicios. Costos reembolsables sobre una base específica	Definición detallada del alcance y de los servicios a ser realizados al precio de una suma global	Reembolsable pero con un valor máximo establecido para ciertos elementos de costo. Posible incurrancia en excedentes presupuestarios
Alcance de instalaciones	Normalmente genérico. Debe terminarse con anticipación para el control de costos y pronósticos	Debe ser definido en su totalidad para salvaguardar el costo de la suma global	Debe ser definido para salvaguardar los elementos de costo máximo.
Alcance de servicios	Igual que el de las instalaciones	Igual que el de las instalaciones	Igual que el de las instalaciones
Cambios en el alcance	El criterio tiene que ser definido para un control de costos y pronósticos satisfactorios	Debe tener un procedimiento definido que incluya como deben determinarse los elementos del costo	Necesita un procedimiento definido para los cambios en los elementos con un máximo garantizado, incluyendo la definición del cambio



### 3.2 LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE DURANTE EL PROCESO DE LICITACION DE UN PROYECTO.

Para la ejecución de proyectos de plantas industriales, los lineamientos son dados en el proceso de licitación el cual es regido bajo la Ley de Obra Pública. El proceso de licitación de acuerdo a la ley de obra pública puede ser:

- **Licitación de obra pública abierta al público.**
- **Por invitación restringida: Invitación a 3 proveedores o Contratistas**
- **Adjudicación directa**

El proceso de Licitación es un tiempo corto que requiere un aprendizaje acelerado, entusiasmo, conocimientos técnicos, administrativos y toma de decisiones. Ingenieros de proyecto con conocimientos de manejo de contratos (Ley de Obra Pública) y habilidades de negociación. Requiere INVOLUCRAMIENTO del personal de Ingeniería, construcción, tecnólogos, proveedores, subcontratistas, personal de puesta en operación, etc.; para elaborar una propuesta exitosa.

El proceso de licitación comprende las siguientes etapas:

- **Bases de licitación o usuario**
- **Convocatoria**
- **Preparación de la propuesta**
- **Acto de presentación y apertura de proposiciones**
- **Evaluación de las propuestas**
- **Fallo para la adjudicación**
- **La Etapa final de la Licitación es la Adjudicación y elaboración del Contrato.**

#### **Bases de licitación o de usuario**

En la misma ley de obra pública (Art. 18) establece que las bases de licitación entre otros debe ser lo más completa, ordenada y uniforme posible e incluir:

- Descripción del alcance de las instalaciones y servicios.
- Especificaciones y normas aplicables
- Relación de planos de referencia
- Ingeniería conceptual o Básica (Plano de arreglo de equipo, plano de interconexiones, DFP's (tecnólogo), H.D. Equipo mayor, DTI's preeliminares, Especificaciones Generales y Particulares, etc.)
- Parte Comercial: Indicar el Lugar de Ejecución de la Obra y tiempo de ejecución. Relación de información y formatos de cumplimiento en términos comerciales y legales. Catálogo de conceptos en partidas y subpartidas.
- Modelo de Contrato: Precio Unitario, Precio Alzado, etc.



Es importante que se analice y revise estas bases por parte de los contratistas participantes en el concurso, para que en las juntas de aclaraciones que se lleven a cabo en el proceso de licitación no existan ambigüedades, mencionadas como defectos frecuentes en los clientes.

### **Convocatoria**

- Se publican en el Diario Oficial. Contar con partida presupuestal
- Se da a conocer el lugar para recoger las bases de Licitación
- Indicación si la LICITACION es Nacional o Internacional
- Tipo de Contrato
- Idioma de la presentación.
- Lugar y fecha de la presentación de las ofertas y fecha de visita a la obra y fechas para juntas de aclaración.
- Lugar y plazo de entrega y Cond. de pago
- Descripción general de la Obra
- Permiso de Subcontratación
- Fecha de inicio y terminación de los trabajos
- Mostrar evidencia de capacidad técnica y financiera.
- Listado de proveedores aprobados.
- Cuestionarios de diseño

### **Preparación de la propuesta**

Una propuesta se organiza por lo general en tres secciones: técnica, administrativa y de costos, aunque las dos últimas agrupan una sola.

Propuesta técnica: el objetivo de esta sección es convencer al cliente de que el contratista comprende la necesidad o el problema y que puede proporcionar la solución menos riesgosa y benéfica. Debe contener los elementos siguientes:

- **Comprensión del problema:** El contratista debe expresar en sus propias palabras la comprensión del problema o necesidad del cliente
- **Enfoque o solución propuesta:** define como el contratista analizara, recopilará y evaluará soluciones alternativas para atacar el problema: Tecnología y descripción de los Sistemas, Layout General, DTI's, diagrama de balance, Hoja de datos de equipo, curvas de operación de bombas, lista de equipo, lista de instrumentos, Arq. sistema de control, catálogos de proveedores, diagrama unifilar, lista de equipo eléctrico, plano de arreglo de equipo S.E., arreglo arquitectónico de edificios, garantías de proceso, servicios Aux., cuestionarios técnicos, partes de repuesto, etc.
- **Beneficios para el cliente:** expresará como la solución propuesta beneficiara al cliente.

**Cabe remarcar que es en este apartado es donde la definición del alcance juega un papel crucial para la elaboración de la propuesta. El material elaborado en este trabajo de tesis será una guía para poder desarrollar la definición del alcance técnico de ésta. Es necesario retomar los defectos frecuentes que pueden llegar a presentarse en esta etapa y que fueron mencionados en el capítulo 1.**



Para elaborar la propuesta se debe contar con toda la información necesaria y suficiente para poder realizar una adecuada cotización u oferta, de otra manera puede quedar si algo no esta claro será ambiguo y ello repercutirá en los objetivos clave del proyecto: costo, alcance, tiempo y calidad.

**Propuesta Económica:** el objetivo de esta sección es convencer al cliente de que el precio propuesto por el contratista para el proyecto es realista y razonable. Normalmente la sección de costos consiste de los precios estimados por el contratista de los elementos siguientes:

- Mano de obra
- Materiales
- Subcontratistas y asesores
- Alquiler de equipos e instalaciones
- Viajes
- Documentación (costos por impresión, producción de cintas de video, software, etc.)
- Gastos indirectos (seguros, depreciación, mercadotecnia, etc.)
- Aumentos (inflación)
- Contingencia (cubrir lo inesperado)
- Honorarios o utilidades.

Asimismo deberá contener la Descripción de la planeación Integral.

- Programa de ejecución y red de actividades de Construcción. Programa del proyecto
- Plan de Ejecución y plan de calidad
- Organización del proyecto. Personal clave y organigrama
- Procedimientos Constructivos
- Manifestación del cumplimiento de Normas, Especificaciones y Alcance.
- Manifestación de los trabajos a Subcontratar
- Manifestación del conocimiento del sitio de los trabajos a ejecutar
- Descripción de las tareas del trabajo
- Productos o servicios por entregar
- Experiencia relacionada y Equipos o instalaciones empleadas.

## **Evaluación y Adjudicación**

### ■ Apertura Técnica:

- Evaluación de la tecnología
- Evaluación de los documentos de ingeniería
- Garantías de operación y consumo de SA.
- Volúmenes de obra y catálogo de conceptos
- Relación de materiales y equipo
- Especificaciones técnicas para control de proyecto en programa, costo y calidad.



■ **Apertura comercial:**

- Precio
- Origen de los fondos para realizar el trabajo
- Formas y términos de pago
- Modelo de contrato ofertado
- Formulas de escalación para incremento en precios
- Garantía de la seriedad de la propuesta y tipo de contrato
- Garantía del cumplimiento del contrato (Fianza).
- Listado de Subcontratistas
- Acreditación de la existencia legal
- Capacidad Financiera
- Convenio privado de Asociación

**Dictamen y Fallo**

Para el dictamen y fallo en el proceso de licitación de un proyecto son señalados tres artículos que engloban las características para determinar el fallo en un proceso de licitación:

- Art. 59 de la ley de obra Pública: “Se adjudicará el contrato al Licitante que reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante y que garantice el cumplimiento de las obligaciones solicitadas”.
- Art. 47 de la ley de obra Pública “Si dos o más propuestas son solventes y satisfacen la totalidad de los requerimientos el contrato se adjudicará a quien presente la propuesta más económica”
- Art. 48 de la ley de obra Pública: “Se declara desierta la Licitación cuando las propuestas NO reúnan los requisitos base de la licitación o sus precios no sean aceptables”



### 3.3 COMUNICACIÓN EN EL PROCESO DE TRABAJO DURANTE LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE

Como se indico, normalmente es el cliente quien fija el tipo de contrato que desea. Sin embargo es conveniente hacer notar que la fórmula que reditúa mayores beneficios tanto al cliente como a la firma de ingeniería no se basa en algún tipo específico de contrato, sino se basa en una combinación de ellos, que se puede plantear de la siguiente manera: manejar el proyecto durante sus etapas iniciales de definición del alcance, ingeniería básica, aprobaciones iniciales, etc. como un contrato por administración o reembolsable; de tal forma que se facilite el intercambio de ideas ,la preparación y discusión de alternativas posibles y lograr con esto, tanto la firma de ingeniería como el cliente del proyecto sus posibles implicaciones o áreas problema. Una vez alcanzado este objetivo, es posible elaborar un estimado mucho más realista y sobre bases sólidas como son el tener discutidas y aprobadas las bases sobre las cuales se desarrollará el proyecto, pudiéndose en esta etapa cambiar a una segunda etapa de contrato que puede ser bajo las bases de cualquier otro de los tipos de contrato mencionados.

Considerando los antecedentes de este trabajo, específicamente las relaciones humanas, y el flujo de proceso antes mencionado se observa que el factor comunicación juega un papel fundamental en la definición del alcance y ejecución del proyecto, por ello dependiendo de las características especiales de cada proyecto y de cada organización que los lleve acabo, se deben incluir procesos de comunicación que incluyan los siguientes aspectos típicos descritos brevemente:

- ▶ **Comunicación personal**
- ▶ **Escucha efectiva**
- ▶ **Reuniones**
- ▶ **Presentaciones**
- ▶ **Informes**

#### ▶ **COMUNICACIÓN PERSONAL**

La comunicación personal efectiva y frecuente es crucial para mantener en movimiento el proyecto, identificar posibles problemas, solicitar sugerencias para mejorar el desempeño del proyecto, conocer por anticipado si el cliente esta satisfecho y evitar sorpresas. Puede ser:

- **Comunicación oral** puede ser cara a cara, por vía telefónica, correo de voz, o las conferencias de video. La información se puede dar a conocer en una forma más exacta y oportuna a través de la comunicación oral, la cual proporciona un medio para la discusión, aclaración, comprensión y retroalimentación inmediata. También proporciona la oportunidad de observar el lenguaje corporal que lo acompaña que en la mayoría junto con el tono de voz pueden retroalimentar no solo para el que habla sino también para el que escucha. La comunicación oral debe ser directa y sin ambigüedades.
- **Comunicación escrita** se puede realizar mediante memorándums internos al equipo de proyecto, y cartas externas al cliente u otras personas ajenas a la empresa, como contratistas. Los memorándums y las cartas se pueden transmitir en papel o correo electrónico o por “software” de grupo, deben ser claros y concisos, no deben incluir largas



disertaciones y voluminosos anexos. La comunicación escrita se debe usar principalmente para informar, confirmar y solicitar.

#### ► ESCUCHA EFECTIVA

- El corazón de la comunicación no son las palabras sino la comprensión. No solo ser entendido sino también entender. La mitad de hacer que una comunicación sea efectiva es escuchar. El escuchar tiene que ser un proceso activo, no pasivo, el escuchar en forma activa aumenta la comprensión y reduce el conflicto.

- Para mejorar las habilidades de escuchar se debe centrar la atención en la persona que habla, participar en una escucha activa, hacer preguntas cuando sea necesario o no este claro algo, no interrumpir antes de que se haya terminado el mensaje. Las buenas habilidades para escuchar son importantes para que los integrantes del equipo del proyecto sean efectivos en comunicarse entre sí y con el cliente.

#### ► REUNIONES

- Una reunión puede ser un vehículo para fomentar la creación del equipo y reforzar las expectativas, papeles y el compromiso con el objetivo del proyecto de los miembros del equipo. Los tres tipos más comunes son:

- **Reuniones para revisión de situación:** los temas que se tratan en estas son generalmente los logros obtenidos desde la última reunión; la situación del costo, programa y el alcance del trabajo; tendencia del costo, programa y alcance del trabajo; pronósticos y variaciones en el costo, programa y alcance del trabajo; acciones correctivas y oportunidades para mejoría.

- **Reuniones para solución de problemas:** se desarrollan presentando primeramente una exposición del problema, identificando las causas potenciales del problema, recopilar la información y verificar las causas más probables, identificar soluciones posibles, evaluar las alternativas de solución para determinar la mejor, revisar el plan de proyecto, poner en práctica la solución y determinar si el problema ha sido solucionado. Identificar y resolver los problemas tan pronto como sea posible es crítico para el éxito del proyecto.

- **Reuniones para revisión del diseño técnico.** En casi todos los proyectos hay reuniones de este tipo que pueden ser por ejemplo una **reunión preliminar** para revisión de diseño cuando el contratista ha terminado las especificaciones conceptuales, dibujos y gráficas de flujos iniciales. Una **reunión final** de revisión del diseño cuando el contratista ha terminado las especificaciones, dibujos, formatos de pantallas, informes detallados y otros similares. El propósito de esta reunión es obtener la aprobación del cliente antes de que el contratista comience a construir, montar y producir las partidas a entregar el proyecto.

#### ► PRESENTACIONES

- Con frecuencia al gerente del proyecto o a los miembros del equipo se les pide que hagan una presentación formal sobre algún tema: una visión general del proyecto, la situación actual, un problema grave que esté poniendo en peligro el logro exitoso del objetivo del proyecto, o un intento por persuadir al cliente a que amplíe o cambie la dirección del alcance del trabajo del proyecto. La audiencia puede estar integrada por representantes de la



organización del cliente, de alta dirección administrativa del proyecto, del propio equipo del proyecto o de un público específico. Para establecer este medio como vía eficaz de comunicación entre los participantes del proyecto, las presentaciones deben ser preparadas de acuerdo a la audiencia, el tiempo y el tema a tratar.

#### ► INFORMES

- Los informes por escrito son tan importantes como los orales para comunicar información sobre un proyecto. El cliente puede especificar en el contrato los tipos, contenidos, formatos, frecuencia y distribución de los informes requeridos que tiene que preparar la organización del proyecto. Algunos de los informes quizás se distribuyan a una gran audiencia y es necesario que los encargados del proyecto conozcan quienes los recibirán. La audiencia puede ser diversa y posiblemente incluya personas muy conocedoras del proyecto, así como algunos que sólo leyeron en los informe periódicos y otros que pueden tener diferentes niveles de conocimientos técnicos y no comprendan cierto lenguaje técnico. Por ello es importante que los informes sean redactados para que traten lo que es de interés para los lectores, no lo que es de interés para la persona que redacta el informe.
- **El informe de avance** no es un informe de actividades. El cliente está interesado en particular en los logros del proyecto – qué avances se han hecho hacia el logro del objetivo del proyecto-, en lugar de que en qué actividades estuvo ocupado el equipo. Estos informes abarcan lo que ocurrió en un periodo específico y se debe enfocar a: los logros desde el informe anterior; situación actual del desempeño del proyecto (costo, programa y alcance); el avance hacia la solución de problemas identificados; problemas posibles problemas desde el informe anterior; acciones correctivas planeadas y puntos de referencia que se esperan alcanzar en el siguiente informe.
- **El informe final.** Por lo general es un resumen del proyecto y puede incluir lo siguientes: La necesidad original del cliente, el objetivo original del proyecto, requisitos originales del cliente, grado hasta el cual se cumplió el objetivo original del proyecto, una descripción breve del proyecto, consideraciones futuras, una relación de todas las partidas por entregar (equipos, materiales, software, documentos como dibujos, manuales e informes, etc.), información de pruebas.



### 3.4 ALCANCE TIPICO PARA UN PROYECTO DE UNA PLANTA DE PROCESO

Esta ha sido generada a partir de la información mostrada en esta guía y ha sido diseñada para identificar de manera práctica los puntos genéricos para la definición del alcance de un proyecto. Por ser genérica deberá ser integrado dependiendo el tipo de proyecto, el cliente y los participantes, y la información en general sobre el proyecto.

#### DESCRIPCIÓN

<b>GENERALES</b>	✓ Nombre del proyecto	_____
	✓ Localización y tamaño de sitio	_____
	✓ Definición de los productos	_____
	✓ Fuentes de materias primas	_____
	✓ Criterios de expansiones futuras	_____
	✓ Descripción de las operaciones	_____
	✓ Descripción y planos de las instalaciones	_____
	✓ Métodos de Transportación	_____
	✓ Consideraciones especiales	_____
	✓ Lista de responsabilidades por disciplinas involucradas en el proyecto.	_____
	✓ Manual de procedimientos	_____
	✓ Reportes mensuales	_____
	✓ Documentos de control	_____
	✓ Requisiciones	_____
	✓ Métodos de aprobación del cliente	_____
	✓ Permisos y licencias	_____
	✓ Métodos para interfases con construcción	_____
	✓ Salidas de materiales en volumen	_____
	✓ Presupuesto y estimados definitivos	_____
	✓ Prueba y arranque	_____
	✓ Capacitación y Entrenamiento	_____
	✓ Partes de repuesto	_____
	✓ Dibujos para construcción “as built”	_____
	✓ Análisis de ofertas de costos (tablas técnicas-comerciales)	_____
	✓ Por parte del cliente	_____
	- Dibujos o especificaciones aprobadas	_____
	- Aprobación de presupuesto	_____
	- Técnicas de dirección y control	_____
	- Identificación de requerimientos especiales de proceso, estudios, evaluaciones	_____
	- Proveer los acuerdo para los procesos de “know how”	_____
- Proveer la información necesaria para el diseño del proceso y las especificaciones de materiales	_____	





**DESCRIPCIÓN**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

- ✓ Bases de diseño \_\_\_\_\_
- Identificación y numeración \_\_\_\_\_
- ✓ Especificación y diseño de equipo \_\_\_\_\_
- Tanques \_\_\_\_\_
- Recipientes atmosféricos, a presión (torres y reactores) \_\_\_\_\_
- Equipos de transferencia de calor \_\_\_\_\_
- Equipos rotatorios \_\_\_\_\_
- Especiales \_\_\_\_\_
- ✓ Dibujos mecánicos de equipo \_\_\_\_\_
- ✓ Hojas de datos de equipo \_\_\_\_\_
- ✓ Pintura y aislamiento de equipos \_\_\_\_\_
- Requerimientos \_\_\_\_\_
- Especificaciones \_\_\_\_\_
- Análisis económicos \_\_\_\_\_
- ✓ Interfase con proceso, ambiental, tuberías y departamentos mecánicos \_\_\_\_\_
- ✓ Distribución de equipo (Layout de planta) \_\_\_\_\_
- ✓ Catálogo de los fabricantes \_\_\_\_\_
- ✓ Dibujos de los fabricantes para equipo \_\_\_\_\_
- ✓ Requerimientos para la instalación y arranque de todos los equipos, incluyendo especificaciones de aislamiento \_\_\_\_\_
- ✓ Dibujos de montaje para el equipo que se requiere ensamblar en la obra \_\_\_\_\_
- ✓ Lista de equipo \_\_\_\_\_
- ✓ Lista de materiales \_\_\_\_\_
- ✓ Lista de partes de repuesto recomendadas, incluyendo marca de fabricante, códigos, dibujos de localización, identificación apropiada y toda la información relacionada \_\_\_\_\_
- ✓ Certificados de fabricación y documentos concernientes a pruebas de taller, pruebas de presión y de aceptación por inspector autorizado por una autoridad en el área. \_\_\_\_\_

**INGENIERÍA DE TUBERÍAS**

- ✓ Especificaciones de tuberías de proceso \_\_\_\_\_
- ✓ Especificaciones de tuberías de Serv. Aux. \_\_\_\_\_
- ✓ Diseño de tubería aérea y subterránea. \_\_\_\_\_
- ✓ Planos de localización de tubería aérea y subterránea \_\_\_\_\_
- ✓ Planos de localización de líneas \_\_\_\_\_
- ✓ Detalles de instalación de boquillas, desfogue, válvulas de relevo, control y discos de ruptura \_\_\_\_\_
- ✓ Dibujos de arreglo de tubería e isométricos. \_\_\_\_\_



**DESCRIPCIÓN**

**INGENIERÍA DE TUBERÍAS**

- ✓ Índice de líneas de proceso
- ✓ Índice de líneas de servicios
- ✓ Planos y/o dibujos de plantas, elevaciones y cortes de tuberías
- ✓ Arreglo de equipo
- ✓ Racks de tubería
- ✓ Análisis de esfuerzos
- ✓ Modelos electrónicos en 3D
- ✓ Listas de materiales
- ✓ Planos de entrada y salida de tubería en límites de batería.
- ✓ Especificaciones del material de tuberías, líquidos penetrantes , aislamiento, soldadura y radiografiado de las tuberías.
- ✓ Sistemas de desfogue
- ✓ Todos los cálculos referentes a análisis térmico, de vibración y de flexibilidad para los casos que aplique.
- ✓ Diseño y planos detallados de elementos para apoyo , guía, anclaje y todas las estructuras requeridas.
- ✓ Control de planos e isométricos.
- ✓ Dibujos "As-Built".

**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

- ✓ Bases de diseño
- ✓ Alta, media y baja tensión
  - Diagramas Unifilares
  - Plano de clasificación de áreas
  - Especificaciones eléctricas de cables
  - Transformadores de potencia
  - Plano de rutas de las charolas para cables
  - Diagramas eléctricos.
  - Protección de equipo eléctrico
  - Especificaciones y lista de materiales
  - Especificaciones y lista de equipo eléctrico
  - Arreglos de equipo eléctrico, distribución general de fuerza y rutas de cableado.
- ✓ Tierras y pararrayos
  - Localización de electrodos para tierras
  - Red de tierras
  - Especificaciones y lista de materiales
- ✓ Alumbrado
  - plano de Alumbrado exterior
  - plano de alumbrado interior
  - Especificaciones de luminarias y balastras
  - Listas de materiales y equipo
  - Plano de luminarias





**INGENIERÍA CIVIL**

**DESCRIPCIÓN**

- ✓ Geotecnia
  - Plano topográfico
  - Estudio de mecánica de suelos
- ✓ Desarrollo de sitio
  - Especificaciones de materiales
  - Plano de nivelación
  - Plano de caminos y accesos
  - Planos Estacionamientos
  - Planos zonas de carga y descarga
  - Pavimentos y distribución de losas
- ✓ Civil- concreto
  - Bases de diseño Civil Concreto
  - Especificaciones
  - Cimentaciones, localización y planta de equipos: columnas, torres, tanques, compresores, etc
  - Lista de materiales
  - Plano de localización general
  - Planos de pavimentos, niveles de piso terminado y parte aguas
  - Drenajes, lista de registros y volúmenes de obra
  - Localización de pilotes y tabla de coordenadas de pilotes
  - Planos de estructuras de concreto
  - Planos de localización de sondeos
- ✓ Instalaciones subterráneas
  - Especificaciones para drenajes
  - Tubería subterránea
  - Tubería contra incendio
  - Fosas y diques
  - Lista de materiales

**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

- ✓ Bases de diseño Civil Estructural
- ✓ Planos de plataformas, escaleras y barandales en equipos verticales, horizontales, atmosféricos, operación de válvulas etc.
- ✓ Dibujos de soportes de tubería
- ✓ Especificaciones de estructuras (dimensiones y pesos)
- ✓ Cimentaciones de equipo (especificación de apoyos fijos o deslizantes)
- ✓ Distribución de áreas y equipos
- ✓ Planos de sistemas de soportes aéreos
- ✓ Planos de sistemas de fuerzas laterales
- ✓ Tipo de soportes de equipos





# **4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE PROYECTO POR DISCIPLINAS DE LA FASE DE INGENIERIA**

*“Los hombres hacen su propia historia, pero no la hacen bajo circunstancias que escojan sino bajo aquellas con las que se*

## 4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE PROYECTO POR DISCIPLINAS PARA LA FASE DE INGENIERIA

El propósito de este apartado es proveer una lista de puntos, que deben ser tomados en cuenta cuando se analiza la información del cliente para establecer el alcance del proyecto, a fin de saber que información haría falta o cuál necesitaría ser aclarada con más detalle y de esta forma poder establecer un alcance del proyecto completo y bien entendido ara ambas partes, cliente – contratista.

El alcance del proyecto que comprende el alcance de instalaciones (**ADI**) y el alcance de servicios (**ADS**) esta dividido en secciones individuales para cada una de las disciplinas de ingeniería y que a su vez son subdividas en subsecciones como se describe en el siguiente párrafo. Se describe y presenta el tipo información que debería ser incluida en cada una de las subsecciones de cada disciplina; por ser genérica algunos puntos quizás no apliquen o bien requieran de modificaciones de acuerdo al proyecto. Se indica que el concepto de “no limitativo” o “no limitante”, hace referencia a cualquier información adicional a la mencionada en cada caso y que deba ser incorporada para el mejor desarrollo de los trabajos respectivos.

### **ADI DE INGENIERÍA DE PROCESO**

- ▶ **Bases de diseño**
- ▶ **Equipos y sistemas**
- ▶ **Suposiciones y aclaraciones**

**Bases de diseño:** Esta sección debe describir brevemente las bases de diseño que cada una de las disciplinas empleara para que los equipos y sistemas sean diseñados de acuerdo a la operación y descripción de las áreas en las cuales serán instalados, deberá contener la información proporcionada por el cliente o por otras disciplinas relativas a los siguientes puntos:

- Capacidad, rendimiento flexibilidad
- Especificaciones de alimentaciones
- Especificaciones de productos
- Condiciones de alimentaciones en límites de batería
- Condiciones de productos en límites de batería
- Eliminaciones de desechos
- Condiciones climatológicas



- Normas, códigos y especificaciones
- Servicios auxiliares
- Sistemas de seguridad
- Criterios generales de equipos y sistemas :
  - Sobrediseño de equipo
  - Expansiones futuras
  - Criterios para cambios en alimentaciones en las condiciones de operación
  - Flujos máximos y mínimos
  - Velocidades de flujo
  - Requerimientos especiales de construcción

**Equipos y sistemas:** Esta sección debe contener una descripción de los sistemas y equipos de cada disciplina requeridos para el proyecto. Estos deben ser cuantificados e identificados con un razonable nivel de detalle, este nivel dependerá del tipo de proyecto. Sin embargo, pesos aproximados, materiales y diseños estándares deberán ser incluidos. La descripción de los sistemas debe ser suficiente para sustentar la cantidad y tipo del diseño del trabajo que será ejecutado y para que los productos finales sean entregados. Una lista de equipo con la información básica de diseño deberá ser incluida o referida en esta sección.

**Suposiciones y aclaraciones:** Esta sección debe describir las suposiciones, aclaraciones y exclusiones que cada una de las disciplinas considerará para el alcance de instalaciones del proyecto. Deben ser señaladas en esta sección las suposiciones, aclaraciones y exclusiones generales respecto a la adecuación para el uso de equipo y sistemas existentes en planta con las nuevas instalaciones del proyecto. Son necesarias mencionadas para, si es pertinente, contribuir en revisiones y discusiones precisas con el cliente y de este modo minimizar las dudas y discrepancias de cada especialidad y en general respecto del proyecto. Las exclusiones deberán ser presentadas de manera positiva a fin de aclarar por escrito lo que será y no será parte del proyecto

#### ADS DE INGENIERÍA DE PROCESO

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| ▶ Diseño de ejecución                 | ▶ Entregables al cliente y construcción |
| ▶ Referencias y estándares            | ▶ Interfase con el cliente              |
| ▶ Recursos especiales                 | ▶ Coordinación interdisciplinaria       |
| ▶ Técnicas y filosofía de instalación | ▶ Suposiciones y aclaraciones           |

**Diseño de ejecución:** Describirá el diseño de ejecución que cada disciplina empleará, enfocado a las herramientas, actividades, roles y responsabilidades que serán empleadas para el equipo que ejecutará proyecto y aquellas que el cliente u otro participante proveerá y usará para el mismo.

**Referencias y estándares:** Esta sección deberá contener una lista de los códigos y estándares que cada una de las disciplinas aplicará.

**Recursos especiales:** Describirá cualquier recurso especial empleado por cada disciplina para el proyecto.



**Documentos entregables:** Se listarán aquellos documentos que cada especialidad debe generar como resultado de sus actividades. En este trabajo se describe la información que deberá contener los documentos más relevantes y los documentos se agrupan, para un uso más práctico, en una lista de verificación (check list) con los puntos importantes para la definición del alcance de un proyecto.

**Técnicas y filosofía de instalación:** Describirá cualquier técnica y filosofía especial para ser usadas por cada disciplina y que puedan facilitar la construcción, prueba y arranque para el proyecto.

**Coordinación interdisciplinaria:** En esta sección se describirá principalmente las interfaces entre las disciplinas que intervienen en el proyecto, y las interfaces de esta con el cliente mediante los tipos de documentos que generará cada disciplina y que deberán ser aprobados por el cliente, lo cual fue la base para haber estructurado el capítulo 6.

**Suposiciones y aclaraciones:** Esta sección describirá las suposiciones, aclaraciones y exclusiones que cada unas de las disciplinas considerará para el alcance de servicios del proyecto.

## ESQUEMA PARA LA DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

- 4.1. RESUMEN EJECUTIVO
- 4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- 4.3. ALCANCE DE INSTALACIONES
- 4.4. ALCANCE DE SERVICIOS

### ALCANCE DE INSTALACIONES

- 4.3.1. GENERALES
- 4.3.2. PROCESO
- 4.3.3. MECÁNICA
- 4.3.4. TUBERÍAS
- 4.3.5. ELÉCTRICA
- 4.3.6. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
- 4.3.7. CIVIL
- 4.3.8. ESTRUCTURAS
- 4.3.9. ARQUITECTURA
- 4.3.10. AMBIENTAL
- 4.3.11. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- 4.3.12. HVAC

### ALCANCE DE SERVICIOS

- 4.3.1. GENERALES
- 4.3.2. PROCESO
- 4.3.3. MECÁNICA
- 4.3.4. TUBERÍAS
- 4.3.5. ELÉCTRICA
- 4.3.6. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
- 4.3.7. CIVIL
- 4.3.8. ESTRUCTURAS
- 4.3.9. ARQUITECTURA
- 4.3.10. AMBIENTAL
- 4.3.11. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- 4.3.12. HVAC

### 4.1 RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta sección es presentar el propósito general del proyecto y una introducción del contenido del documento donde se encuentra el Alcance de trabajo y otra información que puede acompañar; esta otra información puede ser:



- ▶ Descripción del proyecto
- ▶ La base de estimación de costos
- ▶ Resumen del costo estimado y contingencias
- ▶ Información sobre los programas de proyecto y control de costos
- ▶ Apéndices

## 4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de esta sección es presentar una descripción general del proyecto (con el mínimo detalle), la cual puede incluir los siguientes puntos:

- ▶ Nombre del proyecto
- ▶ La descripción de la nueva instalación o adición
- ▶ Propósito general de la instalación
- ▶ Capacidad aproximada y localización
- ▶ Las construcciones, estructuras e instalaciones relevantes
- ▶ Cualquier otra característica especial o relevante del proyecto

## 4.3 ALCANCE DE INSTALACIONES

### 4.3.1. GENERALES

El **alcance de las instalaciones** tiene como propósito presentar la descripción física y funcional de las instalaciones terminadas que serán entregadas al cliente. Este alcance debe establecer por escrito la misma idea entre lo que quiere el cliente y lo que la empresa de ingeniería debe realizar.

#### ▶ Bases de diseño

En esta sección se debe presentar una introducción y descripción general del **Alcance de las instalaciones** del proyecto, considerando, pero no limitando a los siguientes aspectos del proyecto:

- Introducción (quien, que, donde y cuando)
- Tipo de proyecto ( I, IP, IPC, Etc.)
- Tipo de contrato ( precio alzado, costo reembolsable, etc)
- Una breve descripción del proyecto por parte del cliente
- El propósito y la descripción general de las instalaciones del proyecto
- Una descripción general de las bases de diseño
- Estructura de trabajo definida (WBS)
- El sitio de localización y el límite de baterías
- ▶ **Suposiciones y aclaraciones generales**

En esta sección debe concentrar las suposiciones, aclaraciones y exclusiones generales del proyecto (para la empresa de ingeniería, el cliente u otros) asociadas a la



descripción física y funcional de las instalaciones terminadas que son aplicables al proyecto. Los temas típicos concernientes incluyen , pero no son limitativos a:

- Si futuras expansiones en las instalaciones deben ser consideradas en el diseño.
- Si existen plantas adecuadas cuyos servicios pueden ser usadas en las instalaciones del proyecto propuesto.
- Considerar la presencia de residuos peligrosos, asbestos o materiales orgánicos volátiles en las áreas de trabajo

#### **4.3.2. INGENIERÍA DE PROCESO**

##### **► Bases de diseño**

Esta sección deberá describir los lineamientos dentro de los cuales se debe efectuar el diseño de la planta, que incluyen las instalaciones requeridas y descripción de las áreas en las cuales los sistemas de proceso serán instalados. Deberá contener información que se lista en forma enunciativa más no limitativa, a los puntos siguientes:

- **Parámetros para el diseño básico del proceso**
  - Función de la planta
  - Tipo de proceso
  - Capacidad de diseño y de operación de la planta
  - Productos y subproducto del proceso
  - Unidades de medición
  - Requerimientos ambientales
  - Fuentes de tecnología del proceso
  - Bases de diseño de servicios auxiliares y fuera de sitio del proceso
- **Materia prima**
  - Identificación
  - Calidad y grados de pureza
  - Modo de recepción (cajas, tanques, bolsas, recipientes u otro; tamaño y peso)
  - Requerimientos de almacenaje y/o filosofía
  - Consideraciones especiales (toxicidad, peligrosidad, manejables, etc)
  - Condiciones a límite de batería
  - Alimentaciones alternas
- **Productos y subproductos**
  - Identificación
  - Calidad y grados de pureza
  - Forma de empaque
  - Métodos de envío
  - Requerimientos de almacenaje y/o filosofía
  - Consideraciones especiales
  - Condiciones a límite de batería
- **Criterios globales de flexibilidad para el diseño de la planta**



- Factor de servicio
- Considerar fallas de servicios auxiliares( aire, vapor, energía eléctrica, etc)
- Tipo de carga
- Filosofía para equipos de relevo
  
- Expansiones futuras de planta
  - Criterios de sobrediseño de equipo
  - Criterios para absorber cambios en las alimentaciones
  
- Filosofía de mantenimiento considerando como puede influir el diseño de la planta
  
- Panorama global de la filosofía de control en el proceso
  - Grado de automatización
  - Interlocks críticos
  - Control analógico vs. Control digital
  - Controles lógicos programables
  - Supervisión / control avanzado
  
- Propiedades físicas
  - Incluir todos los datos pertinentes de propiedades físicas, químicas, termodinámicas para materias primas, intermediarios, productos y subproductos
  - Incluir todo las correlaciones pertinentes para el cálculo de propiedades como estimados
  - Lista de propiedades física conocidas así como los relacionado a seguridad y salud para los compuestos empleados
  
- Reacciones
  - Rendimiento
  - Cinética / tiempo de reacción
  - Orden de reacción
  - Velocidad de reacción
  - Pérdidas esperadas
  
- Condiciones climáticas y geográficas
  - Temperatura de bulbo húmedo
  - Temperatura de bulbo seco
  - Temperatura extremas y promedio
  - Especificaciones concernientes al sitio (sismos, viento, elevación , etc)
  - Precipitaciones
  - Nevadas (protección contra hielo)
  
- Requerimientos especiales de construcción
  - Buenas prácticas de manufactura (GMPs)
  - Diseño sanitario (SSA, FDA, etc)
  - Códigos (API, DIN, ASME, ANSI, etc).
  
