

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROYECTO DE CONVERSIÓN A CICLO
COMBINADO DE UNA CENTRAL TÉRMICA”**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

HUMBERTO JESÚS MARTÍNEZ LEÓN

PROMOCIÓN 1996-II

LIMA-PERÚ

2007

*A mi familia,
por su apoyo permanente
e incondicional*

INDICE

PROLOGO.....	1
CAPITULO 1. INTRODUCCION.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Contexto.....	4
1.3 Objetivo.....	10
1.4 Alcance.....	11
CAPITULO 2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	12
2.1 Conceptos Básicos.....	12
2.1.1 Semántica.....	12
2.1.1.1 Proyecto.....	12
2.1.1.2 Construcción Industrial.....	13
2.1.1.3 Administración, Gestión y Management.....	13
2.1.1.4 Project Management: Dirección de Proyectos.....	14
2.1.1.5 Construction Management: Dirección de Construcción.....	15
2.1.2 El enfoque sistémico.....	15
2.2 El Proyecto.....	16
2.2.1 La Teoría Clásica de Proyectos.....	17
2.2.1.1 El proyecto tradicional.....	17
2.2.1.2 El anteproyecto.....	18
2.2.1.3 La obra.....	19
2.2.1.4 Los documentos del proyecto.....	21
2.2.2 La Teoría General de Proyectos.....	21
2.2.2.1 Alcance y fases del desarrollo de proyectos. El ciclo de vida....	21

2.2.2.2 Origen, estudios previos y definición del proyecto.....	24
2.2.2.3 Organización, ingeniería básica y de desarrollo.....	27
2.2.2.4 Aseguramiento de la calidad. Administración y control Legislación.....	28
2.3 La Dirección de Proyectos.....	29
2.3.1 La Organización para la Dirección de Proyectos.....	29
2.3.1.1 Factores que influyen en la estructura organizacional.....	30
2.3.1.2 Tipos de estructuras organizacionales.....	31
2.3.2 El Director de Proyecto.....	38
2.3.2.1 El Equipo de Proyecto.....	38
2.3.2.2 Funciones del Director de Proyecto.....	39
2.3.3 Las Herramientas de la Dirección de Proyectos.....	41
2.3.3.1 Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP o WBS).....	41
2.3.3.2 El flujograma del Proyecto.....	41
2.3.3.3 El Manual de Dirección del Proyecto (MDP).....	42
2.3.3.4 La programación del plazo de ejecución del Proyecto y su relación con el control de coste.....	42
2.3.3.5 La estimación del coste (presupuesto) del Proyecto.....	44
2.3.3.6 Calidad Total y Dirección de Proyectos.....	45
2.3.3.7 El Sistema de Información para la Dirección de Proyectos.....	46
2.3.3.8 Los procesos de arranque y de desactivación (con entrega al usuario y puesta en marcha) del Proyecto.....	47
2.3.3.9 La Respuesta a los Riesgos del Proyecto.....	49
2.3.4 El enfoque del PMI: Las Areas del Conocimiento de la Dirección de Proyectos.....	50
2.4 La Dirección de Construcción.....	57
2.4.1 Enfoque sistémico del sector construcción.....	58
2.4.2 Funciones de la Dirección de Proyectos en los proyectos de construcción.....	58

2.4.3 El ciclo de vida de los proyectos de construcción.....	60
2.4.4 Actividades / Tareas que conforman el alcance de las prestaciones incluidas en la Dirección de Construcción.....	61
 CAPITULO 3. LA DIRECCION DEL PROYECTO DE CONVERSION A	
CICLO COMBINADO DE UNA CENTRAL TERMICA.....	
3.1 Antecedentes y descripción del Proyecto.....	70
3.1.1 Antecedentes del Proyecto.....	70
3.1.2 Descripción del Proyecto.....	72
3.1.3 Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	73
3.2 Viabilidad Técnica del Proyecto.....	74
3.3 Proyecto Técnico (Ingeniería).....	74
3.3.1 Descripción de las Obras Civiles.....	74
3.3.2 Descripción de los Equipos Electromecánicos.....	76
3.3.3 Descripción del Sistema de Control.....	79
3.3.4 Códigos y Estándares Aplicables.....	80
3.3.5 Los documentos del Proyecto.....	85
3.4 La Dirección del Proyecto.....	87
3.4.1 El Sistema de Dirección de los Contratos.....	87
3.4.2 La Organización y el Director del Proyecto.....	88
3.4.2.1 La Estructura de Organización del Propietario y del Director del Proyecto.....	88
3.4.2.2 La Estructura de Organización del Contratista Principal.....	91
3.4.3 La Programación del Proyecto.....	92
3.4.3.1 El Programa de Metas o Hitos del Proyecto.....	93
3.4.3.2 El Programa Maestro del Proyecto.....	95
3.4.4 El Control de Plazos y Costes del Proyecto.....	99
3.4.4.1 El Control del Avance Físico del Proyecto. La Curva S.....	99
3.4.4.2 El Control de Costes del Proyecto.....	104

3.4.4.3 Los Informes de Progreso del Proyecto.....	106
CONCLUSIONES.....	109
BIBLIOGRAFIA.....	111
APENDICE 1. DIAGRAMAS Y PLANOS BASICOS DEL PROYECTO.....	112
APENDICE 2. INFORME DE PROGRESO MENSUAL DEL PROYECTO – AGOSTO DEL 2006.....	116
APENDICE 3. FOTOS DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.....	129

PROLOGO

La Dirección de Proyectos o “Project Management” es una disciplina relativamente nueva en el país y su aplicación a los proyectos de construcción industrial es aún incipiente, a pesar de las enormes ventajas que proporciona su correcto uso y que en los últimos años se han realizado esfuerzos por una mayor difusión, a través del dictado de charlas y cursos en diferentes instituciones educativas.

Actualmente el PMI (Project Management Institute) certifica a los Directores de Proyectos (PMP), y la Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) ha pasado a ser una norma (ANSI/PMI 99-001-2004), sin embargo su carácter generalista (sirve para toda clase de proyectos) hace necesaria una “adaptación” al rubro de Construcciones Industriales.

En la actualidad, con la fuerte inversión existente sobre todo en grandes proyectos en los rubros de la Energía, Minería e Hidrocarburos, se ha generado una mayor demanda de profesionales especializados en diversas disciplinas técnicas y en dirección. En general, para las empresas es más fácil encontrar profesionales con conocimientos técnicos que de dirección, esto debido a que las universidades con especialidades de ingeniería no contemplan la Dirección de Proyectos en sus planes de estudios.

El presente informe está conformado por tres capítulos, las conclusiones y los apéndices.

- **El Capítulo 1**, corresponde a la Introducción del informe, en el cual se plantean el objetivo y el alcance del proyecto.
- **El Capítulo 2 “Estado del Conocimiento”**, es el marco teórico del informe, está dividido en cuatro secciones. La figura A.1 muestra la estructura del estado del conocimiento.

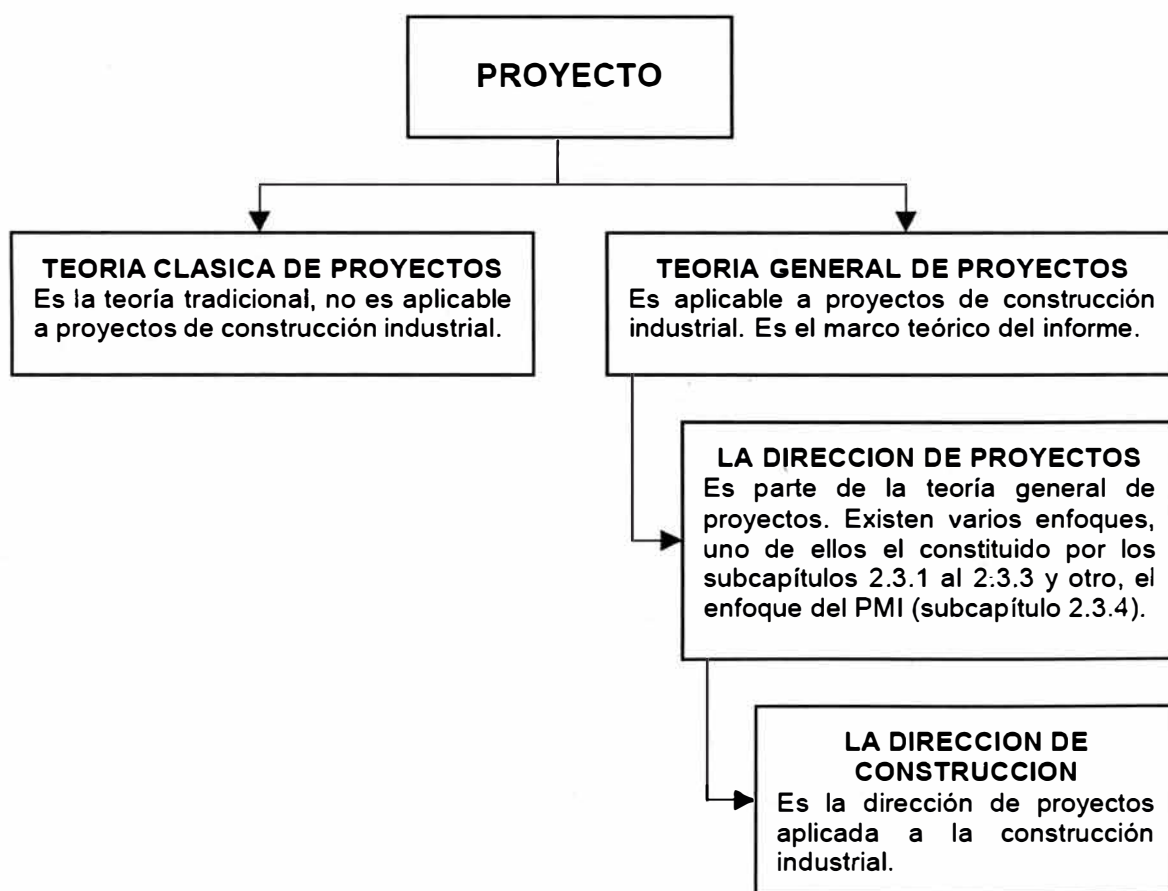


Figura A.1 Estructura del Estado del Conocimiento

- **El capítulo 3 “La Dirección del Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado de una Central Térmica”**, es la parte principal del informe, en ella se explica el desarrollo del proyecto usando la Teoría General de Proyectos y la Dirección de Proyectos del capítulo 2.

Aprovecho la oportunidad para agradecer a todas aquellas personas, empresas e instituciones que colaboraron en la obtención de los datos necesarios para la elaboración del presente informe.

Capítulo 1

INTRODUCCION

1.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es exponer el contexto, objetivo y alcance.

El contexto cuenta con una descripción del marco en el que se desarrolló el objeto del informe, incluye una descripción de la participación del autor en la empresa encargada de la Dirección del Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado de una Central Térmica.

En el apartado referente al objetivo, se describe aquel que se pretende alcanzar a lo largo del informe.

En el apartado referente a alcance, se definen los límites del objeto del informe.

1.2 Contexto

El presente informe se desarrolló en el marco de la ejecución del Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado de una Central Térmica, realizado en el distrito de Ventanilla.

Para realizar la Dirección del Proyecto, el Propietario (la empresa dueña de la Central Térmica) contrató a una empresa especializada que será denominada "Director del Proyecto". Cabe resaltar que el Propietario es una empresa cuyo

accionista principal (foráneo) es a su vez también accionista principal del Director del Proyecto.

Descripción de la empresa encargada de la Dirección del Proyecto

Es una empresa cuya sede principal está en Santiago de Chile, tiene una antigüedad de más de 50 años y operaciones en varios países de Sudamérica.

Su objeto social es la prestación de servicios de consultoría en ingeniería en todas sus especialidades.

Su campo de acción es principalmente el diseño y dirección de proyectos de grandes obras de ingeniería, especialmente en el campo de la generación de energía hidroeléctrica y termoeléctrica y sus sistemas de transmisión asociados. Ha extendido su ámbito a proyectos en los sectores de infraestructura (autopistas y caminos, túneles carreteros, obras de regadío, puertos, metro), minería e industrial.

En los últimos años ha destinado cerca de un millón de horas hombre anuales en el desarrollo de sus servicios, con una facturación media de 26 millones de dólares.

Su organización, del tipo matricial (ver definición en subcapítulo 2.3.1.2 del Estado del Conocimiento), responde a los requerimientos operacionales propios de las empresas de ingeniería orientadas a ofrecer servicios para la ejecución de grandes proyectos multidisciplinarios, así como para cubrir los requerimientos de consultoría inherentes a obras medianas y menores y proveer asesorías de expertos de alta especialización. Con este tipo de organización cumple el doble propósito de mantener la experiencia al interior de la empresa y descentralizar el manejo de los grandes proyectos, agilizando su administración y sus procesos de toma de decisiones, buscando eficacia y agilidad en el servicio solicitado por sus clientes. Ver figura 1.1

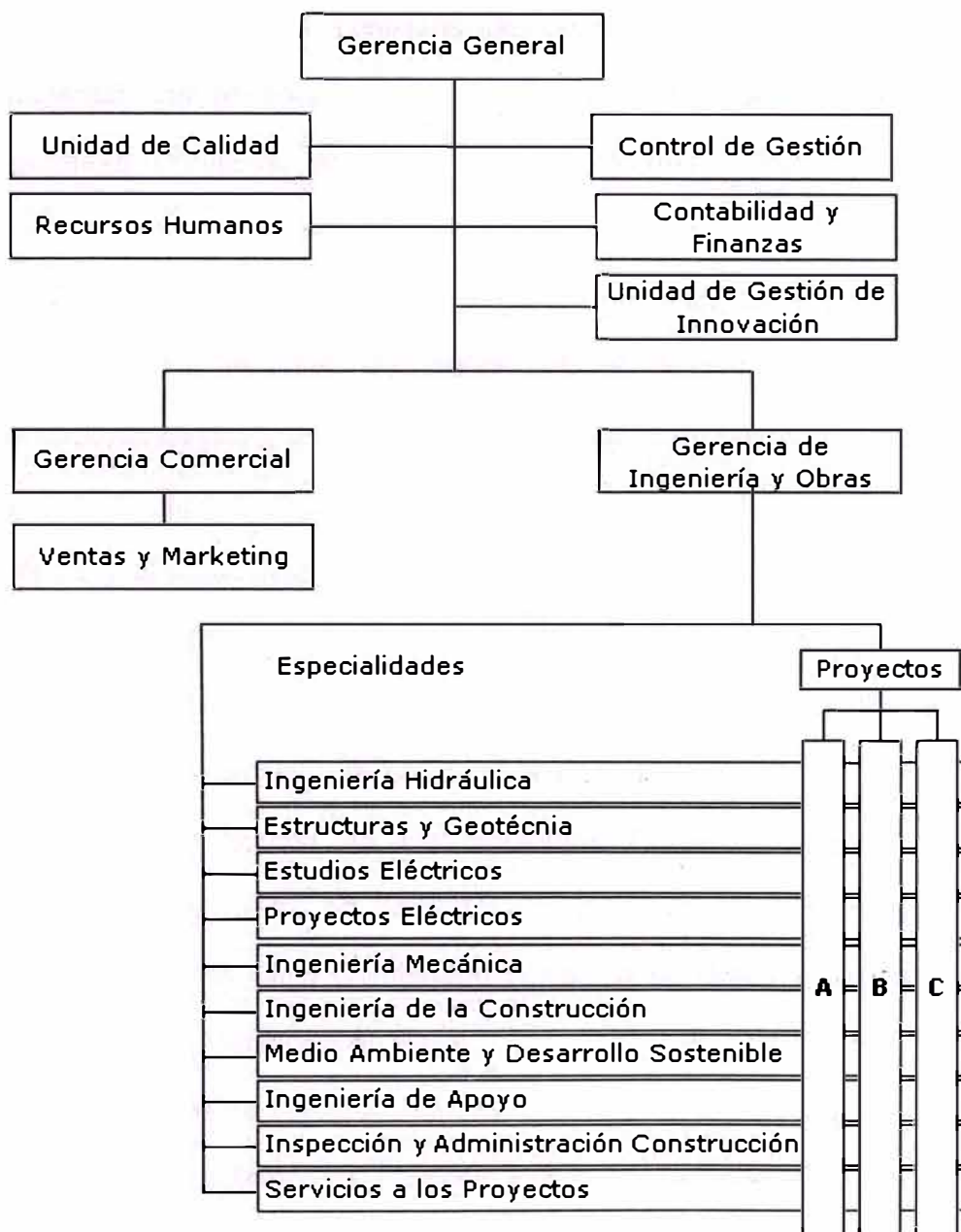


Figura 1.1 Estructura Organizacional del Director del Proyecto

Experiencia. Los servicios que ha desarrollado la empresa contemplan lo siguiente:

- En Centrales Hidroeléctricas, el Servicio Integral del Proyecto (ePCM), incluyendo el desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y de detalle; la preparación de los documentos técnicos de licitación por suministro y construcción; la inspección técnica de las obras, equipos y montaje; la

administración de los contratos de obras y equipamiento; la gestión ambiental; las asesorías especializadas y la puesta en marcha de los siguientes Proyectos en Chile: Ralco, Pangué, Loma Alta, Palmucho, Quilleco y Ojos de Agua.

En Centrales Termoeléctricas, el gerenciamiento del proyecto (ePCM), incluyendo los estudios de factibilidad; el desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y de detalles; la preparación de bases de licitación para un contrato tipo llave en mano, el estudio de las ofertas presentadas, el estudio y aprobación de los diseños de los proveedores, el seguimiento y control de programas de fabricación y transporte de equipos; la inspección técnica de obras, inspecciones de fabricación en el extranjero y la supervisión del proceso de pruebas; la administración de la construcción y la puesta en marcha de los siguientes Proyectos: Central de Ciclo Combinado San Isidro en Chile, Central de Ciclo Combinado Atacama en Chile, Central de Ciclo Combinado Fortaleza en Brasil y Central de Ciclo Combinado de Ventanilla en Perú.

En Transmisión de Energía Eléctrica participó en los siguientes Proyectos: Infraestructura eléctrica del Proyecto Escondida Norte en Chile, Subestación Rocha Leao y Porto do Carro en Brasil, Subestación Principal en Chile, Ampliación del Sistema Interconectado Central en Chile, Sistema de Interconexión Eléctrica para Centro América, Infraestructura Eléctrica del Proyecto de Lixiviación de Sulfuros y Cátodos de Cobre de Minera Escondida en Chile, Línea de Transmisión Polpaico – El Salto – Las Tórtolas en Chile y Línea de Transmisión para Interconexión Eléctrica Brasil – Argentina.

En Infraestructura participó en los siguientes Proyectos en Chile: Línea a Maipú del Metro de Santiago, Línea 4 del Metro de Santiago, Extensión Poniente Línea 5 del Metro de Santiago, Extensión Recoleta Línea 2 del Metro de Santiago, Autopista Costanera Norte, Embalse de Lluta y Azapa, Embalse El Bato y Nuevo Alimentador Canal Penciahue.

En Minería e Industria participó en los siguientes Proyectos en Chile: Optimización de Concentradora 182 ktpd de la División Chuquicamata de Codelco, Conducción de Relaves al Valle de la División Andina de Codelco y la Planta de Preparación de Lechada de Cal de la División El Teniente de Codelco.

En Medio Ambiente participó en los siguientes Proyectos en Chile: Asesoría en la Certificación ISO 14001 de la Central Rapel y Centrales del Maule, EIA de línea Encuentro – Collahuasi, Diseño e Implementación de un SGA en Centrales Generadoras y EIA de la Central Rucatayo y línea Subestación Rucatayo – Subestación Pilauco.

Principales funciones del autor del informe

El autor del informe se desempeñó como Administrador de Contratos e Ingeniero de Programación y Control dentro de la organización del Director del Proyecto (ver la estructura organizacional de la figura 3.2), durante el período comprendido entre Diciembre del 2004 y Julio del 2005. Sus principales funciones fueron las siguientes:

Programación y control tanto del Contrato Principal como de los Contratos Periféricos (elaboración de diagramas de Gantt, curvas S de avance físico y cuadros de control de costos).

Elaboración de los informes de Progreso del Proyecto.

Verificación y control del cumplimiento del alcance de los Contratos del Proyecto. Además para el caso de los Contratos Periféricos, incluyó la estimación de inicial de montos a contratar, así como elaboración de los expedientes de licitación y evaluación de postores.

También participó, aunque en menor medida, en la inspección de las obras electromecánicas y apoyo en la elaboración de la Ingeniería Conceptual de las Obras Periféricas.

Cabe resaltar que aunque el período de tiempo en el que participó el autor del informe fue menor al período de vida del Proyecto (que para efectos del informe se inició con la firma del Contrato Principal en Marzo del 2004 y terminó a inicios de Octubre del 2006), mantuvo contacto con las personas que formaron parte del equipo del Director del Proyecto, por lo que tuvo acceso permanente a la información del Proyecto. Esto le permitió completar el alcance del informe.

Participación del autor del informe en la ejecución del Proyecto

A continuación se detalla la participación del autor del informe en las fases de ciclo de vida del Proyecto (ver figura 2.4):

Con respecto al Contrato Principal (configuración 1x1x1), en las fases de Definición y Ejecución.

Con respecto a la adenda al Contrato Principal (Segunda Caldera, configuración 2x2x1), en la fase de Definición.

Con respecto a los Contratos Periféricos, en las fases de Definición, Ejecución y en algunos Desactivación.

En la tabla 1.1 se muestran las principales actividades del Proyecto, su clasificación en las fases del ciclo de vida del Proyecto y la participación del autor

del presente informe (a través de la empresa encargada de la Dirección del Proyecto) en cada una de las actividades del Proyecto.

ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO	CLASIFICACION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR FASES				PARTICIPACION DEL AUTOR EN LAS ACTIVIDADES DEL DIRECTOR DEL PROYECTO			
	Fase 1. Concepción	Fase 2. Definición	Fase 3. Ejecución	Fase 4. Desactivación	Admin. de contratos	Programac. y control	Ingeniería de obras	Inspección de obras
VIABILIDAD	X							
ING. CONCEPTUAL	X							
EIA		X						
CONTRATO PRINCIPAL (1x1x1)								
Ingeniería (básica y de detalle)		X	X		X	X		
Procura			X		X	X		
Construcción y montaje			X		X	X		X
Comisionado				X				
SEGUNDA CALDERA (2x2x1)								
Ingeniería (básica y de detalle)		X	X			X		
Procura			X					
Construcción y montaje			X					
Comisionado				X				
CONTRATOS PERIFERICOS								
Ingeniería (básica y de detalle)		X	X		X	X	X	
Procura			X		X	X		
Construcción y montaje			X		X	X		X
Comisionado				X	X	X		X

Tabla 1.1 Actividades del Proyecto por fases y participación del autor del informe

1.3 Objetivo

Optimizar el proceso de ejecución del Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado de una Central Térmica, aplicando la Teoría General de Proyectos y las herramientas de la Dirección de Proyectos.

1.4 Alcance

El Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado correspondió a la ejecución de la segunda etapa (operación en Ciclo Combinado) del contrato “take or pay” que el Propietario suscribió con el Estado Peruano para consumir gas natural, en el marco del proyecto Camisea. Consistió en construir las facilidades necesarias para la Conversión a Ciclo Combinado de la Central Térmica del Propietario. Considerando lo anterior y la definición realizada en el sub-capítulo 2.1.1.2 del informe, el Proyecto se clasificó como un Proyecto de Construcción Industrial.

El alcance se centra en la Dirección del Proyecto de Conversión a Ciclo Combinado de la Central Térmica del Propietario, desde la perspectiva del Director del Proyecto, principalmente a lo largo de las fases de Definición y Ejecución del ciclo de vida del Proyecto (según la figura 2.4) y en menor medida de la fase de Desactivación. Se excluyeron del alcance la fase de Viabilidad, que no se considera por ser un Proyecto de Construcción Industrial (tal como se indica en el párrafo anterior), y el Estudio de Impacto Ambiental.

Capítulo 2

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

2.1 Conceptos Básicos

2.1.1 Semántica

Con la finalidad de evitar confusiones en el empleo de términos, a continuación se describen algunas definiciones importantes.

2.1.1.1 Proyecto

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española introduce cinco acepciones para definir el término “proyecto”. De estas la siguiente, por su carácter general, se acerca más al significado actualmente aceptado de “proyecto”, sin embargo no llega a definirlo con exactitud: “Planta y disposición que se forma para un tratado o para la ejecución de una cosa de importancia, anotando y extendiendo todas las circunstancias principales que deben concurrir para su logro”.

El Project Management Institute (PMI) en su publicación “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)” del año 2000, define “proyecto” como “un esfuerzo temporal emprendido para crear un único producto o servicio”.

La definición que será usada en este informe y que es ampliamente aceptada por diversos autores es aquella dada por Cleland & King (1975) que

define al proyecto como “la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado”.

2.1.1.2 Construcción Industrial

Es la ejecución de obras a empresas del sector industrial. Es un sistema complejo en el que intervienen gran cantidad de disciplinas técnicas (procesos, civil, mecánico, electricidad, instrumentación y control, etc.).

Algunos ejemplos de construcción industrial son los siguientes:

Construcción de plantas siderúrgicas.

Construcción de plantas de procesos (refinerías, de fraccionamiento de NGL, concentradoras de mineral, cementeras, etc.).

Construcción de centrales de producción de energía eléctrica (térmicas, hidráulicas, eólicas, nucleares, etc.).

Construcción de líneas y procesos de producción industrial (líneas de transporte de energía eléctrica en alta tensión, líneas y redes de transporte y distribución de combustibles, etc.).

2.1.1.3 Administración, Gestión y Management

Administración. Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, administración es la acción y efecto de administrar, a su vez administrar es gobernar y gobernar es mandar con autoridad. Por lo tanto *administración es la acción y efecto de mandar con autoridad.*

Gestión. Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, gestión es la acción y efecto de gestionar, a su vez gestionar es hacer las diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. Por lo

tanto *gestión es la acción y efecto de hacer las diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera.*

Management. Esta palabra de origen angloamericano no tiene traducción por otra equivalente en ninguna otra lengua. Peter Drucker dice que tampoco tiene traducción al inglés británico. Significa una función y a la vez designa al grupo de personas que la realizan. Peter Drucker dice que el “management” es independiente de los conceptos “propiedad”, “rango” o “poder”, *es una función objetiva que está basada en la responsabilidad de obtener resultados.* En 1976 Rafael de Heredia la tradujo como *Dirección Integrada*, afirmando que “management” es una palabra con un significado múltiple, cuyo significado, complejo, encierra *“el sentido de optimización de los recursos de que dispone – o puede disponer – una empresa o institución, de manera que cumpla su finalidad (la obtención de beneficios), auxiliándose de herramientas, de técnicas y de métodos prácticos y manejando los mismos con los adecuados conocimientos prácticos”.*

Del análisis de los conceptos vertidos anteriormente se desprende que “gestión” es un concepto más avanzado que el de “administración” y en gran parte cercano al de “management”, pero no similar a este. Por lo tanto estos tres conceptos no deben ser considerados como sinónimos, aún cuando muchos autores si lo hagan. Trasladando estos conceptos al ámbito de proyectos, “administración de proyectos”, “gestión de proyectos” y “project management” tienen connotaciones distintas.

2.1.1.4 Project Management: Dirección de Proyectos

El Project Management Institute (PMI) en su publicación “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)” del año 2000, define el

Project Management como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir las necesidades del proyecto”.

En España, Rafael de Heredia (1999) define lo que denomina “Dirección Integrada de Proyecto” (DIP) como la traducción al castellano del término “Project Management”. Siendo explícito la define como “el proceso de optimización de recursos puestos a disposición del Proyecto, con el fin de obtener sus objetivos” y también como “el proceso de conducción del esfuerzo organizativo, en el sentido de liderazgo para obtener los objetivos del proyecto”.

Para efectos del presente informe se usará indistintamente Dirección Integrada de Proyecto y Dirección de Proyectos como traducciones al castellano de Project Management.

2.1.1.5 Construction Management: Dirección de Construcción

El CMAA (Construction Management Association of America) define *Construction Management* como “el servicio profesional que aplica técnicas eficaces de management al planeamiento, diseño y construcción de un proyecto, desde su inicio hasta su finalización, con la finalidad de controlar la calidad, coste y tiempo del mismo”.

Rafael de Heredia define “Dirección Integrada de Construcción” (DIC) como la traducción al castellano del término “Construction Management”. Siendo explícito la define como “un servicio profesional de Consultoría contratado por la propiedad (cliente) que comienza a actuar en el origen del proceso constructivo, y que consiste en la aplicación del Project Management a los proyectos de construcción”.

2.1.2 El enfoque sistémico

Partimos de la definición de sistema con finalidad (aquella constituida por su objetivo) de que es un conjunto de dos o más elementos, de cualquier clase o naturaleza, interrelacionados entre sí y con el medio o entorno que los contiene. Debido a la relación permanente y continua con su entorno los sistemas con finalidad son necesariamente abiertos.

El Management en general y la Dirección de Proyectos en particular constituyen sistemas abiertos y con finalidad.

Para la Dirección de Proyectos se debe considerar lo siguiente:

La Dirección de Proyectos es un sistema cuyo primer entorno es el socio-técnico-económico general.

El Proyecto es un sistema cuyo primer entorno es su Propietario/Promotor.

La Dirección de Proyectos es un sistema con finalidad. Esta, representada por su entorno será dar satisfacción a los objetivos de la empresa/institución y a la vez a los generales del entorno de esta.

La Dirección de Proyectos debe disponer de un sistema de autocontrol que procure la adaptación continua del proyecto a su entorno.

La Dirección de Proyectos deberá contemplar el proyecto y su dirección como un todo.

La esencia de la Dirección de Proyectos consistirá en la resolución de un conjunto de problemas interactivos; la comunicación y el control serán esenciales para que el proceso de management se pueda realizar.

2.2 El Proyecto

Existen al respecto dos teorías: la primera y más tradicional es la Teoría Clásica de Proyectos, la segunda y de concepción más amplia y moderna es la Teoría General de Proyectos.

2.2.1 La Teoría Clásica de Proyectos

Los siguientes conceptos fueron extraídos de la página web de la cátedra de proyectos de la Escuela Técnica de Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, del libro “Dirección de Proyectos – Project Management” de Manuel de Cos (1995) y adaptaciones de ambos a la realidad nacional.

2.2.1.1 El proyecto tradicional

El proyecto tradicional es fruto de una época menos compleja que la actual, donde la figura del ingeniero tenía gran representatividad y su labor como profesional era suficiente para resolver la mayoría de los problemas técnicos de diseño, cálculo o dibujo, sin necesitar un equipo humano multidisciplinario o una organización eficaz que mantuviese costes y plazos sin perder la calidad buscada.

El proyecto tradicional está orientado exclusivamente a la obra. Es una definición adaptada fundamentalmente a los proyectos en el campo de los recursos naturales, infraestructuras o edificación, y ello en épocas en que el coste del dinero, la inflación o la productividad eran conceptos poco usuales.

Este es un concepto antiguo del proyecto, con limitaciones, centrado exclusivamente en los aspectos documentales, sin tener en cuenta la complejidad de los proyectos actuales.

En nuestro país los proyectos de obras pequeñas y medianas se manejan bajo estos conceptos, y logran ser exitosos en la medida de la capacidad del ingeniero a cargo, sin embargo bajo este esquema sería poco probable conseguir buenos resultados en proyectos de mayor escala, que requieren del aporte de un equipo multidisciplinario.

Los proyectos tradicionales de obras comprenden, al menos:

- Una memoria, que en las condiciones determinadas, tendrá carácter contractual y recogerá las necesidades a satisfacer y los factores de todo orden a tener en cuenta.
- Los planos de conjunto y de detalle (son necesarios para que la obra quede perfectamente definida).
- El pliego de prescripciones técnicas particulares (en ellos se realiza la descripción de las obras y se regula dicha descripción).
- Un presupuesto, que puede estar integrado por varios presupuestos parciales, expresando los precios unitarios y los descompuestos, estado de las mediciones y los detalles precisos para su valorización.
- Un programa de desarrollo de los trabajos en tiempo y coste óptimo (de carácter indicativo).
- Otros documentos (cualquier documentación prevista en normas de carácter legal o reglamentario).

2.2.1.2 El anteproyecto

El anteproyecto es la primera etapa del proyecto, recoge los planteamientos generales y justifica las soluciones globales adoptadas para los distintos problemas que conlleva el proyecto en cuestión.

El anteproyecto contempla globalmente el objeto del proyecto, pero lo estudia con menos profundidad.

El concepto clásico de anteproyecto es más el de un proyecto poco estudiado y en el que apenas se ha profundizado, que el de fijar las grandes líneas, las soluciones básicas a los principales problemas que el trabajo plantea.

A veces un estudio más profundo demuestra que hay que rechazar las soluciones propuestas, debido a su poca funcionabilidad o la imposibilidad material de una ejecución económica.

En general los documentos fundamentales que constituyen el anteproyecto, tendrán un menor alcance que los equivalentes del proyecto:

La memoria justificará las soluciones adoptadas para los principales problemas del proyecto y deberá plantear posibles alternativas que habrán de seleccionarse y desarrollar definitivamente en la fase del proyecto. Recogerá toda la filosofía que ha permitido alcanzar esas soluciones y proporcionará un conocimiento general de las peculiaridades del proyecto en cuestión.

Los planos serán muy generales, a gran escala, y mostrarán la implantación general adoptada, las soluciones básicas y los esquemas de principio de los distintos componentes que integran el proyecto.

El presupuesto establecerá unos costes aproximados, con profusión en el uso de partidas alzadas y un grado de exactitud pocas veces superior al 20-25%.

2.2.1.3 La obra

Desde el punto de vista legal, la firma del proyecto por el ingeniero colegiado, autor del mismo, marca el final del proyecto tradicional. En ese momento empieza la obra objeto del proyecto, que será dirigida por el autor del proyecto o por algún otro profesional designado por el propietario (inspector de obra).

Al dividir estas dos fases, si se realizan por dos personas distintas, se crean problemas de competencia, a no ser que se establezca un concepto moderno de proyecto integral, con todas sus fases solapadas y relacionadas.

En esta fase, el propietario entrega la documentación del proyecto a diversos constructores, para que preparen sus ofertas económicas (licitación). El

inspector de obra asesorará al cliente en su relación con los contratistas, pero este asesoramiento tiene poco que ver con lo que es una auténtica evaluación de los suministradores y una gestión de compras y de contratación en el concepto actual de proyecto.

La obra tiene tres protagonistas principales:

El propietario: cliente para los otros dos.

El inspector de obra: es el representante del propietario ante el constructor.

El constructor: puede también actuar como contratista general.

Para el caso de la contratación de obras con el estado, los esquemas son rígidos y están regulados por la ley N° 28267 “Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado” y su Texto Unico Ordenado (Decreto Supremo N° 083-2004-PCM).

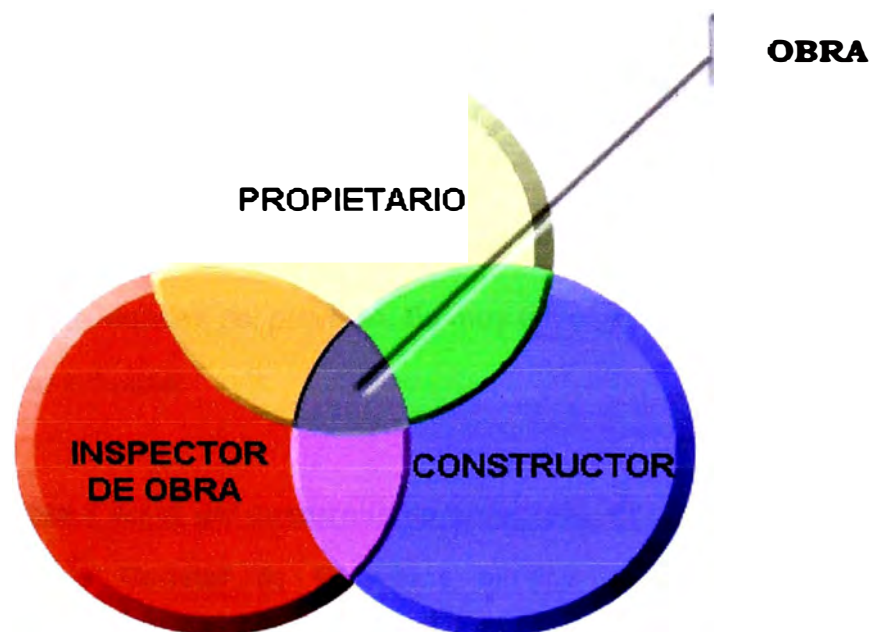


Figura 2.1 La Obra

2.2.1.4 Los documentos del proyecto

La figura 2.2 muestra un detalle típico de los documentos que forman parte de un proyecto.