- Requerimientos de planos y/o arreglos especiales
  - Gravedad vs. Flujo presurizado
  - Zonas de seguridad para equipo y personal, señalizaciones especiales
  
- Riesgos contra la salud



- Hoja de datos de seguridad de materiales
- Análisis de riesgos HAZOP
  - Concernientes a explosiones
  - Operación a temperaturas o presiones altas
  - Clasificación de áreas eléctricas
  - Reacciones exotérmicas
  - Concernientes a toxicidad
- Requerimientos especiales para sistema de paro y arranque
- Filosofía de operación
  - Número de líneas de operación
  - Periodos de paro de planta
- Factores económicos que serán usado en el diseño de proceso
  - Coeficientes de transferencia de calor
  - Caídas de presión
  - Tipos de equipo preferido
  - Costos de utilidad
- Consideraciones para análisis de riesgos en el proceso (HAZOP, etc)
- Consideraciones generales para materiales de construcción
- Uso máximo de los equipos en existencia
  - Fuera y dentro de sitio
  - Servicios auxiliares
- Impacto en instalaciones y comunidades adyacentes

► **Lista de equipo**

Esta sección debe contener el listado de los equipos de proceso y lo correspondiente a los servicios auxiliares de la planta así como la descripción funcional de los mismos.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Además de las suposiciones y aclaraciones generales, los puntos típicos concernientes a esta área pueden abarcar lo siguiente:

- Aclarar si el cliente suministrara equipos, controles u otros aditamentos
- Bases para el balance de materia
- Bases para la selección del material de construcción
- Especificar los limites de diseño (sobredimensionamiento).



### 4.3.3. INGENIERÍA MECÁNICA

#### ► Bases de diseño

Los puntos mínimos que deben ser señaladas en esta sección son las siguientes:

#### Filosofías de diseño

- El funcionamiento requerido y las condiciones de operación
- El uso de equipo paquete en comparación como componentes individuales y el efecto que tienen en otros diseños de diferentes especialidades.
- Filosofías respecto a los accesos para mantenimiento y en general para el mantenimiento de los equipos
- Filosofías respecto a higiene, limpieza, seguridad, exposición a riesgos, etc.
- Filosofía de equipo de relevo
- Filosofía de requerimientos de equipo considerando condiciones futuras
- Transportación de equipo con sobrepeso
- Descomposición/ Ensamblado en campo de equipo con sobrepeso
- Nivel o grado de preensamblado de equipo

#### Parámetros de diseño

- Tipos de manejadores para los quipos (motores eléctricos, turbinas de vapor, o manejadores de velocidad variable).
- El tipo de impulsor y sus condiciones de operación en el caso de equipo rotativo.
- Los materiales de construcción que satisfagan las condiciones de corrosión y estructurales además de los efectos de presión y temperatura
- El uso de estándares aplicables como ANSI, API, del cliente o del contratista.
- El uso de códigos aplicables como ASME.
- Criterios para emisiones de ruido



### Detalles de equipo

- Tipos, tamaños y capacidades
- Partes de refacciones y requerimientos de lubricación
- Filosofía de selección de equipo para promover la uniformidad dentro de la planta, como motores estándares de la planta.
- Requerimientos especiales (pintura, aislamiento, lubricación, mantenimiento, etc)
- Condiciones de equipo existente para ser reutilizado

### ► Lista de equipo

Esta sección debe contener una descripción de los equipos de proceso para el proyecto, donde la clave del equipo Tag-Numero de equipo-Servicio debe ser señalado en la lista básica de equipo. Anotaciones adicionales como pesos aproximados de equipo, materiales y estándares de diseño deberán ser incluidos para una adición sustancial a la propuesta..

### ► Suposiciones y aclaraciones

Además de las suposiciones y aclaraciones generales, los puntos típicos concernientes a esta área pueden abarcar lo siguiente:

- Fuentes de información de datos proceso.
- Programación y como esta relacionada para la procura de equipo, especialmente si los equipos estan fuera de secuencia o fase debido a entregas prolongadas.



#### 4.3.4. INGENIERÍA DE TUBERÍAS

##### ► Bases de diseño

Los siguientes son los puntos mínimos que deberán ser señaladas en esta sección:

- Layout de la planta/ filosofía de diseño
- Filosofía empleada para la ruta de tuberías (Tubería que deberá ser subterránea, aérea, racks aéreos o travesaños).
- Filosofía de las interconexiones (vínculos y ligaduras): Entrada y salida de tubería en límites de batería con sus condiciones normales y de diseño de flujo, presión y temperatura, para cada modulo y de las líneas de integración de proceso y servicios auxiliares hasta los puntos de interconexión
- Tipo de soportes (Fijos vs. Movibles, Colgantes vs. rígidos)
- Prever para futuras expansiones.
- Descripción de los sistemas de tubería
  - Agua: tipo, presión, flujo, aislamiento, servicio
  - Aire comprimido: presión, flujo, servicio
  - Aire de proceso: presión, flujo, regulación, control, servicio
  - Vapor y condensado: presión, flujo, regulación, control, servicio
  - Hidráulico: tipo de fluido, presión, flujo, filtración, enfriamiento, control, medición
  - Lubricación: tipo de fluido, presión, flujo, filtración, enfriamiento, control, medición
  - Químicos: tipo de fluido, presión, flujo, temperatura, filtración, corrosión, control, medición, seguridad, aislamiento, servicio
  - Vacío: presión, volumen, condensables
  - Almacenamiento en volumen: flujos, volumen, distribución, corrosión, ventilación, seguridad

##### ► Lista de equipo y sistemas

Los siguientes son puntos mínimos que deberán ser señaladas en esta sección:

- Las corrientes de proceso y cualquier otra corriente especial requerida, por ejemplo "COV" para emisiones de compuestos orgánicos volátiles en categoría "M" peligrosos.
- Materiales y métodos de construcción. (Tipo de uniones deberán ser especificadas: bridadas, soldadas, soldaduras en bordes, pestañas, atornilladas, etc, requerimientos especiales como tuberías enchaquetadas o sistemas contenedores duales, requerimientos de aislamiento (tipo de enchaquetado, aislamiento en bandas o en cintas, etc), filosofía de válvulas (tipo, conexión terminal, requerimientos especiales de empaque, etc).



- Tipo de trazado térmico que se empleará.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- Adecuación de los servicios existentes. ¿Existe la suficiente capacidad para los servicios requeridos?
- Adecuación de las instalaciones existentes. Existe suficiente espacio para acomodar en la nueva planta el equipo y la tubería nueva en las áreas existentes?.
- Si requerirá realizar demoliciones . Requerimientos de interconexiones.
- Regaderas de seguridad. Existen localizaciones adecuadas para cubrir nuevas instalaciones requeridas o se requerirá de éstas?
- Sistema de colección de drenajes. Señalar si existen procesos que requieren drenes conectados a drenajes sanitarios o podrán ser descargados a fosas.



#### 4.3.5. INGENIERÍA ELÉCTRICA

##### ► Bases de diseño

Describir el objetivo global para la operación de los sistemas eléctricos de la planta con respecto a los siguientes puntos:

- Seguridad
- Simplicidad
- Flexibilidad
- Capacidad de expansión
- Mantenimiento
- Confiabilidad
- Economía total
- Funcionabilidad

##### ► Lista de sistemas

Los siguientes son puntos mínimos que deberán ser señaladas en esta sección:

- Clasificación de áreas eléctricas

Describir los detalles todas las áreas que requerirán ser clasificadas como áreas peligrosas.

- Sistemas de fuerza/ Distribución

**Sistemas primarios:** Describir la entrega de acometida, la existencia de cualquier otro alimentador de energía eléctrica incluyendo los niveles de voltaje y detalles de los métodos de distribución, por ejemplo el uso de conductores sencillos, en conduit, multiconductores en charolas, etc. Incluir una descripción de los requerimientos de subestaciones y transformadores incluyendo la utilización de voltajes secundarios.

**Sistemas secundarios:** Describir los puntos de entrega de para alimentadores secundarios como también una descripción del método de distribución. Describir los requerimientos del centro de control de motores, tableros de interruptores de circuitos eléctricos, tablero de indicaciones eléctricas, etc. Incluir todos los requerimientos de cableado térmico.

- Alumbrado

**Exterior:** describir los tipos de fuentes de iluminación (sodio de alta presión, vapor de mercurio, etc.) y tipos de accesorios, especialmente los accesorios para áreas peligrosas. Incluir reflectores en piso, áreas de estacionamiento, accesos, zonas de almacenamiento, alumbrado en plataformas y otro alumbrado general. Nombrar si se requerirá de cualquier otra instalación especial de alumbrado, semáforos, alarmas de luces intermitentes, etc. Incluir lo relacionado a cualquier iluminación existente y sus efectos en el diseño para el proyecto.



**Interior:** Describir los tipos de fuentes de iluminación (fluorescente, incandescente, etc.) y tipos de accesorios. Describir características especiales de mobiliarios, por ejemplo en cuartos de control sin luz, sensores de ocupación en almacenes u oficinas, lámparas con graduación de intensidad de luz, circuitos foto controlados.

- **Sistemas de tierras**

Dar una descripción general de los sistemas que serán instalados. Incluir punto de conexión a tierra por computadora si es requerido. Tomar en cuenta las conexiones a tierra existentes en la planta. Especificar si la protección contra rayos será incluida.

- **Sistemas de seguridad y comunicación**

Proveer las descripciones y tipos de sistemas para ser instalados . Clarificar si algunas de las áreas serán excluida. Describir cualquier sistema de interconexión existente en la planta.

- **Trazado térmico**

Describir el sistema que deberá ser usado en las bases de diseño. Describir la extensión para el cual deberá ser diseñado el trazado térmico, de ser posible cuantificar el numero de líneas y otros para ser trazadas térmicamente.

- **Instrumentación**

Describir los métodos de cableado que serán usados. Incluir cualquier información acerca de las interfases con sistemas existentes o sistemas existentes utilizados.

- **Comunicaciones**

Describir los métodos de cableado que serán usados. Incluir cualquier información acerca de las interfases con sistemas existentes o sistemas existentes utilizados.

- ▶ **Lista de equipo**

Esta sección debe contener una descripción del equipo eléctrico para el proyecto. El equipo es para ser cuantificado e identificado con un razonable nivel de detalle. El nivel de detalle variara dependiendo del tipo de proyecto, sin embargo, pesos aproximados, materiales y diseños estándares deberán ser incluidos. La descripción de los sistemas debe ser suficiente para sustentar la cantidad y tipo del diseño del trabajo que será ejecutado y para que los productos finales sean entregados. Una lista de equipo con la información básica de diseño deberá ser incluida o referida en esta sección.

- ▶ **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- La responsabilidad del cliente relacionada a las instalaciones.
- Bases para selección de materiales y Limitaciones específicas del diseño



#### 4.3.6. INGENIERÍA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

##### ► Bases de diseño

Describir el objetivo global para la operación de los sistemas de control de la planta con respecto a los siguientes puntos:

- Filosofía de control de proceso.
- Niveles de automatización que serán implementados, desde la operación totalmente manual para los arranques automatizados, cambios de producto y secuencias automáticas. Definir cualquier requerimiento de información adicional.
- Diseño de los sistemas de control
  - Describir el uso de PLCs (sistemas lógicos de programación), DCS (sistema de control distribuido) , controladores de circuitos sencillos.
  - Definir las interfases de operación
  - Si se requerirá la supervisión por computadora. Describir los requerimientos funcionales y como serán integrados con los sistemas de control y las interfases con el operador.
  - Si se requerirá la supervisión por red computacional. Describir los requerimientos funcionales, flujo de información y aplicación con otras interfases
- Aprobaciones regulatorias y requerimientos específicos de proceso
- Explicar como la filosofía de control se relaciona con otras plantas, en el mismos sitios, con otras oficinas del cliente o dentro de procesos similares.
- Describir en términos generales el rol del operador y de otro personal dentro de las operaciones del proceso incluyendo los controles de producción , calidad y costo.
- Requerimientos analíticos
- Bases de seguridad en el diseño eléctrico. ( A prueba de explosión, seguridad intrínseca, etc.)
- Bases de seguridad en el material de proceso. (purgas, asientos de sello, identificación de materiales).
- Descripción general del proceso con respecto a la instrumentación.
- Descripción general de los sistemas de control y tipos de instrumentación especificado.
- Descripción detallada de los sistemas de alarma y del interlock para paro del sistema.



- Descripción de las provisiones especiales para la instrumentación en áreas peligrosas.
- Requerimientos para la instalación y arranque de los diversos tipos de instrumentos.
- ▶ **Arquitectura de sistemas de control e información**
- Diagrama de arquitectura para el sistema de control.
- Mostrar los dispositivos principales para los sistemas de control (PLCs, DCS, etc.)
- Describir como los sistemas de control de proceso encajan en la filosofía general de control, incluyendo los sistemas de administración de calidad, programación, reportes de producción, etc.
- Describir los requerimientos para el Sistema de Control Contra Incendio (SCI).
- Describir los requerimientos para el Sistema de Control de Tratamiento de Efluentes. Si se usaran PLC con comunicación a una Estación de Operación.
- Describir si se requerirá monitoreo visual de áreas críticas en las instalaciones de las plantas a través de un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Describir las ventajas de la arquitectura propuesta para estos sistemas.
- Describir las interfases con el operador
- Describir las suposiciones referentes a los sistemas en red
- Describir los nodos de red, tipo y numero
- Describir los requerimientos de equipo para interfases en red.
- Requerimientos especiales que sean necesarios
- Describir herramientas de programación que se usaran.
- ▶ **Descripción de cuarto de control.**
- Descripción

En esta sección se debe describir el cuarto de control, relacionado a consolas, gabinetes, superficies de trabajo. Describir en general la ubicación de equipo automatizado, y la filosofía de interconexión. Describir los paneles de control local, rutas de cableado entre el cuarto de control con otros. Especificaciones de los paneles de control y/o tableros de control diferentes al sistema de control digital. Diagramas de lazos de control. Diagramas lógicos de control. Sistemas de control distribuido. DCS



- Describir los requerimientos ergonómicos para los sistemas periféricos de monitoreo, por ejemplo en el diseño de consola, la señalización visual y de iluminación para el operador.
- Sistema de tierras del Cuarto de Control y espacio disponible a futuro en charolas y ductería instalados bajo piso falso. Plan de ampliación si lo hay , y las características para el mantenimiento (coordinado con ingenieros eléctricos)
- Lo relacionado a los tableros locales de control, cuartos de control satelital, etc.
- Detallar los beneficios de la distribución (layout) propuesta
- Describir los requerimientos ergonómicos para los sistemas periféricos de monitoreo, por ejemplo en el diseño de consola, la señalización visual y de iluminación para el operador.

► **Lista de Instrumentos**

Debe contener una lista de dispositivos de control e instrumentación con costos aproximados. Esta lista deberá contener las cantidades para:

- Dispositivos para DCS & PLC y sistemas de información
- Sensores de flujo, presión, temperatura, nivel, etc
- Tableros
- Analizadores
- Válvulas de control, relevo o seguridad (por tipo y tamaño)

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- Ubicación de alimentadores de fuerza, para HVAC, tierras, aire de instrumentos, etc. (por instalaciones existentes, gubernamentales u otros).
- Condiciones de equipo de instrumentación y sistemas de control existente que será reutilizado.
- El nivel de documentación disponible de las instalaciones existentes que deberán ser integradas.
- Las instalaciones que serán adicionadas como parte de otros proyectos (incluir la disponibilidad programada)
- Accesos para sistemas existentes
- Aplicación de estándares regulatorios (FDA, NRC, etc.)
- Requerimientos para el cuarto de control



#### **4.3.7. INGENIERÍA CIVIL**

##### **► Bases de diseño**

Los siguientes son los puntos típicos que deberán ser señaladas en esta sección:

- Descripción del sitio/ Estudio Topográfico/ Datos climatológicos
- Nuevos accesos requeridos o existentes
- Se requerirá de puente de comunicación para el proyecto
- Infraestructura existente o requerida (vías de ferrocarril, accesos, etc)
- Las corrientes de agua, canales, ríos, arroyos para ser considerados en el proyecto
- Se cuenta con derechos de vías de propietarios adyacentes u otras compañías o interfieren con el proyecto?
- Estructuras o instalaciones enterradas interferirán con la planeación de construcción
- Se requerirá estudios de mecánica de suelos (datos de elevaciones)
- Parámetros geotécnicos que deben ser considerados en el estudios de suelos:
  - Tipo de suelo, información disponible
  - Tipo de excavaciones
  - Tipo de cimentaciones
  - Suelos contaminados
  - Sistemas de aguas
  - Eliminación de aguas
  - Diseño de pavimentos
  - Disposiciones dentro y fuera de sitio
  - Pruebas de materiales de construcción
- Acordar con el cliente lo relativo a los accesos para construcción, descarga y almacenamiento de material
- Estacionamientos (temporales y permanentes)
- Reglamentos de trafico aéreo para controlar la altura de las construcciones
- Especificar si se construirán instalaciones para materiales a granel en sitio
- Definir el diseño de los requerimientos de precipitación pluvial y drenajes (aceitoso, sanitario, etc.).



- Se considerarán pozos de agua nuevos o existentes para el proyecto.
- Requerimientos para banquetas y vialidades
- Requerimientos de recubrimientos de concreto
- Urbanización e integración de áreas que consideren:
  - Urbanización de Calles adyacentes a las Unidades nuevas, comprendiendo, Pavimentación. Guarniciones y banquetas.
  - Alumbrado de calles y áreas de proceso
  - Red telefónica:
  - Red de contraincendio.
  - Interconexiones.
  - Trincheras.
  - Líneas existentes.
- Localización de instalaciones, niveles y pavimentos,
- Terracerías, vialidades interiores,
- Registros y ductos subterráneos entre los que se encuentran los eléctricos, instrumentación y telecomunicaciones.
- Protección catódica en instalaciones subterráneas podrían ser requeridos. Consultar con el cliente reportes geotécnicos existentes en cuanto a problemas históricos de este tipo.

► **Descripción de áreas**

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- Fosas
- Lagunas
- Fosas sépticas
- Control de erosión
- Tomas de agua / compuertas
- Colección de aguas pluviales
- Canales de descarga
- Trincheras
- Estacionamientos
- Ductos de conducción de fluidos
- Talleres de construcción
- Vías férreas, caminos, etc.
- Pavimentación.
- Sistemas de drenaje



► **Requerimientos de servicios**

Esta sección debe describir como el diseño civil permitirá cumplir con los servicios requeridos por el cliente de acuerdo a los siguientes puntos:

- Diseños especiales para pavimentos
- Estudios de mecánica de suelos
- Temperaturas de operación, expansiones térmicas, contenciones
- Requerimientos de accesos (vehículos de operación y construcción)
- Vigas para grúas y remolques
- Manejo de residuos
- Plataforma de carga y descarga de camiones.
- Materiales y productos sugeridos por el cliente o proveedor.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- Intensidad del diseño para precipitaciones pluviales
- Zona de descarga en planta
- Drenajes pluviales
- Accesos de caminos y ferrocarril
- Control de erosión
- Nivelación final
- Parámetros geotécnicos
- Banquetas y muros
- Remoción de construcciones demolidas
- Permisos
- Vistas aéreas
- Distribución de aguas
- Importación de material de relleno
- Estudios de cargas
- Estimados de materiales (costo / cantidad)
- Interfases con el área de procura
- Documentos para construcción
- Especificaciones por el cliente



#### 4.3.8. INGENIERÍA ESTRUCTURAL

##### ► Bases de diseño

Esta sección debe describir las bases de diseño para que los sistemas de ingeniería estructural sean diseñados de acuerdo a la operación y descripción de las áreas en las cuales serán instalados. Esta sección debe identificar y describir las instalaciones de las diferentes áreas con los requerimientos específicos del cliente.

- Estructuras (dimensiones y pesos) incluyendo construcciones especializadas
- Cimentaciones de equipo (especificación de apoyos fijos o deslizantes)
- Distribución de áreas y equipos
  - Alturas mínimas permisibles
  - Elevaciones de equipo:
  - Condiciones estratigráficas del sitio:
- Plataformas
- Sistemas de soportes aéreos
- Charolas de cables
- Sistemas de fuerzas laterales
- Tipo de soportes de equipo
- Tipo de cimentaciones en general
- Especificaciones (Alturas mínimas permisibles, elevaciones de equipo, etc)
- Condiciones estratigráficas del sitio

##### ► Requerimientos de servicios

Esta sección debe describir los requerimientos para la especialidad de estructuras como los siguientes:

- Diseños especiales de piso
- Cargas especiales para cada uno de los edificios o instalaciones específicas que se estén analizando
- Temperaturas de operación, expansiones térmicas, contenciones.
- Requerimientos de accesos
- Plataformas de izaje
- Requerimientos de protección contra incendio
- Requerimientos de protección contra corrosión
- Trabes para grúas, remolques, carretillas, elevadores y camiones
- Cimentaciones y datos de impacto por parámetros geotécnicos
- Diseño de cargas inusuales (nieve, sismos, tornados, huracanes, etc)
- Interconexiones con estructuras y cimentaciones
- Limitaciones para estructuras aéreas y subterráneas

##### ► Suposiciones y aclaraciones

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:



- Estructuras temporales para construcción
- Apuntalamiento y anclaje temporal
- Interconexiones de estructuras y cimentaciones existentes
- Interferencias subterráneas
- Requerimientos de demolición
- Desmantelamiento y demolición
- Revisión de la resistencia del concreto,
- revisión de los grados de compactación
- Instalaciones existentes
- Excavaciones y Relleno
- Protección Ignífuga

#### 4.3.9. ARQUITECTURA

##### ► Bases de diseño

Los puntos concernientes en esta sección pueden incluir lo siguiente:

- Criterios de sitio y Estética
- Numero de ocupantes
- Identificación de espacios, usos, tamaños
- Relación entre espacios
- Instalaciones nuevas y/o existentes
- Requerimientos especiales
- Fases del proyecto
- Criterios de presupuestos
- Requerimientos de expansión

##### ► Descripción de áreas

Esta sección debe contener una descripción de las áreas de las instalaciones. Pesos aproximados, materiales y estándares de diseños deberán ser incluidos. En esta sección deben ser considerados los puntos siguientes:

- Tamaños globales de construcción (peso, longitud, altura)
- Tamaños de áreas
- Sistemas estructurales (ingeniería y preingeniería)
- Terminados exteriores
- Techos y cobertizos
- Terminados interiores (pisos, paredes, techos)
- Tipos de puertas
- Recubrimientos especiales
- Mobiliario requerido
- Mobiliario y equipo de laboratorio
- Construcción especiales (aislamiento de ruido, control ambiental, aislamiento de vibraciones, etc.)



- Elevadores
- Materiales a contra fuego
- Aislamiento térmico.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes incluyen , pero no son limitados a los siguientes:

- Apego a las normas estándares de construcción
- Requerimientos para tipos de construcción (NFPA)
- Requerimientos y restricciones para desarrollo de sitio

#### 4.3.10. INGENIERÍA AMBIENTAL

► **Bases de diseño**

Esta área debe ser responsable de buscar los medios del control de descargas y emisiones de las instalaciones al aire, agua y suelo. Los sistemas o instalaciones que generen y produzcan residuos deben ser descritos con las respectivas características químicas. Las regulaciones ambientales, códigos y estándares que apliquen debe ser descritos en esta sección, para diseñar los sistemas ambientales adecuados de acuerdo a la operación y descripción de las áreas en las cuales serán instalados. Ingeniería de procesos es responsable del diseño para las emisiones ambiental

Los puntos siguientes son áreas típicas que deben ser mencionadas en esta sección:

- Una descripción breve de la planta o sistemas e instalaciones para el proyecto global.
  - Instalaciones de producción, con capacidades, productos y materia prima
  - Sistemas de soporte y servicios, incluyendo laboratorios
  - Estructuras, construcciones instalaciones de almacenamiento
  - Materiales peligrosos, intermedios y productos finales.
- Instalaciones en las cuales se producirán emisiones o productos contaminantes.
  - Aire
  - Desechos de agua
  - Desechos sólidos
  - Desechos tóxicos o peligrosos
  - Descargas de agua de lluvia
  - Control y prevención de derrames
  - Acueductos , aguas filtradas contaminadas
  - Requerimientos de sanidad
- Características de desechos y emisiones
  - Cantidad
  - Características químicas
  - Hoja de Datos de seguridad de materiales



- **Requerimientos regulatorios**
  - Regulaciones aplicables al proyecto
  - Implicaciones de requerimientos generales y de regulación ambiental
  - Tratamiento y control. Rendimientos /limitaciones
  - Requerimientos estándares
  - Documentación, reportes, etc.
  - Nuevos permisos requeridos
  - Modificaciones en permisos existentes
  
- **Emisiones al aire**
  - Estado
  - Toxicidad / NESHAPS
  - PSD
  - Permisos requeridos
  - Plan de administración de riesgos
  
- **Agua de desecho**
  - Descarga directa de agua de proceso o de lluvia NPDES
  - Sistemas de tratamientos de agua
  
- **Residuos peligrosos**
- **Residuos sólidos**
- **Control de derrames**
- **Humedad, Impurezas y Rellenos**
  
- **Instalaciones requeridas para el control de descargas ambientales**
  - Emisiones de aire
  - Agua de desecho
  - Sólidos de desecho
  - Residuos peligrosos y tóxicos
  - Agua de lluvia
  
- **Bases de diseño para las instalaciones globales**
- **Tipo de control ambiental**
- **Capacidad, volumen**
- **Sistemas de remoción de aguas subterráneas**
- **Diseño de remediación**

► **Lista de equipos y sistemas**

Las bases de diseño para los sistemas de control ambiental . así como la lista de equipo y sistemas requeridos deben ser elaborados conjuntamente con el área de ingeniería de proceso.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los puntos concernientes incluyen , pero no son limitados a los siguientes:



- Cualquier requerimientos especial definido por el cliente
- Bases del balance de materia
- Bases para selección de material de construcción
- Suposiciones de terceros
- Limitaciones específicas de diseño

#### **4.3.11. SEGURIDAD Y SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

##### **► Bases de diseño**

Entre las principales funciones del Sistema de Seguridad estará la de monitorear y determinar las condiciones de riesgo para el personal o para los equipos e instalaciones. Las condiciones de riesgo son por lo general: existencia de fuego, mezclas explosivas y las estaciones manuales de alarma.

Cuando se presentan estas condiciones se requiere indicar localmente en campo su existencia en forma visual y audible, así como transmitir al los sistemas de control , la información necesaria para alertar a los operadores de los eventos de riesgo y permitir su almacenamiento en los medios adecuados para su posterior despliegue y análisis. Cuando así sea considerado, el Sistema de Seguridad deberá efectuar las acciones necesarias que permitan manipular los elementos finales de control tales como la apertura de los sistemas de aspersión, CO<sub>2</sub>, etc.

La redacción del alcance de instalaciones de esta disciplina deberá marcar los aspectos relacionados con los puntos siguientes de manera enunciativa más no limitativa:

- Tipos de sistemas que serán utilizados para seguridad y protección contra incendio:
  - Sistemas de desfogue
  - Sistemas de rociadores y alarmas
  - Tanques recubiertos (doble envolvente)
  - Suministro de aguas (NFPA sistema de bombeo contra incendio)
  - Sistemas especiales, (sistemas de CO<sub>2</sub>, sistemas de aspersión, polvo químico seco, detectores de humo, temperatura, ionización o gases inertes) .
  - Cortinas de agua, espumas, extintores portátiles, protección a cables.
- Tipos de detección de fugas: detectores de vapor que alarmen e identifiquen la zona de fuga
- Recomendaciones para el uso, manejo y almacenamiento de pequeñas cantidades de materiales inflamables.



- Recomendaciones de seguridad para el manejo de cilindros metálicos de gases comprimidos y licuados.
- Selección y uso de los equipos de protección respiratoria.
- Uso de equipos de protección personal (ropa de trabajo, calzado de seguridad, lentes de seguridad, casco de seguridad, cinturón de seguridad, guantes de seguridad, petos, pantalla facial, protección a soldadores, ropa contra ácido, etc.).
- Recomendaciones de seguridad para trabajadores en construcción y operación en las instalaciones
- Recomendaciones de seguridad para trabajos con grúas y equipos pesados.
- Recomendaciones de seguridad para trabajos de excavaciones y apuntalamientos.
- Acciones de emergencia y evacuación del área de trabajo.

► **Lista de equipos y sistemas**

Esta sección debe contener una descripción de los sistemas contra incendio para el proyecto. Estos deben ser cuantificados e identificados con un razonable nivel de detalle. El nivel de detalle variara dependiendo del tipo de proyecto. Sin embargo, pesos aproximados, materiales y estándares de diseño deberán ser incluidos. Una lista de equipo con la información básica de diseño deberá ser incluida o referida en esta sección.

► **Suposiciones y aclaraciones**

Esta sección debe concentrar las suposiciones, aclaraciones y exclusiones (para el contratista, el cliente u otros) del sistema de protección contra incendio, asociadas a la descripción física y funcional de las instalaciones del proyecto. Las suposiciones, aclaraciones y exclusiones deben señalar todas las incertidumbres y puntos no concisos para contribuir en revisiones y discusiones con el cliente y de este modo minimizar las dudas y discrepancias de esta especialidad respecto al proyecto.



#### **4.3.12. HVAC (SISTEMA DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO)**

##### **► Bases de diseño**

Esta sección debe describir las bases de diseño para que los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado sean diseñados de acuerdo a la operación y descripción de las áreas en las cuales serán instalados. Los requerimientos del cliente, códigos y estándares aplicables en el diseño de los sistemas calefacción, ventilación y aire acondicionado también deberán ser mencionados brevemente en esta sección..

##### **► Lista de equipos y sistemas**

Esta sección debe contener una descripción de los sistemas de ventilación y aire acondicionado requeridos en el proyecto. Estos deben ser cuantificados e identificados con un razonable nivel de detalle. El nivel de detalle variara dependiendo del tipo de proyecto. Sin embargo, pesos aproximados, materiales y estándares de diseño deberán ser incluidos. Una lista de equipo con la información básica de diseño deberá ser incluida o referida en esta sección.

##### **► Suposiciones y aclaraciones**

Esta sección debe concentrar las suposiciones, aclaraciones y exclusiones (para el contratista, el cliente u otros) del sistema ventilación y aire acondicionado, asociadas a la descripción física y funcional de las instalaciones del proyecto. Las exclusiones deben ser presentadas de buen modo aclarando lo que será, y no será, parte del proyecto.

Las suposiciones, aclaraciones y exclusiones deben señalar todas las incertidumbres y puntos no concisos para contribuir en revisiones y discusiones con el cliente y de este modo minimizar las dudas y discrepancias de esta especialidad respecto al proyecto.



## **4.4 ALCANCE DE SERVICIOS**

### **4.4.1. GENERALES**

El **alcance de los servicios** tiene como propósito presentar todo aquello que se tiene que hacer para llegar al producto o infraestructura final.

#### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las siguientes actividades, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- Ingeniería básica y de detalle según el tipo de proyecto y contrato
- Roles y responsabilidades de las etapas de ingeniería , procura y construcción
- Roles y responsabilidades del cliente e identificación de subcontratistas
- Descripción general del cómo se ejecutara el proyecto
- Unidades que se utilizaran en el trabajo (métrico, ingles)
- Tipos de revisiones del proyecto y acuerdos de confiabilidad
- Responsables de tramitar los permisos (construcción, ambiental, etc)
- Disposiciones en materia de seguridad, salud y protección ambiental
- Procedimientos de penas convencionales
- Garantías de proceso y de consumo de servicios
- Certificación de calidad
- Una descripción general del software que se empleará.
- Una descripción general de cualquier diseño especial que se usará
- Preparación de los dibujos y sus archivos electrónicos
- Preparación de los manuales de operación así como sus archivos electrónicos
- Entrega del libro de documentos finales así como sus archivos electrónicos
- Programa de Aseguramiento de Calidad, de todas y cada una de las fases del proyecto
- Análisis de Riesgos y de Impacto Ambiental



- **Administración**
  - Programación y control
  - Revisión cruzada
  - Falta de información
  - Reportes
  - Supervisión
  - Aseguramientos de calidad

► **Referencias y estándares**

Cada disciplina debe hacer referencia a las normas, códigos y estándares que emplearan para la ejecución del proyecto. Se enlistan a continuación algunos de ellos

API	American Petroleum Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society of Testing Material
ACI	American Concrete Institute
AMCA	Air Movement and Control Association
AISI	American Iron and Steel Institute
ASHRAE	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers
AASHTO	American Association of State Highway and Traffic Officials
AWS	American Welding Society
CSA	Canadian Standard Association
ESC	Especificaciones y Estándares del Cliente
FM	Factory Mutual
FPH	Fire Protection Handbook
FCI	Fluid Controls Institute
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IEC	International Electrotechnical Commission
ICEA	Insulated Cable Engineering Association
IMCA	Instituto Mexicano de la Construcción en Acero
ISA	Instrument Society of America
ISO	Internationale Standards Organization (ISO-9000:Qualité Standard).
IPCEA	Insulated Power Cable Engineers' Association
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacture's Association
NFPA	National Fire Protection Association
NESC	National Electrical Safety Code
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
OSHA	Occupational Safety and Health Act
UL	Standards for the Underwriter's Laboratory
RCDF	Reglamento de Construcción de la entidad que aplique (DF)
SMACNA	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association
SCT	Manual de Depósitos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras Manual de Obras de drenaje tipo en Carreteras
CFE	Comisión Federal de Electricidad, Manual de diseño de Obras Civiles



► **Entregables**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a los siguientes puntos :

Al cliente

- El alcance del trabajo del proyecto (a Construcción)
- Costos estimados del proyecto (a Construcción)
- Programas (a Construcción)
- Reportes mensuales del proyecto
- Manual de procedimientos
- Documentos finales en archivos electrónicos
- Anexo de Archivos en archivos electrónicos
- Anexo de Dibujos
- Anexo de especificaciones
- Reportes especiales, Reportes de entrega de planta
- Modelos de fianzas y seguros

► **Suposiciones y aclaraciones:**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a, los siguientes aspectos del proyecto :

- Localización del personal de la empresa encargada de la ejecución del proyecto (ingeniería, procura, construcción etc.)
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a proveedores: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a \_\_\_ : \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Dibujos para construcción
- Condiciones de límite de baterías
- Capacitación para el personal de planta
- Manuales y filosofías de operación
- Soporte para pruebas y arranque
- Soporte para construcción
- Permisos
- Partes de repuesto
- Pruebas de comportamiento de instalaciones
- Forma de aprobación de documentos para construcción



#### **4.4.2. INGENIERÍA DE PROCESO**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las siguientes actividades, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- **DEFINICIÓN DEL ALCANCE**
  - Una breve descripción de la organización del equipo de trabajo en la ingeniería de proceso e incluir las actividades y responsabilidades de cada uno de ellos así como las de los licenciadores involucrados en esta área.
  - Una descripción de cualquier base de datos especial o cualquier ayuda de diseño que sean usadas en la preparación de los sistemas y/o documentos, como en la elaboración de DFP's (Diagrama de Flujo de Proceso) o DTI's (Diagrama de tubería e instrumentación); para la preparación de diagramas inteligentes de tubería e instrumentación. Con estos se puede realizar simulaciones dinámicas planteando diferentes escenarios que pueden ser empleado para la optimización de la planta
  - Descripción preliminar del proceso.
  - Establecer la garantía del proceso
  - Identificar las áreas requeridas importantes en el desarrollo del diseño.
  - Desarrollar un plano señalando los requerimientos importantes de seguridad
  - Identificar los requerimientos para el sistema de seguridad
  - Identificar las áreas requeridas para así permitir el reparto de actividades.
  - Desarrollar y emitir listas de datos químicas y físicas que surjan de la tecnología del cliente / licenciador.
  - Desarrollar un plan para evaluar las patentes aplicables
  - Desarrollar los procedimientos para el diseño del proceso
  - Desarrollar criterios de diseño para el proceso y los servicios
  - Elaborar un presupuesto y programa de avance del proyecto



- **INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE**

- Bases de diseño.
- Balances de materia y energía.
- Elaboración de los diagramas de flujo de proceso, incluyendo las áreas existentes.
- Preparación de los planos preliminares de distribución de la planta (Plot plan) y de los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's)
- Lista de equipo con tamaños aproximados. (diseño parcial)
- Actualización de la descripción del proceso.
- Cálculo hidráulico de equipos
- Requerimientos de Servicios Auxiliares y Agentes Químicos
- Elaboración del plano de localización general y elevaciones, tomando en consideración las dimensiones finales de los equipos, puentes de tubería, equipo adicional, etc.
- Elaboración de requisiciones y especificaciones detalladas del equipo y materiales del proyecto.
- Desarrollo de filosofías del control del proceso
- Desarrollo de clasificación de áreas eléctricas
- Arreglo de equipo
- Especificación de propiedades de las corrientes de proceso
- Lista de motores
- Manual de operación que incluya los detalles completos de la operación a las diferentes condiciones del sistema para producir los productos especificados, incluyendo las instrucciones detalladas para el arranque y procedimientos normales, de paro y de emergencia con los diagramas de ruta crítica relevantes.
- Planos de localización general, dibujos de proceso, descripción de proceso y su filosofía y toda aquella información necesaria para usar en la capacitación del personal de operación y mantenimiento del sistema.
- Manual de procedimientos analíticos para las pruebas rutinarias, de emergencia y monitoreo de la operación del sistema, incluyendo el monitoreo de efluentes y emisiones del sistema, así como para comprobar la calidad de los materiales y productos terminados.



- Recomendaciones para el uso y manejo del SCD con relación a situaciones de emergencia, arranques de planta, paro de planta, interrupción de energía y prevención de riesgos de operación.
- Recomendaciones para la protección de personal y del sistema contra riesgos industriales basados en las regulaciones vigentes.
- Todos los diagramas, esquemas y/o planos en los que sea requerido, deberán acompañarse de las memorias de cálculo, describiendo en detalle los resultados principales del análisis, dimensiones, criterios y procedimientos de diseño que justifiquen el mismo.
- Verificar el cumplimiento con las limitaciones del nivel de ruido basados en la reglamentación vigente y en las especificaciones del equipo adquirido.
- Participación en las actividades de arranque de la planta

#### ► **Técnicas y filosofía de instalación**

Esta sección puede incluir lo relacionado a:

Operaciones de mantenimiento: para el mantenimiento de los equipos e instalaciones principales, particularmente en lo que se refiere a bombas, compresores, motores eléctricos, etc. con dibujos. Deberá proporcionarse aquella información relacionada con la Instalación, instrucciones de operación y mantenimiento, etc., recibida de los fabricantes y subcontratistas y donde se requieran, deberá identificar los equipos a que se refieran las instrucciones correspondientes.

#### ► **Entregables**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

Al cliente

- Bases de diseño
- Resumen de las instalaciones
- Cálculos (si se requieren)
- Reportes especiales
- Descripción del Proceso
- Diagramas de flujo de proceso DFP's
- Diagramas de tuberías e instrumentación DTI's
- Diagramas del límite de baterías
- Diagramas de selección de material
- Manual de operaciones
- Hojas de datos de equipo
- Documentación y reportes de HAZOP



- Resumen de lo relacionado a cuestiones ambientales

#### A otras disciplinas

- **Bases de Diseño**
- **Descripción del Proceso**
- Balance de Materia y Energía
- Balance de Servicios Auxiliares
- Diagrama de Flujo de Procesos
- Diagramas de Servicios Auxiliares
- Requerimientos de Servicios Auxiliares y Agentes Químicos
- Hoja de datos de Equipo de Proceso Crítico y/o Mayor
- Lista de equipo
- Información complementaria de proceso
- Plano de localización general de arreglo de equipo(PLG / Plot Plan)
- Arreglo de equipo (Layout) preliminar
- Índice de servicios
- Índice de líneas de Proceso y Servicios Auxiliares
- Especificaciones de tubería de Proceso y Servicios Auxiliares
- Diagramas de tubería e instrumentación de proceso
- Diagramas de tubería e instrumentación de servicios auxiliares
- Diagramas de tubería e instrumentación del sistema de desfogue
- Diagramas de tubería e instrumentación de interconexiones y lista de empaques
- Plano de notas generales, leyendas y símbolos
- Memorias de cálculo
- Hoja de datos de Sistema de Relevo (liberación) de presión (tanque de desfogue, quemador, válvulas de seguridad y de alivio)
- Hoja de datos de bombas
- Hoja de datos de válvulas de control
- Hoja de datos de equipos especiales

#### ► Coordinación Interdisciplinaria

Esta sección deberá incluir las coordinación de las disciplinas con la de proceso mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

#### Ingeniería mecánica

- Hoja de datos de equipo
- Especificaciones de equipo
- lista de equipo
- Suministros de equipo paquete

#### Tuberías

- DTI's
- planos de localización de equipo
- lista de líneas de tubería
- Arreglos de equipo



- Lista de proveedores

**Sistemas de control e instrumentación**

- Hoja de datos de instrumentos
- DTI's
- Filosofías de control

**HVAC**

- Diseño de temperaturas, humedades, bulbo seco y bulbo húmedo

**Ambiental**

- DTI's y DFP's
- Resumen de emisiones contaminantes

**Ingeniería eléctrica**

- Clasificación de áreas
- Lista de motores

**Civil**

- Elevación del sitio
- información sobre precipitaciones

► **Suposiciones, exclusiones y aclaraciones:**

Además de aquellas consideradas en la sección **general** deben incluir, pero no limitar a, las relacionadas con:

- Verificación de las presiones de diseño de equipo y tubería son adecuadas para las presiones de las bombas, las condiciones de relevo de válvulas, del arreglo final de equipos y de tubería.
- Verificación de los sistemas hidráulicos resultantes de las especificaciones del proyecto, son adecuados para el arreglo final, de tuberías y caídas de presión de los equipos a incorporarse.
- Respecto a las Filosofías de paro de planta



### **4.4.3. INGENIERÍA MECÁNICA**

#### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las siguientes actividades, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- La definición de roles y responsabilidades por parte del equipo de esta disciplina así como de los ingenieros que intervengan por parte del cliente y/o cualquier otro equipo de trabajo como un tercero en la ejecución del proyecto (proveedores, licenciadores, subcontratistas, etc).
- Hojas de datos de equipo y dibujos de ingeniería.
- Memorias de cálculo térmico-hidráulico y mecánico-estructural.
- Especificaciones detalladas para todos los equipos. En el caso de tanques y recipientes, incluir la información de boquillas y tomas de proceso para instrumentación, como niveles, temperaturas y presiones.
- Filosofías para adquisición de equipos (ofertas competitivas)
- Requerimientos para la instalación y arranque de todos los equipos incluyendo las especificaciones para aislamiento.
- Dibujos de ensamble de equipos que requieran ser armados en campo. Lista de las partes de repuesto recomendadas, incluyendo proveedor, códigos, dibujos de localización, identificación apropiada y toda aquella información relacionada.

#### **► Referencias y estándares**

- AISI, ANSI, ASME, ASTM, API, ASHARE, AWS, NOM, propias del CLIENTE y cualquier otra que aplique

#### **► Técnicas y filosofía de instalación**

Esta sección puede incluir lo relacionado con :

- Las restricciones de diseño como el tamaño de equipos para facilitar su transportación, levantamiento e instalación.
- Interfases con plantas existentes
- Consideraciones especiales para instalación de equipos
- Instalación durante el paro de planta.
- Modulación de equipo paquete para reducir el tiempo de construcción en sitio.

#### **► Entregables**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

Al cliente

- Catálogos y/o dibujos de fabricante para todos los equipos.



- Certificados del fabricante relacionados con las pruebas de taller y aceptación por los inspectores autorizados.
- Certificados de fabricación y documentos concernientes a pruebas de taller, pruebas de presión y de aceptación por inspector autorizado en el área.
- Análisis de ofertas y recomendaciones de compras
- Plan de control de calidad en el proceso de fabricación
- Reportes de inspección

#### A otras disciplinas

- Dibujos mecánicos de equipo, hojas de datos y/o ordenes de compra
- Especificación detallada de todos los equipos (recipientes atmosféricos, a presión incluidas torres y reactores, cambiadores de calor, bombas, compresores, etc).
- Filosofías de instalación
- Dibujos de los fabricantes para cada equipo
- Requerimientos para instalación y arranque de todos los equipos ( aislamiento, etc.)
- Dibujos de montaje para el equipo que se requiere ensamblar en la obra
- Lista de partes de repuesto recomendadas, incluyendo marca de fabricante, códigos, dibujos de localización, identificación apropiada y toda la información relacionada

#### ► Coordinación Interdisciplinaria

Esta sección deberá incluir la coordinación de las diferentes disciplinas con la de ingeniería mecánica mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

#### **Ingeniería de proceso**

- DTI's
- Diagrama de flujo de proceso
- Especificaciones de materiales

#### **Civil**

- Pesos y tamaños de equipo

#### **Sistemas de control e instrumentación**

- Especificaciones de materiales
- Dibujos de proveedores
- Filosofías de control

#### **Tuberías**

- DTI's
- Planos de localización de equipo
- Hojas de datos
- Dibujos de proveedores
- Lista de equipo
- Manuales de instalación

#### **Ingeniería eléctrica**

- Requerimientos de potencia para los equipos

#### ► Suposiciones y aclaraciones

Además de aquellas consideradas en la sección general deben incluir, pero no limitar a las relacionadas con:



Las especificaciones del equipo que se considera necesaria para evaluar el comportamiento del equipo en relación a su función con el proceso, ya que frecuentemente las especificaciones son preparadas tomando como base un modelo de un fabricante conocido, conservando lo más cercano posible a lo diseño para el proceso en particular.

#### 4.4.4. TUBERÍAS

##### ► Diseño de ejecución

Esta sección deberá incluir las siguientes actividades, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- La definición de roles y responsabilidades por parte del equipo de esta disciplina así como de los ingenieros que intervengan por parte del cliente y/o cualquier otro equipo de trabajo como un tercero en la ejecución del proyecto (proveedores, licenciadores, subcontratistas, etc).
- Los diagramas de tubería e instrumentación deberán desarrollarse de acuerdo a la normatividad, información de fabricante y demás información que se especifica. Los diagramas de tubería e instrumentación de proceso y de servicios auxiliares deberán incluir todas las especificaciones de equipo y tuberías, diámetros, cédulas, materiales y espesor, dimensiones principales, identificación apropiada para las líneas y equipo, así como las características mecánicas más importantes.

Particularmente deberán considera la información relacionada con:

- Todos los equipos involucrados en el proceso incluyendo sus relevos.
  - Todas las líneas de tubería, incluyendo memorias de cálculo y accesorios.
  - Toda la instrumentación, incluida la requerida en recipientes
  - Identificación del equipo, instrumentos, líneas (números, diámetro, especificación, servicios, aislamiento), válvulas de seguridad, etc.
  - Válvulas de control de flujo, presión o temperatura.
  - Integración con equipos y materiales existentes.
  - Circuitos de control.
  - Principales condiciones de proceso y dimensiones para recipientes, recuperadores de calor, etc.
  - Capacidad de diseño, presión diferencial y BHP para bombas.
  - Capacidad térmica, presiones y temperaturas de diseño y área de transferencia de calor para recuperadores de calor.
  - Consumo de servicios. Requerimientos máximos y promedio de servicios.
  - Flujos, frecuencias de descarga, temperaturas, etc. Para efluentes y materiales de desecho.
  - Líneas de proceso ,servicios auxiliares y limites de batería
- Se incluirán la elaboración de diagramas de tubería e instrumentación necesarios para la interconexión en límites de batería del sistema y de las secciones nuevas y modificadas, así como los puntos de interconexión con las instalaciones de la



planta, en caso de ser una expansión o integración indicando los arreglos de tubería, instrumentación y sistemas de control.

- Dibujos de arreglo de tuberías subterráneas en planta (drenajes y otras instalaciones subterráneas).
- Dibujos en planta e isométricos del sistema de agua contraincendio.
- Planos de arreglo en planta e isométricos de tubería aérea de servicios auxiliares
- Dibujos "As-Built".
- Especificaciones de material de tubería.
- Dibujos detallados para la interconexión de las líneas de entrada y salida en límites de batería del sistema, secciones nuevas y modificadas, así como de los puntos de interconexión, incluyendo condiciones normales y de diseño (flujo, presión, temperatura), número y especificación de líneas, diámetro, tipo de bridas y libraje.
- Análisis térmicos, de vibración y de flexibilidad.
- Localización y especificación de tomas de instrumentos.

#### ► Referencias y estándares

La simbología que se emplea en los DTI's en lo referente a equipos y líneas y su identificación es la que tiene por norma la firma de ingeniería o la solicitada por el cliente. En el caso de instrumentación por lo general se emplea la que la ISA recomienda en sus estándares. Sin embargo los códigos siguientes también son aplicables en esta área: API, ANSI, ASME, AWS, ASTM, MSS, NOM.

#### ► Entregables

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

Al cliente y otras disciplinas

- Diagramas y/o dibujos para los procesos de la planta
- Índices de instrumentos
- Índice de líneas
- Cálculos si son requeridos
- Reportes especiales
- Detalles típicos de instalación
- Especificaciones de instrumentos
- Lista de materiales
- Memorias de cálculo



### ► Coordinación Interdisciplinaria

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase entre el cliente, las diferentes disciplinas y la de ingeniería de tuberías, mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

#### Ingeniería de proceso

- DTI's
- Diagrama de flujo de proceso
- Especificaciones de materiales
- índice de líneas

#### Estructural

- Planos de localización de control
- Planos de tubería
- Planos, especificaciones y cálculos generales para concreto, acero de refuerzo, acero estructural , cimbra, etc

#### Civil

- Planos de sitio
- Planos de localización (Plot plans)
- Planos de localización de control
- Planos de tubería subterránea

#### Sistemas de control e instrumentación

- Planos de tubería
- Isométricos de tubería
- Especificaciones de materiales
- DTI's
- índice de instrumentos
- Dibujos de proveedores

#### Ingeniería mecánica

- DTI's
- Planos de localización de control
- Hojas de datos
- Dibujos de proveedores
- Lista de equipo
- Manuales de instalación

#### HVAC (Calefacción, ventilación y aire acondicionado)

- Planos de ductos para HVAC
- Diagramas de instalaciones
- Planos de protección contra incendios
- Especificaciones de materiales
- Dibujos de proveedores
- Manuales de instalación

#### Ingeniería eléctrica

- Planos de localización de control
- Planos de distribución de potencia
- Planos de tubería
- Planos de alumbrado

#### Arquitectura

- Planos de localización (Plot plans)
- Planos de acabados, fachadas
- Planos de localización de control
- Perspectivas de edificios

### ► Suposiciones y aclaraciones

Además de aquellas consideradas en la sección general deben incluir, pero no limitar a las relacionadas con:

La identificación del equipo deberá ser consistente con otros documentos tales como lista de equipo y diagramas de proceso . Representación simbólica; ya que la experiencia indica que una representación que sea clara y que incluya la localización relativa de conexiones, facilitará la utilización de los diagramas para otras disciplinas que se apoyen en ellos.



#### 4.4.5. INGENIERÍA ELÉCTRICA

##### ► Diseño de ejecución

El alcance de los trabajos de ingeniería eléctrica deberá considerar lo relacionado con: suministro, instalación, conexión, pruebas y puestas en servicio de todos los equipos eléctricos, incluyendo la alimentación eléctrica a todos y cada uno de los equipos tales como bombas, ventiladores, agitadores, sistemas de aire acondicionado HVACS, simuladores y consola de control, sistemas de trazas eléctricas, contactos trifásicos y monofásicos, luminarias, tableros de alumbrado, sistema telefónico, sistema de telecomunicación, voice y todos aquellos que resultaren de la ingeniería de detalle. Se incluirán el suministro de materiales eléctricos y accesorios para canalizaciones subterráneas y aéreas, conductores y soportería.

Esta sección deberá incluir las siguientes actividades, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- Balance de energía eléctrica y especificaciones eléctricas
- Diagramas eléctricos unifilares, generales y de detalles..
  - Diagramas Unifilares ( alta y baja tensión)
  - Diagramas esquemáticos de control y de alambrado
- Dibujos “As-Built” y clasificación de áreas eléctricas.
- Arreglo de equipo eléctrico y distribución de fuerza, incluyendo arreglo en registros y soportes para cables.
- Instructivos de operación y mantenimiento.
- Iluminación del sistema y lista de equipo.
- Cálculos de demanda de energía eléctrica, corto circuito y coordinación de protecciones
- Arreglo del centro de control de motores.
- Cédula de conductores eléctricos.
- Sistemas de control, protección, alarmas y señalización.
- Planos de rutas eléctricas, acometidas y trayectorias de CCM (cuarto de control maestro ) a equipos y motores en campo
- Diagramas de distribución general de fuerza (alta y baja tensión )
- Arreglos de equipo eléctrico, distribución general de fuerza y rutas de cableado.
- Especificaciones y lista de equipo eléctrico
- Diagramas de clasificación de áreas incluyendo vista de planta y vista de secciones transversales y longitudinales.
- Todos los cálculos para demanda de energía, corto circuito, sistemas de tierras, coordinación de protecciones, alimentadores de fuerza, alumbrado y control.
- Diseño de instalaciones eléctricas y red de tierras en cuarto de control.
- Sistema de alumbrado normal y de emergencia en exteriores. Deberá cumplir con los requerimientos de clasificación de áreas.
- Sistemas de tierras y pararrayos con detalles requeridos para la Planta.
- Sistema ininterrumpible de suministro de energía (UPS) para sistema de control,( especificaciones, alimentación y localización.)
- Típicos de instalación para fuerza, control, alumbrado y tierras.
- Arreglo de capacitores para factor de potencia (no menor de 0.9)



- Cuadros de carga, cedulas de tubería, cables y cortes de ductos.
- Requisiciones de equipo y materiales
- Normas y especificaciones.
- Catálogos y dibujos de fabricante.

► **Referencias y estándares**

Los referencias siguientes son aplicables en esta área: API, NEC, NFPA, NEMA, NESC, ANSI, IEEE, IEC, UL, ISA, CSA, IPCEA, OSHA

► **Entregables**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

Al cliente y otras disciplinas

- Dibujos de clasificación de áreas
- Diagramas eléctricos
- Planos de sistema de tierras subterráneos
- Planos de potencia
- Dibujos "As-Built".
- Diagramas de trazado térmico
- Planos de alumbrado
- Estudios de distribución de fuerza y potencia
- Lista de motores, materiales, conduit y cable
- Programas específicos de disciplina

► **Coordinación Interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase entre el cliente, las diferentes disciplinas y la de ingeniería eléctrica mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

**Ingeniería de proceso**

- DTI's
- Requerimientos de seguridad
- Especificaciones de materiales

**Estructural**

- Detalles de estructuras de acero en edificios
- Cimentaciones de edificios
- Cimentaciones de edificios
- Cableado de control

**Ingeniería mecánica**

- Lista de equipo con motores eléctricos
- Especificaciones de equipo
- Hojas de datos
- Requerimientos de potencia
- Dibujos de paquetes de equipo de proveedores

**HVAC** (Calefacción, ventilación y aire acondicionado)

- Requerimientos de potencia



### **Civil**

- Planos de localización de control
- Planos de tubería subterránea
- Planos de nivelación de sitio
- Planos de localización (Plot plans)

### **Sistemas de control e instrumentación**

- Localización de instrumentos
- Layout de panel de control y cableado
- Especificaciones de materiales
- Hojas de datos de instrumentos
- Índice de instrumentos

### **Tuberías**

- Planos de localización de equipo de control
- Lista de líneas de tubería para líneas eléctricas
- Planos de tubería subterránea

### **Protección contra incendio**

- Cableado de control

### **► Suposiciones y aclaraciones**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a, los siguientes aspectos del proyecto :

- Localización del personal de la empresa encargada de la ejecución del proyecto (ingeniería, procura, construcción etc.)
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a proveedores: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a \_\_\_ : \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Dibujos para construcción
- Condiciones de límite de baterías
- Capacitación para el personal de planta
- Manuales y filosofías de operación
- Soporte para pruebas y arranque
- Soporte para construcción
- Permisos
- Partes de repuesto
- Pruebas de comportamiento de instalaciones



#### **4.4.6. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades relacionadas a los siguientes aspectos que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- Requerimientos para la instalación y arranque de los diversos tipos de instrumentos.
- Especificaciones de los paneles de control y/o tableros de control diferentes al sistema de control digital.
- Índice y sumario de instrumentos.
- Hojas de especificaciones para todos los instrumentos.
- Plano de localización y señalización de instrumentos.
- Planos de rutas de señal con especificaciones de canalizaciones y soportería.
- Diagramas de lazos de control.
- Diagramas lógicos de control.
- Dibujos típicos para instalación de instrumentos con lista de materiales.
- Diagramas de alambrado.
- Especificaciones de las placas de orificio (memoria de cálculo).
- Especificaciones de válvulas de control. (memoria de cálculo y riesgo de cavitaciones)
- Lista de abreviaciones y símbolos usados
- Catálogos de fabricante.
- Instrucciones para la operación y mantenimiento.
- Lista de los puntos de ajuste para los interruptores y relevadores en la operación de alarmas e interlocks.
- Lista de partes de repuesto
- Sistema de control distribuido.
  - Arquitectura del sistema
  - Plano de localización
  - Distribución y arreglo del tablero de control con los detalles de:
    - Construcción
    - Acometidas
    - Canalizaciones internas
    - Aterrizados
    - Barras de tierra
    - Identificación de cables, puntas, y clemas de elementos internos
- Especificación del sistema ininterrumpible de energía (UPS)
- Especificación de hardware y software
- Especificación del sistema de protección de tierras requerido
- Especificación de redundancias

##### **► Referencias y estándares**

Las referencias siguientes son aplicables en esta área: ISA, NEC, ASTM, NEMA, FCI, ANSI, IEEE, NFPA, API, OSHA, ASME



► **Entregables**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

- Diagramas lógicos de control
- Diagramas de paro y alarma
- Técnicas de ensamble e instalación
- Especificaciones para cotización RFQ's y ordenes de compra RFP's
- Requerimientos especiales
- Listas de materiales e Índice de instrumentos
- Programas específicos de disciplina
- Estudios y análisis relacionados a cada disciplina
- Software y documentación de éste

► **Coordinación interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase entre el cliente, las diferentes disciplinas y la de instrumentación y control, mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

**Ingeniería de proceso**

- DTI's
- Secuencia de operaciones
- Compatibilidad de materiales
- Datos de instrumentos de proceso

**Tubería**

- Planos de localización de controles e instrumentos
- Planos de tubería para sistemas de control
- Compatibilidad de materiales control

**Construcción**

- Detalles de instalación
- Parámetros de calibración de instrumentos
- Índice de instrumentos
- DTI's

**Procuración**

- Diagramas para ventilación y calefacción
- Aceptación de pruebas e inspecciones por parte de proveedores
- Solicitudes de cotizaciones
- Análisis de ofertas y Expeditación

► **Suposiciones y aclaraciones**

**Ingeniería mecánica**

- Lista de equipo
- Documentos de proveedores
- Hojas de datos
- Manuales de instalación

**HVAC**

- Diagramas para ventilación y calefacción
- interfases para los sistemas de y de proceso

**Ingeniería eléctrica**

- Requerimientos de potencia
- Plano de cableado en campo
- Filosofía de control
- Elementos del cuarto de control de motores MCC

**Arquitectura**

- Distribución (Layout) de cuarto de control
- Acabados y fachadas



Aplican aquellas consideradas en la sección general en forma enunciativa más no limitativa y respecto a la verificación de calibración, precisión y exactitud para el equipos de control e instrumentación.

#### **4.4.7. INGENIERÍA CIVIL**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que serán usadas por esta disciplina para la ejecución del proyecto. Lo siguientes son áreas típicas que deberán ser incluidas en esta sección

- Uso de sistemas CAD, por ejemplo Autocad o gráficos en 3D o 2D
- Referencias de estándares y documentos para ser usados
- Programas de computo y software para propósitos de esta disciplina
- Mencionar la documentación existente por parte del cliente
- Inspecciones en sitio para observar las condiciones existentes

Deberá incluir las actividades necesarias para la elaboración de los documentos siguientes:

- Plano de distribución general, distribución de piloteado (si se requiere) y arreglo de pavimentos.
- Desarrollar el diseño de cimentaciones de equipo basados en cargas (vivas, muertas, accidentales, vehículos en tránsito por vialidades, especiales)
- Arreglo de cimentaciones, localización y dimensiones.
- Arreglo de instalaciones subterráneas e interconexiones con las existentes, planos mostrando trincheras, tuberías y disposición de drenajes, etc.
- Detalles de protección contra incendio requeridos para la planta.
- Dibujos detallados de ingeniería civil para todas las instalaciones incluyendo cimentaciones.
- Arreglos detallados para los trabajos subterráneos incluyendo drenajes, tuberías, ductos eléctricos, etc.
- Arreglos y detalles de edificaciones y soportería.

##### **► Referencias y estándares**

Los referencias siguientes son aplicables en esta área: ASTM, ACI, ANSI, OSHA, AISC, AWS

##### **► Requerimientos Especiales**

Esta sección deberá señalar cualquier recurso especial que será empleado para el proyecto, y dentro de esta área se puede señalar lo típico concerniente a:



- El tipo de fuerza de trabajo y experiencia requerida para el desempeño de trabajo por ejemplo el liderazgo del ingeniero encargado, equipo de ingenieros, diseñador, operador de sistemas CAD.
- Programas de computación que serán requeridos para completar el diseño
- Códigos, referencias y estándares que no estan dentro de la biblioteca técnica pero que son requeridos deberán ser anotados para ser adquiridos por la disciplina civil al comienzo del diseño.
- Lista de servicios especiales para oficinas , si son necesarios, para completar el diseño.

► **Técnicas y filosofía de instalación**

- Métodos de instalación y construcción que serán empleado en el diseño civil
- Requerimientos especiales para transportación, entrega de materiales y accesos
- Hacer notar al cliente los “focos rojos” con base a preferencias de materiales y proveedores, errores y éxitos pasados en proyectos

► **Entregables al cliente y otras disciplinas**

La lista de entregables concernientes a esta área deben incluir, pero no limitar a:

- Dibujos de ingeniería (lista de varios tipos, incluyendo requerimientos “as built”)
- Especificaciones por disciplinas para interfase con el área civil- estructural
- Ordenes de compra por disciplinas para interfase con el área civil- estructural.
- Listas de materiales y Requerimientos especiales
- Programas específicos de disciplina
- Estudios y análisis relacionados con cada disciplina
- Software y documentación de éste
- Reportes geotécnicos (mecánica de suelos)

► **Coordinación Interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:



### **Con el cliente**

- Visitas a sitio
- Revisión y aprobación de los entregables
- Nivel de integración del cliente en el diseño del proceso, inicialmente continuamente o periódicamente.

### **Ingeniería de proceso**

- Presión , temperatura, flujos y tipos de materiales para tubería subterránea

### **Estructural**

- Requerimientos de excavación
- Estructuras exteriores de concreto
- Requerimientos de tubería aérea
- Marcas o cimentaciones de edificios
- Soportes misceláneos de tubería

### **Arquitectura**

- Regaderas exteriores
- Localización de puertas fijas, deslizables rampas
- Instalaciones hidráulico-sanitarios y de alcantarillado
- Sistemas de agua potable, filtrada y para enfriamiento
- Estaciones elevadas y corrientes de fuerza

### **► Suposiciones y aclaraciones**

Pueden aplicar aquellas consideradas en la sección general 5.4.1 en forma enunciativa más no limitativa y también se deben considerar lo relacionado con:

- Permisos para el desarrollo de sitio
- Estudios y mapeo topográfico
- Parámetros especiales con base al diseño ambiental
- Estudios de mayores inundaciones
- Permisos por NPDES ( National Pollutant Discharge Elimination System )

### **Ingeniería mecánica**

- Datos de escalas para camiones

### **Protección contra incendios**

- Protección contra incendios de tubería subterránea

### **Ingeniería eléctrica**

- Planos de localización de controles
- Bancos de ductos eléctricos
- Rutas de controles y alumbrado
- Planos de localización de control
- Controles de barreira especiales para cercado

### **Tuberías**

- Selección de tamaños y materiales para tubería presurizada
- Planos de localización de controles
- Localización de tubos de drenaje



#### **4.4.8. INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que serán usadas por esta disciplina para la ejecución del proyecto. Lo siguientes son áreas típicas que deberán ser incluidas en esta sección

- La definición de roles y responsabilidades por parte del equipo de esta disciplina así como de los ingenieros que intervengan por parte del cliente y/o cualquier otro equipo de trabajo como un tercero en la ejecución del proyecto (proveedores, licenciadores, subcontratistas, etc).
- Uso de programas computacionales de análisis , cálculos manuales y estándares de diseño y Descripción de los sistemas gráficos computacionales empleados.
- Filosofías de construcción , fabricación, compra, y el uso de unidades estructurales modulares y su efecto en el alcance de servicios.
- Nivel preliminar de diseño, estudios alternativos y lo relacionado a materiales de remoción

Deberá incluir las actividades necesarias para la elaboración de los documentos siguientes:

- Planos de estructuras metálicas, primeramente suministrados por la parte responsable del análisis y diseño de las estructuras como Planos de Diseño y posteriormente para su aprobación preparados por el fabricante y el montador como Planos de Taller y Montaje para la ejecución del trabajo estos planos.
- Bases de diseño Civil Estructural para Instalación de drenajes: pluvial, aceitoso, químico, sanitario, aguas jabonosas
- La elaboración de planos de estructura metálica:
  - Lista de materiales. (tipo, dimensiones, longitudes, cantidad y pesos)  
El acero estructural puede considerar los siguientes elementos:
  - Anclas de acero estructural y Armaduras.
  - Bases de acero estructural y Columnas de acero estructural.
  - Conectores de cortante, perfiles laminados.
  - Estructuras de soporte de tuberías, transportadores y similares.
  - Escaleras y barandales.
  - Monorrieles de perfiles estructurales.
  - Placas de piso lisas o antiderrapantes.
  - Piezas de apoyo de acero estructural para puentes.
  - Pasadores.
  - Rejillas de piso.
  - Tornillos de taller y de campo.
  - Vigas y trabes.



► **Referencias y estándares**

Las referencias siguientes son aplicables en esta área: ASTM, ACI, IMCA, AWS, AISI

► **Requerimientos Especiales**

Esta sección deberá señalar cualquier recurso especial que será empleado para el proyecto, y dentro de esta área se puede señalar lo típico concerniente a:

- Ductos eléctricos, de instrumentación y telecomunicaciones.
- Programas de computación que serán requeridos para completar el diseño
- Materiales en General.
  - El agua que se utilizara en la elaboración de los concretos
  - Los agregados fino (arena) y grueso (grava) para concreto
  - El diseño de la cimbra
  - Los aditivos a usarse en el concreto, cuando se requiera, o así se permita
  - Concreto, cemento, acero de refuerzo, acero estructural.

► **Técnicas y filosofía de instalación**

- Métodos de instalación y construcción que serán empleados en el diseño civil estructural y requerimientos especiales para transportación y construcción (alzado, erguido y rigidez)

► **Entregables al cliente y otras disciplinas**

La lista de entregables concernientes a esta área pueden incluir en forma enunciativa más no limitativa, los siguientes:

- Planos de plataformas, escaleras y barandales en equipos verticales, horizontales, atmosféricos, operación de válvulas etc.
- Apoyos especiales para tuberías, edificios y estructuras en general
- Estructuras de apoyo y servicio a equipo
- Protección contra incendio de equipo y torres
- Memorias de cálculo donde aplique
- Dibujos de soportes de tubería
- La elaboración de planos de estructuras de concreto:
  - Lista de materiales. (Indicando cantidades de: concreto, cimbra, aditivos, etc.)



- Lista de varillas. (Marca, tipo, dimensiones, longitudes y pesos).