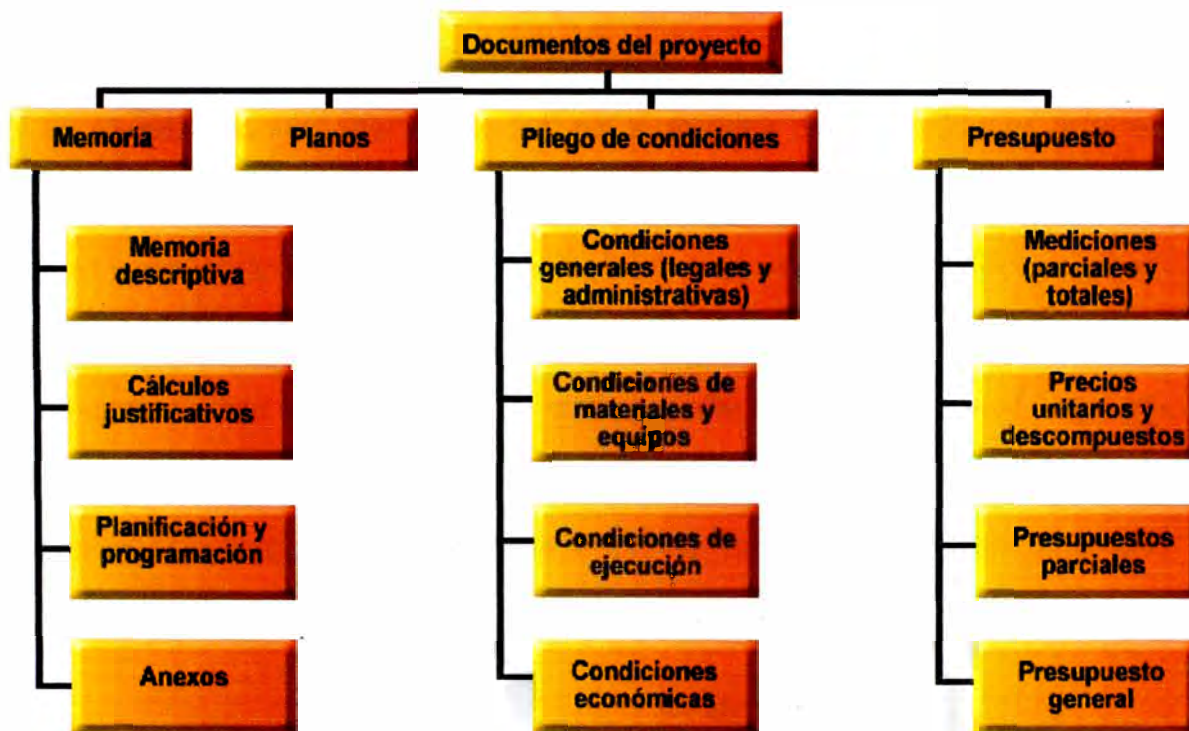


Figura 2.2 Los documentos del proyecto

2.2.2 La Teoría General de Proyectos

La Teoría General de Proyectos se perfila a partir de la teoría de sistemas y de la matriz de actividades del proyecto. Es muy útil cuando se enfoca a proyectos de construcción industrial.

2.2.2.1 Alcances y fases del desarrollo de proyectos. El ciclo de vida

La Teoría General de Proyectos termina su cometido cuando las instalaciones quedan en funcionamiento, a pesar de que el proyecto aún siga vigente, y no se reduce sólo a los aspectos técnicos, sino también económicos, de planificación y de calidad.

Además, la Teoría General de Proyectos tiene en cuenta los subsistemas de los que se compone el proyecto, como son los formados por promotor-propietario, contratista-constructor y proyectista-supervisor. La realización del proyecto exige un conocimiento profundo del entorno en que se desarrolla.

La Teoría General de Proyectos no suministra las tecnologías que el proyecto requiere, sino que presupone su conocimiento por parte del equipo que realiza dicho proyecto. Su objetivo es ponerles en las mejores condiciones para utilizar sus técnicas con eficacia y rapidez.

El ciclo de vida del proyecto será distinto al del producto originado; éste se extiende mucho más en el tiempo, y su estudio es importante desde el punto de vista estratégico, ya que la empresa debe prever con tiempo su momento de declive, para retirarlo del mercado y sustituirlo.

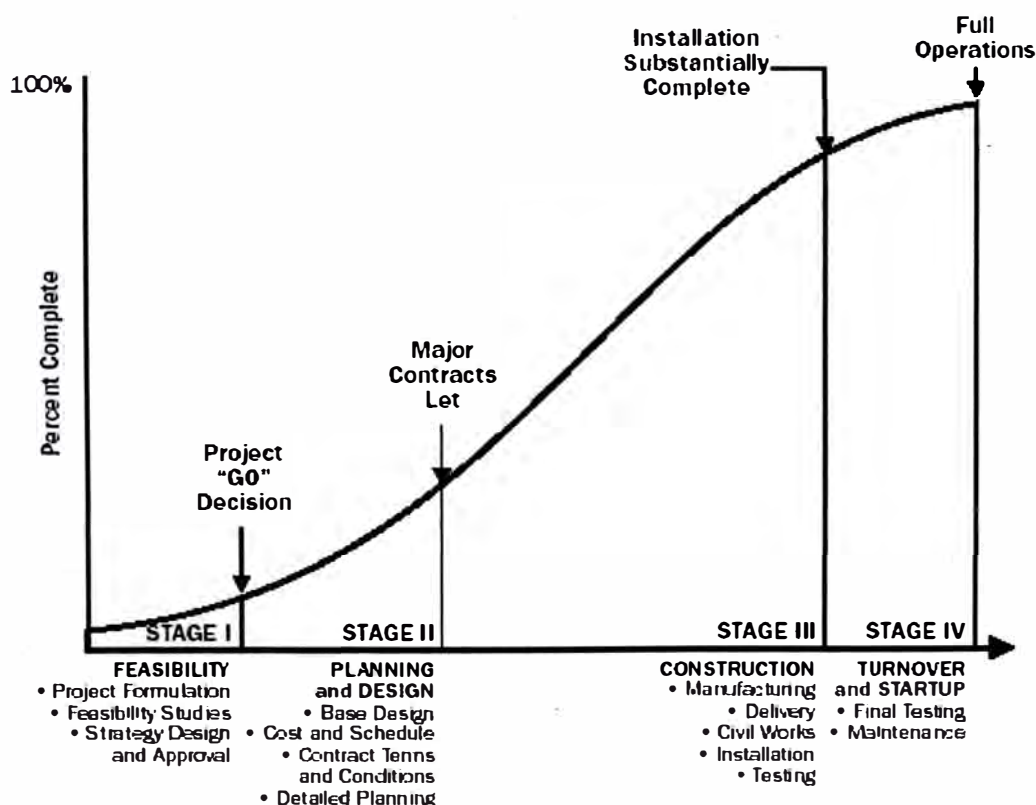


Figura 2.3 Ciclo de vida representativo de un proyecto de construcción (Morris, 1981)

La figura 2.3 corresponde al modelo de ciclo de vida de un proyecto de construcción típico (Morris, 1981), en el se muestran las siguientes fases:

Fase I: se determina la factibilidad del proyecto, necesitando un equipo humano reducido, pero muy profesional y especializado.

Fase II: se definen los objetivos, establecimiento de la organización, ingeniería básica y establecimiento del presupuesto y la programación. En ella se suele iniciar la contratación de los suministros principales.

Fase III: es la más duradera; incluye la ingeniería de desarrollo, compra de equipos y materiales, construcción de obras civiles y montaje de instalaciones. La fase termina cuando la ejecución material del proyecto está prácticamente acabada y se puede iniciar el período de pruebas.

Fase IV: comprende las pruebas, puesta en marcha de los sistemas y puesta en servicio, alcanzando los objetivos de producción previstos.

La figura 2.4 corresponde al modelo planteado por Rafael de Heredia (1999), en el se explicitan las actividades o tareas que corresponde realizar en cada fase del ciclo de vida del proyecto.

En el ámbito Latinoamericano Pedro Briceño (1996) propone cuatro grandes fases en el desarrollo y operación de proyectos:

Formulación y evaluación.

Administración y dirección.

Puesta en marcha de las instalaciones.

Fase operacional.

Estas cuatro fases son mejor visualizadas en la figura 2.5, el cual muestra un "Programa Maestro" o planeamiento grueso de un proyecto de construcción industrial hipotético, usando una carta Gantt (diagrama de barras) simplificada. Cabe resaltar que este programa maestro corresponde a la programación típica de

un proyecto acelerado o "fast track", en el cual existe una gran superposición de actividades.

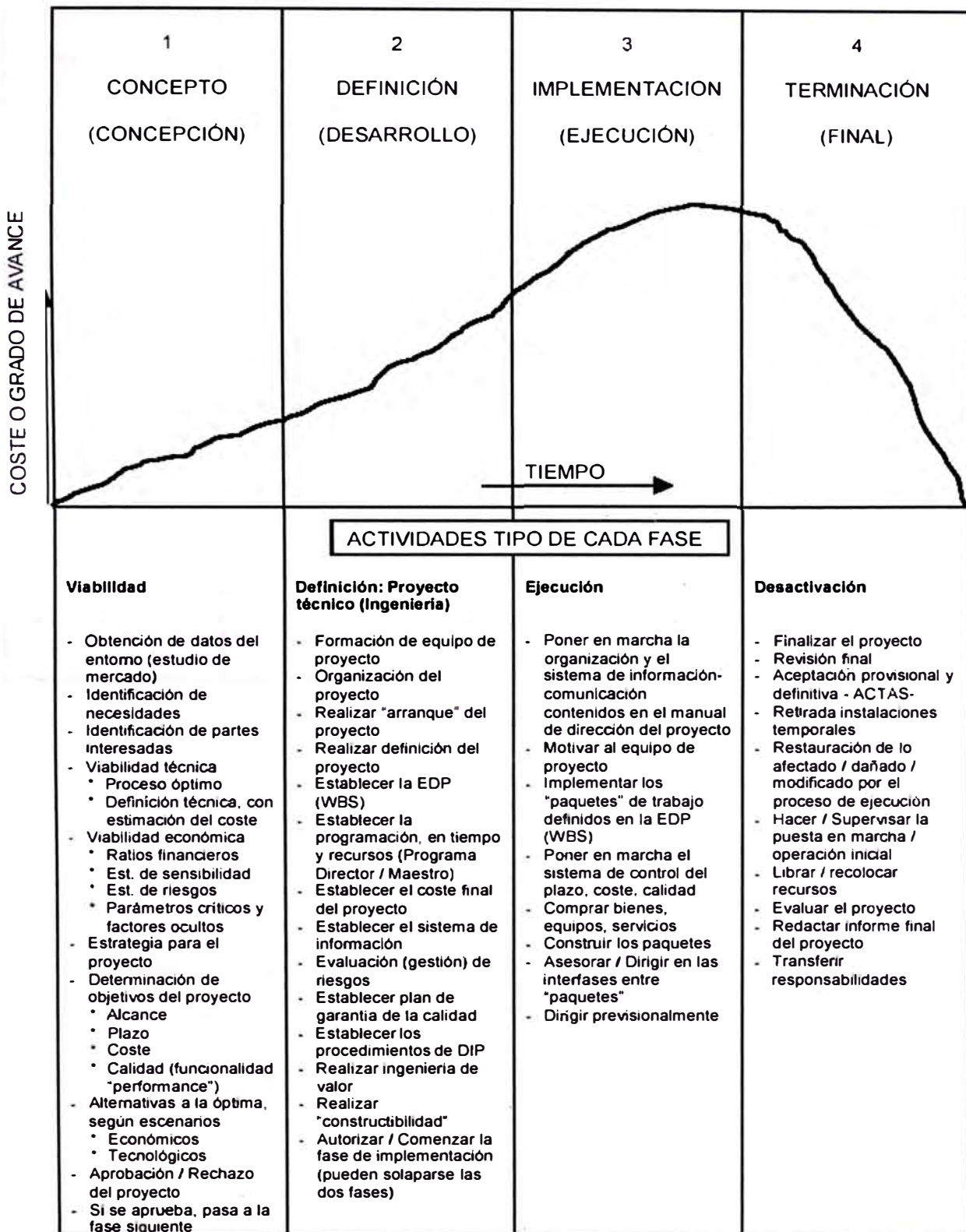


Figura 2.4 Actividades en cada fase del ciclo de vida de un proyecto (Heredia, 1999)

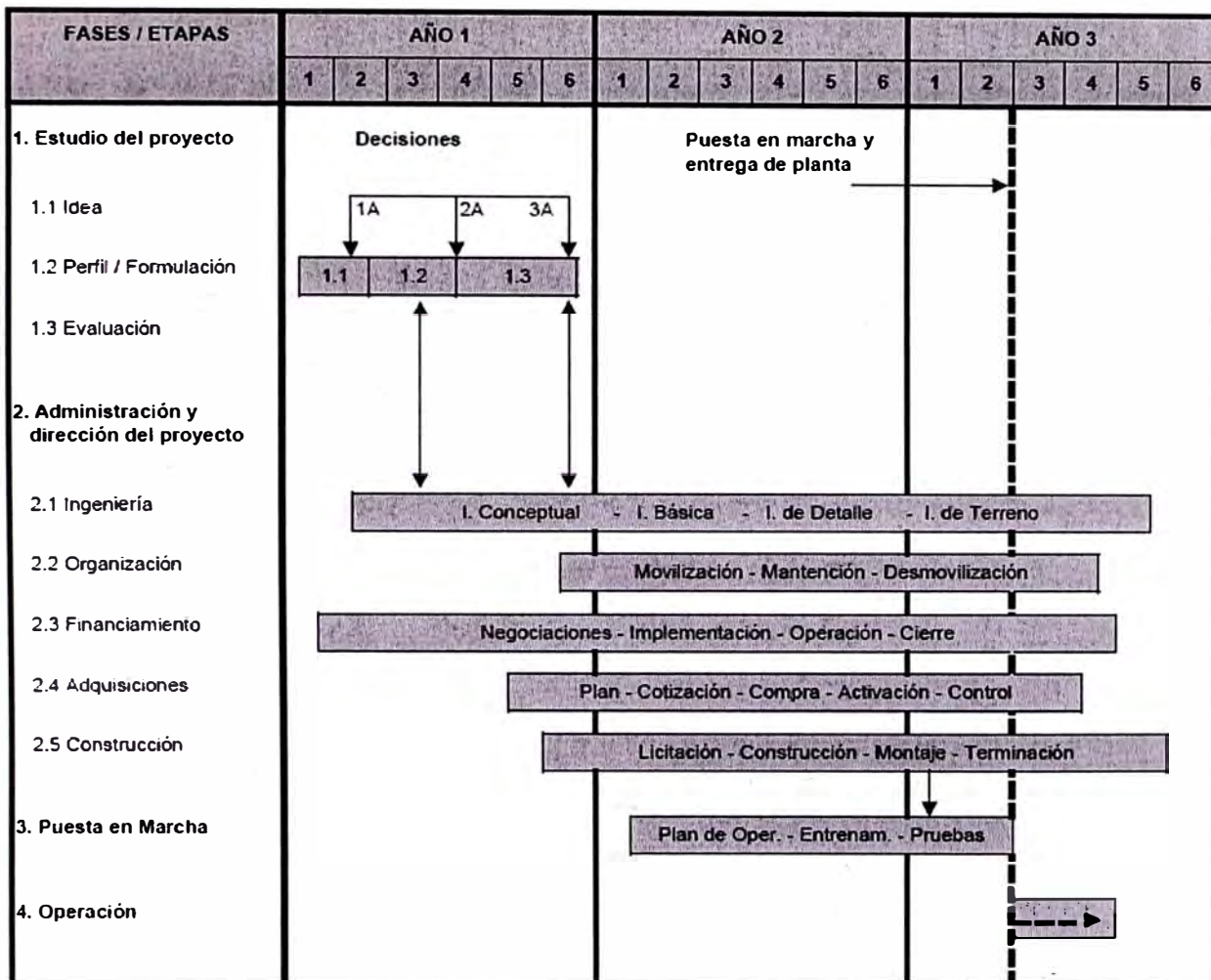


Figura 2.5 Fases del desarrollo de proyectos (Briceño, 1996)

2.2.2.2 Origen, estudios previos y definición del proyecto

Corresponde a la fase 1 del ciclo de vida de un proyecto mostrado en la figura 2.4

El origen remoto de cualquier proyecto es satisfacer una necesidad, hipotética o real, del entorno socio-político-económico. El origen, por lo tanto, puede ser muy diverso, ya que estas necesidades pueden ser muy distintas. Se toman temas, ideas y conceptos del fondo de investigación e información, para hacer un estudio de sistemas que puedan cubrir las necesidades demandadas, estableciendo así un sistema-proyecto, del que habrá que conocer su alcance, fijando sus variables independientes (entradas) y dependientes (salidas).

En los estudios previos se analizan las alternativas posibles desde los puntos de vista técnico, económico y financiero, a fin de seleccionar la mejor opción. Estos estudios los puede realizar una empresa consultora, aunque los promotores del proyecto quieran seguirlos muy de cerca o incluso quieran realizarlos con sus propios equipos técnicos.

El esquema de trabajo, la metodología para la realización de los estudios previos incluirá las siguientes etapas:

Estudio de mercado:

- Recopilación de antecedentes
- Elaboración del estudio

Estudio de viabilidad técnico:

- Tamaño del proyecto
- Ingeniería y organización
- Evaluación y selección del proceso
- Localización y emplazamiento
- Impacto ambiental

Estudio de viabilidad económico-financiero:

- Estimación de inversión
- Presupuesto de gastos e ingresos
- Financiación

Evaluación y selección de proyectos

Análisis de proyectos

Todo proyecto se lleva a cabo en una organización, la cual decide, a la vista de los estudios previos, realizar el proyecto. En ese momento establece los objetivos, referidos a calidad, plazos y costes. La elección del Director del Proyecto es también muy importante, así como la de la alternativa más adecuada: ejecución

directa del proyecto, con los propios medios de la organización y la ayuda o no de un consultor, un Construction Manager, el recurrir a una empresa de ingeniería o a una contratista general con responsabilidad completa (“llave en mano”).