► **Coordinación Interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

**Ingeniería civil**

- Nivelación, terminación de pisos y drenajes
- Instalaciones subterráneas

**Tubería**

- Planos de localización de controles de equipo
- Secciones de tubería y elevaciones
- Cargas en esfuerzos (stress load)

**Ingeniería mecánica**

- Tamaños, pesos, y centros de gravedad preliminares de equipos
- Dibujos de equipos de proveedores
- Pesos y cargas para cimentación

**Arquitectura**

- Requerimientos por códigos
- Materiales de construcción
- Elevaciones, planos estructurales

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a, los siguientes aspectos del proyecto :

- Localización del personal de la empresa encargada de la ejecución del proyecto (ingeniería, procura, construcción etc.)
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a proveedores: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a \_\_\_ : \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Dibujos para construcción
- Condiciones de límite de baterías
- Soporte para pruebas y arranque
- Soporte para construcción
- Partes de repuesto



#### **4.4.9. ARQUITECTURA**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que se serán usados para cubrir los siguientes aspectos, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- Estudios de factibilidad
- Análisis de sitio (impacto ambiental, interfase de instalaciones)
- Planeación en sitio
- Códigos aplicables
- Diseño esquemático
- Desarrollo del diseño
- Documentos para construcción
- Diseño interior
- Inventario de equipo y accesorios
- Cotizaciones para el alcance del trabajo arquitectónico
- Inspecciones de sitio para condiciones existentes

##### **► Entregables al cliente y otras disciplinas**

La lista de entregables concernientes a esta área pueden incluir en forma enunciativa más no limitativa lo relacionado con:

- Documentos arquitectónicos y Dibujos de ingeniería
- Modelos y maquetas electrónicas
- Especificaciones por disciplinas para interfase con el área de arquitectura
- Ordenes de compra.
- Listas de materiales y requerimientos especiales
- Programas específicos de disciplina
- Software y documentación de éste

##### **► Coordinación Interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:



### **Ingeniería civil**

- Plano de sitio

### **Tubería**

- Planos de localización de controles
- Instalaciones en pared

### **Protección contra incendios**

- Requerimientos adicionales
- Materiales peligrosos
- Localización de regaderas

### **Estructuras**

- Detalles de escaleras
- Planos de vigas
- Planos de columnas

### **HVAC**

- Distribución de ductos
- Localización de difusores
- Localización de equipos
- Instalaciones en pared
- Diagramas para ventilación y calefacción
- Difusores de aire

### **Ingeniería eléctrica**

- Planos de alumbrado (gabinetes y lámparas)
- Localización de paneles
- Localización de transformadores
- Instalaciones en pared

### **Sistemas de control e instrumentación**

- Layout de cuarto de control

### **► Suposiciones y aclaraciones**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a los siguientes aspectos del proyecto:

- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Dibujos para construcción “as built”
- Capacitación para el personal
- Manuales y filosofías de operación
- Soporte para pruebas y arranque
- Soporte para construcción
  
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
  
- Salidas estimadas a proveedores: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
  
- Salidas estimadas a \_\_\_ : \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.



#### **4.4.10. INGENIERÍA AMBIENTAL**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que se serán usados para cubrir los siguientes aspectos, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- Descripción de cualquier base de datos especial adicional que será empleada en la preparación de los documentos
- Desarrollo de reportes y evaluaciones ambientales
- Elaboración de diagrama de bloque
- Descripción preliminar de las cuestiones ambientales respecto al proceso
- Elaboración de los requerimientos de materiales de construcción con relación a la disciplina
- Identificación de actividades e información que den soporte en cuestiones ambientales
- Desarrollo de criterios ambientales para el diseño del proceso e instalaciones
- Preparación de aplicaciones ambientales al proceso
- Elaboración de una filosofía para el control ambiental del proceso (conjuntamente con el área de instrumentación y control)

##### **► Entregables al cliente y otras disciplinas**

La lista de entregables concernientes a esta área pueden incluir en forma enunciativa más no limitativa lo relacionado con:

- Tipos de dibujos ingenieriles
- Estudios o reportes
- Licencias o permisos ambientales
- Filosofía para el control ambiental del proceso
- Permisos ambientales requeridos para construcción



► **Coordinación Interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

**Ingeniería civil**

- Información sobre precipitaciones
- Elevación de sitio
- Volúmenes de contaminantes

**Ingeniería Estructural**

- Integración de estructuras para contaminantes
- Requerimientos para estructuras de concreto

**Sistemas de control e instrumentación**

- Filosofías de control

**Proceso**

- DTI's
- Diagramas de flujo
- Balances de materia
- Hoja de datos de equipo
- Diagramas de flujo para emisiones ambientales

**Ingeniería eléctrica**

- Clasificación de áreas

**Tubería**

- Arreglos de equipo

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a los siguientes aspectos del proyecto:

- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a \_\_\_\_\_ con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.



#### **4.4.11. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que se serán usados para cubrir los siguientes aspectos, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- La definición de roles y responsabilidades por parte del equipo de esta disciplina y el tipo de entregables que será producido. El rol por parte por parte del cliente y/o cualquier otro equipo de trabajo (proveedores, licenciadores, subcontratistas, etc).
- Planos de distribución de la red de agua contra incendio, incluyendo hidratantes, monitores, sistema de aspersión, sistemas de desfogue, sistemas de detectores de gases e integración con los sistemas nuevo o existentes.
- Diagramas y especificaciones de sistemas de seguridad.
- Análisis de Riesgos
- Con el Sistema de Seguridad se deberá suministrar la cantidad y tipo de sensores, la cantidad y localización de los sensores deberán ser de acuerdo al Análisis de Riesgo.
- Interfases con los sensores y elementos de actuación (I/O)
- Sistema de fuerza ininterrumpible (UPS) que alimente a todos los dispositivos del Sistema de Seguridad, y a la instrumentación de campo asociada.

##### **► Referencias y estándares y recursos especiales necesarios**

- FPH, NEC, NFPA, OSHA, FM, API, UL, etc., aplicables.

##### **► Técnicas y filosofía de instalación**

- Por lo general el Sistema de Seguridad deberá ser instalado basándose en un Controlador Lógico Programable (PLC), para efectuar el monitoreo de las condiciones de riesgo. El equipo y la operación del Sistema de Seguridad suele ser totalmente independiente del Sistema de Control Distribuido y del PLC del Sistema de paro de Planta (Shutdown).
- La instalación del Sistema de Seguridad requiere la capacidad de comunicarse con los Sistemas Digitales de Control (SCD/SAD) de manera inteligente, para comunicar el estado operativo y funcional del equipo. Para ello suele requerirse las interfases adecuadas e integración al SCD, mediante los servicios (Hardware y Software) del fabricante para enlazar los Sistemas.



### ► Entregables al cliente y otras disciplinas

La lista de entregables concernientes a esta área pueden incluir en forma enunciativa más no limitativa lo relacionado con:

- Detectores, equipos y accesorios, cables, programas, paquetes, protocolos, manuales, partes de repuesto, licencias, servicios y garantías requeridas para la instalación, configuración, integración, puesta en marcha y operación del Sistema de Seguridad de la planta.
- Diagnósticos del sistema: Fallas permanentes, Fallas intermitentes, Fallas de memoria, Fallas del microprocesador, Fallas de comunicación, principalmente.
- Los dispositivos del Sistema de Seguridad: Estructuras de soporte (Gabinetes)
- Hardware y software relacionados a todos los componentes físicos del Sistema de Seguridad :Arquitectura y Sistema de comunicaciones.
- Dibujos de ingeniería
- Especificaciones por disciplinas para interfase con el Sistema de Seguridad
- Ordenes de compra.
- Listas de materiales y requerimientos especiales
- Programas específicos de disciplina
- Estudios y análisis relacionados con cada disciplina
- Manuales de operación de la planta
- Manuales de mantenimiento
- Memorias de cálculo donde aplique
- Especificaciones generales y prácticas de ingeniería
- Catalogo de fabricantes
- Dibujos de los fabricantes para todo el sistema

### ► Coordinación Interdisciplinaria

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

#### **Ingeniería civil**

- Plano de instalaciones subterráneas
- Condiciones de suelo
- Interfases de tubería

#### **Tubería**

- DTI's
- Planos de localización de controles
- Planos de tuberías

#### **HVAC**

- Distribución y localización de ductos
- Requerimientos de ventilación

#### **Arquitectura**

- Planos de pisos
- Elevaciones de edificios
- Planos de techos
- Requerimientos por códigos



**Proceso**

- Flamabilidad / combustibilidad
- Localización de equipos
- Localización de materiales peligrosos
- DTI's

**Ingeniería eléctrica**

- Planos de alumbrado
- Localización de interfases
- Clasificación de áreas
- Requerimientos de equipo eléctrico

► **Suposiciones y aclaraciones**

Los temas típicos concernientes deben incluir, pero no limitar a los siguientes aspectos del proyecto:

- Confiabilidad de la información suministrada por el cliente
- Dibujos para construcción "as built"
- Capacitación para el personal
- Manuales y filosofías de operación
- Soporte para pruebas y arranque
- Soporte para construcción
- Salidas estimadas a sitio de instalación: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a proveedores: \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.
- Salidas estimadas a \_\_\_ : \_\_\_salidas con \_\_\_ personas promedio y duración de \_\_\_días.



#### **4.4.12. HVAC (CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO)**

##### **► Diseño de ejecución**

Esta sección deberá incluir las actividades, métodos y herramientas que se serán usados para cubrir los siguientes aspectos, que se listan en forma enunciativa más no limitativa:

- La definición de roles y responsabilidades por parte del equipo de esta disciplina y el tipo de entregables que será producido. El rol por parte por parte del cliente y/o cualquier otro equipo de trabajo (proveedores, licenciadores, subcontratistas, etc).
- Planos de distribución de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado y su integración con los sistemas nuevos o existentes.
- Diagramas y especificaciones de los sistemas

##### **► Entregables al cliente y otras disciplinas**

La lista de entregables concernientes a esta área pueden incluir en forma enunciativa más no limitativa lo relacionado con:

- Equipos y accesorios requeridas para la instalación, configuración, integración, puesta en marcha y operación los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado de la planta
- Dibujos de ingeniería
- Especificaciones por disciplinas para interfase con el Sistema de Seguridad
- Ordenes de compra, Listas de materiales y requerimientos especiales
- Programas específicos de disciplina
- Estudios y análisis relacionados con cada disciplina

##### **► Coordinación interdisciplinaria**

Esta sección deberá incluir los puntos de interfase con el cliente y las diferentes disciplinas mediante los puntos que se listan a continuación en forma enunciativa más no limitativa:

##### **Ingeniería estructural**

- Soportes de equipo

##### **Sistemas de control e instrumentación**

- Sistemas de control

##### **Tubería**

- DTI's de instalaciones de servicios

##### **Arquitectura**

- Distribución de edificios (layouts)

##### **Proceso**

- Paquetes requeridos para procuración de equipo

##### **Ingeniería eléctrica**

- Potencia auxiliar requerida

##### **► Suposiciones y aclaraciones**

Pueden aplicar aquellas consideradas en la sección general en forma enunciativa más no limitativa

*enfrentan directamente, legadas y transmitidas por el pasado”*  
*Karl Marx*

## **5. APLICACIÓN PRÁCTICA**

*"La felicidad consiste, en no hacer siempre lo que tú quieres,  
sino en siempre haber querido hacer lo que tú haces."*

*Leon Tolstoi*

## 5. APLICACIÓN PRÁCTICA

La aplicación de la guía elaborada se sitúa en mi contexto laboral, desarrollado en el periodo del 2002 al 2005 realizando para Petróleos Mexicanos (PEMEX), Proyectos de Dictámenes de Factibilidad técnica económica y ambiental elaborados por la Facultad de Química de la UNAM, particularmente realizando el Dictamen de Riesgos de Proyectos (Administración de riesgos).

### 5.1. Contexto histórico

Hoy en día los proyectos para las plantas de proceso en México, surgen principalmente por dos razones ya sea para cumplir las condiciones de normatividad ambiental vigente, impuestas por el contexto internacional globalizado; o por condiciones del entorno político, económico y/o social del país. Los proyectos para las plantas de procesos implican la ampliación, modernización, reparación y/o la creación de infraestructuras.

PEMEX es una de las más grandes empresas de nuestro país y una de las diez más grandes del planeta, tanto en términos de activos, como de ingresos. Con base en el nivel de reservas y su capacidad de extracción y refinación, es la quinta compañía petrolera más importante a escala mundial, lo que la compromete cada vez más a mejorar sus procesos de extracción, producción y refinamiento de crudo y gas natural, por lo que en los últimos años, PEMEX ha planeado proyectos para mejorar su infraestructura global y es en algunos de esos proyectos en los que ha participado la UNAM para dictaminar.

Así bien, el marco histórico que engloban los proyectos de “Dictamen de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental” elaborados por la Facultad de Química de la UNAM surgen por una necesidad de carácter gubernamental derivado del artículo 56 en el 2002, 48 en el 2003, 49 en el 2004 y 46 en el 2005 vigente actualmente, del Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para los ejercicios fiscales respectivos de cada año. Aunque ha sufrido algunas modificaciones en cuanto a los montos de los proyectos a evaluarse, sigue conteniendo en esencia el mismo sentido del original que expongo a continuación.

**“Artículo 56:** Con el propósito de evitar retrasos y costos adicionales en la ejecución de los nuevos programas y proyectos de inversión pública en infraestructura de hidrocarburos, eléctrica, transporte e hidráulica, incluyendo los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, las dependencias y entidades, antes de publicar la convocatoria para la licitación respectiva, **deberán contar con el dictamen favorable de un experto, sobre lo siguiente:**

1. El proyecto ejecutivo de obra pública, integrado por los estudios de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera; así como proyectos, planos, especificaciones y **programas de los trabajos a realizar, y**

2. El análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental del programa o proyecto. Las dependencias y entidades deberán obtener el dictamen señalado en el párrafo anterior, para todos los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, así como para aquellos programas y proyectos de inversión destinados a la creación, modificación, conservación o adquisición de bienes de capital productivo, cuyo costo total **exceda los 30 millones de pesos (100 millones en 2005).**



*El dictamen señalado en el primer párrafo de este artículo sólo podrá ser emitido por personas físicas o morales que acrediten ante las dependencias y entidades probada experiencia en la elaboración o revisión de análisis de factibilidad técnica y económica o de proyectos ejecutivos de obra, según corresponda, así como el uso de procedimientos transparentes de revisión que incluyan el análisis de riesgos en la ejecución y operación de los programas o proyectos. .... El dictamen que se emita deberá incluir los argumentos que fundamentan el sentido del mismo. El dictamen sobre el proyecto ejecutivo deberá incluir una opinión sobre los plazos de ejecución, costos y especificaciones técnicas. ...”*

Por lo expresado en el artículo 56, actualizado al hoy vigente en el 49, y para dar cumplimiento a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda en lo referente al Dictamen en el documento “Lineamientos para la determinación de los requisitos que deberán cumplir los expertos que dictaminen sobre los análisis de evaluación de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los criterios generales a que se sujetará la emisión del dictamen correspondiente” (Anexo 1); la Industria Petrolera Estatal denominada Petróleos Mexicanos (PEMEX) e integrada por, PEMEX-Exploración y Producción, PEMEX-Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica, y PEMEX-Petroquímica, solicitó para los proyectos listados en el anexo 2 a la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Química en colaboración en alguno de ellos con la Facultad de Ingeniería, elaborar el Dictamen de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental del Proyecto respectivo.

Bajo este contexto la Facultad de Química por medio del Departamento de Ingeniería Química logra conformar un grupo interdisciplinario de profesionistas, del cual he formado parte, para el desarrollo de los trabajos involucrados en los dictámenes solicitados por el cliente PEMEX de cada proyecto particular, resaltando la labor pionera en este tipo de proyectos, al establecer el organigrama (Figura 18 y la forma del desarrollo para ello (Figura 19 que ha estado vigente desde el inicio a la fecha y ha resultado satisfactoria en términos generales.

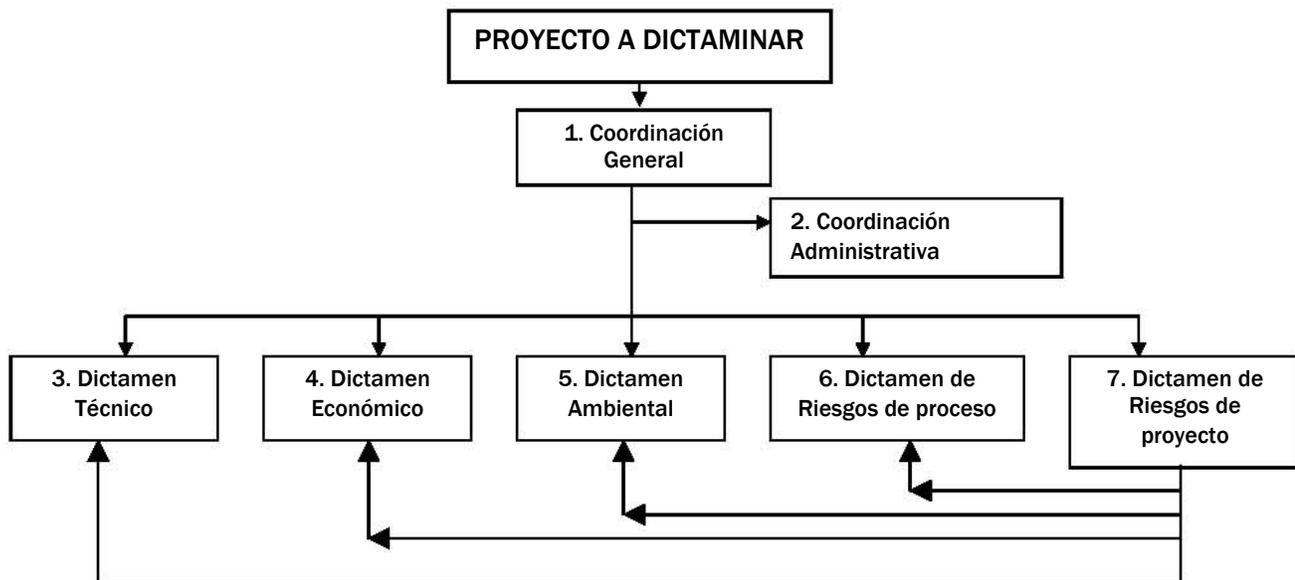


Figura 18 Organigrama para los proyectos de dictámenes de factibilidad técnica, económica y ambiental por la Facultad de Química.

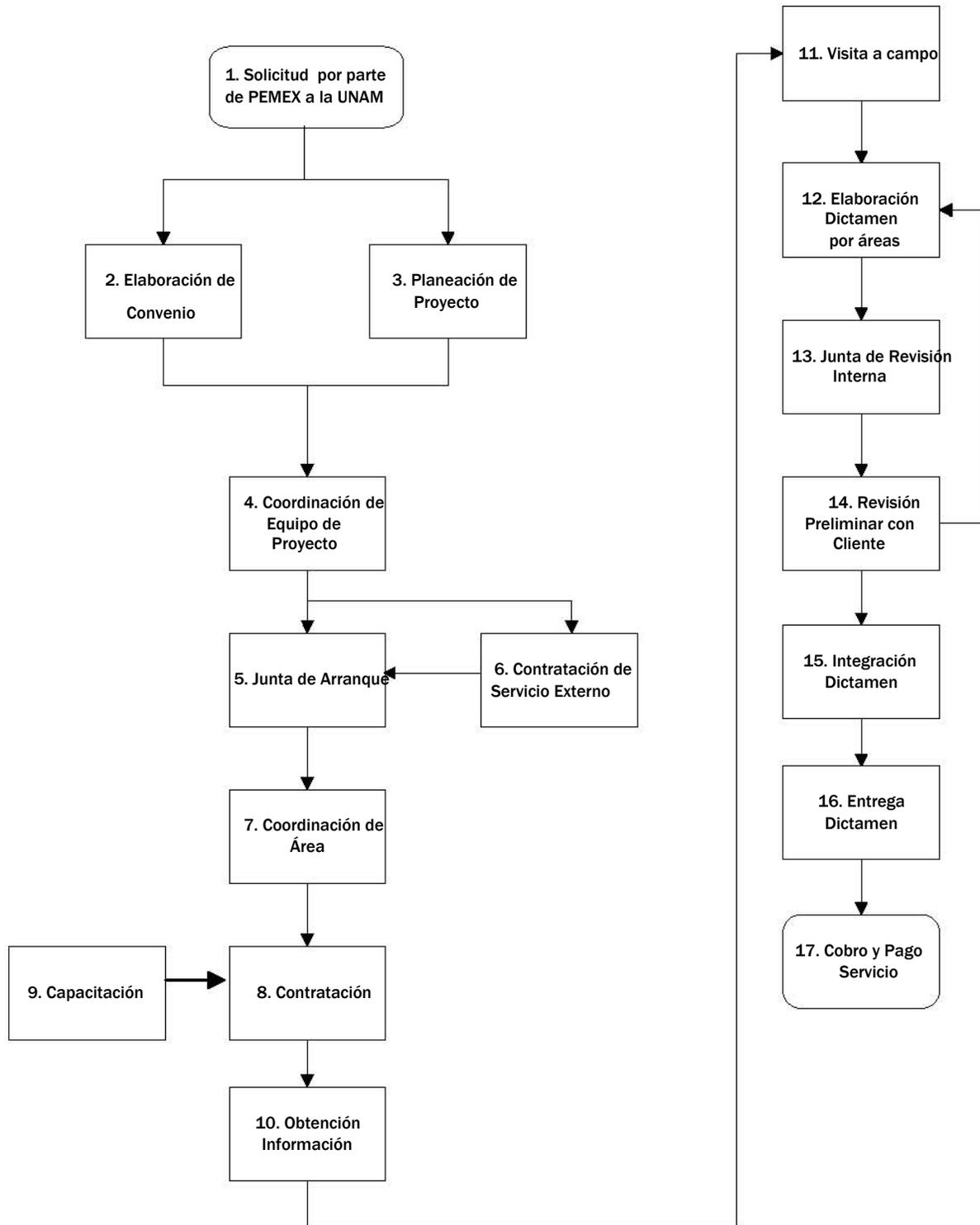


Figura 19 Diagrama de flujo implementado para el desarrollo de dictámenes de factibilidad técnica, económica y ambiental por la Facultad de Química.



Mi participación y el contexto de aplicación de la guía elaborada en este trabajo de tesis se centra en la elaboración del Dictamen de Riesgos de Proyecto a fin de cumplir los puntos 11, 12, 14 y 15 de los lineamientos señalados en el (anexo 1) referentes a:

*“Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles; la Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o proyecto que puedan afectar su rentabilidad; a dictaminar sobre el proyecto ejecutivo de obra, considerando si los estudios, proyectos, planos, especificaciones y programas de los trabajos a realizar referentes al programa o proyecto de inversión son adecuados y suficientes para iniciar la ejecución del mismo y recomendar ejecutar el proyecto conforme al calendario y características previstas; Ejecutar el proyecto sujeto a ciertas condiciones; Aplazar la ejecución del proyecto; Rechazar el proyecto, o Realizar más estudios o acciones referentes al proyecto ejecutivo de obra y los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, antes de tomar una decisión definitiva”.*

### **5.1.1. Descripción del Dictamen de riesgos de proyecto**

Para los proyectos listados en el anexo 2 el Dictamen de Riesgos de Proyecto, como parte del Dictamen de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental, estaba dirigido únicamente a identificar los riesgos durante la ejecución del proyecto y a la ponderación de sus impactos; mediante el análisis de la probabilidad y la gravedad asociada en el tiempo de ejecución y costo, para cada una de las obras de inversión que los integraban.

Para cada proyecto, el Dictamen de Riesgos de Proyecto abarcó 6 puntos principales:

- Antecedentes
- Consideraciones
- Dictamen
- Metodología utilizada
- Resultados
- Recomendaciones

#### **➤ Antecedentes**

En esta sección de manera general se describe el objetivo y características de cada proyecto haciendo énfasis en lo referente a los riesgos de proyecto durante la ejecución del mismo. El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, si ocurre, tiene un efecto positivo (oportunidad) o negativo en algún objetivo del proyecto. Un riesgo tiene una causa, y si esta ocurre, una consecuencia. La necesidad de administrar la incertidumbre durante el ciclo de vida de un proyecto, requiere de un área formal que se encargue de ello, conocida generalmente como Administración de Riesgos. Un plan de Administración de Riesgos, representa un proceso sistemático que permite identificar, analizar y responder a los riesgos que pueden afectar la terminación oportuna del proyecto, tomando en cuenta eventos tanto externos como internos que ponen en riesgo al proyecto, incluyendo el cómo planear la respuesta al riesgo y cómo monitorear éstas.



➤ Consideraciones

En este apartado se enumeran los criterios que se tomaron en cuenta para la elaboración del dictamen con base en visitas a campo, retroalimentación con el cliente y el análisis de la información por especialistas.

➤ Dictamen

Con base en los resultados obtenidos se emiten el dictamen correspondiente relacionado al impacto de riesgos en tiempo y costo del proyecto para un caso optimista y un caso pesimista.

➤ Metodología

En forma general la metodología aplicada para la elaboración del dictamen de riesgos de proyecto se basa en el PMBOK GUIDE en la sección correspondiente a la Administración de riesgos. La aplicación de esta metodología consiste en tres etapas generales descritas a continuación y se considera el modelo mostrado en la Figura 20 que muestra las áreas que generan riesgos y pueden afectar el presupuesto y programación asignada a la ejecución del proyecto en particular y donde la Figura 21 muestra algunos de los riesgos específicos asociados a cada área.

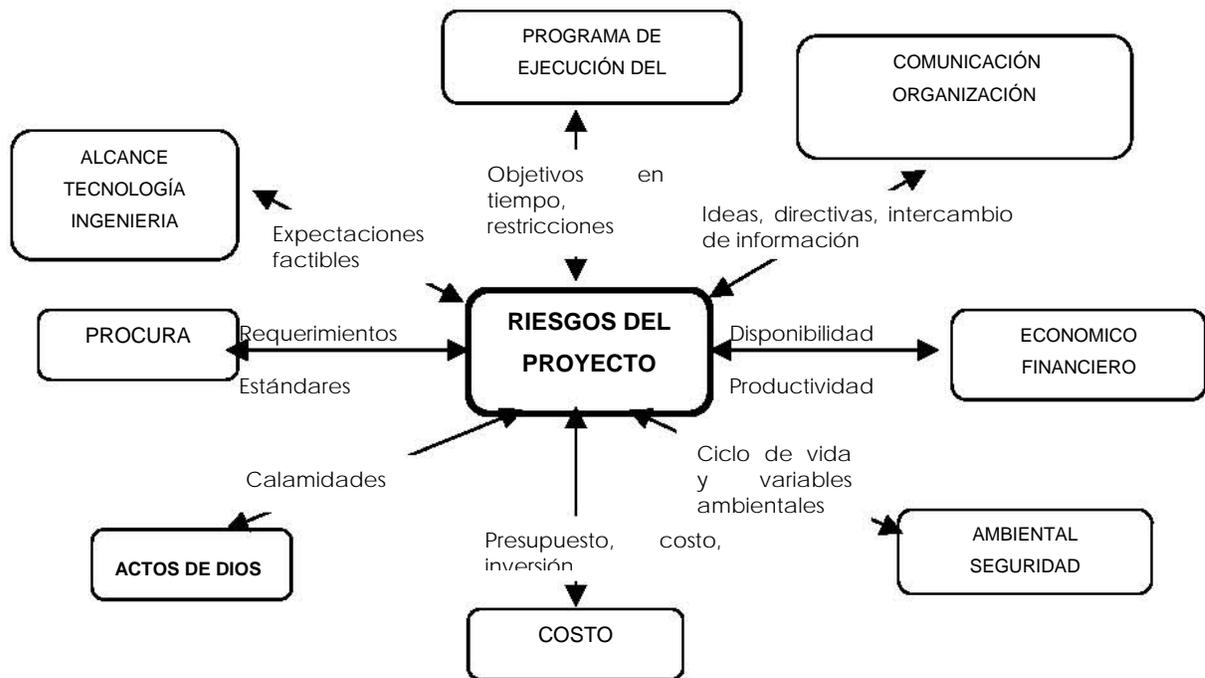


Figura 20. Estimación del riesgo en diferentes áreas.

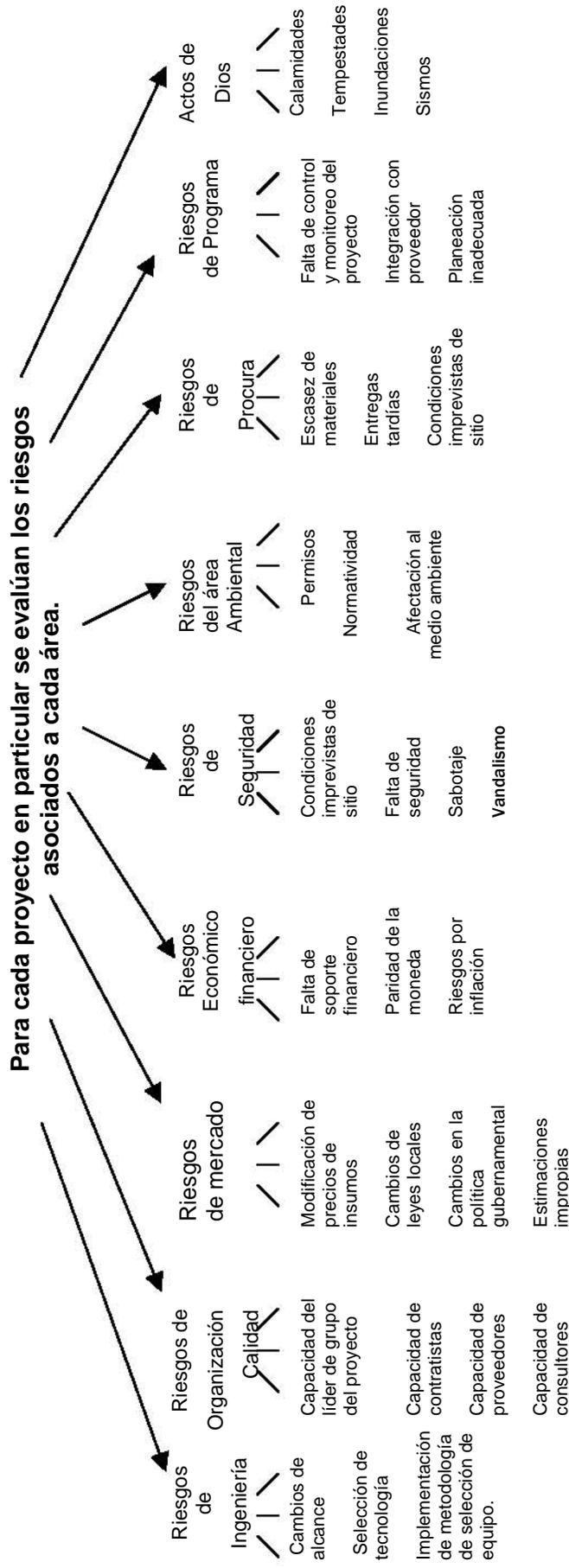


Figura 21. Riesgos específicos asociados a cada área en la ejecución del proyecto



1ª Identificación de Riesgos. La identificación de riesgos incluyó el determinar cuáles son los riesgos que pueden afectar el proyecto particular, basándose en la información proporcionada y existente, así como la opinión y experiencia de especialistas referentes a las particularidades de cada proyecto. En esta primera etapa se consulta y se llena 3 formatos básicos respectivos mostrados al final de este apartado y que han sido elaborados con base en PMBOK GUIDE de la sección correspondiente a la administración de riesgos:

2ª Análisis Cualitativo: El análisis Cualitativo es el proceso de evaluar el impacto y probabilidad de los riesgos identificados y asociados a las actividades y el contexto global durante la ejecución del proyecto en particular, con base en el análisis de la información existente. Este análisis se realiza siguiendo el esquema de la figura 22.

Esta evaluación tomó como base los parámetros mostrados en la matriz de impacto y probabilidad de las tablas mostradas en la figura 23 y 24 respectivamente establecidas por el PMBOK GUIDE. En este proceso una vez evaluados los riesgos se jerarquizan; al conocer la jerarquización de riesgos, se obtiene un rango de probabilidad global del proyecto respecto a la incidencia de riesgos, el cual es usado en la etapa posterior de evaluación cuantitativa.

3ª Análisis Cuantitativo: Éste apunta al análisis numérico de la probabilidad de cada riesgo individual y su consecuencia en los objetivos globales del proyecto. Consiste en la simulación en diferentes escenarios dentro de un rango de probabilidad, obtenido del análisis Cualitativo que genera la cuantificación global del impacto en el costo y en el tiempo de ejecución del proyecto, para cada escenario probabilístico. Para llevar acabo la simulación en diferentes escenarios probabilísticos, se utilizó el Software Risk+ acoplado a Microsoft Project; el cual emplea el método estadístico Monte Carlo. Cabe señalar que al concluir respecto al impacto de riesgos del proyecto en general, se consideran principalmente los resultados de los casos más optimista y más pesimista.

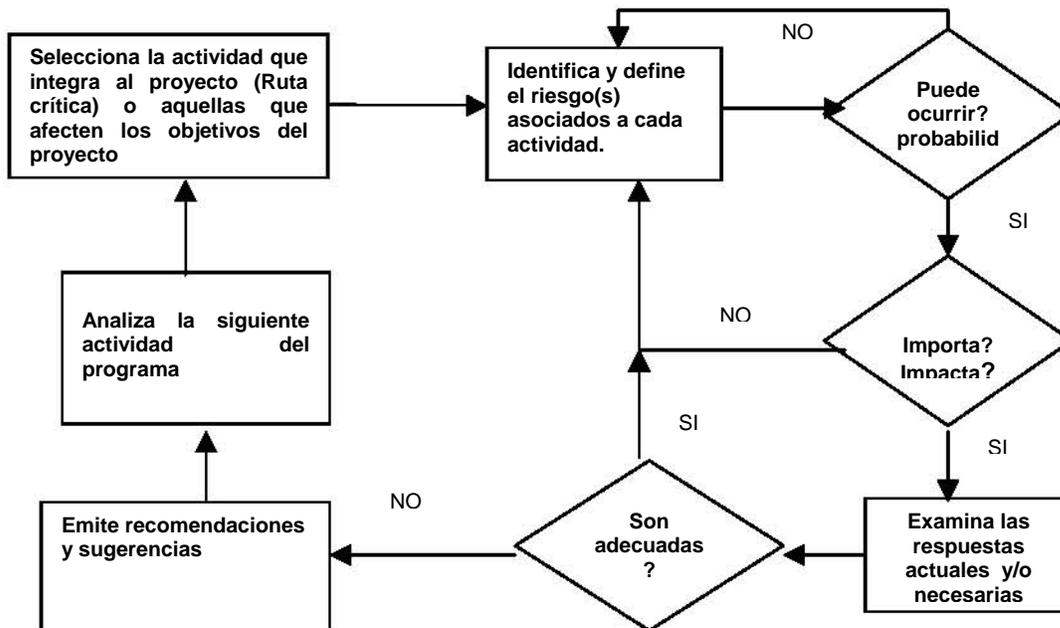


Figura 22. Diagrama de flujo para el análisis cualitativo de riesgos.