2.2.2.3 Organización, ingeniería básica y de desarrollo

Corresponde a las fases 2, 3 y 4 del ciclo de vida de un proyecto mostrado en la figura 2.4

La ejecución material del proyecto, sea desarrollada directamente por el propietario o por alguna empresa de ingeniería, exige una serie de fases:

Ingeniería básica: contiene toda la información necesaria para la ingeniería de desarrollo. Consta de:

- Revisión de estudios previos.
- Estudio de los datos de partida.
- Obtención de permisos y autorizaciones.
- Estudio de las alternativas tecnológicas a desarrollar.
- Elaboración de todo este proceso, incluyendo planificación, programación y presupuesto estimado.

Ingeniería de desarrollo:

- **Ingeniería de detalle:** desarrollo técnico de todo el proyecto (cálculos, especificaciones, planos, mediciones, etc.) para todas las disciplinas del mismo (infraestructuras, arquitectura, estructuras, equipos e instalaciones mecánicas y eléctricas, instalaciones generales, tuberías, instrumentación y control, informática, etc.).
- **Gestión de compras:** de materiales y equipos, contratación de la construcción de obras civiles y de todo tipo de montajes, además de su inspección, activación y seguimiento.

- **Construcción y montaje:** dirección, supervisión y control de todos los trabajos de construcción de obras civiles y montaje de equipos y sistemas.
- **Puesta en servicio:** pruebas de equipos, puesta en marcha y puesta en operación del conjunto.

2.2.2.4 Aseguramiento de la calidad. Administración y control. Legislación



Figura 2.6 Aseguramiento de la calidad. Administración y control. Legislación

Todo el desarrollo del proyecto, desde los estudios previos y el establecimiento de objetivos, debe estar controlado en las tres áreas fundamentales de calidad, plazos y costes.

Mientras que la calidad y su control van unidos a los aspectos técnicos, el control de plazos y costes es una actividad adicional imprescindible, esencial para que el director del proyecto consiga sus objetivos.

Para obtener la calidad exigida, habrá que realizar un programa de aseguramiento de la calidad, mientras que el control de la programación y el de costes implican la necesidad de una administración única, ya que tiempo y coste están íntimamente ligados. Cabe recordar que el proyecto se realiza en un entorno social, económico- político y ecológico que hay que respetar y proteger.

También, se deben conocer las implicaciones legales que afectan a los ingenieros autores y firmantes, además de las relacionadas con los sectores económicos a los que el proyecto pertenece y de las relativas al emplazamiento de las instalaciones. Todo ello incluye la correspondiente tramitación de permisos y licencias.

2.3 La Dirección de Proyectos

2.3.1 La Organización para la Dirección de Proyectos

La estructura organizacional del proyecto deberá ser concebida para realizar los objetivos y estrategia de la empresa. En la organización empresarial “la estructura sigue a la estrategia”.

La estructura organizacional se deberá diseñar en función a la clase de proyecto, de qué objetivos deban cumplirse y a qué estrategias son las que esos

objetivos van a dar satisfacción. También hay que tener en cuenta que a lo largo de la vida del proyecto los objetivos pueden ser cambiantes, dentro de ciertos límites, por lo tanto la estructura organizacional del proyecto debe ser flexible para acoplarse siempre a lo que los objetivos de cada momento requieran.

Cabe resaltar que no existe la estructura organizacional óptima para todo tipo de proyectos; solamente existen mejores y peores soluciones, dependiendo de cada situación particular.

2.3.1.1 Factores que influyen en la estructura organizacional

Un factor de gran importancia es el tipo de contrato que se realice para la ejecución del proyecto. Un contrato que tenga gran complejidad, requiere por ello mismo, una estructura también compleja. Si por el contrario, el contrato estableciera una relación entre las partes lineal y simple, la estructura organizacional precisa debería ser sencilla.

Otro factor a considerar es el lugar y ubicación de la obra o proyecto, así los proyectos a realizar en sitios remotos, de difícil acceso y posiblemente sin muchos recursos, obliga a crear una estructura de logística y abastecimiento de recursos, incluso de personal, muy distinta a cuando, la obra se realiza en un lugar de fácil acceso y con disponibilidad de recursos.

El plazo de ejecución de la obra o proyecto también es un factor de gran importancia, ya que puede hacer variar sustancialmente la estructura organizacional adecuada.

Otro elemento de importancia es el tamaño del proyecto. Tanta es a veces que si su magnitud es grande o de complejidad alta, se impone un determinado tipo específico de estructura (organización autónoma o “task force”).

La tabla 2.1 muestra los factores que inciden en la estructura organizacional y puede servir como guía para la elección del tipo de estructura.

	FUNCIONAL	MATRIZ	AUTONOMA -TASK FORCE-
INCERTIDUMBRE	BAJA	ALTA	ALTA
TECNOLOGIA	NORMAL	COMPLICADA	NUEVA
COMPLEJIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
DURACION	CORTA	NORMAL	LARGA
TAMANO	PEQUEÑO	MEDIO	GRANDE
IMPORTANCIA	BAJA	MEDIA	ALTA
CLIENTE	VARIOS	POCOS	UNO
INTERDEPENDENCIA DENTRO DEL PROYECTO	BAJA	NORMAL	ALTA
IMPORTANCIA DEL PLAZO	BAJA	NORMAL	ALTA
DIFERENCIACION	BAJA	ALTA	MEDIA

Tabla 2.1 Factores que inciden en la estructura organizacional (Cos, 1995)

2.3.1.2 Tipos de estructuras organizacionales

Ordenados de mayor a menor grado de autoridad que sobre el proyecto ejerce su Director, son:

- La organización "monitor".
- La organización funcional.
- La organización matricial.
- La organización autónoma o "task force".
- **La Organización "Monitor"**. Representada en los organigramas de las figuras 2.7 y 2.8 es la organización más débil para ejecutar proyectos. El Director de Proyecto depende del Director General, y tiene la función de

“asesor” en el caso de una empresa de ingeniería (figura 2.7) y “coordinador” en el caso de una empresa industrial en marcha (figura 2.8) No asume ninguna responsabilidad ni tiene autoridad. Ni planifica ni decide, por ello no es realmente un Director de Proyecto. Su autoridad o “poder” es sólo el de influir al Director General.

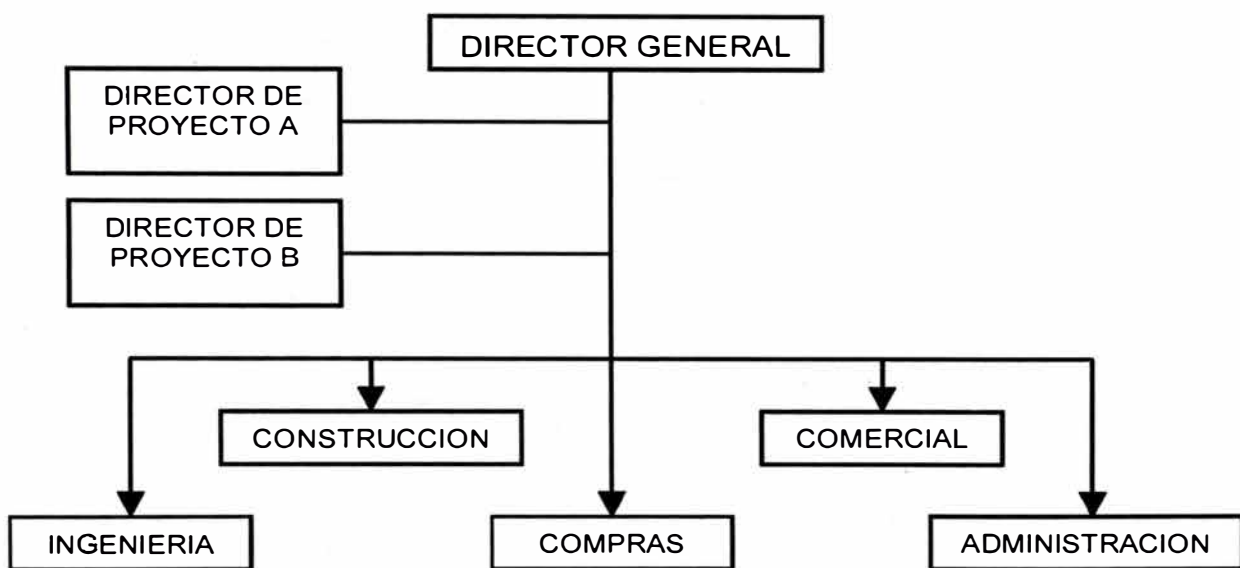


Figura 2.7 Organización Monitor en empresa de ingeniería (Heredia, 1999)

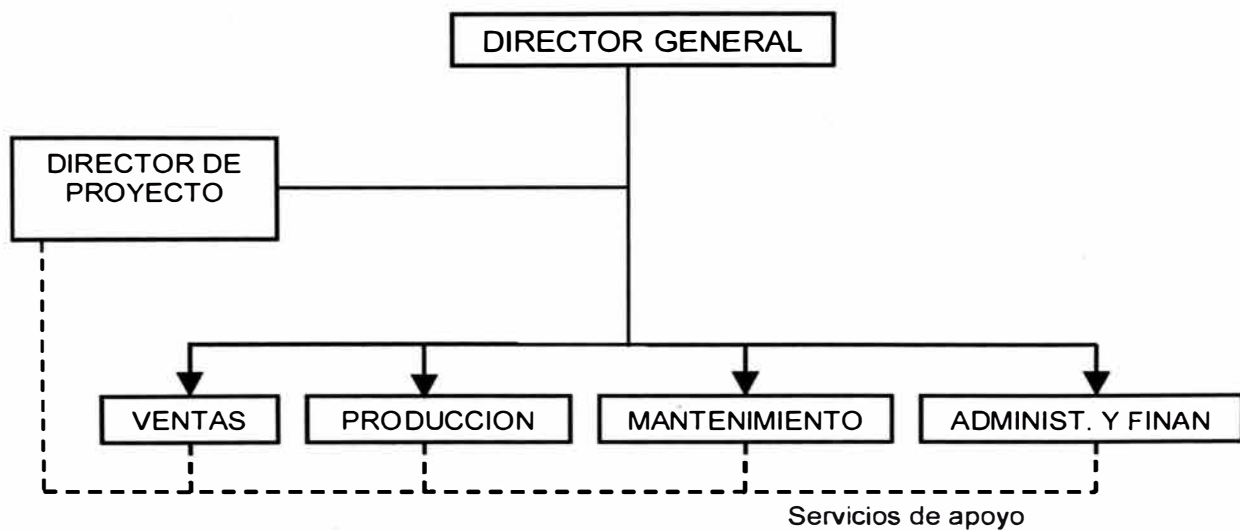


Figura 2.8 Organización Monitor en empresa industrial en marcha (Briceño, 1996)

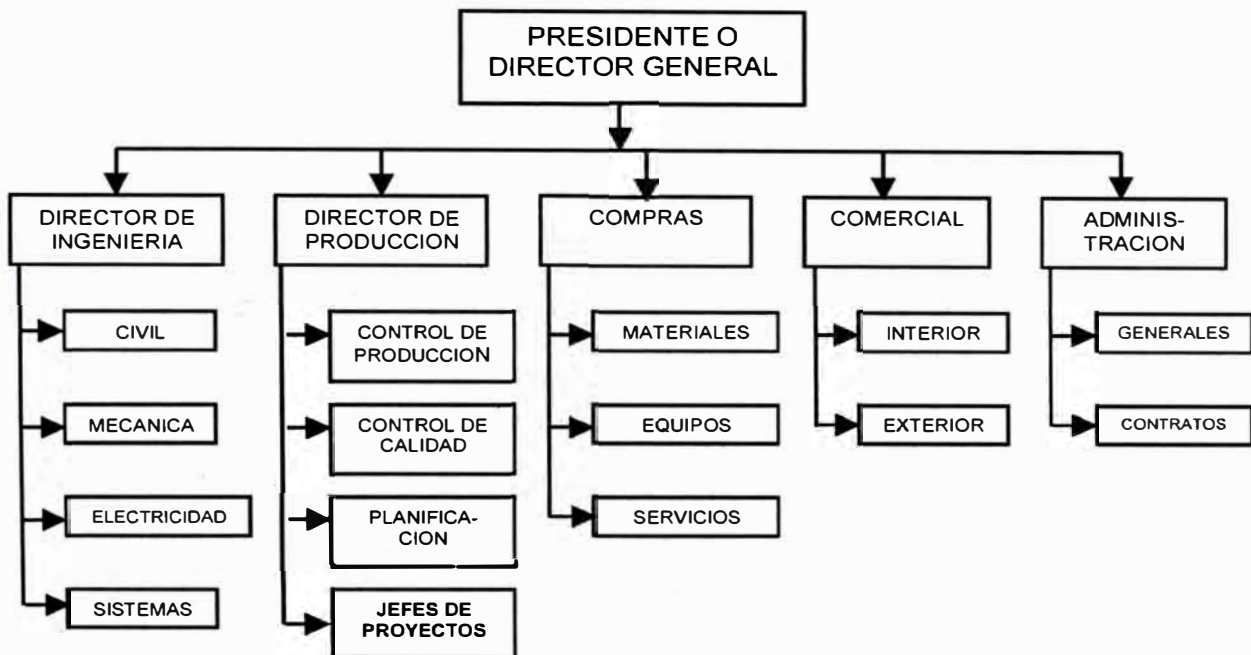


Figura 2.9 Organización Funcional (Heredia, 1999)

La Organización Funcional. Es la organización más extendida en el sector industrial y en el de servicios, y también el de mayor tradición. Está representada en el organigrama de la figura 2.9, cada "línea" o "unidad" de función es independiente y su único punto de "enlace" o coordinación lo constituye el Presidente o Director General. Cuando una organización de este tipo tiene que enfrentarse a realizar un nuevo proyecto, lo suele hacer distribuyendo los trabajos a realizar entre las unidades más adecuadas y asignando la responsabilidad global, habitualmente, a aquella unidad que tiene mayor participación en el proyecto. A lo largo de la vida del proyecto es posible y frecuente que la responsabilidad global se traslade de una unidad a otra, al ser esta de mayor importancia en una etapa posterior del proyecto. Al no tener un responsable total del proyecto (Director de Proyecto) la responsabilidad es difícil determinar y la coordinación es demasiado compleja. Este tipo de organización no suele ser válida para la Dirección de Proyectos en la mayoría de casos, excepto para los proyectos

de gran volumen económico y larga duración, en donde la organización que se estructura es en su esencia, funcional -la organización autónoma o “task force”- aunque su vida sea sólo temporal y tenga dependencia de un nivel superior. La tabla 2.2 muestra las ventajas e inconvenientes de este tipo de organización.

VENTAJAS

- Flexibilidad y utilización eficiente de la fuerza de trabajo.
- El personal puede utilizarse en muchos proyectos diferentes.
- Los especialistas pueden agruparse de tal forma que el conocimiento y experiencia adquiridos en un proyecto se transfieren a otros.
- La compañía tiene una amplia base de fuerza de trabajo, con la que poder operar, existiendo una continuidad de disciplina en el funcionamiento, en la forma de actuar y en la política desarrollada de un proyecto a otro.

INCONVENIENTES

- Dificultad de controlar proyectos grandes, ya que su desarrollo está en manos de muchas personas y distintas unidades.
- Es difícil determinar responsabilidades, ya que no hay un responsable único.
- El cliente no tiene un punto de referencia para tomar contacto.
- Dado que las bases de esta organización son las actividades técnicas propias de cada unidad, se propicia una mayor participación y dedicación a los problemas técnicos del proyecto, considerándose como actividades de segundo nivel la coordinación, planificación y control.
- La respuesta a las necesidades del proyecto es muy lenta.
- La motivación e innovación disminuyen.
- Las ideas se orientan de un modo funcional.
- La Alta Dirección tiende a perpetuar la organización funcional, sin tener en cuenta los proyectos en marcha.

Tabla 2.2 Ventajas e inconvenientes de la organización funcional

- **La organización autónoma - “task force”.** Es una organización en equipos de proyecto. Este tipo de organización tiene un origen muy reciente, y se ha desarrollado más en el sector servicios que en el industrial. En ella se da importancia total a la realización de proyectos independientes. En el organigrama de la figura 2.10 se muestran dos organizaciones autónomas para la realización de los proyectos A y B, como puede verse la

organización autónoma de cada proyecto es muy parecida a la organización funcional. La organización autónoma puede a su vez estructurarse por áreas (cuando el proyecto es muy grande o diverso, por ejemplo una gran planta industrial) o por disciplinas o especialidades (en el caso de que estas adquieran gran complejidad).

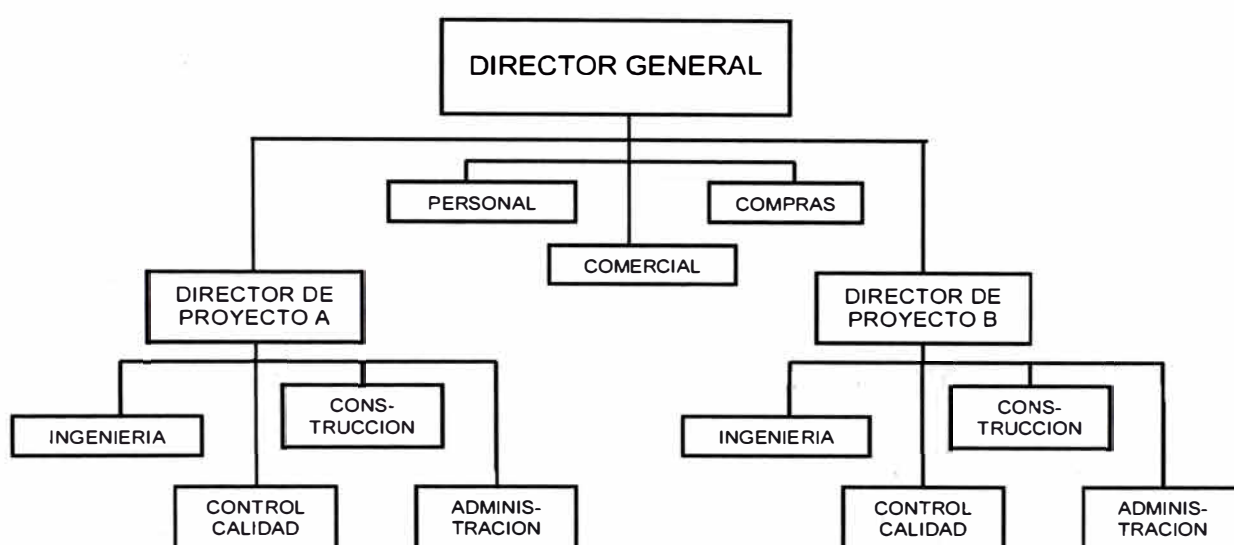


Figura 2.10 Organización Autónoma (Heredia, 1999)

VENTAJAS

- Maximiza la autoridad del Director de Proyecto.
- Control directo de todas las actividades del proyecto, con una línea jerárquica clara y definida, única y completa.
- Considerable reducción de los problemas de coordinación; todos trabajan en equipo con un objetivo claro y todos son partícipes en su éxito o fracaso.
- Responsabilidades claras y centralizadas, con una línea jerárquica de autoridad y con conocimiento directo e inmediato de lo que está pasando.
- El Director de Proyecto informa directamente al más alto nivel práctico en la organización que esté relacionado con el proyecto.

INCONVENIENTES

- Los costes de una empresa con muchos proyectos simultáneos pueden resultar prohibitivos por duplicarse el trabajo y los medios necesarios, hay un indudable desperdicio de recursos.
- No proporciona una reserva de especialistas en los elementos funcionales, por lo que puede retenerse al personal mucho tiempo más del realmente necesario.
- No favorece la formación de equipos técnicos especializados, ya que éstos están distribuidos entre varios proyectos y no hay una centralización de experiencias y esfuerzos, lo que puede comprometer las capacidades técnicas de la organización a largo plazo.

- Esta organización favorece a las personas inclinadas hacia las actividades administrativas del proyecto, ya que son enteramente responsables de sus objetivos, y puede ir en detrimento de los aspectos técnicos del mismo, que sin embargo son la base sobre la que el proyecto se desarrolla.
- La flexibilidad del Director de Proyecto se ve reducida cuanto más gente le rinde información.
- Puede resultar difícil encontrar algunas experiencias profesionales, siendo difícil resolver las necesidades a corto plazo
- El reclutamiento de profesionales puede resultar difícil dado que prefieren encuadrarse con grupos de su especialidad.
- Los especialistas asignados a un proyecto por un período largo de tiempo pueden quedar rezagados en su tecnología específica.

Tabla 2.3 Ventajas e inconvenientes de la organización autónoma

- **La organización matricial.** Las organizaciones funcionales y autónomas son estructuras extremas y básicas que definen un amplio abanico de posibilidades intermedias. La organización matricial corresponde a estas posibilidades intermedias, tiene por finalidad recoger las ventajas de ambos extremos, aunque también recoge sus inconvenientes. La organización establece dos grandes áreas, una dedicada a Equipos de Proyecto y otra correspondiente a las Unidades Funcionales. Las Unidades Funcionales realizan todas las actividades técnicas, tanto en las operaciones normales de la empresa, como en los nuevos proyectos. En estos casos la Dirección de los nuevos proyectos corresponde al Equipo de Proyecto, quien tendrá a su cargo el desarrollo de uno o varios de estos. Para cada proyecto, el Equipo respectivo recibirá la ayuda de los distintos técnicos que necesite, procedentes de las Unidades Funcionales, que realizan la parte del trabajo que les haya sido encomendada, de esta forma permanecen agrupados en su Unidad Funcional y son utilizados más eficazmente en cada proyecto. El carácter mixto de esta solución permite una gran flexibilidad en cuanto a la forma de acometer un nuevo proyecto, e incluso a modificar la organización

del mismo a lo largo de su ejecución. El organigrama de la figura 2.11 muestra una organización matricial fuerte.

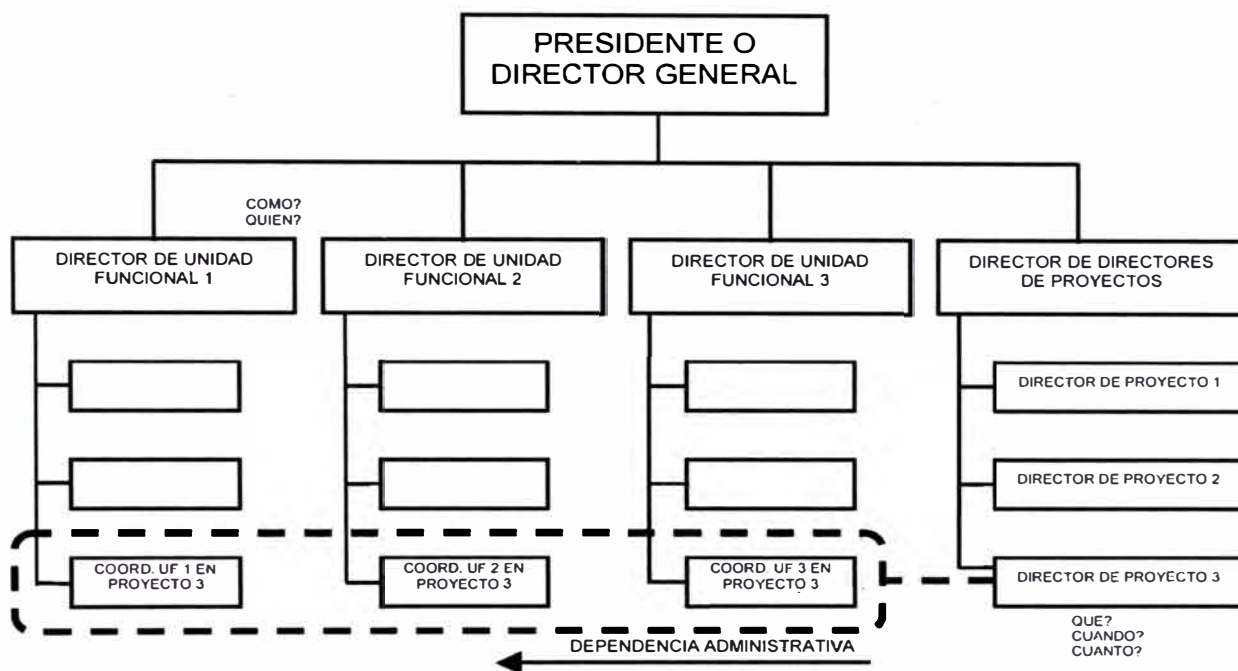


Figura 2.11 Organización Matricial Fuerte (PMI, 2000)

VENTAJAS

- Se da un mayor énfasis al proyecto, designando una persona como punto focal para todos los asuntos concernientes al mismo.
- Separa la administración del proyecto de sus aspectos técnicos, con lo que cada uno puede dedicarse, en profundidad y tiempo, a lo que sabe y le gusta.
- Para todos los programas están igualmente disponibles el conocimiento especializado y la experiencia y son fácilmente transferibles entre los diferentes proyectos.
- La línea de comunicación y las decisiones centralizadas, permiten dar una rápida respuesta a las necesidades del proyecto así como a los deseos del cliente.
- Existe coherencia en la Dirección de los proyectos merced a la discusión de las operaciones de proyecto con su entorno próximo que son los departamentos funcionales.

INCONVENIENTES

- Necesidad de un mantener un nivel superior de Dirección que equilibre el poder entre las dos áreas de tal manera que se evite el desgaste de unos y otros.
- Necesidad de mantener vigilancia constante para conseguir el equilibrio de tiempo, coste y programación de los elementos funcionales y de proyectos, para que no existan preferencias sobre el logro de los objetivos de coste o tiempo por sobre el programa técnico (calidad)

Tabla 2.4 Ventajas e inconvenientes de la organización matricial

2.3.2 El Director de Proyecto

De manera sucinta se puede definir al Director de Proyecto como el responsable de la Dirección del Proyecto. Heredia (1999) lo define como “el individuo al que se le asigna la tarea de conseguir la integración de los esfuerzos funcionales internos y de fuera de la organización para dirigirlos hacia la ejecución con éxito (eficaz) de un Proyecto específico”.

El Director de Proyecto es el eje de coordinación para todo lo referente a su proyecto durante el tiempo que este dure. En una organización matricial el Director de Proyecto ejerce una jerarquía horizontal, enlazando a las unidades funcionales, con la finalidad de conseguir sus objetivos.

Dado que para conseguir los objetivos del Proyecto el Director de Proyecto debe funcionar con y mediante personas (los componentes de su equipo así como terceros), entonces debe tener cualidades de líder. Debe considerarse que el directivo (manager) debe hacer bien las cosas, en cambio el líder hace lo que tiene que hacer para conseguir el éxito, apoyándose en su capacidad convencimiento y motivación. En resumen el Director de Proyecto debe reunir ambas cualidades: la de líder y la de directivo (manager).

2.3.2.1 El Equipo de Proyecto

El Equipo de Proyecto consiste en una organización temporal que ha de desarrollar todas las actividades correspondientes al Proyecto, desde su inicio hasta la fase final. Lógicamente su composición irá variando en cada fase del ciclo de vida del Proyecto.

Es importante que al menos el personal clave sea elegido por el Director de Proyecto.

Cabe resaltar que “equipo” no es similar a “grupo”. El equipo tiene una finalidad y un objetivo común, produce sinergia, el grupo no. Para la realización exitosa del Proyecto es preciso un equipo, no un grupo.

Una de las primeras tareas del Director de Proyecto es el de conseguir un equipo de Proyecto único en cuanto a finalidad principal o misión común que será la de obtener los objetivos del Proyecto.

En general, el equipo de Proyecto estará compuesto por diferentes especialistas, no sólo de ingeniería, sino también de cada materia específica del Proyecto y de todas aquellas disciplinas precisas para realizar su seguimiento y control permanente. En el equipo de Proyecto deberán integrarse, por la misma razón, cualquier tipo de recurso no humano que se haga necesario para el cumplimiento de los objetivos formulados y acordados.

La composición de equipo de Proyecto estará determinada por el tamaño y complejidad del Proyecto así como por su “grado de innovación”.

2.3.2.2 Funciones del Director de Proyecto

Divididas entre las que se realizan dentro de la propia organización (internas) y aquellas otras que se realizan fuera de esta (externas), son:

Funciones Internas

- Definir los objetivos del Proyecto, así como los factores o parámetros críticos.
- Especificar el alcance del trabajo en función de los objetivos (y del Contrato)
- Establecer una división racional del trabajo: definición de tareas para que el Proyecto funcione como un todo.

- Asignar claramente cada tarea y especificar con claridad los objetivos de cada grupo/ elemento del equipo del Proyecto.
- Planificar y programar todo el Proyecto, específicamente:
 - Su configuración / alcance.
 - Los costes.
 - Los plazos de ejecución.
 - Los métodos de ejecución.
 - Su calidad.
- Efectuar control permanente y continuo de la ejecución del Proyecto en todos sus aspectos y esencialmente en cuanto a:
 - Su configuración / alcance.
 - Los costes.
 - Los plazos de ejecución.
 - La calidad técnica.
- Decidir las medidas correctoras de desviaciones.
- Realizar “control de gestión” y contabilidad del Proyecto.
- Realizar dirección previsional, en especial con respecto a factores / parámetros críticos para la obtención de objetivos.
- Mantener activo todo el sistema de comunicación.

Funciones Externas

- Mantener relaciones con el nivel equivalente del Propietario o Promotor del Proyecto.
- Mantener las relaciones con subcontratistas y proveedores.
- Representar a su empresa ante terceros a todos los efectos del Proyecto.

2.3.3 Las Herramientas de la Dirección de Proyectos

Los siguientes conceptos son un extracto del libro “Dirección Integrada de Proyecto – DIP – Project Management” de Rafael de Heredia (1999).

2.3.3.1 Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP o WBS)

Es la traducción al castellano de la expresión “Work Breakdown Structure” (WBS). Se define como el modelo sistémico de la composición o alcance (configuración) del Proyecto, considerado en todos sus aspectos incluidos los de su entorno. Estos aspectos son subsistemas del Proyecto, tales como los correspondientes a “actividades” o “tareas” que lo componen y configuran, en cada una de las fases de su ciclo de vida y “paquetes” o contratos separados mediante los que se llevará a cabo la realización del Proyecto, también referidos a cada fase de su ciclo de vida y por otra parte, sistemas del entorno del proyecto, unos referidos a los agentes ejecutores o con responsabilidad en su ejecución y otros constituidos por el “sistema de partes interesadas en el Proyecto”.

2.3.3.2 El flujograma del proyecto

Representa el proceso de realización del Proyecto, indicando la relación entre las distintas actividades que lo componen así como su consecuencia. A diferencia de la EDP que es un modelo estático del Proyecto, el flujograma es un modelo dinámico, ya que representa cuando se presenta y realiza cada actividad o tarea.

Disponer de un flujograma del Proyecto, de cada uno en concreto, ayuda a la realización de la EDP y también tiene gran utilidad para la formulación de la programación; así el Programa Director (Maestro) deberá referirse a las principales

actividades contenidas en el flujograma. Su existencia también ayudará a determinar los hitos de cada fase del ciclo de vida del Proyecto.

2.3.3.3 El Manual de Dirección del Proyecto (MDP)

Es el instrumento operativo para la Dirección de Proyectos que reúne en un documento único, con varios capítulos segregables, la planificación del proyecto; la coordinación entre las diferentes partes que en él intervienen, incluyendo quienes son y los procedimientos de coordinación, así como los objetivos de la parte que lo emite y redacta. También debe incluir capítulos referentes al control de configuración / alcance y por tanto de los costes; al plazo de ejecución; a la garantía y control de la calidad en todas las fases del ciclo de vida del Proyecto; al sistema de Información para la Dirección de Proyectos; al Management -Respuesta- a los riesgos del Proyecto y al proceso de arranque y desactivación. También debe contener un capítulo sobre la coordinación entre los distintos agentes que intervienen.

El MDP tiene como finalidad establecer con claridad y dar a conocer a todos los participantes en la ejecución del Proyecto unas reglas de juego determinadas, que serán de aplicación en cada caso específico.

2.3.3.4 La programación del plazo de ejecución del Proyecto y su relación con el control de coste

Con la finalidad de optimizar los recursos y así obtener los objetivos del proyecto, es necesario siempre determinar desde la etapa de definición del proyecto el tiempo preciso de ejecución así como el coste previsto. El detalle de ambos parámetros, tiempo y coste, se establece mediante la programación inicial del tiempo de ejecución por una parte y a través del presupuesto detallado. La

programación es esencial para la Dirección de Proyectos y debe permitir en todo momento, de manera continua, efectuar previsiones sobre el cumplimiento del plazo de ejecución y las consecuencias sobre éste en las desviaciones producidas. Así, mediante la programación continua, el Director de Proyecto deberá tomar las decisiones oportunas que conduzcan al cumplimiento del objetivo plazo o en su caso, fijar un nuevo objetivo. La figura 2.12 muestra los tipos de programas de acuerdo al nivel de la organización.

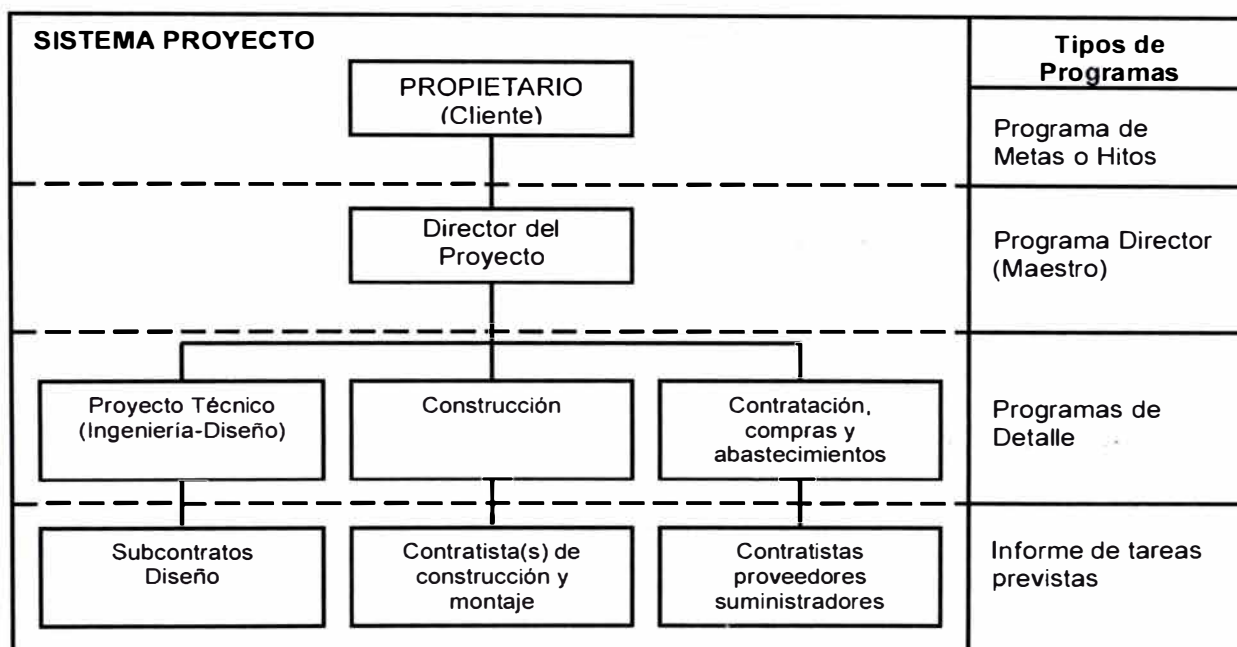


Figura 2.12 Tipos de Programas según nivel de la organización del Proyecto (Heredia, 1999)

Los métodos más importantes usados para programación son los siguientes:

- **PERT (Programme Evaluation and Review Technique).** Se basa en la representación gráfica de tareas y sucesos, mediante un diagrama compuesto por círculos (casillas) y flechas, representando respectivamente

sucesos y tareas. Utiliza estimaciones probabilísticas para la estimación de las tareas, por lo que no es usado en los Proyectos de Construcción.

CPM (Critical Path Method). Es bastante parecida al PERT, su diferencia fundamental es la nomenclatura y la introducción de una relación entre el coste y duración de las actividades. El CPM trabaja con duraciones deterministas. Este método y el de precedencias, que también opera con datos deterministas, son los más usados en proyectos de construcción.