*Evaluación para un riesgo específico					
Probabilidad	Evaluación del riesgo = P x I				
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05	0.1	0.20	0.4	0.80
<b>Impacto en alguno de los objetivos principales(costo, tiempo, alcance, calidad)</b>					

Figura 23. Matriz de Probabilidad P - Impacto I \*

\* Con base en esta matriz cada riesgo proporciona un grado de probabilidad e impacto y se puede identificar el grado de afectación de éstos. Si su evaluación cae dentro de la zona oscura se consideran de alto impacto, en la zona blanca representa un grado moderado, y en la zona gris no representa gran efecto en los objetivos del proyecto.

Objetivo del proyecto	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy alto 0.8
<b>COSTO</b>	Incremento en costo sería insignificante	Incrementos menores al 5%	Incrementos de 5 al 10%	Incrementos de 10-20%	Incrementos mayores al 20%
<b>PROGRAMA</b>	El retraso en el programa sería despreciable	El retraso sería menor al 5%	El retraso global del proyecto en un rango de 5-10%	El retraso global en un rango de 10-20%	El retraso del proyecto sería mayor al 20%
<b>ALCANCE</b>	Decrementos en el alcance no serían muy notorios	Áreas menores del alcance serían afectadas	Áreas mayores del alcance serían afectadas	La reducción del alcance sería inaceptable para el cliente.	El término del proyecto sería efectivamente inútil
<b>CALIDAD</b>	La degradación en la calidad sería poco notoria	Solo las aplicaciones muy exigentes se verían afectadas	La reducción de la calidad requiere la aprobación del cliente.	La reducción de la calidad es inaceptable por el cliente	El término del proyecto sería efectivamente inútil

Figura 24. Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto



➤ **Resultados**

En este apartado del dictamen son mostrados los resultados obtenidos del Análisis Cualitativo y del Análisis Cuantitativo para la evaluación de riesgos de cada proyecto. Y consiste en el llenado de tres formatos que se integran en cada dictamen respectivo y que son descritos a continuación:

**FORMATO A:** Este formato muestra una lista donde se identifican los riesgos generales que pueden afectar la ejecución del proyecto, clasificándolos de acuerdo a su origen. Esta lista se genera de acuerdo a las características, el análisis de la información proporcionada y existente y la opinión de los especialistas participantes en el dictamen de cada proyecto particular.

**FORMATO B:** Considera los parámetros de evaluación cualitativa para los riesgos del proyecto, a fin de que los especialistas de cada área, cuenten con los elementos de evaluación adecuados en este proceso.

**FORMATO C:** Cuestionario para la evaluación cualitativa de los riesgos del proyecto identificados. En este formato se agrupan los riesgos identificados en el proyecto con sus respectivas características en nueve áreas diferentes de acuerdo a su tipo, para ser evaluados cualitativamente en cuanto a la probabilidad de cada riesgo y el impacto asociado respectivo, basándose en el formato B.

➤ **Recomendaciones**

Con base en los resultados obtenidos se emiten en esta sección las recomendaciones necesarias para mitigar los riesgos identificados.



## 5.2. Contexto de aplicación

Dado los objetivos con los que debe cumplir un Dictamen de Riesgos de Proyecto y la utilidad de lo realizado en la “Guía para la definición del Alcance de Ingeniería en Proyectos de Plantas Industriales”, el contexto de aplicación tiene dos enfoques que hay que diferenciar desde el inicio, para aclarar que solo se centra en uno de ellos y que es relacionado a lo realizado en este trabajo de tesis.

Por un lado se tiene la metodología para realizar el dictamen de Riesgos de proyecto, basado en el proceso de “Administración de Riesgos” que forma parte del contexto global de la “Administración de Proyectos” y que no es el objeto principal de estudio en esta tesis, por lo que no se profundiza en ello en este trabajo. Por otro lado es la aplicación de lo elaborado en esta tesis a la serie de pasos que implica la metodología del Dictamen de Riesgos y que en ello la radica la presentación de este apartado. Señalando que para lo presentado aquí, se considera que la metodología de riesgos indica el qué hacer y la guía elaborada en esta tesis indica parte del cómo hacer.

Mi participación en los proyectos a lo largo del periodo 2002 al 2005 ha sido enfocada en tres actividades globales, que se muestran desglosadas para cada proyecto en [el anexo 2](#) y que considero, siempre han estado integradas: la elaboración de la metodología para realizar el Dictamen de Riesgos de Proyecto que se estableció al inicio y que ha estado vigente, la realización del análisis cualitativo de riesgos y la revisión del análisis cuantitativo de riesgos para la integración de toda la información generada en el dictamen de Riesgos de proyecto; esto aunado a la capacitación de personal dado el número de proyectos que se manejaron en paralelo y la diversidad de ellos.

Cada proyecto de dictamen tenía una fecha de inicio y finalización determinada, al igual que un alcance y un presupuesto asignados. La duración variaba entre 4 a 7 semanas dependiendo la complejidad y características de cada proyecto a analizar; por similar que parecieran las actividades, los proyectos eran diferentes aunado a las circunstancias que fueron cambiantes (personal, tiempos, coordinación, etc.).

Con base en los objetivos que debería cumplir el Dictamen de Riesgos de Proyecto, **la definición del alcance de cada proyecto era clave**: para la mayoría de los dictámenes realizados de los proyectos citados en el [anexo 2](#), una de las principales desventajas fue el hecho de no contar con el alcance definido o bien, muy general ya que para algunos proyectos se limitaba a decir “el alcance del proyecto contempla: ingeniería básica, ingeniería de detalle, procura, construcción y puesta en marcha”.

Dado que las propuestas de los proyectos fueron hechas en una etapa previa a la licitación, no se contaba con información al 100% para poder establecer el alcance (actividades) en su totalidad y desarrollar un programa completo que englobará las actividades y/o documentos del proyecto, para analizar los factores de riesgos asociadas a ellas; por lo que la guía propuesta en este trabajo de tesis apoyo en el desglose del programa de ejecución requerido específicamente para el análisis cuantitativo de riesgos.

En la figura 25 se presenta de manera general los pasos a seguir para la elaboración del programa de ejecución en el dictamen de Riesgos de proyecto, remarcando que el trabajo realizado en esta tesis sirvió para desarrollar los puntos 6 y 7 de esta secuencia.



1. Se analiza el resumen ejecutivo del proyecto entregado por el cliente a través del coordinador del proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Objetivo</li> <li>b) Características</li> <li>c) Plazos y montos</li> <li>d) Alcance</li> <li>e) Etc.</li> </ul>
2. Se Identifica el tipo de proyecto de que se trata:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ingeniería</li> <li>b) Procura</li> <li>c) Construcción</li> <li>d) IPC</li> </ul>
3. Identifica las especialidades y áreas que están involucradas en el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Especialidades</li> <li>b) Áreas</li> <li>c) Otros</li> </ul>
4. Se confirma con el cliente si se cuenta con un programa de ejecución del proyecto. Si se tiene se verifica que cumpla con las características para realizar el dictamen de riesgos de proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) alcance en un 80-90%</li> <li>b) alcance por especialidades</li> <li>c) montos asignados a cada actividad del alcance</li> <li>d) duraciones de las actividades del alcance</li> </ul>
5. De no contar con un programa de ejecución del proyecto o que este estuviese incompleto para fines del dictamen se procede a elaborar el programa de ejecución del proyecto siguiendo los pasos 6,7 y 8.	
6. Se establece un alcance de entregables del proyecto con base en:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Información del cliente</li> <li>b) Guía propuesta en la tesis</li> <li>c) Normas aplicables y/o relacionadas</li> <li>d) Información generada por especialistas del dictamen.</li> <li>e) Experiencia en proyectos similares</li> </ul>
7. Se desglosa el programa de ejecución del proyecto consultando la guía propuesta en la tesis para:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Definir los entregables por disciplinas (Manual de procedimientos. Hoja de datos. Criterios de diseño. Especificaciones particulares. PRC Procedimientos de cálculo. Memoria de cálculo. Volumen de obra., etc.)</li> <li>b) Asignar las duraciones y montos de cada documento en concordancia con los globales del proyecto</li> <li>c) Establecer la secuencia de los documentos del proyecto.</li> </ul>
8. Se entrega el programa de ejecución del proyectos al coordinador del dictamen para:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Revisión</li> <li>b) Aprobación</li> <li>c) Modificación</li> <li>d) Comentarios</li> </ul>
9. Aprobado el programa se procede al análisis cuantitativo de Riesgos de proyecto	

**FIGURA 25. Secuencia de pasos para elaborar el programa de ejecución del proyecto requerido en el análisis de riesgos cuantitativo.**



De forma general la guía propuesta sirvió para las siguientes actividades fundamentales de la elaboración de cada programa y que en este apartado se presentan la aplicación de ello:

- Desglosar los alcances de cada proyecto dependiendo su complejidad y la información disponible al momento de elaborar el dictamen, de acuerdo a la información recabada en esta tesis en especial lo relacionado a WBS y la Definición del alcance del proyecto por especialidades de ingeniería.
- Agrupar las actividades de acuerdo a las especialidades que participarían en cada proyecto, consultando el capítulo 4 “Definición del alcance del proyecto por especialidades de ingeniería” de la guía propuesta.
- Elaborar el programa de ejecución estableciendo un orden de precedencia de las actividades consultando la sección relacionada a los principales documentos generados en un proyecto y la matriz de precedencia de documentos de este trabajo de tesis.

Cabe señalar que los programas fueron elaborados para fines prácticos a fin de cumplir el análisis del efecto de los factores de riesgo, en el monto asignado del proyecto y la duración de éste, presentado en la etapa previa a la licitación, por lo que pueden ser objeto de complementación para fines ya de ejecución. Estos programas además de fundamentar el dictamen de riesgos de proyecto pueden ser considerados por el cliente como una guía en la secuencia de actividades y duraciones de éstas y para verificar la planeación y el alcance de las propuestas de los contratistas.

A continuación se ejemplifica la aplicación de lo elaborado en esta tesis en uno de los proyectos, considerando que es solo ilustrativo se omiten datos que pudieran afectar los ACUERDOS DE CONFIDENCIALIDAD establecidos para el proyecto citado.



### 5.3. Aplicación de la guía en el proyecto de construcción de plantas criogénicas.

#### 5.3.1. ANTECEDENTES

En los últimos años, el noreste de la República, y en particular el área de Reynosa, se ha venido constituyendo en un centro neurálgico para el desarrollo del mercado de gas natural en México, por lo que el área de Reynosa adquiere en una posición estratégica dentro de la nueva geografía operativa y comercial de este mercado. En materia de proceso, PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) planeó incrementar su capacidad instalada en el área de Reynosa, acorde con el ritmo de expansión de la oferta de PEMEX Exploración y Producción (PEP). La oferta total de gas húmedo dulce de PEP, en el activo Burgos, aunado a la producción de gas proveniente de los Contratos de Servicios Múltiples, se estima alcance 1,257 MMPCD en 2008. Por lo tanto, PGPB debe incrementar su capacidad actual de proceso de gas húmedo dulce, de 750 MMPCD hasta 1,300 MMPCD.

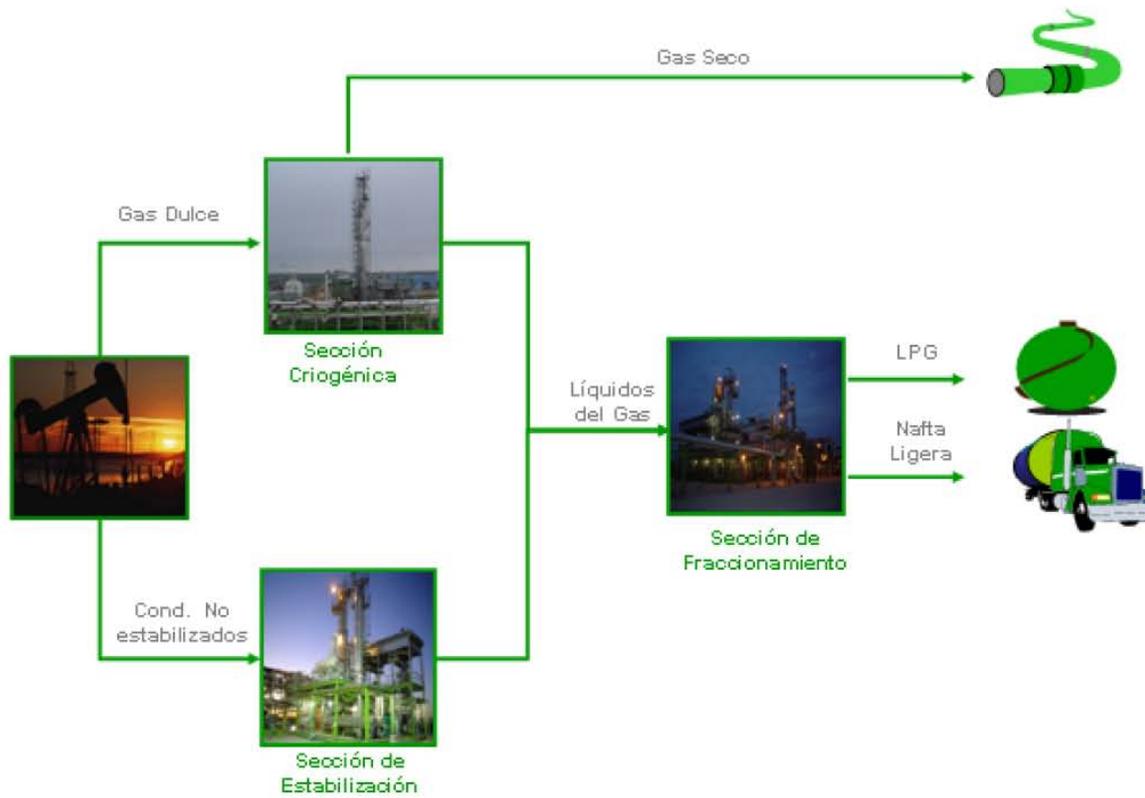
Dicha expansión incluyó la construcción del nuevo Complejo Procesador de Gas Burgos, conformado en una primera fase por dos plantas criogénicas modulares de 200 millones de pies cúbicos diarios cada una —la primera de las cuales incluye la estabilización de condensados—, una Terminal de Recibo y Distribución de Gas Licuado y Gasolinas Naturales y los edificios administrativos. En una segunda fase, se prevé construir otras dos plantas criogénicas modulares con capacidad para procesar 200 millones de pies cúbicos diarios de gas húmedo dulce y 6 mil barriles diarios de condensados no estabilizados cada una. Asimismo, se planea incrementar la capacidad de almacenamiento de gas licuado y gasolinas mediante la construcción de dos esferas de 20 mil barriles para GLP, una esfera de 20 mil barriles para nafta ligera y un tanque vertical de 30 mil barriles para nafta pesada. En una tercera fase la construcción de dos plantas criogénicas de 250 MMPCD de capacidad cada una.



El CPG Burgos está situado a 19 kilómetros de la zona urbana de la Ciudad de Reynosa, en un predio de terreno natural con un área de 58 hectáreas lindante a la Estación de Compresión No. 19 del Sistema de Gas Natural (Ductos) por el este; por el oeste colinda con la estación de medición de PEP. Al sur por la autopista federal Reynosa-Monterrey kilómetro 20 y al norte por el Rancho Los Sáenz.



Complejo Procesador de Gas Burgos,



Procesos de producción en el CPG Burgos

### 5.3.2. ETAPAS NORMALES EN EL PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL.

- ENDULZAMIENTO

En el proceso de Endulzamiento de Gas se remueven los contaminantes  $H_2S$  (ácido sulfhídrico) y  $CO_2$  (dióxido de carbono) del Gas Húmedo Amargo recibido de los pozos productores. Este proceso consiste en la absorción selectiva de los contaminantes mediante una solución acuosa a base de aminas, la cual circula en un circuito cerrado donde es regenerada para su continua utilización.

El gas natural sin contaminantes se denomina Gas Dulce Húmedo y constituye el producto principal de este proceso y es la carga del Proceso Criogénico. Adicionalmente se obtiene una corriente compuesta por el  $H_2S$  (ácido sulfhídrico) y  $CO_2$  (dióxido de carbono) la cual se llama Gas Ácido y es la carga del Proceso de Recuperación de Azufre. (FIGURA 26.)

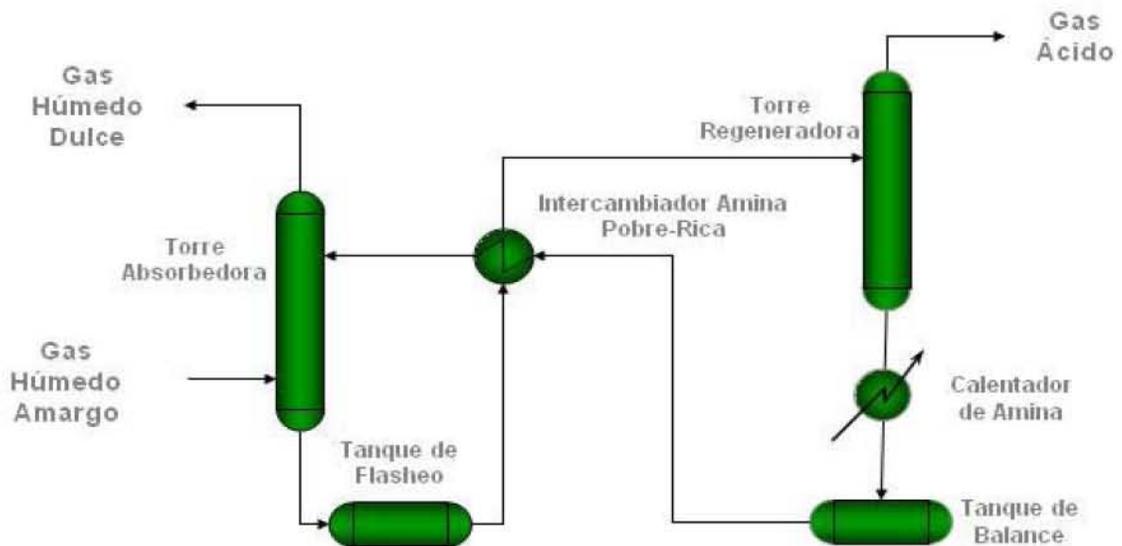


Figura 26. Sección de endulzamiento.

- PROCESO CRIOGÉNICO

En el Proceso Criogénico se recibe Gas Dulce Húmedo del Proceso de Endulzamiento o directamente de los campos productores. El Gas Dulce Húmedo pasa a una sección de secado donde se remueve el agua casi en su totalidad. Posteriormente es enfriado por corrientes frías del proceso y por un sistema de refrigeración mecánica externo. Mediante el enfriamiento es posible la condensación de los hidrocarburos pesados (etano, propano, butano, etc.) los cuales son separados y enviados a rectificación en la torre desmetanizadora. El gas obtenido en la separación pasa a un turboexpansor, donde se provoca una diferencial de presión (expansión) súbita, enfriando aún más esta corriente la cual se alimenta en la parte alta de la torre desmetanizadora. (FIGURA 27.)

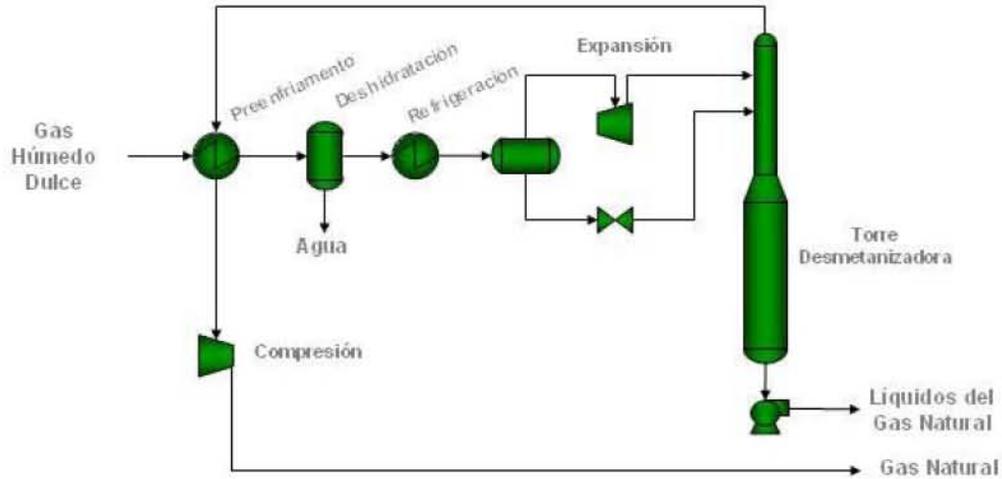


Figura 27. Sección Criogénica.

El producto principal de esta planta es Gas Residual (Gas Natural listo para comercialización) el cual es inyectado al Sistema Nacional de Ductos para su distribución. No menos importante es el producto denominado Líquidos del Gas Natural, el cual es una corriente en estado líquido constituida por hidrocarburos licuables, la cual es la carga de las plantas fraccionadoras

- **FRACCIONAMIENTO**

El Proceso de Fraccionamiento recibe líquidos del gas del Proceso Criogénico y condensados dulces que pueden provenir de las plantas endulzadoras de líquidos o directamente de los campos productores. Consiste en varias etapas de separación, mediante la operación de destilación, en cada una de las cuales se separa un producto diferente. En la primera sección se separa el etano, en la segunda el LPG (propano y butano) y finalmente la nafta (pentanos, hexanos y mas pesados).

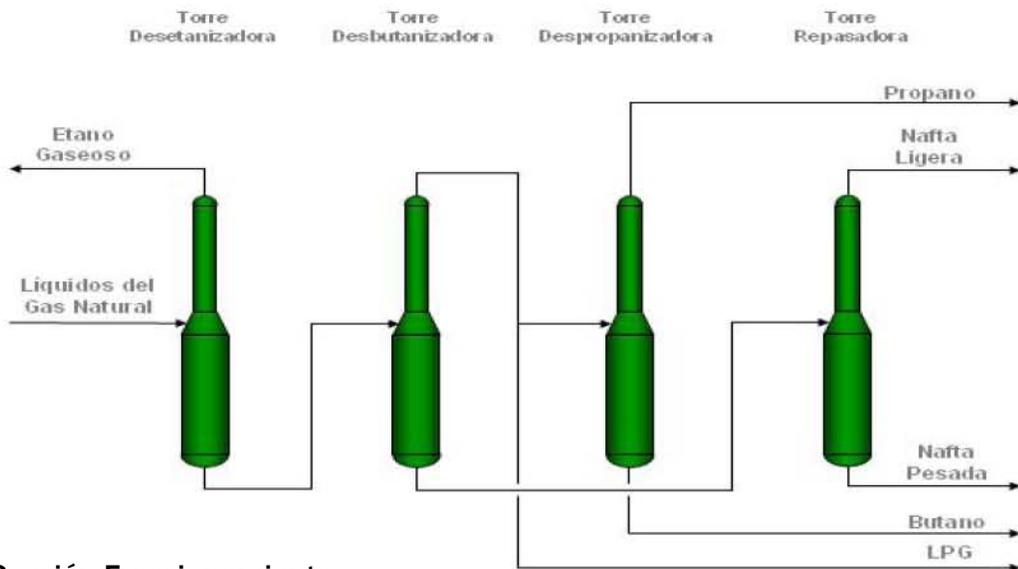


Figura 28. Sección Fraccionamiento.



El Etano se comercializa con PEMEX Petroquímica como carga de las plantas de etileno, el LPG se almacena y distribuye para su consumo nacional, finalmente la nafta se comercializa con PEMEX Refinación y la mayor parte se exporta.

- **RECUPERACIÓN DE AZUFRE**

El Gas Ácido ( $H_2S + CO_2$ ), proveniente del Proceso de Endulzamiento, pasa por un reactor térmico (cámara de combustión) y posteriormente a dos reactores catalíticos, donde se realiza la conversión del  $H_2S$  (ácido sulfhídrico) en Azufre elemental. El Azufre elemental se almacena, transporta y entrega en estado líquido. Figura 29

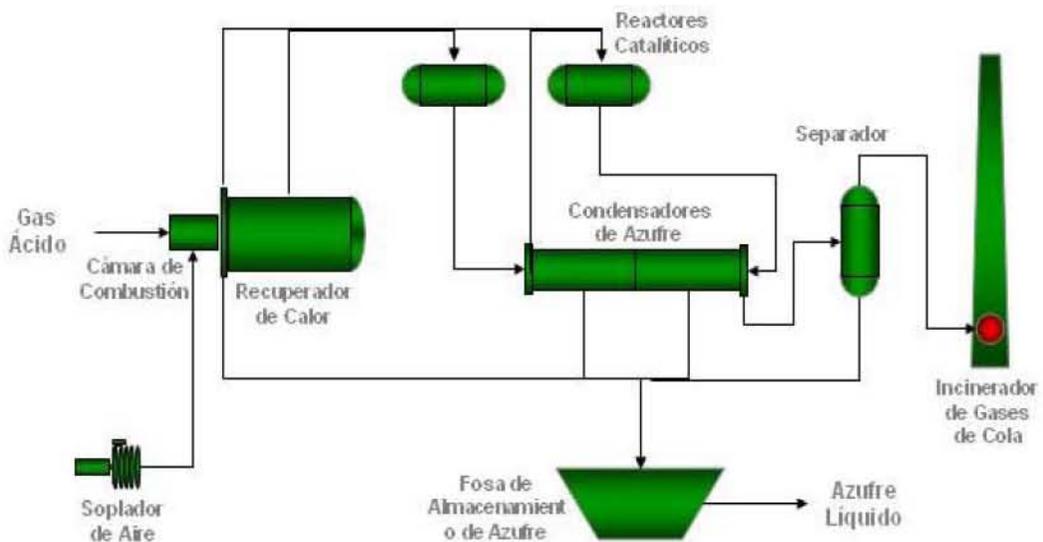


Figura 29. Sección Fraccionamiento.

### 5.3.3. Descripción del proyecto para el caso de estudio

Debido al crecimiento de la oferta por PEMEX Exploración y Producción (PEP) de gas natural proveniente de los campos de Burgos en la región Norte de la República Mexicana, PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) requiere ampliar su capacidad de procesamiento de gas húmedo dulce en la zona. En este caso se estudiará lo establecido en la primera fase: la construcción de dos plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables, en el área de Reynosa, Tamps. Estas plantas tendrán como insumos: 200 millones de pies cúbicos diarios de gas húmedo dulce (a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  y  $1\text{ kg/cm}^2$ ), cada una de ellas y 6,000 BPD de condensados no estabilizados procesados únicamente en la planta 1, en la sección de estabilización y rectificación de condensados.

Para dos plantas recuperadoras de licuables, conteniendo cada planta lo siguiente:

Planta 1:

- Estabilización y rectificación de condensados.
- Sección criogénica.
- Sección de fraccionamiento de líquidos.



Planta 2:

- Sección criogénica.
- Sección de fraccionamiento de líquidos.

Como productos se tendrán para la Planta 1: gas seco, gas LP, naftas ligeras y naftas pesadas. Para la Planta 2, se tendrán como productos: gas seco, gas LP y naftas ligeras.

El gas seco se enviará al troncal de gas seco, mientras que los líquidos recuperados y fraccionados serán enviados a almacenamiento para su posterior venta en la terminal de distribución de productos.

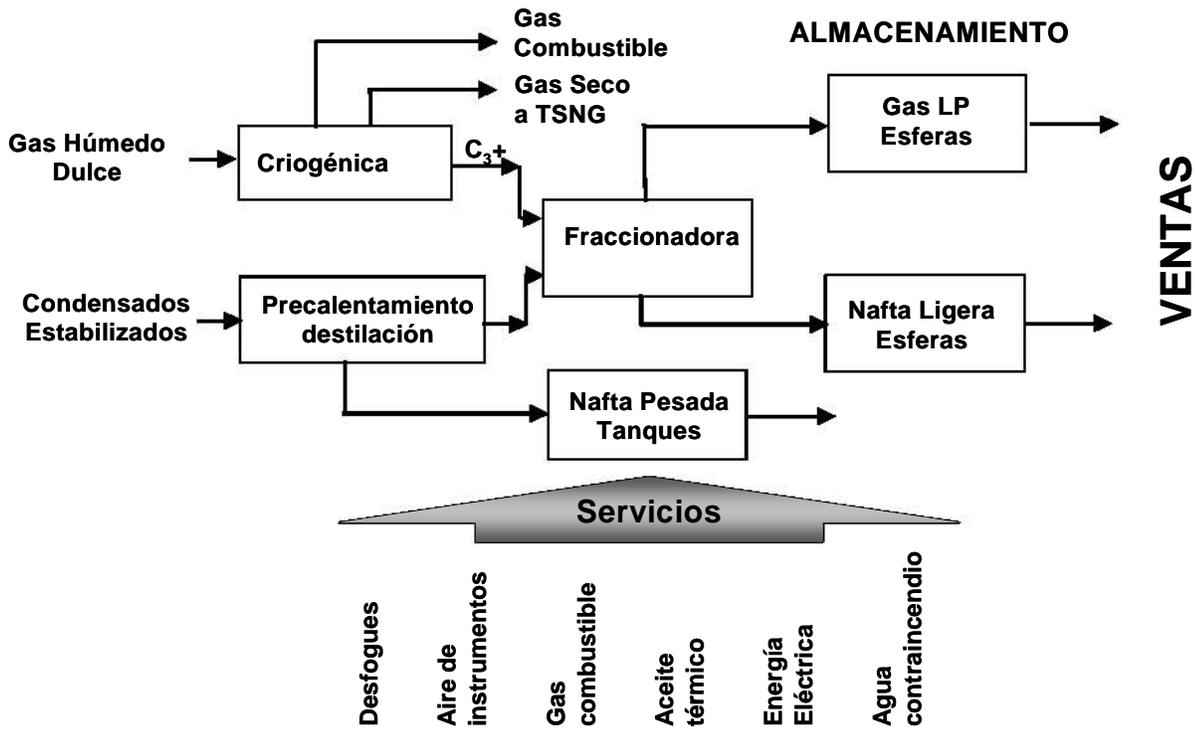


Figura 30. Sección Fraccionamiento.



#### **5.3.4. Alcance global del proyecto**

El Contrato para la ejecución de este Proyecto, consiste en el desarrollo de la Ingeniería Básica y de Detalle, Procura, Construcción, Integración, Capacitación, Pruebas de Desempeño, Puesta en Marcha y Garantías hasta la Aceptación Final de cada una de las áreas del complejo:

- Área 1: Planta Recuperadora y Fraccionadora de Licuables 1,
- Área 2: Planta Recuperadora y Fraccionadora de Licuables 2,
- Área 3: Almacenamiento,
- Área 4: Terminal de Distribución y
- Área 5: Servicios e Integración,

Cumpliendo con los alcances y características técnicas descritas las Bases de Licitación.

Así bien, el alcance que cada contratista presente durante el proceso de licitación deberá comprender lo relacionado a los siguientes puntos:

- **MODELO DE CARTA COMPROMISO DE LA PROPOSICION Y DESGLOSE DEL PRECIO TOTAL**
- **CONTRATO**
- **BASES TÉCNICAS**
  - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
  - ALCANCES GENERALES POR ESPECIALIDAD
  - BASES DE DISEÑO POR ESPECIALIDAD
  - ESPECIFICACIONES DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA POR ESPECIALIDAD
  - ESPECIFICACIONES, CÓDIGOS Y ESTÁNDARES
  - DIAGRAMAS Y PLANOS POR ESPECIALIDAD
  - CUADROS TÉCNICOS
  - CONTRATO DE TECNOLOGÍA
- **DOCUMENTOS PRINCIPALES**
- **PREPARATIVOS DE PRE-ARRANQUE Y ARRANQUE**
- **PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO DE INSTALACIONES**
- **INSTALACIONES PROVISIONALES**
- **GARANTÍAS DE PROCESO Y DE CONSUMO DE SERVICIOS**
- **PERMISOS**
- **CERTIFICACIÓN DE CALIDAD**
- **CONTROL Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO**
  - GENERALES
  - CONTROL DE LAS OBRAS
  - RECURSOS Y EXPERIENCIAS
  - ELABORACIÓN DE OFERTAS
- **REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**
  - GENERALES
  - SUMINISTRO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE
  - SUMINISTRO DE SERVICIOS AUXILIARES



- SUMINISTRO DE SISTEMAS DE SEGURIDAD
  - SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES
  - SUMINISTRO DE PARTES DE REPUESTO
  - SUMINISTRO DE CAPACITACIÓN
- 
- PROCURACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES
  - CONSTRUCCIÓN
  - PRUEBAS Y ARRANQUE
  - ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
  - SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE
  - PROGRAMAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO
  - LIBROS DEL PROYECTO
  - LINEAMIENTOS PARA EL SUMINISTRO DE EQUIPO CRÍTICO
  - ORGANIGRAMA Y CURRÍCULUM DE LA COMPAÑÍA
  - SUBCONTRATISTAS
  - PROCEDIMIENTO DE PENAS CONVENCIONALES
  - FORMATOS DE FIANZA
  - MODELOS DE SEGUROS
  - DISPOSICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD, SALUD Y PROTECCION AMBIENTAL

#### **Delimitación del alcance expuesto para el caso de estudio**

La aplicación de lo realizado en el trabajo de tesis que es presentado en este apartado solo comprende la especialidad de ingeniería de proceso de la sección criogénica que será la misma a utilizar en las dos plantas limitándose a:

- A. Desglosar el alcance de instalaciones de la especialidad de proceso para la sección criogénica con base en lo realizado en esta tesis (sección 4.3.2).**
- B. La revisión y complementación de las bases de diseño para la especialidad de ingeniería de proceso de la sección criogénica.**
- C. Elaborar una matriz precedencia general para el área de proceso.**
- D. Elaboración del programa de ejecución global utilizando una estructura WBS hasta nivel 4.**

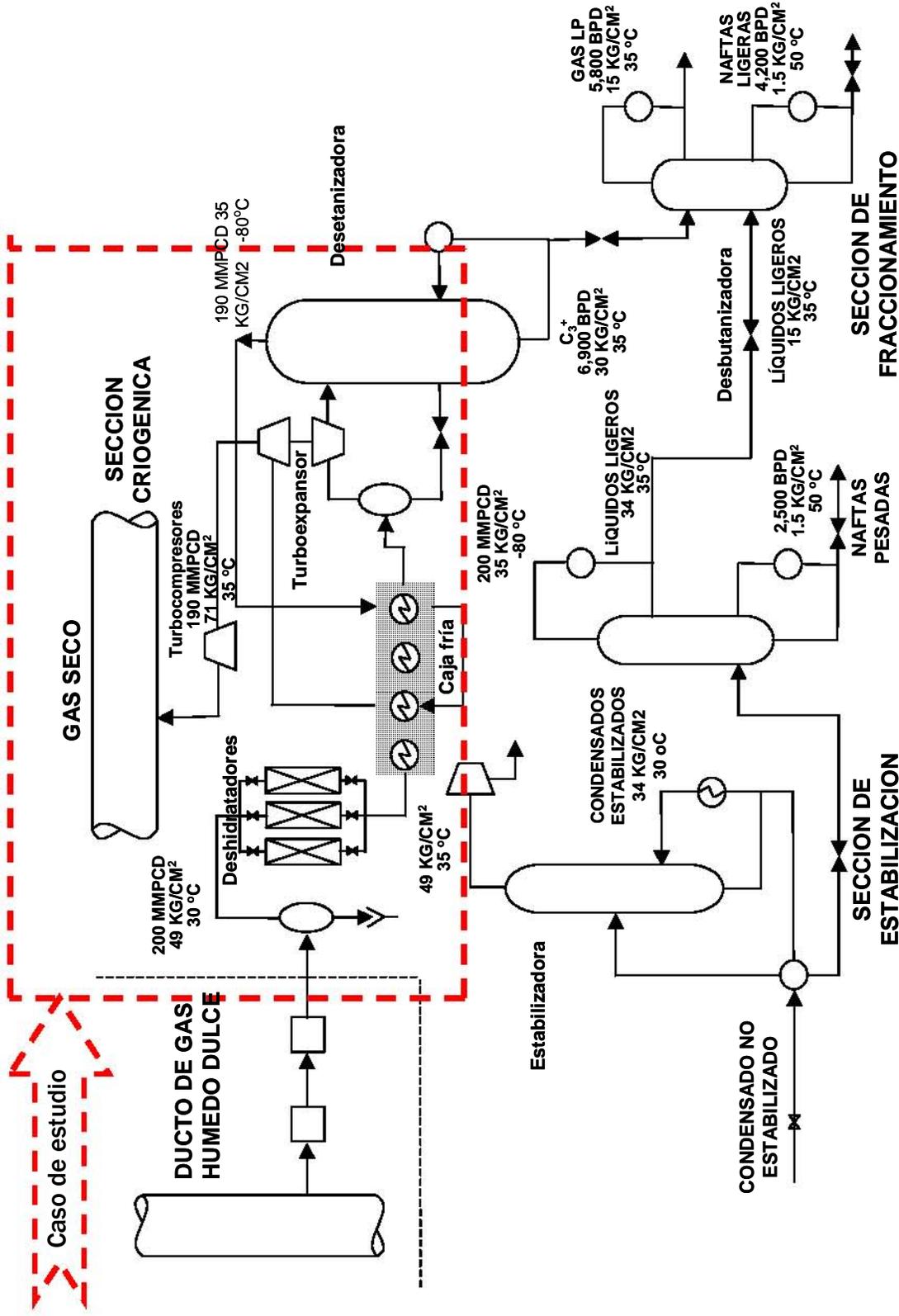


FIGURA 31. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO.



### **5.3.5. Alcance general de Proceso.**

El alcance del desarrollo del diseño de proceso deberá ser desarrollado de acuerdo a las Especificaciones establecidas en las bases de licitación, y deberá contener por lo menos la siguiente información. Esta lista es únicamente enunciativa, el Contratista deberá considerar la definitiva tal y como se solicita en los documentos respectivos de las Bases de Licitación.

- a. Dimensionamiento térmico e hidráulico de intercambiadores de calor y enfriadores por aire.
- b. Condiciones de operación y curvas de comportamiento de los equipos dinámicos.
- c. Diseño hidráulico de platos e internos de columnas.
- d. Desarrollo de un balance general final de servicios auxiliares, asegurando que los sistemas de las Instalaciones de Servicios Auxiliares serán adecuados para satisfacer los requerimientos de todo el equipo considerando en el diseño, incluyendo todos los diagramas de flujo de servicios auxiliares.
- e. Desarrollo de un plano de localización con elevaciones tomando las dimensiones finales de los equipos, soportes de tuberías, equipo adicional requerido considerando las distancias mínimas indicadas en la normatividad.
- f. Diseñar durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle para el caso de tubería y accesorios la máxima presión generada por el equipo de bombeo a válvulas cerradas, cumpliendo con las condiciones críticas del proceso, normas y especificaciones.
- g. Incluir en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle el cálculo de la altura necesaria de los equipos para proporcionar la suficiente carga neta positiva a la succión (NPSH) de las bombas y lograr una diferencia entre el NPSH disponible y el requerido como mínimo de 2 pies o mayor.
- h. Verificar en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle que las presiones de succión y de descarga de las bombas cumplan con las condiciones del proceso establecidas para la distribución de los arreglos de tubería y la localización final de los equipos.
- i. Diseñar y verificar en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle que el sistema hidráulico especificado en El Proyecto cumpla con los requerimientos de los arreglos de tubería y distribución final de los equipos.
- j. Diseñar las válvulas de relevo térmicas para fluidos donde es necesario debida a la expansión del fluido causado por enchaquetamiento caliente, condiciones ambientales, fuego, etc.



- k. Convertir a otras unidades de medida, aquéllas usadas en las especificaciones de Proyecto del Cliente, en caso de requerirse.
- l. Flexibilidad de convertir el sistema de numeración de equipos e instrumentos establecidos por los Clientes.
- m. Verificar el cumplimiento de las limitaciones de nivel de ruido requerido basado en las especificaciones del equipo proyectado.
- n. Desarrollar la Ingeniería de Detalle necesaria para que el sistema de contraincendio y sistemas de seguridad requeridos para todas las instalaciones, derivado del análisis de riesgo, cumplan con las normas y la especificación de tuberías T9B de la Especificación de Tuberías ESP-K-0101. Deberá incluir la administración de la seguridad de proceso, la filosofía de operación y criterios de diseño del sistema de seguridad y protección contraincendio. Así mismo, deberá incluir la lista de equipo de seguridad recomendado para protección personal y la lista de equipo del sistema de protección contraincendio y seguridad.
- o. Incluir derivado de un análisis de riesgo, válvulas de bloqueo rápido, de acción remota, que permitan aislar grandes inventarios de hidrocarburos en cumplimiento con los requerimientos de las compañías aseguradoras. Los sistemas de protección de alarmas y/o disparos deberán ser con señales independientes a un PLC de seguridad de comunicación al SCD, de acuerdo con la Norma ISA S84.01 SIL 3.
- p. Elaboración de memorias de cálculo de todos los equipos y sistemas.
- q. El Contratista deberá desarrollar un diagrama de flujo del sistema de desfogue, el cual debe incluir todas las válvulas de seguridad con sus flujos de relevo, presión de ajuste, condiciones operativas y causas de relevo y tipo de válvulas requeridas según las Especificaciones del Proyecto.
- r. El Contratista debe desarrollar la Ingeniería de Detalle para el sistema de desfogues, el cual deberá cumplir con las normas de seguridad y criterios de diseño establecido en la Ingeniería Básica.
- s. El Contratista deberá revisar y en su caso elaborar la siguiente información:
  - Bases de Diseño.
  - Lista de Equipo definitiva.
  - Información complementaria (datos de proceso para diseño de tubería e instrumentos), para líneas de proceso y de servicios auxiliares.
  - Requerimientos de agentes químicos, servicios auxiliares y especificaciones de efluentes.
  - Diagramas de flujo de proceso y diagramas de balance de servicios auxiliares definitivos.
  - Hojas de datos de todos los equipos de proceso y de servicios auxiliares.
  - Lista de líneas de proceso y servicios auxiliares.



- Lista de equipos de seguridad.
- Administración de la seguridad del proceso.
- Estudios de “Hazop” una vez desarrollada la Ingeniería Básica.
- Aplicación de resultados de Análisis “Hazop” de la Ingeniería Básica.
- Estudios de “Hazop” una vez desarrollada la Ingeniería de Detalle.
- Aplicación de resultados de Análisis “Hazop” de la Ingeniería de Detalle.
- Filosofía de operación del sistema de seguridad y conraincendio.
- Criterios de diseño del sistema de seguridad y protección conraincendio.
- Plano de notas generales, leyendas y símbolos.
- Especificaciones particulares y prácticas de ingeniería.

t. Todos los documentos generados por cada especialidad de ingeniería deberá cumplir con las **ESPECIFICACIONES, CÓDIGOS, Y ESTÁNDARES**. (mostrado en la figura 27). Adicionalmente cada especificación de PEMEX particularmente, referencia las normas, códigos y estándares bajo los cuales se aplicará.

ELECTRICO	NORMAS CÓDIGOS Y ESTANDARES	SISTEMAS DE CONTROL	NORMAS CÓDIGOS Y ESTANDARES
API	American Petroleum Institute	ISA	Instrument Society of America
NEC	National Electrical Code	ANSI	American National Standards Institute
NFPA	National Fire Protection Association	ASME	American Society of Mechanical Engineers
NEMA	National Electrical Manufacture Association	ASTM	American Society of Testing Material
NESC	National Electrical Safety Code	NEMA	National Electrical Manufacture Association
ANSI	American National Standards Institute	NEC	National Electrical Code
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IEC	International Electrotechnical Commission	API	American Petroleum Institute
NOM	Normas Oficiales Mexicanas	OSHA	Occupational Safety and Health
NMX	Normas Mexicanas	FCI	Fluid Controls Institute
NOM	Norma Oficial Mexicana Respectivas	NFPA	National Fire Protection Association
ICEA	Insulated Cable Engineering Association	NOM	Normas Oficiales Mexicanas
PEMEX	Especificaciones de Pemex	PEMEX	Especificaciones de Pemex
PEMEX	Estándares de Ingeniería		
PEMEX	Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño (ingeniería Eléctrica)		
UL	Underwriter Laboratories		
FM	Factory Mutual		
ISA	Instrument Society of America		
CSA	Canadian Standard Association		
TUBERIAS		CIVIL	
API	American Petroleum Institute	AASHTO	American Association os State Highway and
ANSI	American National Standards Institute	ACI318-95	American Concrete Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers	AISC 9a.Ed.	American Institute of Steel Construction
AWWA	American Water Works Association	API	American Petroleum Institute
MSS	Manufactures Standarization0 Society of the Valves and Fitting Industry	AWS	American Welding Society
ASTM	American Society of Testing Material	CFE	Comisión Federal de Electricidad, Manual de
AWS	American Welding Society		diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo y
NOM	Normas Oficiales Mexicanas	Manual IMCA	Instituto Mexicano de la Construcción en Acero
MECANICO		ASTM	American Society of Testing Material
AISI	American Iron and Steel Institute	RCFD	Reglamento de Construcción del Distrito Federal
ANSI	American National Standards Institute		Reglamento de Construcción del Estado de
ASME	American Society of Mechanical Engineers	NOM	Normas Oficiales Mexicanas
ASTM	American Society of Testing Material	PEMEX	Especificaciones de Pemex
API	American Petroleum Institute	SCT	Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras
ASHRAE	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers	SCT	Manual de Depósitos para el Control de Tránsito
AWS	American Welding Society	SCT	Manual de Obras de drenaje tipo en Carreteras
AMCA	Air Movement and Control Association	ARQUITECTURA	
SIMACNA	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association	NFPA	National Fire Protection Association
CFE	Comisión Federal de Electricidad, Manual de diseño de Obras Civiles	RCDF	Reglamento de Construcción del Distrito Federal
	(Diseño por Sismo y Viento, 1993)	NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NOM	Normas Oficiales Mexicanas	PEMEX	Especificaciones de Pemex
PEMEX	Especificaciones de Pemex		



### 5.3.6. Alcance de Proceso sección criogénica.

- Dentro de límite de batería.
- Fuera de límite de batería: Proceso.
- Fuera de límite de batería: Servicios Auxiliares.
- Fuera de límite de batería: Sistemas exteriores.

#### ➤ DENTRO DE LÍMITES DE BATERÍA.

##### Criogénica:

La sección criogénica de cada una de las dos plantas, deberá ser construida para procesar un flujo de gas húmedo dulce de 200 MMPCSD (a 20 °C y 1 kg/cm<sup>2</sup>). El esquema de procesamiento será de rechazo de etano, requiriéndose como mínimo una recuperación del 98% mol de propano y que además los líquidos tengan como máximo 1.1% en volumen de metano más etano.

Cada planta contará como mínimo con las secciones siguientes:

- Sección de acondicionamiento y separación del gas de alimentación
  - Sección de deshidratación, regeneración y filtrado
  - Sección de subenfriamiento y expansión del gas
  - Sección de desetanizado
  - Sección de Compresores de gas residual
  - Sección de recuperación de calor con aceite caliente
- 
- Acondicionamiento del gas húmedo de entrada, en esta sección se contará con los medidores de flujo y con los separadores necesarios para remover el agua líquida que pudiera estar presente en el gas húmedo.
  - Deshidratación del gas húmedo, por adsorción con malla molecular y sílica gel se secará el gas hasta una temperatura de rocío de -101 °C, con el objeto de adecuar el gas al proceso criogénico al que será sometido para la recuperación de licuables.
  - Regeneración por calentamiento, se regenerarán las celdas de adsorción para remover el agua adsorbida en los lechos de malla molecular y sílica gel, el calentamiento se llevará a cabo con un calentador a fuego directo dedicado para ello.
  - Pre-enfriamiento, el gas seco de entrada será enfriado con el gas residual frío proveniente del proceso criogénico, el cual se caliente antes de ser comprimido hacia afuera incrementando la eficiencia térmica de la planta. El intercambio de calor se llevará a cabo utilizando cambiadores de placa de aluminio.
  - Expansión, para incrementar el enfriamiento y por tanto la recuperación de licuables de la planta se deberá incluir un expansor del gas preenfriado hasta una presión cercana a 19 kg/cm<sup>2</sup>g para enfriarlo a -74 °C. La expansión deberá ser de alta eficiencia isentrópica y para lograr este objetivo el expansor deberá utilizar la energía cedida durante la expansión



a un compresor que comprimirá parcialmente el Gas residual obtenido, disminuyendo el consumo de potencia en los compresores de Gas Residual.

- Estabilización de Líquidos Recuperados, por destilación se estabilizarán los líquidos recuperados, de tal forma que se recuperen en el seno del líquido prácticamente el 98 % del propano presente en la alimentación de gas. Es decir la plata será diseñada para rechazar etano y la torre que servirá para ello se conoce como torre desetanizadora.
- Compresión de Gas Residual, esta sección estará constituida por los compresores de Gas Residual, que comprimirán el Gas Residual obtenido, ya sin licuables, y que prácticamente está constituido por etano y metano. El Gas Residual se comprime hasta 70 kg/cm<sup>2</sup>g para poder ser integrado y distribuido a la red de ductos de PEMEX Gas.

Para el suministro de servicios de proceso, no se permitirá el uso de agua, por lo que se deberá considerar el uso de enfriadores a base de aire y calentamiento con recuperadores de calor de los gases producto de combustión de las turbinas.

El gas seco será comprimido hasta 1,050 psia y deberá ser integrado al ducto de 36" y 42" de diámetro en el área de la Estación 19, de acuerdo a la información de interconexiones proporcionada por PGPB.

Los líquidos criogénicos se procesarán en la sección de fraccionamiento dentro de la misma planta.

➤ **FUERA DE LÍMITE DE BATERÍA: PROCESO**

- Alimentación de gas húmedo dulce: El contratista deberá considerar la construcción de un cabezal de alimentación de gas húmedo para el suministro de tres plantas criogénicas modulares de 200 MMPCSD (20°C y 1 kg/cm<sup>2</sup>) cada una. Este cabezal se construirá desde límite de batería del complejo, tal y como se indica en información respectiva, hasta el área de plantas. Deberá contar con una válvula de corte rápido y una desviación de un flujo de hasta 60 MMPCSD hacia el área de quemadores.
- Ducto de gas seco de plantas a Estación 19: El gas seco producto del procesamiento en plantas, deberá ser entregado hacia la Estación de Compresión 19. Para esto, el contratista deberá considerar la instalación de un cabezal de gas seco en el que se integrará este producto de las plantas de acuerdo al diagrama de interconexiones respectivo.
- Gas LP a almacenamiento: El contratista deberá considerar la integración de un cabezal hacia las dos esferas de almacenamiento de 20,000 bls. en el que se integrará el gas LP producido en cada una de las secciones de fraccionamiento de las plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables.
- Naftas ligeras a almacenamiento: El contratista deberá considerar la integración de un cabezal hacia las dos esferas de almacenamiento de 10,000 bls. en el que se integrarán las naftas ligeras producidas en cada una de las secciones de fraccionamiento de las plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables.



- **Naftas pesadas a almacenamiento:** El contratista deberá considerar la integración de un cabezal hacia un tanque vertical de 5,000 bls. en la sección de almacenamiento en el que se integrarán las naftas pesadas producidas en la sección de rectificación del área de estabilización y rectificación de condensados de la Planta Recuperadora y Fraccionadora de Licuables Núm. 1.
- **Distribución de gas LP:** El contratista deberá incluir en su diseño la construcción de un área de llenaderas (cuatro posiciones para gas LP) dentro de la terminal de distribución. Para esto, se deberá considerar la instalación de una casa de bombas en las que se instalarán las bombas de envío de gas LP. Este sistema de envío de productos deberá ser construido con la instrumentación y equipamiento descritos en la información técnica anexa a estas bases.
- **Distribución de Naftas ligeras:** El contratista deberá incluir en su diseño la construcción de un área de llenaderas (dos posiciones para naftas ligeras) dentro de la terminal de distribución. Para esto, se deberá considerar la instalación de una casa de bombas en las que se instalarán las bombas de envío de gas LP. Este sistema de envío de productos deberá ser construido con la instrumentación y equipamiento descritos en la información técnica anexa a estas bases.

➤ **FUERA DE LÍMITE DE BATERÍA: SERVICIOS AUXILIARES**

El contratista deberá considerar para la construcción las especificaciones y condiciones de los servicios auxiliares requeridos para la planta, entre ellos las corrientes siguientes:

- Aceite Caliente:
- Gas combustible.
- Gas de arranque.
- Aire de Instrumentos y de plantas:
- Energía Eléctrica:
- Drenajes:
- Equipo de dosificación de químicos:
- Agua de servicios:

➤ **FUERA DE LÍMITE DE BATERÍA: SISTEMAS EXTERIORES**

El contratista deberá considerar la construcción de un sistema de desfogues, al que deberán estar integradas las corrientes siguientes:

- Gas húmedo dulce de cabezal de alimentación a planta.
- Gas separado de los condensados no estabilizados en el tanque. flash previo al tanque de almacenamiento.
- Desfogues de esferas de almacenamiento de gas LP.
- Desfogues de esferas de almacenamiento de gasolinas naturales.
- Desfogues de operación de plantas.
- Desfogues de Estación 19.
- Desfogues de corridas de diablos desde trampas de PGPB.



- **Tratamientos de efluentes**

El contratista deberá considerar la instalación de sistemas de tratamiento de efluentes consistentes básicamente de los drenajes sanitarios y aceitosos de todo el complejo. cumplen con

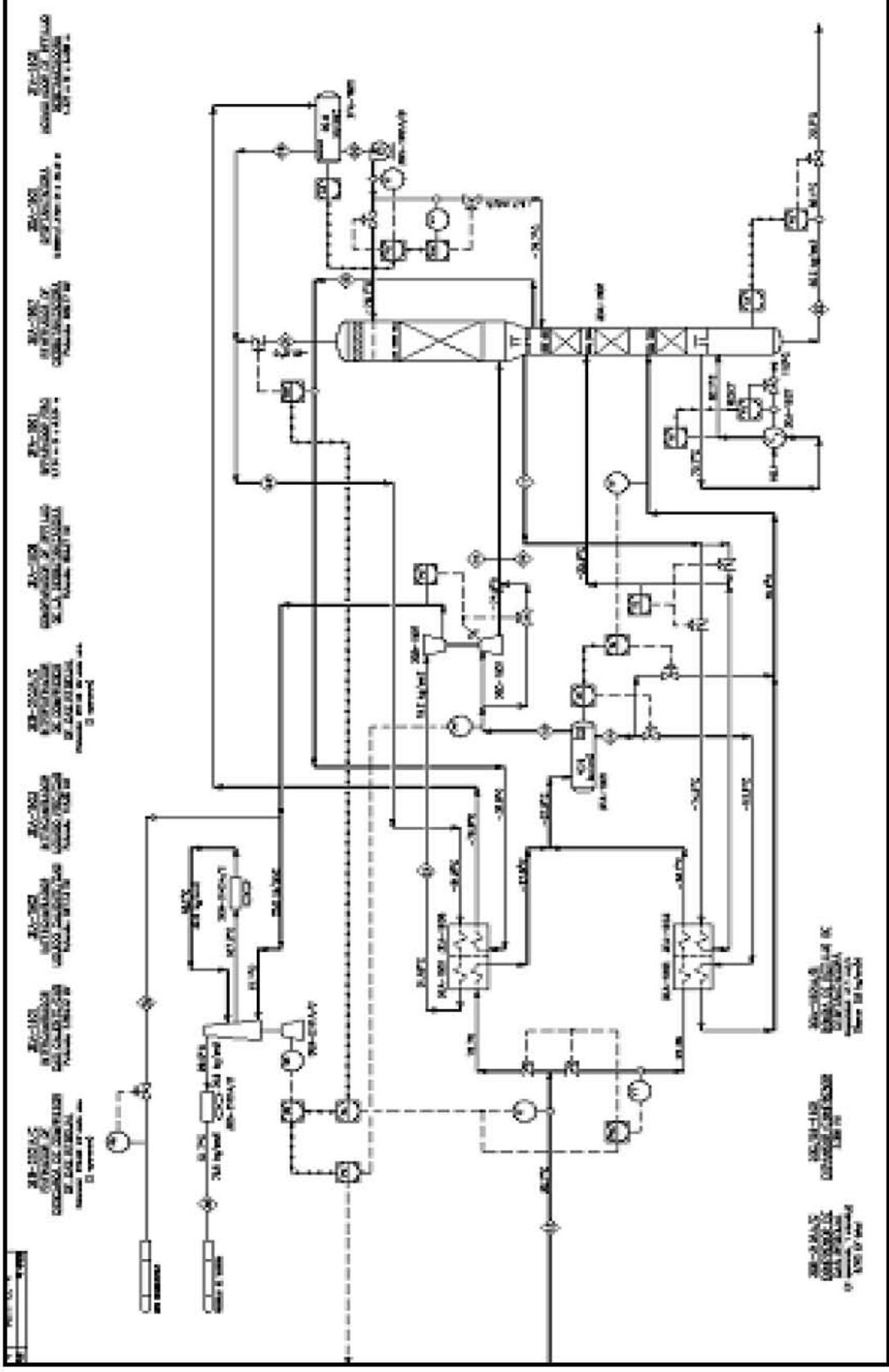
### **5.3.7. Bases de diseño sección criogénica. Figura 30**

#### **SECCIÓN CRIOGÉNICA.**

- Generalidades.
- Capacidad y Flexibilidad.
- Tipo de Planta.
- Especificaciones de la alimentación y de los productos en límite de batería.
- Especificaciones y condiciones de operación en límite de batería de los productos.
- Puntos de interconexión.
  - Alimentación de gas húmedo.
  - Productos.
- Características del Proceso.
  - Sección de acondicionamiento y separación del gas de alimentación.
  - Sección de deshidratación, regeneración y filtrado.
  - Sección de enfriamiento y expansión del gas.
  - Sección de desetanizado.
  - Sección de compresores de gas residual.
  - Sección de recuperación de calor.
  - Sección de refrigeración.



FIGURA 32. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO. PLANTA CRIOGENICA





### **5.3.7.1. Generalidades**

La sección criogénica de cada una de las dos plantas recuperadoras de licuables, tendrá una capacidad de procesamiento de 200 MMPCD de gas húmedo dulce cada una. Estas secciones separarán los licuables contenidos en este gas húmedo con una recuperación de propano de por lo menos el 98% en base molar.

El gas seco obtenido de la sección criogénica se comprimirá y se entregará al Troncal del Sistema Nacional de Gas (TSNG) interconectándose con las instalaciones de la Estación de Compresión 19 ubicadas en la parte norte de los terrenos donde se construirán las nuevas plantas. El producto líquido de esta sección se enviará a la sección de fraccionamiento de la misma planta recuperadora y fraccionadora de licuables.

### **5.3.7.2. Capacidad y flexibilidad.**

De acuerdo a los requerimientos, se deberán construir dos plantas criogénicas modulares diseñadas para procesar 200 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) de gas húmedo dulce cada una (a 20°C y 1 kg/cm<sup>2</sup>), bajo el esquema de rechazo de etano, con una recuperación de propano del 98% en base molar y con una recuperación de pentano y pesados en la corriente de gasolina natural del 100%. Para obtener esta recuperación, se emplearán tecnologías probadas a nivel internacional, que utilicen el **proceso criogénico** y sus variantes de arreglos, asegurando el máximo aprovechamiento de energía. En este proceso, el gas se somete a enfriamiento y expansión súbita para lograr su condensación parcial y su posterior separación mediante fraccionamiento, cumpliendo con las especificaciones aquí indicadas para el diseño de los equipos y obtener los productos: gas residual de alta presión y líquidos criogénicos: propano y más pesados. (C<sub>3</sub><sup>+</sup>)

El diseño de la planta deberá considerar y asegurar la operación estable para las composiciones indicadas máxima y mínima en el punto 4.4 de este documento. El factor de servicio de la planta será de 91.3 % (8,000 h de operación por año). El diseño debe considerar que la planta no seguirá operando cuando se presente una falla de electricidad, falla de aire de instrumentos o detección de fuga de hidrocarburos. La planta deberá tener facilidades para un paro ordenado en el caso de que ocurriese alguna de estas fallas, y se deberán mantener los instrumentos operando hasta que se haya llevado a cabo el paro. El diseño de equipos, instrumentación y tubería, deberá estar apegado a las especificaciones particulares.

### **5.3.7.3. Tipo de planta.**

Cada una de las dos secciones criogénicas de las plantas recuperadoras y fraccionadoras de licuables, será del tipo modular y deberá estar montada en patines de tipo estructural, conteniendo las plataformas de operación necesarias, barandales y escaleras de acceso tipo rampa, así como el alumbrado necesario para la operación y mantenimiento de cada uno de sus componentes. Estas estructuras deberán diseñarse para que los módulos de la planta puedan izarse y transportarse para su instalación y deberán incluir toda la tubería, instrumentación, accesorios y conexiones requeridas de tal forma que una vez acoplados todos los módulos, se puedan iniciar las pruebas de prearranque y arranque de la planta. Todos los



equipos deberán estar montados sobre módulos, a excepción de columnas, deshidratadores, soloaires y calentadores a fuego directo.

**5.3.7.4. Especificaciones de la alimentación y de los productos en límite de batería.**

La sección criogénica deberá ser diseñada para que cada uno de los equipos que la conformen, operen en forma estable bajo las condiciones de alimentación y productos (flujos, composiciones, presiones y temperaturas) que se describen más adelante.

Gas húmedo de alimentación a secciones criogénicas en límite de baterías

**Condiciones:**

	Mínimo	Normal
Capacidad, MMPCD (20°C y 1 kg/cm <sup>2</sup> )	120	200
Presión de operación, kg/cm <sup>2</sup> abs.	48.4	50.2
Temperatura, °C	25.0	35.0
Contenido de agua	Saturado	Saturado
Estado físico	Gas	Gas

**Composición:**

	Mínima % mol	Máxima % mol
Nitrógeno	0.20	0.17
CO <sub>2</sub>	0.65	0.90
Metano	89.44	87.57
Etano	5.82	6.49
Propano	2.07	2.57
I-Butano	0.61	0.76
N-Butano	0.49	0.64
I-Pentano	0.25	0.31
N-Pentano	0.14	0.18
C6 +	0.33	0.41

**Calidad:**

Parámetro	Unidad	Método	Valor
Contenido de ácido Sulfhídrico	ppm vol.	ASTM - D4084/88 ó ASTM - D4810/88 ó UOP - 791/80	4.0 Máximo
Contenido de Nitrógeno	% vol.	ASTM - D1945	2.0 Máximo
Contenido de Oxígeno	% vol.	ASTM - D1945	0.5 Máximo
Temperatura	°C	N/A	45 Máximo
Material sólido, Líquidos, agua y aceite	N/A	N/A	Libre de agua y de hidrocarburos líquidos; libre de polvos, gomas y cualquier sólido que puedan ocasionar problemas en los equipos de proceso



**5.3.7.5. Especificaciones y condiciones de operación en límite de batería de los productos.**

Las especificaciones de los productos obtenidos son:

Propano y más pesados, C<sub>3</sub><sup>+</sup>:

	Mínima	Normal	Máxima
Recuperación de propano (% mol)	98	98	Por contratista
Etano en líquidos, (% vol. máximo)	Por contratista	1.10	1.10

**5.3.7.6. Puntos de Interconexión.**

La ingeniería, procura de los materiales y la construcción de las interconexiones, será responsabilidad del contratista y se deberán considerar:

- Alimentación de gas húmedo: En límites de batería del complejo, PEP entregará a PGPB el gas húmedo dulce. Dentro del complejo el contratista deberá construir un cabezal que suministrará el mencionado gas a las secciones criogénicas de las plantas.
- Los productos se manejarán de acuerdo a lo indicado en la tabla siguiente:

Producto	Medio de transporte	Trayectoria
Gas seco	Tubería	De sección criogénica a Cabezal de gas Seco hacia el TSNG, de acuerdo al plano respectivo.
C <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Tubería	De fondos de columna desetanizadora de la sección criogénica a sección de fraccionamiento dentro de la misma planta recuperadora y fraccionadora de licuables.

**5.3.7.7. Características del proceso**

- **Sección de acondicionamiento y separación del gas de alimentación**

Cada una de las dos secciones criogénicas, contará con su sección de acondicionamiento de gas húmedo dulce.

La tubería de llegada del gas húmedo dulce deberá de contar con una estación de medición con compensación por presión y temperatura para indicar el flujo másico y la totalización del mismo.

El gas será recibido en un separador de carga, a las condiciones señaladas en las tablas señaladas anteriormente. Este separador, deberá ser diseñado con la capacidad suficiente para recibir y retener un volumen equivalente de 50 barriles (BLS) de líquidos arrastrados en el gas húmedo. Los líquidos de este separador deberán ser enviados al separador de alimentación de la sección estabilizadora de condensados.



El gas de carga, pasará posteriormente a un filtro coalescedor, el cual deberá tener un relevo con capacidad para manejar el 100% del gas de carga. No se permitirá el uso de “by pass”.

El gas libre de trazas de líquido y partículas, será enviado a la sección de deshidratación.

- **Sección de deshidratación, regeneración y filtrado**

Después de haber sido acondicionado el gas húmedo dulce de carga, éste deberá ser sometido a un proceso de adsorción de humedad, para abatir su punto de rocío y evitar la formación de hidratos en las secciones criogénicas del proceso. Este punto de rocío deberá ser inferior a  $-101^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de deshidratación deberá estar integrado por columnas de adsorción o deshidratadores cargados con una cama de material adsorbente compuesta de malla molecular y alúmina activada, las cuales deberán remover la humedad contenida en el gas siguiendo un ciclo de operación de adsorción-regeneración. Adicionalmente deberá considerarse una cama de bolas de cerámica como soporte para la malla molecular.

Este sistema de deshidratadores, deberá estar compuesta de por lo menos tres recipientes, y deberá ser capaz de permanecer en operación en caso de salir de operación alguno de ellos. Estos recipientes deberán contar con un aislamiento exterior, de acuerdo a lo establecido en la ESP-A-1901.

Cada deshidratador deberá tener un distribuidor en la alimentación y un captador de sólidos a la salida (“cenicero”).

El proceso de deshidratación deberá estar diseñado para operar con ciclos de secado y regeneración. El sistema de deshidratación y filtrado será diseñado de acuerdo a la especificación de proceso de “Sección de deshidratación, regeneración y filtrado”.

Esta sección deberá contar con un PLC independiente y conectado al control distribuido de la planta, para el sistema secuencial de apertura y cierre de válvulas con accionadores neumáticos. Cada recipiente deberá contar con medidores continuos de humedad y presión diferencial; adicionalmente, en el cabezal general de gas húmedo a los deshidratadores se deberá considerar la instalación de un medidor de gas de carga general y un analizador de humedad. Deberá considerarse el envío de señales de la posición de las válvulas, indicando su posición.

El contratista deberá de considerar la instalación de un calentador de regeneración en esta sección el cual deberá estar igualmente diseñado para operar de forma cíclica.

El sistema de regeneración, deberá permitir la operación continua de los deshidratadores de manera cíclica, restaurando la actividad de la malla molecular y de la alúmina activada.

Este sistema podrá utilizar gas residual seco o gas húmedo (posterior al proceso de deshidratación) del propio proceso, y la presión de operación deberá ser aquella que garantice que no dañará los lechos de malla molecular. El gas de regeneración deberá ser reintegrado al proceso, según la tecnología del licenciador y se deberá considerar la instalación de un compresor para esta



corriente si fuera necesario. Este compresor deberá contar con un equipo de relevo al 100%.

Una vez deshidratado el gas dulce, éste deberá ser conducido hacia un sistema de filtrado en paralelo que sea capaz de remover partículas hasta de una micra de tamaño y que cada uno pueda manejar el 100 % de la capacidad de la planta. No se permitirá el uso de “bypass” de esta sección de filtrado.

Los filtros deberán tener una tapa de apertura rápida que permita cambiar la totalidad de los elementos. Estos elementos deberán estar diseñados con una caída de presión menor a 0.14 kg/cm<sup>2</sup> cuando estén limpios y no deberán alcanzar una caída de presión de 0.7 kg/cm<sup>2</sup>. A estos filtros deberán colocarse figuras “ocho” en entradas y salidas para facilitar las labores de mantenimiento

- **Sección de enfriamiento y expansión del gas**

Una vez que el gas ha sido sometido al proceso de deshidratación, este pasará a través de un sistema de enfriamiento, el cual podrá incluir lo siguiente:

- Intercambiadores de calor a base de aire (soloaires), de acuerdo a especificaciones aplicables
- Intercambio de calor entre corrientes de proceso con intercambiadores de placas de aluminio de acuerdo a especificaciones aplicables.
- Intercambiadores de tubo y coraza para el caso de utilizar sistema de refrigeración, de acuerdo a especificaciones aplicables.

Este sistema de intercambio de calor deberá realizarse con todas las corrientes frías del mismo proceso las cuales servirán como aportación para el enfriamiento de este gas de carga.