Carta Gantt. También llamado Pert-Calendario. Es la aplicación más extendida en la construcción. Se denomina así en honor a Henry L. Gantt. En esta carta las distintas actividades se representan por barras horizontales de longitud proporcional a su duración. Para la solución propuesta permite apreciar la coordinación de las secuencias, las colas de espera y los tiempos ociosos. A partir de ello pueden plantearse soluciones alternativas encaminadas a acercarse más al objetivo deseado.

2.3.3.5 La estimación del coste (presupuesto) del Proyecto

Es importante disponer de una estimación del coste de ejecución del Proyecto, lo más rigurosa posible, esto ayudará a obtener un “patrón de comparación” adecuado que facilitará el control de coste. Obviamente, la precisión y fiabilidad del coste depende directamente del grado de definición del Proyecto. Debido a lo anterior, los tipos de estimación del coste que se deben utilizar en cada fase del ciclo de vida del Proyecto son:

Tipo I. Estimación de orden de magnitud de coste. Usada en los Estudios de Oportunidad de Inversión, tiene un grado de precisión de aproximadamente -30% / $+40\%$.

Tipo II. Estimación de Presupuesto de Inversión Autorizada. Usada en los Estudios de Viabilidad, conducen a la toma de decisión empresarial de invertir. En base al coste que se determina, se calculan los ratios financieros que aseguran la viabilidad económica (VAN y TIR). Tiene un grado de precisión de aproximadamente -15% / $+30\%$.

Tipo III. Estimación de coste definitivo. Usada generalmente por el Propietario (cliente) para conocer el coste real (todavía aproximado) de la inversión. Se determina en la fase de definición del Proyecto. Tiene un grado de precisión de aproximadamente -5% / $+15\%$.

Tipo IV. Estimación de coste para comprometer contrato con precio fijo. Ha de ser de gran precisión, ya que su finalidad es la determinación de un precio contractual, utilizada generalmente por contratistas que han de ofertar una construcción "llave en mano" bajo la modalidad de precio fijo. Tiene un grado de precisión de aproximadamente -3% / $+5\%$.

2.3.3.6 Calidad Total y Dirección de Proyectos

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define Calidad como "la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie.

La Calidad de un Proyecto la podemos considerar en dos niveles:

Primer Nivel: Cumplimiento del Alcance, del Coste, del Plazo y de la Calidad Técnica, que se podría llamar Calidad General.

Segundo Nivel: Además deben considerarse otros aspectos, tales como que el Proyecto (una vez realizado) cumpla con los requisitos de operación y de funcionalidad, que son los equivalentes a un concepto más general de calidad.

La Calidad Total significa la obtención de lo que desea el usuario y le procura satisfacción de forma permanente. Es toda una filosofía empresarial de Dirección y según la aplique cada empresa se obtendrán resultados distintos.

Aseguramiento de la Calidad en Proyectos de Construcción. En general el Plan de Aseguramiento de la Calidad deberá referirse a todas las fases del ciclo de vida del proyecto (definición, ejecución y desactivación), incluso en su fase de concepción. El Plan de Aseguramiento de la Calidad deberá contener las matrices de las actividades del Proyecto en que hay que ejercer Aseguramiento de Calidad así como las correspondientes a quién es el responsable en cada fase del mismo, para ello una herramienta eficaz es la WBS (EDP). En la fase de ejecución de las obras este Plan deberá contener un Plan de Control de Calidad detallado, referido tanto a los materiales como a la ejecución de las unidades de la obra.

Plan de Control de Calidad. Este se da principalmente en dos fases del ciclo de vida: en la fase de "definición" del Proyecto (Proyecto Técnico) y en la fase de ejecución. En la fase de definición este plan consiste en auditar o revisar el proyecto técnico de manera continua, según se avanza en la redacción del proyecto. En la fase de ejecución de la construcción este plan se basa principalmente en los ensayos y pruebas (realizados frecuentemente por empresas especializadas externas) para cada material, componente, equipo o unidad construida.

2.3.3.7 El Sistema de Información para la Dirección de Proyectos

Está constituido por el conjunto de procesos que aseguran la generación, adquisición y distribución a cada parte interesada de la información generada por

los proyectos de cualquier tipo, así como de los conjuntos de los mismos que constituyan programa, que se realizan dentro de la empresa.

La información puede ser estructurada en tres niveles, a partir de los cuales el Sistema de Información de la Dirección de Proyectos se puede dividir en tres componentes estrechamente relacionados:

Sistema de Información de cada proyecto.

Sistema de Información de cada programa.

Sistema de Información del conjunto total de proyectos y programas.

Sistema de Información de cada proyecto. La información se genera a lo largo del ciclo de vida del proyecto y tiene por objeto formalizar objetivos, documentar compromisos, registrar situaciones anómalas, informar quienes han de tomar decisiones, a quienes han de actuar y, en general, a quienes necesitan estar informados periódicamente de la marcha y previsiones del proyecto. La “Matriz de Responsabilidades/Funciones”, que deben realizarse para cada Proyecto, debe indicar las necesidades de información.

Normalmente se emiten informes periódicos de las siguientes índoles:

- Informes periódicos de Programación y Control.
- Informes periódicos de Ingeniería (proyecto técnico).
- Informes periódicos de Procura (compras y contratación).
- Informes periódicos de Construcción.
- Informes periódicos de Síntesis del Proyecto.

2.3.3.8 Los procesos de arranque y de desactivación (con entrega al usuario y puesta en marcha) del Proyecto

Arranque (start up) del Proyecto

El “arranque del Proyecto” (start up o kick-off) es un proceso de dirección sistemático y unificado que muy rápidamente genera una plataforma adecuada para el “despegue” y la marcha eficaz del Proyecto.

La mayoría de los Proyectos se benefician de un proceso correcto de Arranque. Este proceso debiera repetirse al comenzar cada una de las fases del ciclo de vida del Proyecto.

Cabe mencionar que para efectos de la Dirección de Proyectos, arranque y comienzo son conceptos distintos. Comienzo se da en la fase de concepción –viabilidad– del Proyecto. Arranque se da a partir de la definición del Proyecto.

Para realizar el proceso de arranque es necesario tener a las personas claves para el Proyecto, una vez que se tiene esta certidumbre deben realizarse las siguientes acciones:

- Realizar talleres de trabajo (workshops) en el que el personal clave debe desarrollar la planificación del Proyecto e iniciar el proceso de formación del Equipo de Proyecto.
- Desarrollar -redactar- el manual de Dirección del Proyecto.
- Asistencia, ayuda “Ad Hoc” para realizar el proceso de arranque (la ayuda puede ser interna o de un consultor externo).

Desactivación del Proyecto

Corresponde a la última fase del ciclo de vida del Proyecto. Una vez acabada la desactivación, el Proyecto ha terminado como tal, deja de existir. Comienza a ser útil para algún fin o bien.

La desactivación del Proyecto debe tratarse, sobretodo en proyectos grandes o complejos, como un Proyecto Nuevo y someterlo al mismo ciclo de realización de un Proyecto.

La desactivación supone la entrada en operación normal del Proyecto. Por ello supone las actividades conducentes a su puesta en marcha (commissioning).

La desactivación incluye las siguientes actividades:

- Cierre del Sistema.
- Planes para transferir el sistema a su utilizador.
- Desinversión o transferencia de recursos a otros sistemas.
- Desarrollo de lecciones aprendidas.

2.3.3.9 La Respuesta a los Riesgos del Proyecto

En todo proceso completo de Dirección de Proyectos existe un determinado riesgo de que los objetivos deseados no se cumplan. Para hacer que este riesgo sea mínimo, es necesario **identificar los parámetros o factores de riesgos**, que en general serán diferentes según el tipo de Proyecto, para después pasar a su **análisis detallado** y así conocerlos de la mejor manera posible y, finalmente, una vez conocidas todas las características de cada "factor de riesgo" procurar la respuesta adecuada a cada uno, en esto consiste "**la respuesta**" (**management**) **al riesgo**.

En el ámbito de la construcción, el riesgo cobra una especial importancia, dado que por sus características, tiene un margen de seguridad en todos los niveles muy inferior al de otras actividades industriales. Su escasa repetibilidad y capacidad de estandarización, la dependencia frente a factores climatológicos y a la gran cantidad de agentes y organizaciones que intervienen en un proyecto constructivo

son algunos de los factores que hacen que el grado de incertidumbre de esta actividad sea sensiblemente superior al del resto de industrias.

2.3.4 El enfoque del PMI: Las Areas del Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Con la finalidad de facilitar el estudio de la Dirección de Proyectos el PMI ha organizado los procesos de la Dirección de Proyectos en nueve áreas del conocimiento, los cuales se muestran en la figura 2.14

Un aporte interesante es el modelo sistémico de la Dirección de Proyectos esbozado por Gaizka Ormazábal (2002) y mostrado en la figura 2.13. En ella se observan las áreas del conocimiento de la Dirección de Proyectos, planteadas en el PMBOK, con la novedad de incluir la Dirección Medioambiental, tema muy importante hoy en día en los grandes proyectos de construcción industrial.

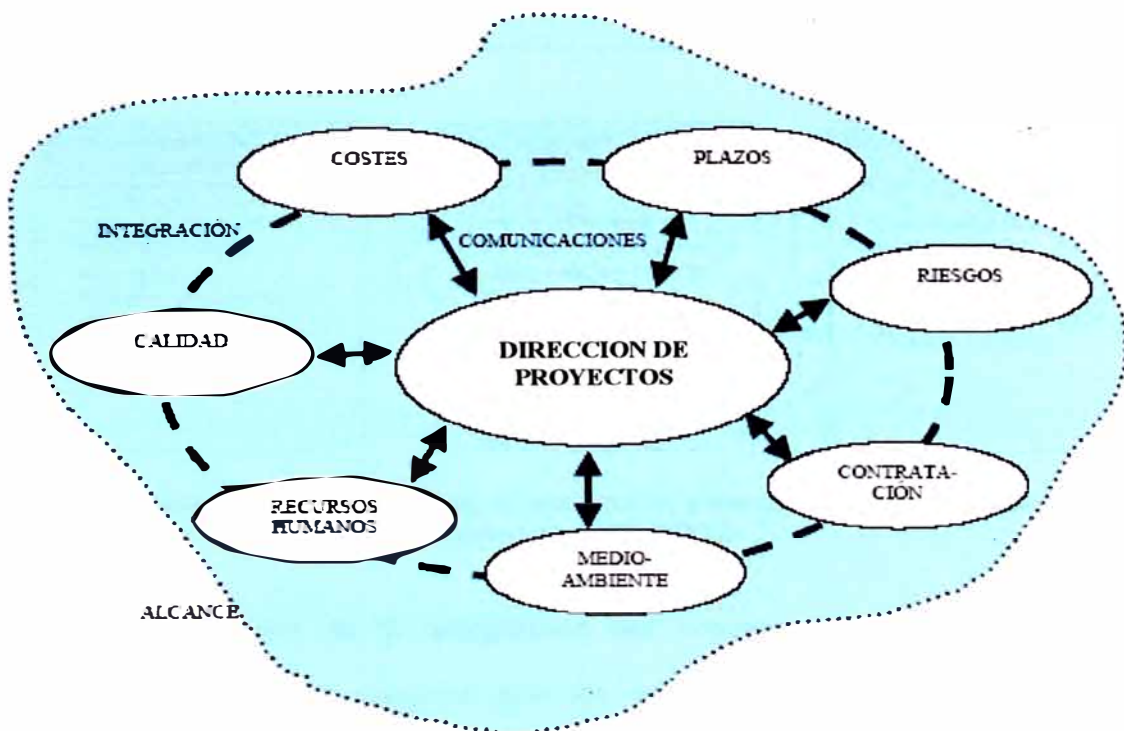


Figura 2.13 Modelo sistémico de la Dirección de Proyectos (Ormazábal, 2002)

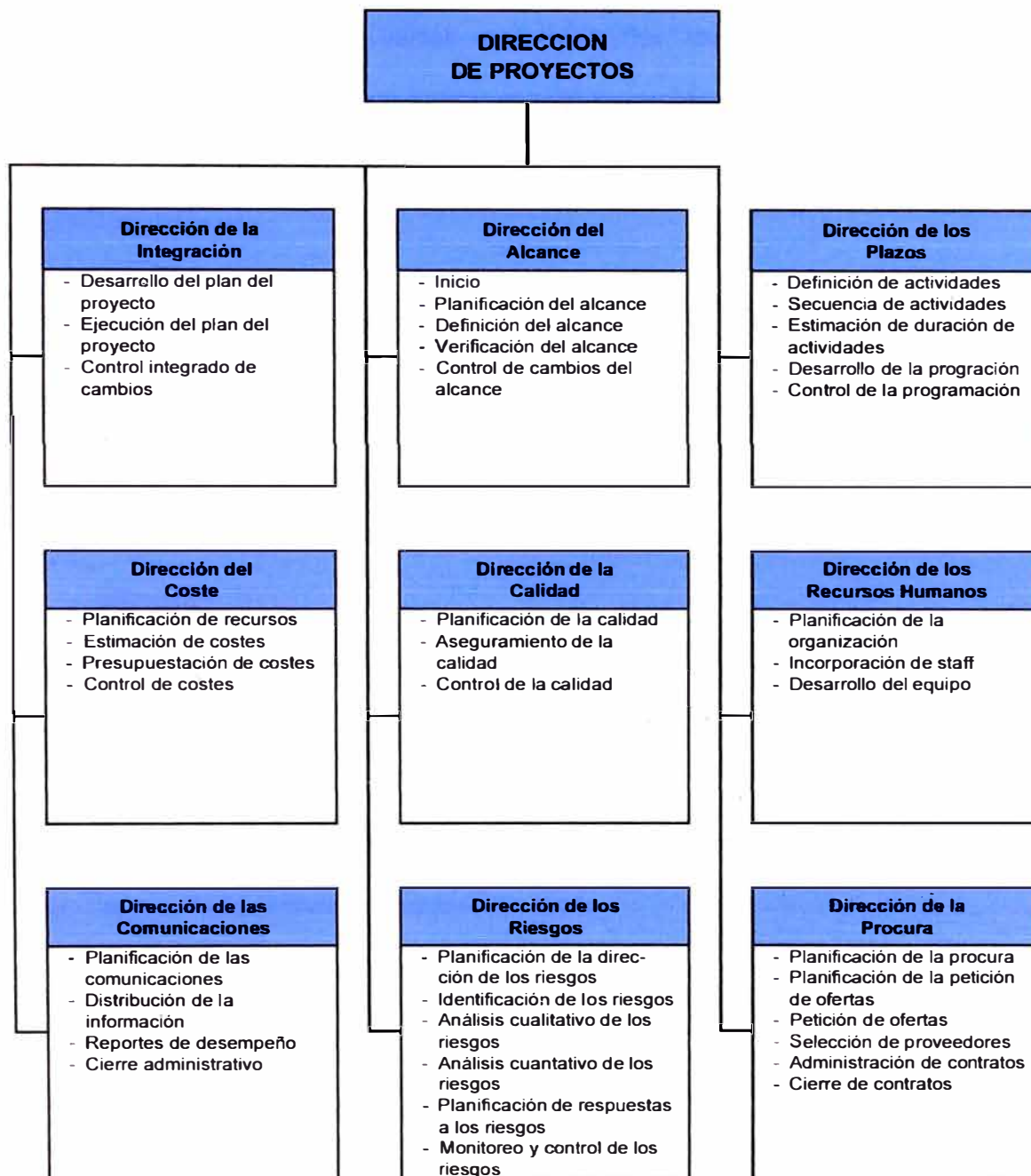


Figura 2.14 Las áreas de conocimiento y los procesos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2000)

La dirección de la integración del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar que los varios elementos del proyecto sean apropiadamente coordinados. Implica, por tanto, la búsqueda del

compromiso entre los varios objetivos del mismo y la elección de alternativas para conseguir satisfacer las necesidades y expectativas de los diversos agentes del proyecto (stakeholders). Los principales procesos involucrados son:

- *Desarrollo del plan del proyecto.* Integrando y coordinando todos los planes del proyecto para crear un documento consistente y coherente.
- *Ejecución del plan del proyecto.* Desarrollando el plan del proyecto al ejecutar las actividades incluidas.
- *Control integrado de cambios.* Coordinando los cambios a través del proyecto.

La dirección del alcance del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar que contenga todo y sólo el trabajo requerido, para llevarlo a término de manera exitosa. Se trata, por tanto de definir y controlar lo que debe incluirse en el proyecto. Los principales procesos involucrados son:

- *Inicio.* Autorizando el proyecto o fase.
- *Planificación del alcance.* Desarrollando un documento escrito del alcance que sirva de base para las futuras tomas de decisiones del proyecto.
- *Definición del alcance.* Subdividiendo los principales entregables del proyecto en componentes más pequeños y manejables.
- *Verificación del alcance.* Formalizando la aceptación del alcance del proyecto.
- *Control de cambios del alcance.* Controlando los cambios al alcance del proyecto.

La dirección de los plazos del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar la terminación a tiempo del proyecto. Los principales procesos involucrados son:

- *Definición de actividades.* Identificando las actividades específicas tienen que ser ejecutadas para producir los distintos entregables del proyecto.
- *Secuencia de actividades.* Identificando y documentando las dependencias entre actividades.
- *Estimación de duración de actividades.* Estimando el número de períodos de trabajo que serán necesarios para completar las actividades individuales.
- *Desarrollo de la programación.* Analizando las secuencias de las actividades, las duraciones de las actividades y los requerimientos de recursos para crear la programación del proyecto.
- *Control de la programación.* Controlando los cambios a la programación del proyecto.

La dirección del coste del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto se completará dentro del presupuesto aprobado. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de recursos.* Determinando que recursos (gente, equipos, materiales) y que cantidades de cada uno deberán ser usados para ejecutar las actividades del proyecto.
- *Estimación de costes.* Desarrollando una estimación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.
- *Presupuestación de costes.* Asignando la estimación de costos general a las actividades individuales de trabajo.

- *Control de costes.* Controlando los cambios al presupuesto del proyecto.

La dirección de la calidad del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfará las necesidades para la cual fue creada. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de la calidad.* Identificando que estándares de calidad son relevantes para el proyecto y determinando como satisfacerlos.
- *Aseguramiento de la calidad.* Evaluando el desempeño general del proyecto de manera regular para así dar confianza que el proyecto satisfará los estándares de calidad relevantes.
- *Control de la calidad.* Monitoreando resultados específicos del proyecto para determinar si ellos cumplen con los estándares de calidad relevantes e identificando maneras de eliminar causas de desempeño insatisfactorio.