El equipo de intercambio de calor diseñado y construido a base de placas de aluminio deberá estar integrado, acoplado y aislado de acuerdo a la especificación aplicable. Todas las entradas a este tipo de intercambiador deberán estar provistas de filtros tipo canasta. (Tipo T)

El gas residual del sistema de desetanizado, deberá ser integrado energéticamente con la corriente de gas de carga, con el propósito de aprovechar el nivel de temperatura y proveer de un enfriamiento adicional a esta corriente de gas de carga.

Con el propósito de aprovechar el nivel de presión del gas de carga deshidratado y enfriado, antes de ser alimentado a la sección de desetanizado, se deberá someter a un proceso de expansión por medio de un sistema de turboexpansión-compresión, donde el gas es expandido a una presión más baja con un decremento resultante en la temperatura en donde la corriente de salida se condensa parcialmente aumentando la recuperación de licuables. Este sistema deberá trabajar en forma estable dentro del intervalo de flujos especificado, por lo que se deberá considerar un arreglo de expansión que maneje el 60% del gas de carga a la planta como carga mínima.



Estos expansores deberán estar acoplados directamente a compresores a los que ceden su energía de expansión haciendo trabajo, la cual es empleada para mover el compresor, que presurizará la corriente de gas residual.

El sistema podrá ser controlado tanto de la presión de descarga del lado compresor como del lado expansor.

Se deberá considerar que la planta pueda operar sin el expansor, por medio de un válvula Joule-Thompson. Esta deberá operar normalmente cerrada y deberá abrir automáticamente cuando la presión de salida del expansor disminuya y la máquina esté a su máxima velocidad permitida. La apertura de la válvula deberá ser controlada por medio de un control de presión actuando sobre la presión de salida del expansor. Adicionalmente a la instalación de la válvula Joule Thompson, se deberá considerar un “by-pass” de los sistemas de expansión, por medio de una válvula de servicio severo que provoque una caída de presión equivalente a la expansión.

- **Sección de Desetanizado**

Una vez que al gas ha sido enfriado y expandido, se envía a la sección de desetanizado la cual deberá asegurar una recuperación mínima de propano más pesados del 98% en base molar, contenido en el gas de alimentación.

Esta sección deberá ser capaz de obtener un producto líquido con un contenido máximo de 0.02 moles de metano más etano por cada mol de propano más butanos contenido en el producto. El medio de calentamiento utilizado en los rehervidores deberá ser un sistema de aceite térmico sintético.

La torre desetanizadora deberá incluir platos de alta eficiencia, e instalación de distribuidores con un diseño que permita la recuperación establecida. Los rehervidores deberán operar con aceite de calentamiento tipo sintético, y serán del tipo tubo y coraza, de acuerdo a la especificación aplicable. Deberá asegurarse la máxima estabilidad térmica y la mínima tendencia a la carbonización e incrustación del aceite de calentamiento que proponga el diseñador.

Todas las bombas que se incluyan, deberán contar con relevos del 100% de la capacidad, cumpliendo con la especificación aplicable, adicionalmente, todas las bombas para hidrocarburos, deberán contar con figuras “ocho” definitivas, para no comprometer el alineamiento de flechas y rodamientos.

El enfriamiento de rodamientos y cajas de baleros será por medio de un ventilador accionado por la misma flecha de la bomba (autoenfriadas). En caso de requerir enfriamiento para el sistema de “flushing” (líquido barrera) se deberá hacer preferentemente con agua, pudiéndose hacer con aire. A excepción del enfriamiento para el sistema de “flushing” de bombas, todos los equipos deberán ser enfriados a base de aire.

- **Sección de Compresores de gas residual.**

El gas residual deberá ser entregado a la red de ductos del cliente a través de un cabezal hacia esta red. Este cabezal con capacidad para manejar el gas residual proveniente de tres plantas, en el caso de máxima capacidad, será enviado a la Estación 19, y deberá llegar al punto de interconexión en los cabezales ubicados en ésta, con una presión mínima de 73.83 kg/cm<sup>2</sup> absolutos (1,050



lb/plg2 abs). Se deberá considerar un esquema de dos compresores para cada una de las dos plantas, cada uno manejando el 50% del gas residual de cada planta. Se deberá considerar un esquema que contemple el uso de un quinto compresor como relevo común para ambas plantas, el cual deberá ser idéntico a los cuatro de operación normal. Estos compresores deberán cumplir con la especificación respectiva. El arreglo propuesto por el contratista deberá permitir cumplir con las condiciones de operación adecuadas y seguras, cumpliendo con las especificaciones de Cliente. Así como también deberá de respetar las áreas de seguridad marcadas en el plano de Localización General.

El gas residual de descarga deberá tener una temperatura máxima de 51.67 °C (125°F) antes de ser integrado a la red de ductos de PGPB.

Los compresores de gas residual deberán ser accionados por una turbina de gas, de acuerdo a la especificación respectiva. El contratista deberá considerar la alimentación de gas desde la red de gas combustible a la turbina, que deberá considerar como parte del alcance de este proyecto, y deberá tomarse del gas residual producto del propio proceso.

- **Sección de Recuperación de calor.**

Debido a que en este complejo no se usará agua ni vapor como servicios auxiliares, el contratista deberá considerar la instalación en las turbinas a gas, un sistema de recuperación de calor de los gases de escape producto de la combustión. El calor recuperado servirá como medio de calentamiento de aceite térmico, el cual será utilizado como servicio para calentamiento en las diversas áreas del proceso que lo requieran. Este sistema de recuperación de calor deberá cumplir con la especificación aplicable.

- **Sección de refrigeración.**

En caso de que la tecnología propuesta considere un sistema de refrigeración, el contratista deberá considerar que todos los equipos estén apegados a las especificaciones anexas a estas bases.

Cada planta deberá contar con su propio sistema de refrigeración, contando además con un relevo del 100 % de los compresores de gas refrigerante.

Los compresores de este sistema deberán ser del tipo centrífugo, operados con turbinas a gas, cumpliendo con la especificación respectiva y deberán contar con un sistema de recuperación del calor proveniente de los gases de combustión de la turbina, cumpliendo con la ESP-A-1020.

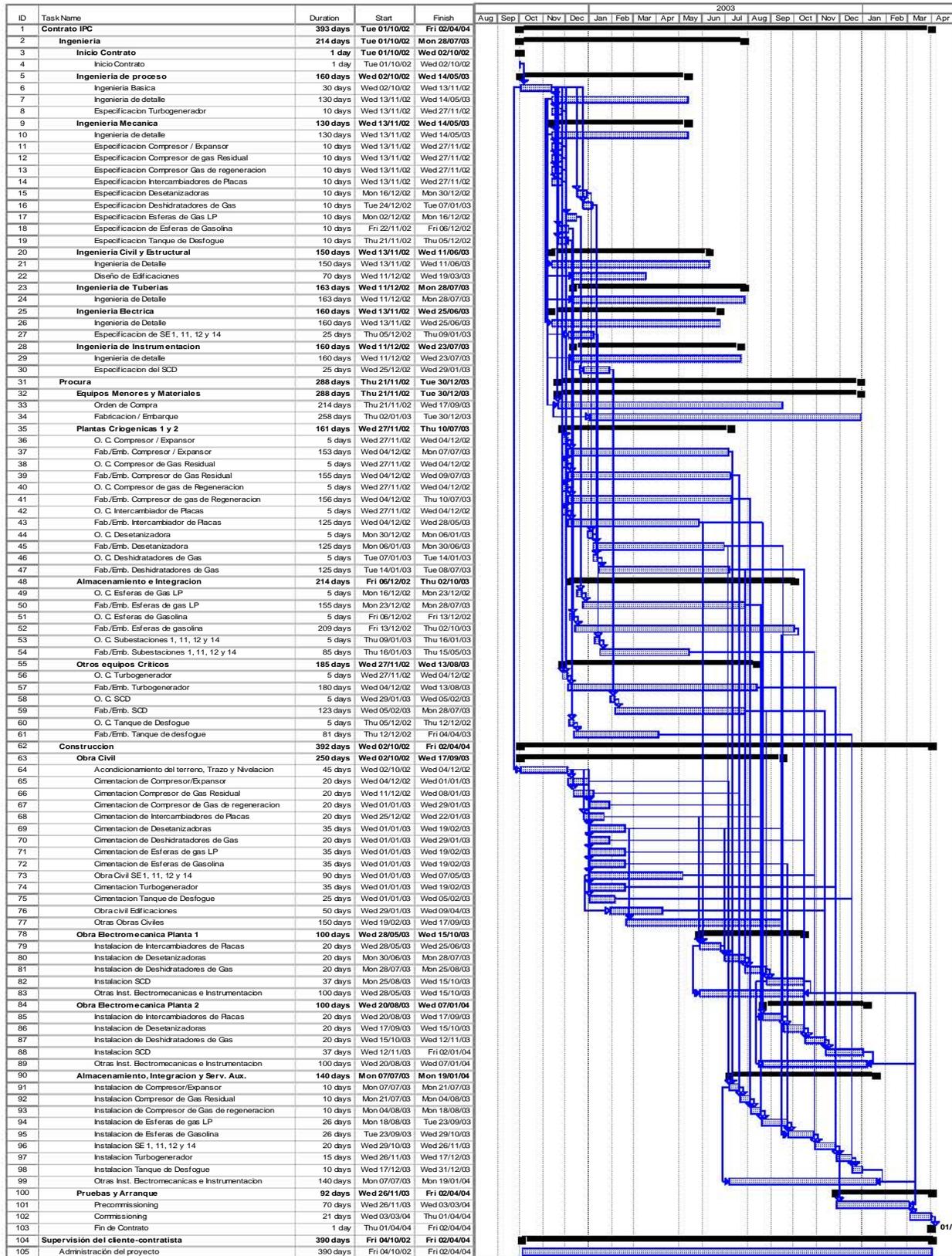
El contratista deberá considerar el empleo de propano como refrigerante, incluyendo dentro del alcance del proyecto, la instalación de un recipiente para almacenamiento de propano líquido, que deberá cumplir con la especificación respectiva, y toda la infraestructura necesaria para la descarga del propano, cumpliendo con las especificaciones de seguridad anexa a esta bases. La capacidad mínima de este recipiente deberá ser de por lo menos 200 Barriles.

Además, deberá considerar la integración de este tanque de almacenamiento de propano líquido al circuito de refrigeración. La bombas de hidrocarburos que requiera, deberán estar diseñadas de acuerdo a la especificación anexa especificación respectiva y considerar relevo del 100% de capacidad.





### 5.3.9. PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO





## ALCANCE CONTEMPLADO EN EL PROGRAMA DE EJECUCIÓN

<b>Construcción de las plantas criogénicas modulares</b>	
<b>WBS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1.1</b>	<b>Proceso de licitación</b>
1.1.1	Proceso de licitación
1.1.2	Firma del contrato
<b>1.2</b>	<b>Ingeniería básica</b>
1.2.1	Proceso
1.2.1.1	Recopilación de información en campo
1.2.1.2	Bases de diseño y descripción del proyecto
1.2.1.3	Diagramas de flujo de proceso
1.2.1.4	Balace de materia y energía
1.2.1.5	Diagramas de balances de servicios auxiliares
1.2.1.6	Diagrama de tubería e instrumentación de proceso (DTI)
1.2.1.7	Diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares y desfogue
1.2.1.8	Lista de equipo y motores
1.2.1.9	Índice de líneas
1.2.1.10	Hojas de datos de equipos
1.2.1.11	Hoja de datos de instrumentos
1.2.1.12	Descripción del proceso
1.2.1.13	Filosofía de operación
1.2.1.14	Plano de localización general
1.2.1.15	Lista de servicios auxiliares
1.2.1.16	Memorias de cálculo
1.2.2	Seguridad Industrial de plantas
1.2.2.1	Análisis HAZOP
1.2.2.2	Diagrama de tubería e instrumentación de red contraincendio
1.2.2.3	Sistema de detección de fuego, humo y mezclas explosivas
1.2.2.4	Hoja de datos de equipos de red contraincendio
<b>1.3</b>	<b>Ingeniería de detalle</b>
1.3.1	Arquitectura
1.3.1.1	Planos arquitectónico, acabados y de instalaciones de subestación eléctrica
1.3.1.2	Planos arquitectónicos, acabados y de instalaciones de subestación eléctrica y acometida
1.3.1.3	Planos arquitectónico y de instalaciones de cuarto de control y casa de cambio
1.3.2	Civil
1.3.2.1	Recopilación de información en campo
1.3.2.2	Bases de diseño
1.3.2.3	Mecánica de suelos
1.3.2.4	Planos de localización de áreas de trabajo
1.3.2.5	Planos de perfiles de calles
1.3.2.6	Planos de terracerías
1.3.2.7	Planos de drenajes
1.3.2.8	Planos de niveles y pavimentos
1.3.2.9	Planos de instalaciones subterráneas
1.3.2.10	Planos de soportes, mochetas y puentes de tubería
1.3.2.11	Planos de cimentación de los patines de proceso
1.3.2.12	Planos de cimentaciones de equipos
1.3.2.13	Planos de ductos subterráneos
1.3.2.14	Planos de registros (eléctricos, instrumentación y telecomunicaciones)
1.3.2.15	Plano de cimentación de tanques de agua contra incendio
1.3.2.16	Plano de cimentación de naftas pesadas
1.3.2.17	Planos de cimentación de recipientes esféricos a presión
1.3.2.18	Planos de cimentaciones y estructuras de la subestación
1.3.2.19	Planos de la cimentación y estructura de la caseta de control de acceso
1.3.2.20	Plano de cimentación y estructura del cuarto de control
1.3.2.21	Planos de la cimentación y estructura del cobertizo de bombas contra incendio
1.3.2.22	Planos de la cimentación y estructura del sistema de quemado
1.3.2.23	Planos de cimentación y estructura del cobertizo de compresores
1.3.2.24	Planos de cimentación y estructuras de tuberías
1.3.2.25	Planos de cimentación y estructuras de escaleras y barandales
1.3.2.26	Planos de cimentación del turbogenerador
1.3.2.27	Plano de cimentación de postes de alumbrado
1.3.2.28	Requisición de materiales
1.3.2.29	Volumen de obra



<b>1.3</b>	<b>Ingeniería de detalle (continuación)</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Mecánico</b>
1.3.3.1	Hoja de datos de equipos
1.3.3.2	Hoja de datos de recipientes
1.3.3.3	Planos de recipientes
1.3.3.4	Planos de plataformas y escaleras
1.3.3.5	Memorias de cálculo de recipientes
1.3.3.6	Requisición de equipo y materiales
1.3.3.7	Volumen de obra
<b>1.3.4</b>	<b>Tuberías</b>
1.3.4.1	Especificación de tuberías
1.3.4.2	Planos de arreglo general
1.3.4.3	Dibujos de plantas y elevaciones
1.3.4.4	Diagrama de rutas
1.3.4.5	Elaboración de isométricos de tubería
1.3.4.6	Plano de interconexiones
1.3.4.7	Requisición de materiales
1.3.4.8	Volumen de obra
<b>1.3.5</b>	<b>Eléctrico</b>
1.3.5.1	Bases de diseño
1.3.5.2	Especificaciones eléctricas
1.3.5.3	Diagramas unifilares
1.3.5.4	Plano de clasificación de área de los equipos e instalaciones eléctricas
1.3.5.5	Elaboración del plano de cortes de ductos del plano del sistema general de alumbrado
1.3.5.6	Plano del sistema de alumbrado en equipos, edificios y calles
1.3.5.7	Plano del tablero de alumbrado
1.3.5.8	Plano del sistema general de alimentación a instrumentos
1.3.5.9	Plano de voceo y comunicación
1.3.5.10	Plano del sistema general de tierras y apartarrayos
1.3.5.11	Diagrama de control eléctrico
1.3.5.12	Elaboración de requisiciones de equipo y material
1.3.5.13	Volumen de obra
<b>1.3.6</b>	<b>Telecomunicaciones</b>
1.3.6.1	Hoja de datos del sistema de intercomunicación y voceo
1.3.6.2	Hoja de datos del sistema de circuitos cerrados de televisión (cctv)
1.3.6.3	Hojas de datos del sistema de intercomunicación
1.3.6.4	Requisición de materiales
1.3.6.5	Volumen de obra
<b>1.3.7</b>	<b>Instrumentación</b>
1.3.7.1	Índice de instrumentos
1.3.7.2	Especificación del sistema de control distribuido
1.3.7.3	Especificación de instrumentos
1.3.7.4	Hoja de datos de instrumentos
1.3.7.5	Diagramas lógicos de instrumentación
1.3.7.6	Diagramas de lazo de instrumentación
1.3.7.7	Dibujos típicos de instalación
1.3.7.8	Plano de localización de instrumentos
1.3.7.9	Planos del tablero principal de instrumentos
1.3.7.10	Planos de charolas de conducción
1.3.7.11	Arreglo de cuarto de control
1.3.7.12	Requisición de materiales
1.3.7.13	Volumen de obra
<b>1.3.8</b>	<b>Libro de Ingeniería de proyecto</b>
1.3.8.1	Elaboración del libro de ingeniería de proyecto
<b>1.4</b>	<b>Procura de equipo y materiales</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Planta de estabilización de condensados</b>
1.4.1.1	Sección de fraccionamiento de naftas
1.4.1.1.1	Separador de naftas
1.4.1.1.2	Enfriador de naftas pesada
1.4.1.1.3	Condensador de reflujo de separador de naftas
1.4.1.1.4	Acumulador de reflujo de separador de naftas
1.4.1.1.5	Bomba de reflujo del separador de naftas
1.4.1.1.6	Rehervidor del separador de naftas



<b>1.4</b>	<b>Procura de equipo y materiales (continuación)</b>
1.4.2	<b>Plantas criogénicas o recuperadora de licuables</b>
1.4.2.1	Sección de acondicionamiento del gas humedo Separador de entrada de gas Filtro separador de entrada de gas
1.4.2.2	Sección deshidratación del gas húmedo Deshidratadores Filtro de salida de deshidratadores
1.4.2.3	Sección de regeneración Enfriador de gas de regeneración Compresor de gas de regeneración Calentador de gas de regeneración
1.4.2.4	Sección de pre-enfriamiento Intercambiador de gas caliente Intercambiadores de líquido caliente/gas Condensador de reflujo de la desbutanizadora Intercambiador de líquido frío/gas Separador frío
1.4.2.5	Sección de expansión Expansor/Compresor
1.4.2.6	Sección de compresión de gas residual Compresor de agua residual Enfriador de gas residual Enfriador de descarga de compresor de gas residual
1.4.2.7	Sección de estabilización de líquidos recuperados Desetanizadora Rehervidor de desetanizadora Acumulador de reflujo de desetanizadora Bomba de reflujo de desetanizadora
1.4.3	<b>Sección de fraccionamiento (fraccionadora de licuables)</b>
1.4.3.1	Desbutanizadora
1.4.3.2	Condensador de reflujo de desbutanizadora
1.4.3.3	Rehervidor de desbutanizadora
1.4.3.4	Enfriador de nafta ligera
1.4.3.5	Acumulador de reflujo de desbutanizadora
1.4.3.6	Bomba de reflujo de desbutanizadora
1.4.3.7	Enfriador de LPG
1.4.4	<b>Almacenamiento de productos</b>
1.4.4.1	Esferas de almacenamiento de gas LP
1.4.4.2	Esferas de almacenamiento de naftas ligeras
1.4.4.3	Tanque vertical de nafta pesada
1.4.5	<b>Servicios auxiliares</b>
1.4.5.1	Equipos y accesorios de servicios auxiliares
1.4.6	<b>Materiales</b>
1.4.6.1	Materiales de proceso y servicios auxiliares
<b>1.5</b>	<b>Construcción</b>
1.5.1	<b>Civil</b>
1.5.1.1	Desempalme y limpieza
1.5.1.2	Reubicación de flora del terreno
1.5.1.3	Delimitación del área de terreno
1.5.1.4	Trazado y nivelación por topografía
1.5.1.5	Movimiento de tierras
1.5.1.6	Sistemas subterráneos (drenaje químico, pluvial y aceitoso)
1.5.1.7	Trabajos subterráneos de ductos eléctricos, fuerza, alumbrado
1.5.1.8	Terracerías
1.5.1.9	Ubicación de áreas, pisos, banquetas y pavimentación
1.5.1.10	Cimentación de los patines de proceso
1.5.1.11	Cimentación de soportes elevados en plantas
1.5.1.12	Registros (eléctricos, instrumentación y telecomunicaciones)
1.5.1.13	Cimentación de equipos de servicios auxiliares
1.5.1.14	Cimentación de recipientes de almacenamiento de gas LP
1.5.1.15	Cimentaciones de esferas de almacenamiento de naftas ligeras
1.5.1.16	Cimentación de tanque vertical de nafta pesada
1.5.1.17	Cimentaciones y estructuras de la subestación
1.5.1.18	Cimentación y estructura de la caseta de control de acceso
1.5.1.19	Cimentación y estructura del cuarto de control
1.5.1.20	Cimentación y estructura del cobertizo de compresores
1.5.1.21	Cimentación y montaje de estructuras del rack de tuberías
1.5.1.22	Cimentación y estructuras de escaleras y barandales
1.5.1.23	Cimentación de postes de alumbrado



<b>1.5</b>	<b>Construcción (continuación)</b>
1.5.2	<b>Mecánica</b>
1.5.2.1	Erección e izaje de equipo mayor
1.5.2.2	Aislamiento de equipos de proceso
1.5.2.3	Armado y construcción de recipientes de almacenamiento de productos
1.5.2.4	Armado y construcción de recipientes de servicios auxiliares
1.5.3	<b>Tubería</b>
1.5.3.1	Montaje de tuberías y válvulas
1.5.3.2	Pruebas de montaje de tuberías
1.5.3.3	Pruebas de tuberías y limpieza de ductos
1.5.4	<b>Eléctrico</b>
1.5.4.1	Montaje de charolas eléctricas
1.5.4.2	Subestación eléctrica
1.5.4.3	Distribución de energía eléctrica
1.5.4.4	Tubería conduit
1.5.4.5	Sistema de alumbrado
1.5.4.6	Pruebas
1.5.5	<b>Instrumentación y control</b>
1.5.5.1	Cableado y conexión de los instrumentos al circuito de control
1.5.5.2	Pruebas de instrumentos
<b>1.6</b>	<b>Pruebas y puesta en operación</b>
1.6.1	Pruebas y puesta en operación
<b>1.7</b>	<b>Administración del proyecto</b>
1.7.1	Administración del proyecto



#### **5.4. Análisis de resultados y validación de la hipótesis.**

De lo realizado en este capítulo y retomando la hipótesis planteada al inicio del trabajo:

“La aplicación de la guía para la definición del alcance de ingeniería en proyectos de plantas industriales permitirá establecer el alcance de los proyectos de manera clara, completa y confiable generando así una base para la ejecución exitosa del proyecto, ya que permitirá

- Verificar los requerimientos de cada disciplina para la realización del proyecto determinado.
- Estandarizar las actividades e información generadas por cada disciplina participante en el proyecto y sus interrelaciones.
- Desarrollar una estructura de trabajo WBS (Work Breakdown Structure) que facilite una administración óptima del proyecto.
- Elaborar el programa de ejecución del proyecto completo desde el inicio, ya que contendrá todas las actividades programadas y las relaciones que guarden entre ellas.
- Integrar procesos para administrar adecuadamente las actividades, recursos y cambios producidos por la evolución natural del proyecto, para optimizar el tiempo y el costo.
- Facilitar una clara asignación de responsabilidades.
- Definir y evaluar los posibles riesgos y oportunidades.
- La generación de cambios de alcance mínimos.
- Prevenir incrementos del costo y financiamiento del proyecto por alcance incompleto.
- Generar confianza con el cliente.

Se concluye que la hipótesis planteada al inicio se comprueba y se cumple de forma general dando los argumentos que enumero a continuación, y quizás dado el contexto de aplicación se pone mayor énfasis en que “la guía para la definición del alcance de ingeniería en proyectos de plantas industriales” fue un herramienta para establecer y verificar el alcance de los proyectos desde el inicio y que gracias a ellos se elaboró los programas de ejecución requeridos en un análisis de riesgos.

Particularmente en el proyecto ejemplificado: Construcción de dos plantas recuperadoras de licuables “criogénicas” tipo modular con capacidad de procesamiento de 200 MMPCD.

1. El cliente entregó un resumen ejecutivo donde explica en que consiste el proyecto, estableciendo el costo asignado para ello y el tiempo para su ejecución. Al no contar con el programa detallado de la ejecución del proyecto, la guía elaborada en este trabajo de tesis fue una herramienta para desarrollar el alcance del programa de ejecución del proyecto.



2. Se analizó la descripción del proceso para proyecto citado, para revisar los alcances de cada especialidad; las cuales al hacer un chequeo cruzado con los puntos que establece la guía elaborada en el trabajo de tesis para cada disciplina de Ingeniería, se concluyó que se encontraban claros y completos.
3. Considerando que la definición del alcance del proyecto se encontraba completa y clara se elaboró el programa de ejecución (sección 5.3.10), considerando lo descripción del proceso y la matriz de precedencia establecida en la guía elaborada; para asignar una secuencia coherente y acorde a las prácticas generales de ingeniería, a las actividades del programa de ejecución así como tiempos estimados de ejecución para cada una de ellas.
4. Al tener la confianza que el alcance general del proyecto se encontraba completo se desarrollo un programa de ejecución con un estimado de +- 10% de omisión de actividades.
5. A la fecha actual de la presentación de este trabajo, el proyecto citado ha sido terminado por lo que se puede corroborar lo que se planeo en programa de ejecución con los resultados reales obtenidos.

De acuerdo a lo planeado, la programación del alcance establecido para este proyecto comenzaría el 2 de octubre de 2002 y terminaría el 2 de abril del 2004.

En la realidad, la adjudicación de las obras para esta primera etapa del proyecto se dio el 2 de octubre de 2002, iniciándose el 28 del mismo mes la construcción por la empresa contratista ganadora. Las plantas criogénicas entraron en operación en marzo y mayo de 2004, respectivamente. Por tal motivo, el 25 de mayo de 2004 se informó a las instancias correspondientes el Cierre Parcial de la primera fase del proyecto.

6. Considerando los datos antes mencionado, se comprobó que la planeación elaborada, para la ejecución del proyecto, en una etapa previa a la licitación contó con la suficiente información clara y completa de los alcances del proyecto para generar un programa que incluyera el 90- 95% todas las actividades del proyecto. Por lo que el contar con la descripción del alcance claro y completo en esta etapa inicial fue clave para la ejecución exitosa del proyecto.
7. De acuerdo a la retroalimentación con el cliente, en términos generales el proyecto fue satisfactorio, por el grado de cumplimiento del alcance en tiempo, calidad y costo, tal satisfacción propicio el ambiente de confianza con la empresa contratista para participar en la segunda fase del proyecto global.

# CONCLUSIONES

*“En lugar de ser un hombre de éxito, busca ser un hombre valioso: lo demás llegará naturalmente”*

*Albert Einstein*

# CONCLUSIONES

El contar con una guía para la definición del alcance de proyectos ha sido una valiosa e importante herramienta de trabajo en el contexto laboral en el cual me he desarrollado, ya que haciendo uso de esta guía se ha podido desarrollar y verificar los alcances para la diversidad de proyectos en los que he participado.

Al hacer uso de este trabajo como documento didáctico y de consulta en la práctica profesional se ha podido verificar los requerimientos de cada disciplina de ingeniería participante en un proyecto determinado; se ha estructurado cada alcance (desarrollado o verificado) mediante un WBS que ha permitido visualizar la administración de un proyecto (planeación, organización, etc) en una etapa previa a su licitación, para que por medio de ello se pueda generar un dictamen (“Dictamen de Riesgos de Proyecto”) sobre el impacto en el tiempo y en costo de los probables riesgos que puedan presentarse durante las fases de: Concurso, ingeniería, procuración, construcción y arranque.

Al realizar un Dictamen de riesgos de un proyecto para una planta de proceso, en la etapa previa a la licitación, la definición del alcance es clave para evaluar el impacto en el tiempo y en costo de los probables riesgos que puedan presentarse durante la ejecución del proyecto. El hacer uso de la guía elaborada en este trabajo de tesis, aunado a la búsqueda de información relacionada a los tipos de proyectos y la colaboración con expertos de diversas especialidades de ingeniería, permitió para los dictámenes realizados de los proyectos citados, al no contar con el alcance definido o bien, muy general, establecer el alcance (actividades) de manera práctica para elaborar un programa de ejecución que englobará las actividades y/o documentos que se realizarían en el proyecto (para analizar los factores de riesgos asociadas a ellas).

De forma general la guía propuesta sirvió fundamentalmente en la elaboración de cada programa de ejecución para:



- Desglosar los alcances de la fase de ingeniería de cada proyecto dependiendo su complejidad y la información disponible en el momento de hacer el dictamen, de acuerdo a los conceptos de WBS de la sección y consultando el capítulo 4 “Definición del alcance del proyecto por especialidades de ingeniería” de la guía propuesta.
- Agrupar las actividades de acuerdo a las especialidades que participarían en cada proyecto, y establecer un orden de precedencia de las actividades del programa de ejecución para posteriormente asignarles tiempos y montos del proyecto global.

Por lo mencionado anteriormente se ha podido comprobar la hipótesis planteada al inicio de este trabajo y que es señalada en caso de estudio: el contar con la descripción del alcance claro y completo en la etapa inicial del proyecto es clave para la ejecución exitosa del mismo.

La experiencia en la definición del alcance de los proyectos citados para elaborar “Dictamen de Riesgos de proyectos”, no solo queda en el contexto interno del área de sino que también se puede extender al contexto global de la organización, ya que en ella también se debía establecer el alcance de los proyectos de “dictamen” y las actividades y funciones de cómo lograrlo considerando los procesos de la administración de proyectos.

Cada proyecto de dictamen elaborado se ha visto en términos de tres etapas: La etapa de formación y dirección del proyecto en donde los objetivos se identificaron y entendieron con claridad para cada área correspondiente; la etapa de ejecución donde la retroalimentación entre áreas estableció entre otros la toma de decisiones acertada y un ambiente de camaradería entre los participantes y, la etapa de terminación donde se colocó énfasis en la estimación de resultados y reconocimientos a los miembros del equipo.

En otro contexto de ideas, la administración de proyectos se ha visto en la organización como una herramienta para ejecutar la estrategia organizacional total. La administración de proyectos ha tenido que ver con autoridad, planeación, ejecución, comunicación, delegar responsabilidades y manejar conflictos, todo ello alrededor del factor humano inminente en cada participante; ya que cada proyecto de Dictamen que se ha hecho administrando gente y se ha visto que los aspectos técnicos y humanos han sido inseparables.



Por otro lado cabe señalar que el marco teórico de este trabajo, mantiene vigente las características del ambiente de trabajo en la ingeniería y administración de proyectos y que como ingeniero de proyecto deben ser retomados día a día en el desempeño laboral.

Aunque tradicionalmente, en la formación de los ingenieros químicos se ha hecho hincapié en dos aspectos fundamentales de la profesión: el primero es el análisis de procesos que consiste en predecir cuáles serán los productos obtenidos en un proceso mediante cierto equipo una vez que se han especificados las variables del diseño y las condiciones de operación. El segundo consiste en el diseño del equipo, para lo cual es necesario administrar las características, dimensiones y condiciones de operación del mismo que permitan la transformación de la materia prima en uno o varios productos con características determinadas. El complementarse con la Maestría en Ingeniería y Administración de proyectos forma un ingeniero químico con herramientas de administración de proyectos y proporciona conocimientos que nos hacen desarrollar habilidades directivas necesarias para la planeación, dirección, coordinación y control a fin de poder dirigir adecuadamente a los equipos de trabajo o que podamos ser parte de los grupos tomando un rol más participativo, para hacernos llamar “ingeniero de proyecto”.

Al concluir este trabajo también he de resaltar que durante los últimos años se han realizado esfuerzos importantes para vincular a la Facultad de Química con la industria Química, como resultado de esos esfuerzos ha resultado entre otros la realización pionera de los proyectos descritos de manera general en la aplicación de este trabajo de tesis; lo cual ha dado una evidencia más de la excelencia en los profesores, estudiantes y egresados de nuestra casa máxima de estudios, la UNAM. A brindar este tipo de trabajos como servicios a la industria de nuestro país, se realizan con el mejor de nuestros esfuerzos y compromisos, enfocados hacia el beneficio de la sociedad y la superación profesional y personal de cada uno de los profesionistas integrantes del grupo que desarrolla proyectos, a fin de mantener la ética y confianza hacia esta institución.

Finalmente, son innumerables las experiencias y aprendizajes obtenidos durante el desarrollo de este trabajo de tesis, entre ellos permitió mi vinculación laboral expuesta en la aplicación práctica de esta tesis. Concluyo con la convicción de que este trabajo se difunda y al igual que a mí, pueda servir a los ingenieros participantes de un proyecto presentes y futuros, en especial a los ingenieros de proyectos; como una herramienta o apoyo didáctico en su desempeño profesional.

# BIBLIOGRAFÍA

*“La raíz del verdadero éxito reside en la voluntad de ser lo mejor que puedas llegar a ser” Harold Taylor.*

*Tómate un tiempo para mirar de dónde partiste:*

*te juzgarás con menos severidad.*

*Tómate un tiempo para descansar un poco:*

*hay una nueva cumbre por conquistar.”*

*LMRiba*

# BIBLIOGRAFÍA

Cleland David. I. & William R. King. Project Management Handbook. USA. 1990

Gido Jack & James P. Clements. Successful Project Management . South Western College Publishing, an ITP Company .(International Thomson Publishing ).1999. USA

Jiménez León, L. Ingeniería de proyectos para plantas de proceso. Facultad de Química, UNAM (1994)

Kerzner Harold, Project Management: A system Approach to planning, scheduling and controlling USA. 1990

Kimmons Robert. Project Management Basics. A Step by Step Approach. USA. 1990

Lozano Ríos, L. Administracion de proyectos. Facultad de Química, UNAM (1985)

Rase, H.F. and Barrow, M.H., Project of process plants Wiley, N.Y., (1957)

Rud, D. And Watson, C., Strategy of process engineering Wiley, N.Y., (1968)

Vilbrandt, F.C. and Dryden, C.E., Chemical engineering plant design Mc Graw Hill, New York, (1959)

Wideman Max R. Risk Management. A guide to managing project Risk and opportunities by Project Management Institute 2001. USA

Practice Standard for Work Breakdown Structures. By Project Management Institute 2001.USA

Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide. By Project Management Institute. USA.2000

“How to capture customer Requirements and Develop Project Scope” by Gregory Githens. Memorias del curso durante el Seminario presentado por el Instituto de administración de proyectos (Project Management Institute PMI) en Octubre 2002 en USA.