La dirección de los recursos humanos del proyecto. Describe los procesos requeridos para hacer el uso más efectivo de las personas involucradas en el proyecto. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de la organización.* Identificando, documentando y asignando los roles en el proyecto, responsabilidades y reportando las relaciones entre las partes.
- *Incorporación de staff.* Consiguiendo los recursos humanos necesarios para asignarlos y ponerlos a trabajar en el proyecto.
- *Desarrollo del equipo.* Desarrollando habilidades individuales y de equipo para mejorar el desempeño del proyecto.

La dirección de las comunicaciones del proyecto. Describe los procesos requeridos para asegurar la generación, recolección, distribución,

almacenamiento y disposición final de la información del proyecto de manera oportuna y adecuada. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de las comunicaciones.* Determinando las necesidades de comunicación e información de los diversos agentes del proyecto (stakeholders): quien necesita que información, cuando lo necesitarán y como les será entregada.
- *Distribución de la información.* Haciendo disponible de manera oportuna la información necesaria para los diversos agentes del proyecto (stakeholders)
- *Reportes de desempeño.* Recolectando y distribuyendo información de desempeño. Esto incluye reportes de status, mediciones de avance y pronósticos.
- *Cierre administrativo.* Generando, reuniendo y distribuyendo información para formalizar la culminación de una fase o de todo el proyecto.

La dirección de los riesgos del proyecto. Es el proceso sistemático de identificar, analizar y responder al riesgo del proyecto. Incluye maximizar las probabilidades y consecuencias de eventos positivos y minimizar las probabilidades y consecuencias de eventos adversos a los objetivos del proyecto. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de la dirección de riesgos.* Decidiendo como abordar y planificar las actividades de la dirección de riesgos de un proyecto.
- *Identificación de los riesgos.* Determinando que riesgos pueden afectar el proyecto y documentando las características de dichos riesgos.
- *Análisis cualitativo de los riesgos.* Ejecutando un análisis cualitativo de riesgos y condiciones, para priorizar sus efectos en los objetivos del proyecto.

- *Análisis cuantitativo de los riesgos.* Midiendo las probabilidades y consecuencias de los riesgos y estimando sus implicaciones en los objetivos del proyecto.
- *Planificación de respuestas a los riesgos.* Desarrollando procedimientos y técnicas para aumentar posibilidades y reducir amenazas de riesgo a los objetivos del proyecto.
- *Monitoreo y control de los riesgos.* Monitoreando riesgos residuales, identificando nuevos riesgos, ejecutando planes de reducción de riesgos y evaluando su efectividad a través del ciclo de vida del proyecto.

La dirección de la procura (contrataciones) del proyecto. Describe los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios (en general producto) externos a la organización ejecutora, para lograr el alcance del proyecto. Los principales procesos involucrados son:

- *Planificación de la procura.* Determinando que y cuando procurar (contratar).
- *Planificación de la petición de ofertas.* Documentando requisitos del producto e identificando los proveedores potenciales.
- *Petición de ofertas.* Obteniendo cotizaciones, presupuestos, ofertas o propuestas, como sean apropiadas para cada caso.
- *Selección de proveedores.* Escogiendo entre los potenciales proveedores.
- *Administración de contratos.* Manejando las relaciones con los proveedores.
- *Cierre de contratos.* Se refiere a la terminación y arreglo final de los contratos, incluyendo la resolución de cualquier ítem abierto.

2.4 La Dirección de Construcción

El campo de utilización más fértil y extendido para aplicar la Dirección de Proyectos es el de los grandes proyectos de construcción industrial, esto debido a sus características intrínsecas y a la necesidad del propietario (empresa industrial) de optimizar el empleo de sus recursos (escasos con frecuencia) y obtener con éxito sus objetivos empresariales.

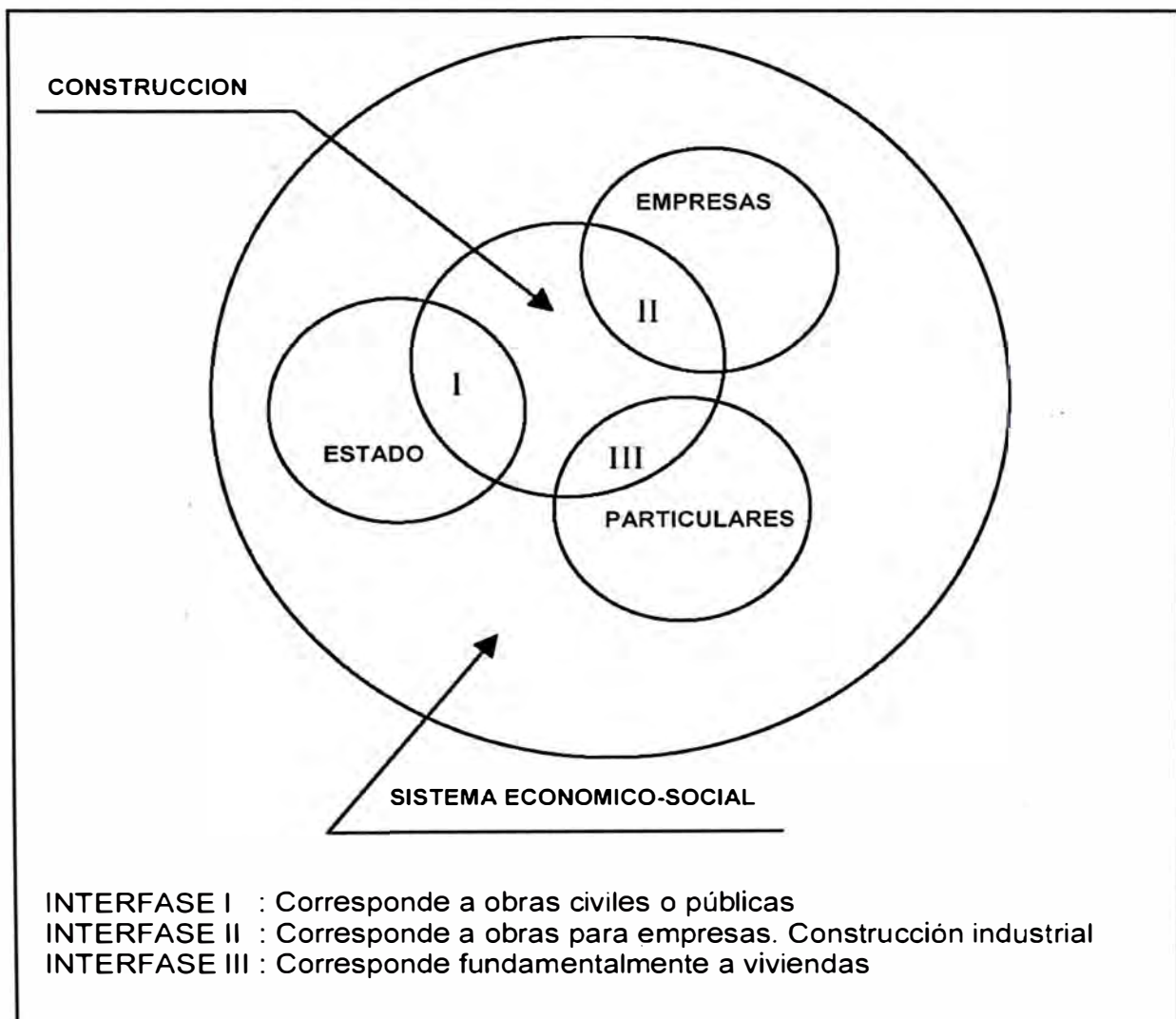


Figura 2.15 El sistema de construcción y sus interfaces con sus sistemas "cliente" (Heredia, 1999)

2.4.1 Enfoque sistémico del sector construcción

Aplicando el enfoque sistémico a la construcción puede verse que tomada ésta como sistema con finalidad, se observa que su entorno -que constituye la finalidad- puede considerarse, al menos, desde tres aspectos que coinciden con los promotores, propietarios o iniciadores de cualquier proyecto; estos son: el Estado, las empresas privadas y por último las personas o particulares.

Las obras civiles o públicas que se construyen, generalmente, para el Estado, tiene dos características: una intrínseca, que es su pequeña complejidad (aunque sí puedan tener gran volumen de inversión); la otra, que es característica diferencial del Estado, es que éste no realiza Dirección (management).

Las obras para los particulares consisten, en gran volumen, en la construcción de viviendas. Estas obras revisten de cierta complejidad, pero debido a diferentes causas, raro es el caso en que esta complejidad se organiza de manera sistémica.

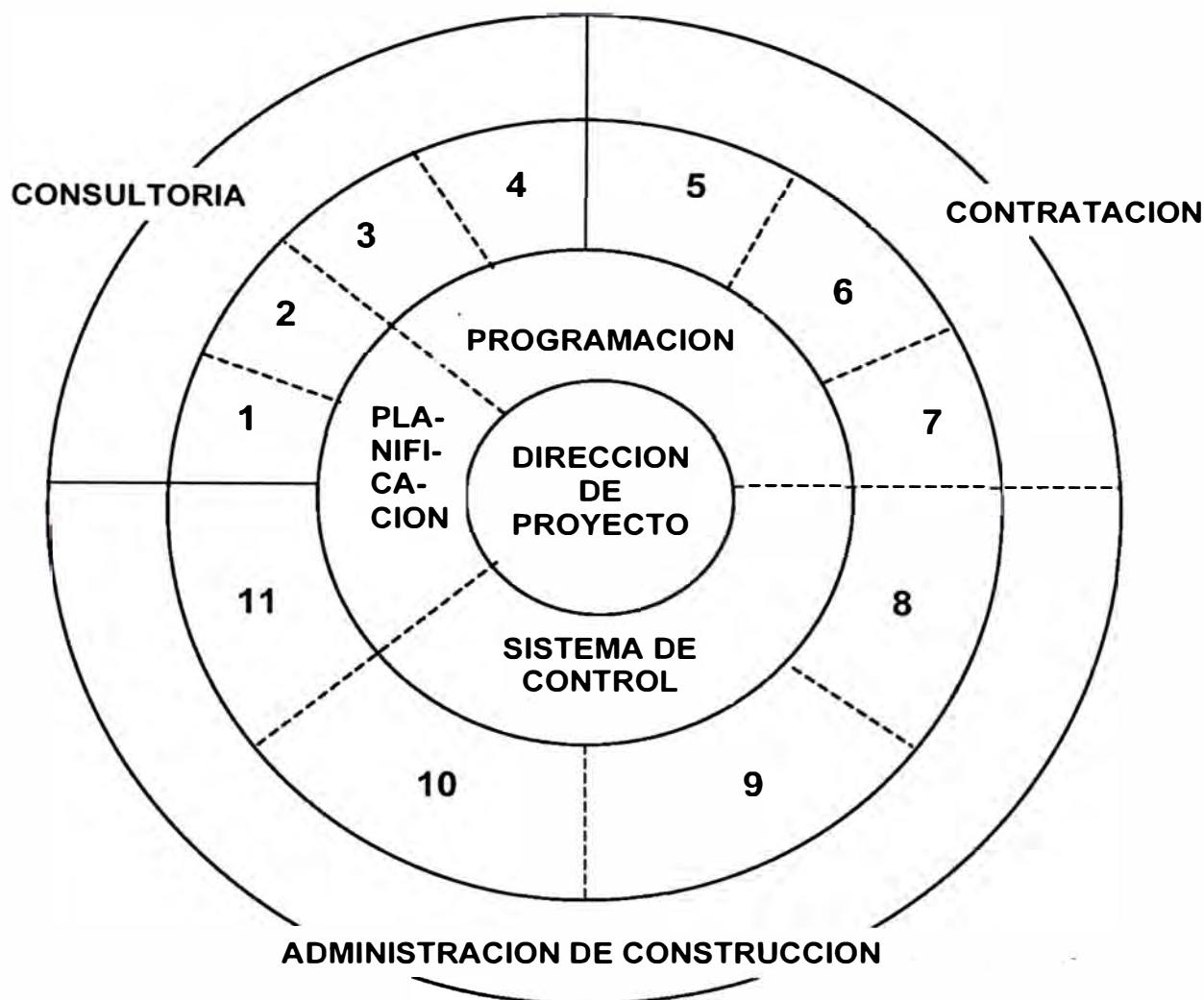
Las obras para empresas, entre las que destacan las obras industriales debido a su gran complejidad y a la necesidad de la empresa de obtener sus objetivos empresariales, es el campo de utilización más fértil y extendido para el empleo de la Dirección de Proyectos.

2.4.2 Funciones de la Dirección de Proyectos en los proyectos de construcción

Las tareas a realizar por la Dirección de Proyectos podrían sintetizarse en el listado siguiente, que tiene su reflejo en la figura 2.16:

Viabilidad económica y otros aspectos de la viabilidad.

Planificación financiera.



1. - VIABILIDAD ECONOMICA + OTROS ASPECTOS
- PLANIFICACIÓN FINANCIERA
2. - ESTABLECIMIENTO DEL DISEÑO (ingeniería básica)
- EDP: ESTRUCTURA DE DESAGREGACION DEL PROYECTO
3. - ESTIMACION DE COSTES - PRESUPUESTOS
- PROGRAMA DIRECTOR ("MAESTRO")
- ANÁLISIS DE VALOR (INGENIERIA DE VALOR)
- EVALUACIÓN DE DISEÑOS ALTERNATIVOS
4. - CONSTRUCTIBILIDAD
5. - PROCESO DE CONTRATACION
- "PAQUETES" PARA LICITACION
6. - ANÁLISIS DE PROPUESTAS
- NEGOCIACIÓN / CONTRATACION
7. - CONTROL DE CALIDAD Y DE RENDIMIENTOS
8. - PROGRAMACION DEFINITIVA – PROGRAMA DIRECTOR FINAL
9. - PROGRAMACION Y SEGUIMIENTO DE OBRA
- CONTROL DE CAMBIOS (ORDENES DE CAMBIO)
10. - SUPERVISIÓN Y COORDINACIÓN DE CONTRATISTAS
- RELACIONES PUBLICAS / INDUSTRIALES
11. - DECISIONES - DIRECCION PREVISIONAL

Figura 2.16 Tareas básicas de la Dirección de Proyectos (Heredia, 1999)

Establecimiento del diseño, que permite establecer una estimación de su coste. Establecimiento de la EDP (WBS).

Análisis o “ingeniería de valor”, que permite la investigación y evaluación de diseños alternativos. Estudio de constructibilidad.

El sistema “contratación”:

- Propuestas.
- Contratación.

La Dirección de la ejecución de la construcción:

- Programación del tiempo.
- Programación de inversión.
- Plan de garantía de la calidad.
- Control del tiempo.
- Control de costes.
- Garantía de la calidad.

2.4.3 El ciclo de vida de los proyectos de construcción

La Dirección de Construcción se aplica a la fase de desarrollo del proyecto; por lo tanto su ciclo de vida tiene las siguientes fases:

Definición.

Ejecución.

Desactivación.

La figura 2.17 grafica estas fases dentro del ciclo de vida de la Dirección de Construcción.

En los proyectos de construcción, bajo el enfoque de “Dirección de Construcción”, no se considera la fase de concepción y por lo tanto tampoco su estudio de viabilidad. Este se considera como una actividad separada.

En realidad, la Dirección de Construcción sólo se refiere a la propia construcción, una vez que ya se ha decidido realizarla. Sí incluye todas las actividades precisas para construir, entre ellas la ingeniería (tanto la básica como la de detalle o desarrollo).

La Dirección de Construcción sólo constituye un subsistema de la Dirección de Proyectos.

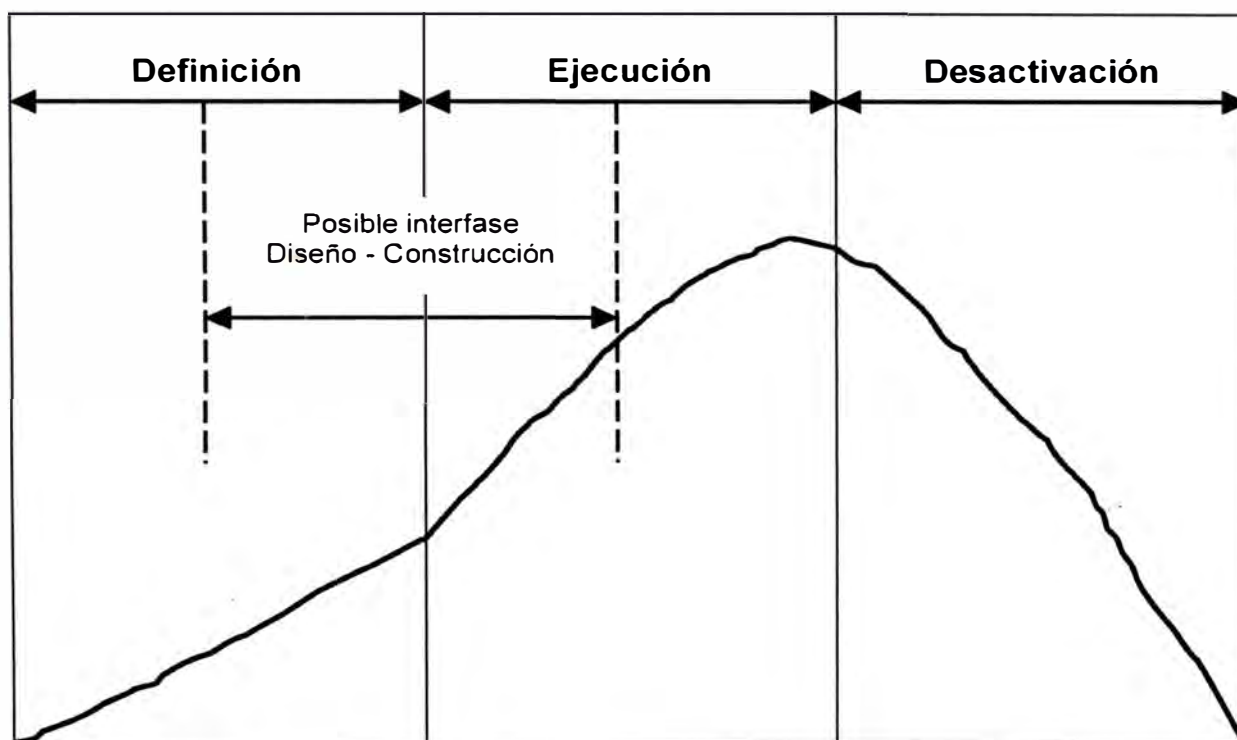


Figura 2.17 Ciclo de vida de la Dirección de Construcción (Heredia, 1999)

2.4.4 Actividades / Tareas que conforman el alcance de las prestaciones incluidas en la Dirección de Construcción

Fase de definición: Planificación.