“Effective project Risk Management: Beyond the PMBOK” by David Hillson. Memorias del curso durante el Seminario presentado por el Instituto de administración de proyectos (Project Management Institute PMI) en Octubre 2002 .USA.

“Writing Project Scope” Memorias del curso impartido en ICA FLUOR DANIEL en noviembre 2001. Ciudad de México.

[http://www.gas.pemex.com/PEMEX\\_Gas/Conozca+Pemex+Gas/Infraestructura/Producción/Comp lejos+Procesadores/CPG+Burgos/Introduccion/](http://www.gas.pemex.com/PEMEX_Gas/Conozca+Pemex+Gas/Infraestructura/Producción/Comp lejos+Procesadores/CPG+Burgos/Introduccion/)

# ANEXOS

*“Cuando llegues a la cimas...*

*Tómate un tiempo para disfrutar:*

*el camino ha sido largo y difícil.*

*Tómate un tiempo para ayudar a otros:*

*mucho se te ha concedido.*

*Tómate un tiempo para compartir un triunfo:*

*quienes te aman también sufrieron a tu lado.*

# ANEXO 1.

## LINEAMIENTOS PARA DICTAMINAR UN PROYECTO

Con fundamento en los artículos 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y 3 de su Reglamento; 61 del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como en los artículos 75 y 76, fracciones IV y V; 108, tercer párrafo y 139, primer párrafo del Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal, se emiten los siguientes:

Lineamientos para la determinación de los requisitos que deberán cumplir los expertos que dictaminen sobre los análisis de evaluación de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los criterios generales a que se sujetará la emisión del dictamen correspondiente.

**1. Para efectos de estos Lineamientos se entenderá por:**

- i) **Análisis de factibilidad ambiental:** los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental;
- ii) **Análisis de factibilidad económica:** los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables;
  - iii) **Análisis de factibilidad técnica:** los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles;
- iv) **Dictamen:** documento a través del cual se manifiesta una opinión sobre los análisis de factibilidad económica, técnica y ambiental y, en su caso, sobre el proyecto ejecutivo de obra pública, en los términos de estos Lineamientos;
- v) **Manual:** el Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal vigente;
- vi) **PEF:** Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal correspondiente;
- vii) **Proyecto ejecutivo de obra pública:** los estudios de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica, hidráulica



y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, así como los proyectos, planos, especificaciones y programas de los trabajos a realizar correspondientes. Los estudios de ingeniería pueden referirse a la ingeniería conceptual, básica o de detalle y deben contener los datos del proyecto para definir su alcance;

- viii) **Secretaría:** la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y
- ix) **Unidad de Inversiones:** la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Los términos utilizados en estos Lineamientos distintos a los comprendidos en el numeral anterior tendrán la definición y el alcance que para los mismos se establecen en el Manual.

2. Estos Lineamientos se aplicarán a todos aquellos programas y proyectos de inversión y a las adiciones a los mismos, a que hacen referencia las disposiciones aplicables del PEF y el artículo 75 del Manual, con excepción de aquellos programas y proyectos y adiciones que:

- i) Se deriven de la atención prioritaria e inmediata de desastres naturales, conforme a lo contemplado en el artículo 42, fracción II, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y 41, fracción II, de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público;
- ii) Se refieran a inversiones en conservación o mantenimiento de las instalaciones existentes en operación que realizan regularmente las dependencias y entidades con objeto de mantener dichas instalaciones en condiciones adecuadas de operación y seguridad para cumplir con disposiciones técnicas, normativas o legales, incluyendo las disposiciones en materia ambiental o laboral, y que permiten alcanzar la vida útil del activo fijo. Esta excepción no aplicará para el caso de los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, y
- iii) Cuenten con dictámenes favorables elaborados conforme a las disposiciones contenidas en el Presupuesto de Egresos de la Federación de ejercicios fiscales anteriores.

Estos Lineamientos se aplicarán también a aquellos programas y proyectos de inversión que se hayan iniciado en años anteriores con recursos presupuestarios, y que a propuesta de la entidad correspondiente, la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento haya dictaminado favorablemente y la Cámara de Diputados del H.

Congreso de la Unión los haya aprobado en el PEF como nuevos proyectos de infraestructura productiva de largo plazo.

3. En el caso de nuevos programas y proyectos de inversión, a que se refieren las fracciones I y II del artículo 75 del Manual, se deberá contar con el dictamen y remitirlo a la Unidad de Inversiones, por conducto de la Dirección General de Programación y Presupuesto sectorial correspondiente, al menos 5 días hábiles antes del inicio del procedimiento de contratación respectivo o, en caso de que el programa o proyecto de inversión considere más de un procedimiento de contratación, del primero de ellos. En este último caso, la dependencia o entidad deberá enviar, en los términos a que se refiere este párrafo, el dictamen sobre el proyecto ejecutivo de obra correspondiente únicamente a cada procedimiento de contratación.



Lo establecido en este numeral se aplicará sin perjuicio de lo dispuesto por el numeral 20 de los presentes Lineamientos.

4. En el caso de las adiciones a que hace referencia la fracción III del artículo 75 de Manual, se deberá contar con el dictamen y remitirlo a la Unidad de Inversiones, por conducto de la Dirección General de Programación y Presupuesto sectorial correspondiente, al menos 5 días hábiles antes del inicio del procedimiento de contratación respectivo.
5. Los expertos que dictaminen los programas y proyectos de inversión a que se refieren estos Lineamientos deberán ser:
  - i) Personas físicas o morales que acrediten ante las dependencias y entidades probada experiencia en la elaboración o revisión de análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, y de proyectos ejecutivos de obra pública, así como en el uso de análisis de riesgos en la ejecución y operación de programas y proyectos de inversión, y
  - ii) Sin excepción, terceros independientes de los posibles contratistas y de la dependencia o entidad encargada de la ejecución del programa o proyecto de inversión, así como de la dependencia coordinadora de sector. Podrán ser de manera enunciativa y no limitativa, instituciones públicas o privadas de investigación o de educación superior, instituciones de banca de desarrollo o de banca privada, asociaciones civiles, entidades privadas y cualquier persona física o moral que esté legalmente constituida.

Los expertos deberán ser contratados conforme a los procedimientos establecidos en la normatividad aplicable. Las dependencias y entidades deberán cubrir los honorarios del dictaminador con cargo a sus presupuestos, o, en su caso, en los términos que establezca la Secretaría.

En el proceso de revisión, el dictaminador deberá mantener contacto permanente con la dependencia o entidad para resolver dudas o interpretaciones relacionadas con el programa o proyecto de inversión, de manera que cuente con los elementos suficientes para los análisis que realiza.

6. En el contrato que celebren las dependencias y entidades con los expertos para la realización del dictamen, deberá especificarse la fecha o plazo en que la dependencia o entidad entregará la información que debe ser revisada por el dictaminador, así como la fecha de entrega del dictamen. Asimismo, en el contrato respectivo se deberán establecer disposiciones sobre las obligaciones y responsabilidad del experto, respecto al contenido y solidez del dictamen que emita, así como a la reserva y confidencialidad de la información que se le provea.
7. Las dependencias y entidades podrán contratar la realización del dictamen a través del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), establecido en el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad Nacional de Crédito (BANOBRAS), en cuyo caso el CEPEP se encargará de contratar a los expertos que realicen los dictámenes correspondientes.
8. La Secretaría difundirá por Internet, por conducto de la Unidad de Inversiones, un directorio de evaluadores, que se integrará con el nombre, dirección, especialidad y teléfono de todas aquellas personas físicas o morales que hayan sido contratadas como dictaminadores por parte



de las dependencias y entidades o que hayan participado como licitantes en los procedimientos de contratación correspondientes. En todo caso, la difusión del directorio de evaluadores se hará de conformidad con las disposiciones establecidas en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

9. Las dependencias y entidades deberán enviar trimestralmente, a más tardar a los 10 días hábiles posteriores a la terminación de cada trimestre, un reporte a la Unidad de Inversiones, por conducto de la Dirección General de Programación y Presupuesto sectorial correspondiente, donde se señalen los datos mencionados en el numeral anterior.
10. El dictamen deberá contener la opinión del dictaminador sobre los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental del programa o proyecto de inversión y, en su caso, del proyecto ejecutivo de obra pública. Asimismo, el dictamen deberá incluir los argumentos que fundamenten la opinión del dictaminador, señalando la información proporcionada por la dependencia o entidad que sirvió de base para su elaboración, y se realizará utilizando prácticas aceptadas en materia de evaluación de programas y proyectos de inversión.
11. Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad técnica, el experto deberá considerar lo siguiente:
  - i) Localización de la obra;
  - ii) Especificaciones técnicas del programa o proyecto;
  - iii) Disponibilidad de insumos necesarios para la operación y, en su caso, para la realización del programa o proyecto;
  - iv) Justificación sobre la tecnología propuesta;
  - v) Calificación del personal requerido para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión;
  - vi) Capacidad técnica de cumplir con las metas que se propone alcanzar;
  - vii) Vida útil del activo, y
  - viii) Congruencia del programa o proyecto de inversión con las prácticas aceptadas de la ingeniería y con los desarrollos tecnológicos disponibles.

Los incisos iv) a vi) no se tendrán que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

12. Para dictaminar sobre el análisis de factibilidad económica, el experto deberá considerar lo siguiente:



- i) **Objetivos y metas del programa o proyecto;**
- ii) **Estudio de mercado, elaborado con base en el análisis de la oferta y demanda actual y futura en los mercados relevantes, incluyendo el impacto que tendría la realización del programa o proyecto de inversión sobre el mercado;**
- iii) **Costos y beneficios económicos que se estima alcanzar en términos anuales, incluyendo los indicadores de rentabilidad correspondientes;**
- iv) **Argumentación de la dependencia o entidad para justificar la determinación de los costos y beneficios estimados del programa o proyecto;**
- v) **Calendario de inversiones y plazo de ejecución, y su congruencia con los costos y beneficios esperados;**
- vi) **Parámetros de referencia utilizados, tales como la tasa de descuento y la trayectoria de precios de los insumos y de los bienes y servicios finales, entre otros;**
- vii) **Como parte de los costos a que se refiere la fracción iii), costos de operación y mantenimiento esperados, una vez que concluya el periodo de construcción e inicie la operación del activo;**
- viii) **Análisis de sensibilidad de los parámetros de referencia;**
- ix) **Fuentes de los recursos para cubrir el costo de la inversión, así como de la operación y mantenimiento de los activos, y**
- x) **Identificación de los riesgos asociados a la ejecución y operación del programa o proyecto que puedan afectar su rentabilidad.**

El inciso ix) no se tendrá que considerar cuando, por la naturaleza del programa o proyecto de inversión, no se disponga de la información correspondiente sino hasta después de haber realizado el procedimiento de contratación.

13. **Para la elaboración del dictamen del análisis de factibilidad ambiental, el experto deberá considerar el cumplimiento de la normatividad relacionada con la legislación ambiental.**
14. **Para dictaminar sobre el proyecto ejecutivo de obra, el dictaminador deberá considerar si los estudios, proyectos, planos, especificaciones y programas de los trabajos a realizar referentes al programa o proyecto de inversión son adecuados y suficientes para iniciar la ejecución del mismo.**
15. **En el dictamen, el dictaminador podrá recomendar que se tome una de las siguientes decisiones:**
  - i) **Ejecutar el proyecto conforme al calendario y características previstas;**
  - ii) **Ejecutar el proyecto sujeto a ciertas condiciones;**



- iii) Aplazar la ejecución del proyecto;
  - iv) Rechazar el proyecto, o
  - v) Realizar más estudios o acciones referentes al proyecto ejecutivo de obra y los análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental, antes de tomar una decisión definitiva.
16. En el caso de los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, los dictámenes que elaboren los expertos deberán considerar los dictámenes que hayan elaborado las áreas competentes de la Secretaría y, en su caso, la coordinadora sectorial, conforme a lo establecido en el Manual.
17. A más tardar el 15 de febrero de cada año, la Unidad de Inversiones difundirá por Internet una relación de los programas y proyectos que para el ejercicio fiscal correspondiente estarán sujetos al dictamen a que se refiere el artículo 75 del Manual.
18. La relación a que se refiere el numeral anterior se actualizará conforme las dependencias y entidades comuniquen a la Unidad de Inversiones las modificaciones autorizadas a los programas y proyectos de inversión presupuestaria que están sujetos a lo dispuesto en el artículo 75 del Manual. Para ello, las dependencias y entidades deberán comunicar por escrito a la Unidad de Inversiones, por conducto de las Direcciones Generales de Programación y Presupuesto sectoriales, las modificaciones correspondientes, a más tardar a los 5 días hábiles posteriores a la fecha de autorización con la que se modifica el programa o proyecto de inversión presupuestaria.
19. Los dictámenes, incluyendo el nombre de la persona que los elaboró y el sentido de los mismos, podrán ser difundidos por la Secretaría, por conducto de la Unidad de Inversiones, en los términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
20. En el caso de los proyectos de infraestructura eléctrica, hidráulica y de hidrocarburos, el dictamen se hará sólo sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental.

### Transitorios

**Primero.** Los presentes Lineamientos entrarán en vigor a los cinco días hábiles posteriores a la fecha del oficio por el que se emiten los mismos.

**Segundo.** A partir de la entrada en vigor de los presentes Lineamientos, quedan sin efectos los "Lineamientos para la determinación de los requisitos que deberán cumplir los expertos que dictaminen sobre los análisis de evaluación de los programas y proyectos de inversión a cargo de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los criterios generales a que se sujetará la emisión de dicho dictamen", dados a conocer mediante los oficios No. 400.1.410.03.004 y 005 de fecha 16 de enero de 2003, emitidos por la Unidad de Inversiones.



**ANEXO 2. LISTADOS DE PROYECTOS PARA LOS CUALES SE ELABORO EL DICTAMEN DE RIESGOS DE PROYECTO.**

NOMBRE DEL PROYECTO DE DICTAMEN ELABORADO	Participación
<p>1. <b>Octubre 05</b> "DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO PLANTAS CRIOGÉNICAS 5 y 6 DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA EN REYNOSA TAMAULIPAS"</p> <p>2. <b>Junio 05</b> DICTAMEN SOBRE EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL PROYECTO INTEGRAL: "INFRAESTRUCTURA DE LA TERMINAL MARÍTIMA TUXPAN, VER." CONFORMADO POR 2 PROYECTOS DE INVERSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSTRUCCIÓN E INTEGRACIÓN DE 3 TANQUES VERTICALES PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DESTILADOS.</li> <li>• INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LAS LÍNEAS SUBMARINAS EN TM TUXPAN</li> </ul> <p>3. <b>Mayo 05</b> DICTAMEN SOBRE EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO INTEGRAL: "INFRAESTRUCTURA DE TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN GOLFO". CONFORMADO POR 8 PROYECTOS DE INVERSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSTRUCCIÓN DE CUATRO TANQUES VERTICALES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. (EN TAD PROGRESO: DE 55,000 BLS PARA PEMEX MAGNA, 55,000 BLS PARA PEMEX DIESEL Y DE 55,000 BLS PARA TURBOSINA; TAD MERIDA DE 30,000 BLS PARA PEMEX PREMIUM)</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE BARRA PERIMETRAL EN ESTACIONAMIENTO DE AUTOTANQUES FORÁNEOS TAD MINATITLÁN.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO PARA 40 AUTOTANQUES FORÁNEOS EN EL SARDINERO. TAD VERACRUZ.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO PARA AUTOTANQUES FORÁNEOS. TAD PEROTE.</li> <li>• DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COBERTIZO Y BODEGA PARA UNIDADES, EQUIPOS Y MATERIALES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL T. M. PAJARITOS.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO DE AUTOTANQUES AL SERVICIO DE PEMEX REFINACIÓN. TAD OAXACA.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNIDAD MÉDICA EN TERMINAL MARÍTIMA DE TUXPAN.</li> <li>• SISTEMA DE LIMPIEZA DE LODOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA TERMINAL MARÍTIMA PAJARITOS, VER.</li> </ul>	<p>1. Colaborando en la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p> <p>2. Colaborando en la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p> <p>3. Realizando la coordinación de un grupo de 8 personas (6 ingenieros químicos y 2 prestadores de servicio social de la carrera de IQ ) para la realización del dictamen integral de riesgos del proyecto, lo cual implicaba, el uso de herramientas de administración de proyectos y lo propio de la metodología de administración de riesgos (la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos) y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p>



<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>Participación</b>
<p>4. <b>Abril 05</b> DICTAMEN GLOBAL DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL PARA LAS UNIDADES DE INVERSIÓN QUE CONFORMAN LOS PROYECTOS INTEGRALES "INFRAESTRUCTURA DUCTOS E INSTALACIONES NORTE Y GOLFO" CONFORMADO POR 19 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADECUACIONES DE LÍNEAS PARA MANEJO DE CRUDO LIGERO Y GASÓLEOS EN LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN, DISTRIBUCIÓN Y BOMBEO NUEVO TEAPA, VER</li> <li>• OPERACIÓN BIDIRECCIONAL DEL POLIDUCTO DE 8" DE DIAMETRO TIERRABLANCA VERQCRUZ Y NUEVA ALTERNATIVA DE SUMINISTROS DE DESTILADOS A LAS TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE VERACRUZ, TIERRA BLANCA Y ESCAMELA Y TRANSPORTE DE EXCEDENTES POR EL POLIDUCTO"</li> <li>• REVISIÓN PREDICTIVA, MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO A LAS ESTACIONES DE BOMBEO DEL OLEODUCTO DE 24" NUEVO TEAPA-MADERO DEL PROYECTO CADEREYTA.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE CASETAS DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS NATURAL PARA LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE MAZUMIAPAN, EL TEJAR, EMILIO CARRANZA Y CAB POZA RICA.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DEL COMBUSTOLEODUCTO DE 10" Ø POR 3.850 KILÓMETROS DE LA TAD LERMA, CAMPECHE A.C.FÉ.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE TRAMPAS DE DIABLOS DE ENVÍO RECIBO DEL OLEODUCTO DE 24" DIAM. CANGREJERA-NUEVO TEAPA.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DEL CRUZAMIENTO DIRECCIONAL DEL RÍO COATZACOALCOS, VER DEL OLEODUCTO DE 14" DIAM. NUEVO TEAPA-MINATITLÁN.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 115/4.16 KV QUE INCLUYA CUARTOS DE TABLEROS Y ARRANCADORES DE 4,160 VOLTS Y SUSTITUCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS DE 2,400 VOLTS POR MOTORES DE 4,160 VOLTS EN LA CAB POZA RICA</li> <li>• CONSTRUCCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CASETAS DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE GAS COMBUSTIBLE PARA LA ESTACIÓN ZAOPAPITA DEL POLIDUCTO 12"-20" MINATITLÁN –MÉXICO</li> <li>• INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA DEL OLEODUCTO DE 24" TRAMO NUEVO TEAPA-MADERO</li> <li>• ADECUACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO: NUEVO TEAPA, MAZUMIAPAN, EL TEJAR, EMILIO CARRANZA, CAB POZA RICA Y NARANJOS. PARA LA OPERACIÓN DEL OLEODUCTO 24"Ø NUEVO TEAPA - POZA RICA – CADEREYTA</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO DEL SECTOR VICTORIA</li> <li>• RED ETHERNET Y COMUNICACIONES PARA SISTEMA SCADA DE LAS UNIDADES 288, 29 Y 30 DEL PROYECTO CADEREYTA 2000</li> <li>• SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN DE TELEMEDICIÓN Y ALARMAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y REBOMBEO DE LA SUBGERENCIA DE TRANSPORTE POR DUCTO DE LA GERENCIA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN NORTE</li> <li>• SCADA DEL POLIDUCTO CADEREYTA – REYNOSA – MATAMOROS – BROWNSVILLE</li> <li>• INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA DEL OLEODUCTO DE 24" TRAMO MADERO-CADEREYTA Y EL POLIDUCTO DE 12" CADEREYTA-REYNOSA-MATAMOROS</li> </ul>	<p>4. Realizando la coordinación de un grupo de 9 personas (7 ingenieros químicos y 2 prestadores de servicio social de la carrera de IQ) para la realización del dictamen integral de riesgos del proyecto, lo cual implicaba, el uso de herramientas de administración de proyectos y lo propio de la metodología de administración de riesgos (la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos) y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p>	



	NOMBRE DEL PROYECTO	Participación
<p>5. Realizando la coordinación de un grupo de 9 personas (7 ingenieros químicos y 2 prestadores de servicio social de la carrera de IQ) para la realización del dictamen integral de riesgos del proyecto, lo cual implicaba, el uso de herramientas de administración de proyectos y lo propio de la metodología de administración de riesgos (la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos) y la integración del dictamen de riesgos de proyecto. Así como la capacitación del personal a mi cargo.</p>	<p>5. Febrero a Marzo 05 "DICTAMEN SOBRE EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS INTEGRALES, "REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES PORTUARIAS" Y "CREACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE INSTALACIONES PORTUARIAS", ASÍ COMO SUS UNIDADES DE INVERSIÓN". CONFORMADO POR 23 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• REHABILITACIÓN DE RACK DE TUBERÍAS Y ESTRUCTURAS EN LA TERMINAL MARÍTIMA DE CD. MADERO.</li> <li>• REHABILITACIÓN DE CUARTO DE COMPRESORES DEL DIQUE SECO EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• REHABILITACIÓN DE TECHUMBRE DEL MÓDULO 2, EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES DEL DIQUE DEPONENTE EN LA TERMINAL MARÍTIMA DE CD. MADERO.</li> <li>• REHABILITACIÓN DE SUB-ESTACIÓN ELÉCTRICA EN EDIFICIO DE LA GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MARÍTIMO EN VERACRUZ, VER.</li> <li>• REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MARÍTIMO EN VERACRUZ, VER.</li> <li>• REHABILITACIÓN DE ELEVADORES EN EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA GERENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN VERACRUZ, VER.</li> <li>• ESTUDIO PARA LA REHABILITACIÓN O REMODELACIÓN DE LA COMPUERTA DEL DIQUE SECO EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO</li> <li>• ESTUDIO PARA LA REHABILITACIÓN O REMODELACIÓN DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA DEL DIQUE SECO EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO</li> <li>• ESTUDIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO</li> <li>• ESTUDIO PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMA WATER-BLAST EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO</li> <li>• ESTUDIO PARA EL INCREMENTO DE CAPACIDAD DE ATRAQUE EN MUELLES EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• ADQUISICIÓN DE BIENES NO RESTRINGIDOS.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE TALLERES DE MANTENIMIENTO NAVAL EN LA TERMINAL MARÍTIMA PAJARITOS, VER.</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE LA COMPUERTA DEL DIQUE SECO EN LA TERMINAL MAR. MADERO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO CERRADO EN CUARTO DE CONTROL COMPUERTA, MALACATES Y CASETAS."</li> <li>• INSTALACIÓN SISTEMA WATER-BLAST EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• INSTALACIÓN TOMACORRIENTE Y ALUMBRADO GENERAL EN DÁRSENA DIQUE SECO EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO DE ATRAQUE Y AMARRE EN MUELLES Y DIQUE SECO DE LA TMM.</li> <li>• INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE ATRAQUE EN LOS MUELLES DE LA TERMINAL MAR. MADERO.</li> <li>• PAVIMENTACIÓN DE CALZADAS MÓDULO 2 EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• CONCLUSIÓN MÓDULO 3 EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO.</li> <li>• "ADQUISICIÓN DE EQUIPO EN MÓDULOS Y TALLERES, EN LA TERMINAL MARÍTIMA MADERO. "</li> </ul>	



NOMBRE DEL PROYECTO	Participación
<p><u>Septiembre a Diciembre 04</u></p> <p>6. DICTAMEN TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA EL PROYECTO INTEGRAL "TREN ENERGÉTICO DE LA REFINERÍA MIGUEL HIDALGO" DE TULA, HGO. CONFORMADO POR 10 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FLEXIBILIDAD DE RECIBO DE CRUDO ISTMO-MAYA</li> <li>• INSTALACIÓN DE SCALLOPS EN EL REACTOR DC-505 DE LA PLANTA REFORMADORA No. 2</li> <li>• CONVERSIÓN DE LA PLANTA DE PROCESO OXIMER TURBOSINA A UNA NUEVA TECNOLOGÍA QUE NO UTILICE SOSA</li> <li>• REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN LA NAFTA PESADA DE LA PLANTA CATALÍTICA</li> <li>• MODIFICACIÓN DE INTERNOS A 4 REACTORES DE LA PLANTA REFORMADORA No. 2</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE DOS TANQUES DE CRUDO DE UNA CAPACIDAD DE 200 MBD</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA CATALÍTICA No. 1</li> <li>• REVAMP EN PLANTA DE ISOMERIZACIÓN DE PENTANOS</li> <li>• SATURADOR DE OLEFINAS</li> <li>• INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE REQUERIDA PARA LA SEGREGACIÓN DE CRUDOS EN TULA</li> </ul> <p>7. DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL PROYECTO INTEGRAL "TREN ENERGÉTICO DE LA REFINERÍA DE SALAMANCA, GTO. ING. ANTONIO M. AMOR". CONFORMADO POR 16 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSTRUCCIÓN ACUEDUCTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR DREN SARDINAS A PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. REFINERÍA "ING. ANTONIO M. AMOR".</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE DOS TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO.</li> <li>• MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESALADO DE LA PLANTA COMBINADA "AS".</li> <li>• INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE, CONSTRUCCIÓN, INTEGRACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE INCLUYENDO TRATAMIENTO DE GASES DE COLA TRABAJOS PARA COADYUVAR AL AHORRO DE ENERGÍA.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNA COLUMNA DIH EN LA PLANTA DE ISOMERIZACIÓN.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA EN LA REFINERÍA "ING. ANTONIO M. AMOR</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA U-10 "H-OIL".</li> <li>• CAMBIO DE TURBINA POR MOTOR ELÉCTRICO EN COMPRESOR DE PROPANO 2KT-1B DE LA PLANTA "U-2".</li> <li>• MODIFICACIÓN AL TREN DE INTERCAMBIO DE CALOR Y SUSTITUCIÓN DE LOS CALENTADORES BA-101 A/B DE LA PLANTA COMBINADA "AS".</li> <li>• MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESALADO DE LA PLANTA PRIMARIA "AA".</li> <li>• RECONVERSIÓN DE LA PLANTA REFORMADORA DE NAFTA RR1 A ISOMERIZADORA DE BUTANOS</li> <li>• MODERNIZACIÓN PLANTA CATALÍTICA FCC.</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA IPA (ALCOHOL).</li> <li>• INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE GASES A DESFOGUE PARA SU REUTILIZACIÓN.</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE LA TORRE DE ENFRÍAMIENTO CT 2000</li> </ul>	<p>Para los proyectos 6, 7, 8 y 9</p> <p>Realizando la coordinación de un grupo de 10 personas (9 ingenieros químicos y 1 prestador de servicio social) para la realización del dictamen integral de riesgos del proyecto, lo cual implicaba, el uso de herramientas de administración de proyectos y lo propio de la metodología de administración de riesgos (la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos) y la integración del dictamen de riesgos de proyecto. Así como la capacitación del personal responsable a mi cargo.</p>



	Participación
<p align="center"><b>NOMBRE DEL PROYECTO</b></p>	
<p>8. DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO INTEGRAL "TREN ENERGÉTICO DE SALINA CRUZ, OAX." DE LA REFINERÍA ING. ANTONIO DOVALÍ JAIME DE SALINA CRUZ, OAX. CONFORMADO POR 13 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTABILIZACIÓN DE LA RED DE GAS COMBUSTIBLE</li> <li>• ADECUACION DEL PAQUETE DE TRATAMIENTO OXIMER-LPG DE LA PLANTA PRIMARIA No.1 PARA ENDULZAR ISOBUTANO EN LA REFINERÍA DE SALINA CRUZ, OAX</li> <li>• INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA INCREMENTAR LA VENTA DE PROPILENO</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE DOS DESALADORAS EXISTENTES E INSTALACIÓN DE DOS UNIDADES ADICIONALES PARA INTEGRAR UN SISTEMA DE DOBLE DESALADO EN LA PLANTA PRIMARIA 1 DE LA REFINERÍA.</li> <li>• RECUPERACION DE GASES QUE SE ENVÍAN AL DESFOGUE</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE GAS COMBUSTIBLE A CALENTADORES DE LAS PLANTAS PRIMARIA 1, HIDROS 1 Y REDUCTORA DE VISCOSIDAD</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACION DE GAS COMBUSTIBLE A CALENTADORES DE LAS PLANTAS HIRODESULFURADORAS PRIMARIA 2, HIDROS 2 Y ALQUILACIÓN</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACION Y COALESCENCIA PARA CARGA A LAS UNIDADES HIRODESULFURADORAS U-400, U-700 Y U-800 DEL SECTOR HIDROS -1</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACION Y COALESCENCIA PARA CARGA A LAS UNIDADES HIRODESULFURADORAS U-400, U-700 Y U-800 DEL SECTOR HIDROS -2</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACION EN SUCCIÓN DE COMPRESORES BC-700 Y GB-1</li> <li>• INSTALACIÓN DE SISTEMA DE MEZCLADO EN LINEA PARA GASOLINAS</li> <li>• MANEJO ALTERNO DE GASOLINA CATALÍTICA PARA EVITAR ENVÍO DE CONTAMINANTES A LA PLANTA TAME.</li> </ul>	<p>Realizando la coordinación de un grupo de 10 personas (9 ingenieros químicos y 1 prestador de servicio social) para la realización del dictamen integral de riesgos del proyecto, lo cual implicaba, el uso de herramientas de administración de proyectos y lo propio de la metodología de administración de riesgos (la revisión del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos) y la integración del dictamen de riesgos de proyecto. Así como la capacitación del personal responsable a mi cargo.</p>
<p>9. DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO INTEGRAL "TREN ENERGÉTICO DE MINATITLÁN, VERACRUZ "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS". CONFORMADO POR 11 PROYECTOS DE INVERSIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ISOBUTANO EN LA REFINERÍA DE MINATITLÁN.</li> <li>• MEDIDAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA DE LA REFINERÍA" DE MINATITLÁN, VER.</li> <li>• MODERNIZACIÓN DE LA SECCIÓN DE CONVERSIÓN DE LA PLANTA CATALÍTICA FCC</li> <li>• ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA ENDULZADORA DE TURBOSINA CON TECNOLOGÍA LIBRE DE SOSA EN LA REFINERÍA "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS" DE MINATITLÁN, VER.</li> <li>• REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE AZUFRE EN LA NAFTA PESADA DE LA PLANTA CATALÍTICA FCC</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE PURIFICACIÓN DE HIDROGENO EN LA REFINERÍA DE MINATITLÁN.</li> <li>• SUSTITUCION DEL COMPRESOR GB-601</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE CON CAPACIDAD DE 200 TONELADAS AL DIA (CONFORMADA EN VARIOS TRENES)</li> <li>• CONSTRUCCIÓN DE DOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO TV-115, TV-116</li> <li>• INSTALACIÓN DE UN TRATAMIENTO PARA EL ENDULZAMIENTO DE ISOBUTANO EN LA REFINERÍA</li> </ul>	



	Participación
<p style="text-align: center;"><b>NOMBRE DEL PROYECTO</b></p> <p>10. <b>Septiembre 04</b> DICTAMEN DEL PROYECTO INTEGRAL INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA DEL OLEODUCTO DE 24"Æ NUEVO TEAPA-MADERO-CADEREYTA Y POLIDUCTO DE 12"Æ CADEREYTA-REYNOSA- MATAMOROS."</p> <p>11. <b>Agosto 04</b> "DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO REEMPLAZO DEL PARQUE VEHICULAR DE AUTOTANQUES PROPIOS"</p> <p>12. <b>Agosto 04</b> DICTAMEN TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL SOBRE EL PROYECTO COMBATE AL MERCADO ILÍCITO DE COMBUSTIBLES.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SISTEMAS DE MEDICIÓN DE FLUJO – PATINES DE MEDICIÓN</li> <li>• RASTREODE AUTOTANQUES PROPIOS DE REPARTO</li> <li>• ADQUISICIÓN DE LABORATORIOS MÓVILES</li> <li>• ADQUISICIÓN Y OPERACIÓN DE DISPENSARIOS EN ESTACIONES DESERVICIOS PROPIOS</li> <li>• INSTALACIÓN DE CIRCUITOS CERRADOS DE CÁMARA DE TELEVISIÓN</li> </ul> <p>13. <b>Noviembre a Diciembre 03</b> "DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL CAMBIO DE ALCANCE DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LAS PLANTAS CRIOGÉNICAS MODULARES 3 Y 4, ASÍ COMO DE LA TERMINAL DE DISTRIBUCIÓN DE GAS LP Y GASOLINAS NATURALES EN LA ESTACIÓN 19 REYNOSA, TAMPS."</p> <p>14. <b>Abril 03</b> "DICTAMEN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA RECUPERADORA DE AZUFRE CON DOS TRENES CON CAPACIDAD DE 50TPD CADA UNO, EN LA REFINERÍA GRAL. LÁZARO CÁRDENAS, EN MINATITLÁN, VER."</p> <p>15. <b>Octubre a Noviembre 02</b> "DICTAMEN SOBRE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO DE REDISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, REHABILITACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS NO. 6, 8 Y 9, Y CONSTRUCCIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS PILOTO NO 10 Y DERIVADAS 10-A EN LA REFINERÍA GRAL. LÁZARO CÁRDENAS, EN MINATITLÁN VER."</p> <p>16. <b>Julio 02</b> "DICTAMEN SOBRE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PROYECTO: INGENIERÍA, PROCURA, CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN OPERACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA LA COGENERACIÓN DE TURBOGENERADORES PARA PRODUCIR VAPOR DE PROCESO Y SU INTEGRACIÓN EN LAS PLANTAS DE PETROQUÍMICA PAJARITOS, S.A. DE C.V."</p> <p><b>Enero a Abril 02</b> "DICTAMEN DE ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LAS PLANTAS CRIOGÉNICAS MODULARES Y TERMINAL DE RECIBO Y DISTRIBUCIÓN DE REYNOSA," DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA.</p>	<p>10. y 11. Realizando el análisis cualitativo de riesgos y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p> <p>12. Colaborando con un grupo de 5 ingenieros químicos para la realización del dictamen específicamente lo relacionado al análisis cualitativo de riesgos de las unidades de inversión que lo conformaron y la integración del dictamen de riesgos de proyecto de forma global.</p> <p>13, 14, 15, y 16 Realizando el análisis cualitativo de riesgos y la integración del dictamen de riesgos de proyecto.</p> <p>17. Colaborando en la elaboración de la metodología para la realización del Dictamen de Riesgos de Proyecto, la realización del análisis cualitativo de riesgos y la integración del Dictamen de Riesgos de Proyecto.</p>