- 1) Asesorar y colaborar en la selección de arquitectos, ingenieros (Ingenierías) y otros consultores.

- 2) Redactar la especificación de alcance y calidad de los servicios de los proyectistas.
- 3) Redactar la parte técnica del (de los) contrato (s) de servicios a firmar con él (los) proyectistas.
- 4) Desarrollar una matriz de responsabilidades que incluya las de la propiedad, de los proyectistas, del Construction Manager y la de los contratistas.
- 5) Colaborar y asesorar en la definición final de los objetivos del proyecto, en lo referente a su dimensión, alcance, calidad, funcionalidad, “performance”, tipo, coste, plazo de ejecución e hitos principales a cumplir.
- 6) Definir y desarrollar la Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP, WBS por sus siglas en inglés), tanto en lo referente a la desagregación de tareas (EDT) como en la de responsabilidades (EDR), bien internas, bien para la desagregación en diferentes contratos (paquetes de contratación). En la determinación de paquetes de contratación, es muy importante designar como uno como el del “Contratista Principal”: su función y responsabilidad, además de otras, es la de estar presente en la obra desde su comienzo hasta su entrega, con el fin de procurar ayuda a otros contratistas así como cubrir todas las interfases que se presenten. Normalmente estas tareas se retribuyen por administración, con precios unitarios convenidos en el contrato.
- 7) Definir y redactar el Manual de Dirección de Construcción (análogo al del proyecto). Su contenido fijará las responsabilidades (matriz referida en 4)), los procedimientos de coordinación; los de programación; los de seguimiento y control de costes; el procedimiento a seguir para la

emisión, aprobación y puesta en vigor de las “órdenes de cambio” (change orders); el sistema de información para la dirección previsual; el sistema de garantía de calidad a seguir así como los procedimientos de control de calidad; las normas de seguridad industrial (safety) a seguir durante la construcción y eventualmente en las fases de proyecto (diseño) y contratación, y cualquier otro particular de interés en cada proyecto específico.

- 8) Revisión y aprobación del presupuesto de construcción a redactar por el equipo proyectista, presupuesto que deberá seguir la estructura dada en la “EDT”. Este presupuesto será el que el Director de Construcción tiene la responsabilidad de cumplir (sino se produjeran cambios).
- 9) Mantener el presupuesto actualizado en todo momento, incorporándole las consecuencias de cambios o modificaciones de diseño en la fase de definición y las “órdenes de cambio” en la fase de ejecución.
- 10) Preparar y mantener actualizado un “Programa Director (Maestro)” de la totalidad de la ejecución del proyecto, incluso de las subfases de diseño (proyecto técnico) y de contratación. Este programa definirá los hitos principales y críticos.

Fase de definición: diseño (Proyecto técnico o Ingeniería)

- 11) Asesorar de manera continua en esta fase del proceso al propietario y al arquitecto / ingeniero proyectista en todo lo referente a tecnología de construcción, métodos y procedimientos de ejecución, sistemas constructivos, etc.
- 12) Durante toda esta fase de diseño ejecutar:
 - Ingeniería (Management) de Valor,

- Análisis de Constructibilidad.

- 13) Revisar / auditar el proyecto técnico en todas sus etapas. Esta revisión / auditoría no debe referirse a criterios de composición arquitectónica u otros de análoga naturaleza, excepto si influyeran en el coste o en el plazo de ejecución, en el sentido de incrementarlo, en cuyo caso deberá informar al propietario ya que se produciría un cambio en los objetivos para él (los) que sería necesaria su aprobación.
- 14) Preparar un segundo Programa Director (Maestro), con mayor grado de detalle que el primero, en base al conocimiento de lo proyectado. Este programa será el “Maestro” o “Director” para las fases de contratación y de ejecución.
- 15) Revisar el presupuesto realizado por el equipo proyectista y modificarlo en lo preciso para que sea el patrón del seguimiento y control de costes. Deberá seguir el modelo y codificación establecida en la “EDP” (WBS).
- 16) Formular el flujo de caja (Cash Flow) del proyecto teniendo en cuenta los pagos según programación y los ingresos según la planificación financiera (a la que debe tener acceso); de acuerdo con el flujo de caja recomendará la política a seguir en cuanto a forma de pago; igualmente advertirá si es preciso disponer de financiaciones (créditos) puente para que el proyecto no se vea afectado por dificultades financieras, Caso de que estas fueran previsibles, lo advertirá. Además propondrá cambios en el programa, para sí fueran aceptables, evitar tales dificultades.
- 17) Además de recomendar los paquetes de contratación (ya determinados en la “EDR” de la EDP), asesorar sobre los procedimientos / tipos de contrato a otorgar para cada “paquete” de contratación.

18) Redactar todos los documentos que componen la petición de ofertas; igualmente, en el caso de compras de materiales o equipos, redactar las oportunas "órdenes de compra". En todo caso tendrá la responsabilidad de todo el proceso y del procedimiento de contratación de compras.

Fase de ejecución: contratación

19) Preparar la relación de oferentes -licitadores- idóneos para cada "paquete" de contratación, así como también los posibles suministradores de materiales / equipos.

20) Realizar el proceso de precalificación.

21) Convocar a los oferentes y entregarles la documentación completa de petición de propuestas. Se recomienda realizar la entrega de manera personal en una reunión convocada al efecto (aprovechar para realizar visita a terreno). Así todos los oferentes reciben y disponen de la misma información.

22) Unos días después de entregada la información, recepcionar por vía electrónica o medio escrito las consultas de los oferentes y posteriormente responderlas.

23) Recibir las propuestas.

24) Tabular, homogenizar, comparar y evaluar las propuestas.

25) Mantener y dirigir reuniones con los proponentes cuyas propuestas sean, aparentemente, las mejores (short list).

26) Informar al (a los) proyectista(s) de la recomendación sobre el adjudicatario con el fin de tener sus comentarios y su aprobación, si procede.

27) Comunicar a la propiedad la(s) propuesta(s) de adjudicación.

28) Evaluar las propuestas de ingeniería de valor y de constructibilidad de cada contratista, caso de que las presenten.

29) Preparar y revisar él (los) contratos y toda su documentación anexa.

Fase de ejecución: Construcción

30) Disponer en obra de un equipo permanente, con el número de personas y la calificación precisa según las características de la construcción (volumen, complejidad, plazos, etc.). Este equipo de construcción tiene por función dirigir las actividades de construcción; coordinar contratistas, con especial atención a las interfases; supervisar las tareas de control de calidad; tomar datos para la actualización de la programación; iniciar las órdenes de cambio y dar autorización preliminar a las mismas; verificar las valorizaciones (certificaciones) mensuales para pago; resolver los problemas de interpretación técnica de la ingeniería (proyecto técnico), incluyendo las posibles modificaciones que sean precisas realizar, previa aprobación del (los) proyectista(s). Además coordinará y dirigirá las reuniones de obra (normalmente semanales) de coordinación con los distintos contratistas; levantar actas (minutas de reunión); decidir sobre todos los temas que tenga asignados en la matriz de responsabilidades del proyecto.

31) Elaborar informes de progreso de obra, señalando incidencias, acciones tomadas y propuesta de decisiones. Estos informes cubrirán todos los aspectos de la obra, esencialmente la programación y el control de costes. Los informes "formales" se emitirán con la aprobación y visto bueno del Director de Construcción. Los informes de coordinación, de manera general, serán semanales. En ellos quedará constancia del

- personal y medios que cada contratista dispone en la obra de manera permanente.
- 32) Dirigir y coordinar reuniones mensuales de coordinación y emitir los informes, según 2).
 - 33) Vigilar la ejecución de las obras por cada contratista, así como su cumplimiento de contrato.
 - 34) Coordinar las interfases de construcción en cuanto a secuencias, métodos y técnicas utilizadas.
 - 35) Seguir, evaluar y llevar la administración de las órdenes y requerir la aprobación del Director de Construcción y del Propietario (en caso de no estar delegado para esta responsabilidad el Director de Construcción).
 - 36) Regular y llevar la administración de todo lo referente a planos de taller, aprobación de muestras, planos As Built (como construido), Manuales de Operación y Mantenimiento, etc. Todos estos documentos deberán quedar debidamente archivados y custodiados.
 - 37) Tomando como base las programaciones (de tiempo y recursos) detalladas, preparadas por cada contratista en función del "Programa Directo" facilitado por el Director de Construcción, verificar la adecuación de estas programaciones de detalle con la programación directora. Advertir sobre las desviaciones y tomar (proponer) acciones – decisiones para su corrección.
 - 38) Ejercer el seguimiento de la aplicación de garantías avales, cauciones, así como de sus devoluciones.
 - 39) Coordinar la devolución de todo el proceso de control de calidad.

- 40) Cuando la obra se ejecuta por varios contratistas, tomar en nombre del propietario los seguros de “todo riesgo de construcción” y de cualquier otro que pudiera ser necesario para la totalidad de la obra.
- 41) Cuando la obra se ejecuta por varios contratistas, atender especialmente al que contractualmente asume la función y responsabilidad de ser el “Contratista Principal”. Este permanecerá en la obra desde su comienzo hasta el final de la entrega de la obra al propietario para hacer la cobertura de interfases (ayudas a otros contratistas, etc.).
- 42) Coordinar las listas de inspección así como las aceptaciones provisional y definitiva de la obra y todo el proceso de entrega de la misma al propietario.
- 43) Realizar la administración de pagos: Valorizaciones (Certificaciones).
- 44) Mantener un sistema de información sobre el progreso de obra; editar los informes mensuales y hacer la distribución oportuna. En obras de gran complejidad o importancia puede ser necesario que se emitan informes destinados a distintos niveles de la organización del propietario. En tal caso el Director de Construcción decidirá, de acuerdo con el personal del propietario, el contenido del informe para cada nivel.
- 45) Administrar todas las actividades de apoyo para el proyecto en nombre y representación de la propiedad (por ejemplo: gestiones oficiales para obtención de licencias, permisos y autorizaciones reglamentarias).
- 46) Cuando se realizan compras de equipos o materiales con destino a la obra, realizar toda la gestión de compra posterior al pedido (seguimiento, activación, inspección, expedición a la obra, mandamiento de pago una vez aceptado el equipo o material).

Fase de desactivación: entrega de la obra

- 47) Supervisión del desmontaje y retiro de todas las instalaciones provisionales de obra.
- 48) Realizar el seguimiento del funcionamiento de la construcción durante el período de garantía (hasta la recepción definitiva).
- 49) Asesorar al propietario sobre los seguros que debe tomar para cubrir su responsabilidad.
- 50) Hacer el cierre de cuentas del proyecto siguiendo la estructura de costes formulada en la EDP.
- 51) Supervisar la corrección de los documentos que recogen la obra según construida (planos y especificaciones de la obra final).
- 52) Asegurar la entrega al propietario de los manuales de funcionamiento y de mantenimiento de los equipos incluidos en la construcción.
- 53) Asegurar la entrega al propietario de los manuales de mantenimiento de los diversos sistemas constructivos.
- 54) Asesorar al propietario (bajo demanda y contrato expreso) sobre la conveniencia de realizar y contratar programas de mantenimiento.
- 55) Asesorar al propietario sobre la puesta en uso de su construcción.
- 56) Redactar las actas de recepción provisional, así como el listado de defectos / errores / incidencias a corregir por cada contratista.
- 57) Iniciar y seguir el proceso de liberación (pago) / ejecución (cuando haya lugar) de cantidades retenidas por pagos al contratista, así como lo pertinente, si procede, en cuanto a liberación de avales / garantías.
- 58) Transcurrido el plazo de garantía, proceder a redactar (firmar en su caso) las Actas de Recepción Definitiva.

Capítulo 3

LA DIRECCION DEL PROYECTO DE CONVERSION A CICLO COMBINADO DE UNA CENTRAL TERMICA

3.1 Antecedentes y descripción del Proyecto

3.1.1 Antecedentes del Proyecto

La Empresa de Generación Termoeléctrica Ventanilla S.A. (ETEVENSA) es una empresa dedicada a la actividad de generación de energía eléctrica que inició sus actividades en Julio de 1993 con la puesta en marcha de una Central Térmica con una potencia de 205,18 MW, que operaba en base a dos turbinas Westinghouse.

En Julio de 1997, la central Térmica de Ventanilla amplía su potencia de generación eléctrica a 500 MW, con la entrada en operación de dos turbinas Siemens V84.3 A1 con una potencia de 160 MW cada una. La ampliación de la Central Térmica fue aprobada mediante Memorando No. 289-97-EM/DGAA y mediante Informe No. 35-97-DGAA/MG de fecha 22 de Abril de 1997 del Ministerio de Energía y Minas.

En el año 2002 se vendieron a terceros las dos turbinas Westinghouse y fueron retiradas definitivamente en Junio de ese año. Por tanto, la Central Térmica de Ventanilla de ETEVENSA quedó constituida por dos turbinas Siemens de 160 MW cada una que operaban utilizando combustible Diesel 2.

En el año 2003, en el marco del proyecto Camisea, ETEVENSA se adjudicó los derechos para consumir gas natural en su central (bajo la modalidad de contrato “take or pay”). En ese contrato se consideraron 02 etapas: Operación en Ciclo Abierto y Operación en Ciclo Combinado.

El proyecto asociado a la primera etapa (ya ejecutada), comprendió la conversión de los dos turbogrupos existentes (TG 33 y TG 34) con gas natural en ciclo abierto. Para ello se realizaron las modificaciones necesarias al sistema de combustible para adecuarlas al uso del gas natural, ejecutándose obras para su tratamiento y distribución en la planta. Como resultado de los trabajos las turbinas a gas cuentan con quemadores y equipos de control para operar con gas natural como combustible principal y diesel como combustible de emergencia, lográndose alcanzar una potencia estimada de 324 MW en ciclo abierto y condición ISO, y una generación energética anual aproximada de 2554,4 GWh. Esta etapa fue inaugurada y puesta en servicio con la asistencia del Presidente de la República en Agosto del 2004.

La segunda etapa, que es la Conversión a Ciclo Combinado (cuya ejecución es materia del presente informe), contó a su vez con dos fases. La Primera Fase consistió en la conversión a ciclo combinado de la turbina a gas N° TG 33 para conseguir 234 MW que sumados a los 165 MW con ciclo abierto en condición ISO de la turbina a gas N° TG 34, dió un total 399 MW a partir del Julio del 2006. La segunda fase del ciclo combinado consistió en la conversión de la turbina a gas N° TG 34, y entró en servicio a inicios de Octubre del 2006, con lo cual la Central Térmica pasó a tener una potencia total de 474 MW en condición ISO y una generación energética de aproximadamente 3737,0 GWh/año.

3.1.2 Descripción del Proyecto

El proyecto consistió en construir las facilidades necesarias para la conversión a ciclo combinado de la planta. Este ciclo combinado consiste en el uso de los gases calientes de escape de las turbinas a gas N° TG 33 y TG 34, para generar vapor por medio de dos Calderas Recuperadoras de Calor (HRSG), este vapor a su vez se utiliza en una turbina a vapor que acciona un generador eléctrico. Todo el ciclo combinado es controlado automáticamente por un sistema de control distribuido.

Los equipos principales que fueron instalados para hacer posible la conversión a ciclo combinado de la planta son:

Una turbina a vapor.

Dos calderas recuperadoras de calor, con flujo adicional y recalentamiento a tres presiones.

Un condensador de superficie apto para uso de agua de mar.

Dos torres de refrigeración.

Un generador sincrónico de 230 MVA.

Un transformador de potencia elevador de 16 / 220 KV, 260 MVA.

Un sistema de control TXP para el equipamiento nuevo y actualización del sistema existente de la Turbina a Gas.

Equipamiento para Balance de Planta consistente en Bombas, Transformadores de distribución, celdas de media y baja tensión, etc.

Las actividades de construcción y montaje del proyecto fueron las siguientes:

Preparación de área adyacente (de 1.5 Ha) para almacenamiento temporal de materiales y equipos del proyecto.

Construcción de las cimentaciones y montaje de las Calderas Recuperadoras de Calor.

Construcción de las cimentaciones y montaje de la Turbina a Vapor y el Generador Eléctrico.

Construcción de las cimentaciones y montaje del Transformador Principal y el Transformador de Servicios Auxiliares.

Montaje de las Barras Capsuladas e del Interruptor General (General Circuit Breaker).

Montaje de las instalaciones de Balance de Planta: Condensador, Sistemas de agua de enfriamiento y condensado, Torres de Enfriamiento, Sistema de alimentación de agua, Sistema Eléctrico, Piping, Sistema Contra Incendios y Malla de Puesta a Tierra.

Nivelación final y Urbanización.

3.1.3 Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Fue realizado por la empresa Walsh Perú S.A. Ingenieros y Científicos Consultores y presentada en Audiencia Pública, en Marzo del 2004, ante representantes del Ministerio de Energía y Minas, autoridades locales y pobladores del distrito de Ventanilla.

El EIA fue aprobado mediante resolución directoral, el 20 de Abril del 2004, por la Dirección de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas.

3.2 Viabilidad Técnica del Proyecto

No se incluyó en el presente informe debido a que la materia de análisis es un Proyecto de Construcción Industrial.

3.3 Proyecto Técnico (Ingeniería)

3.3.1 Descripción de las Obras Civiles

Ampliación de la plataforma Cota 60

Esta obra consistió en crear una superficie plana en el área adyacente a la planta existente, con la finalidad de albergar las instalaciones del proyecto de conversión a ciclo combinado. Para ello se realizaron trabajos de movimientos masivos de suelos.

Obras civiles en el área del proyecto

Comprendió la construcción (excavaciones y obras de concreto), en el área plataformada previamente, de lo siguiente:

- Cimentación de Calderas Recuperadoras de Calor y colaterales.
- Cimentaciones de tren de potencia (turbina + generador) y colaterales.
- Cimentación de rack de tuberías.
- Cimentaciones en área de tanque de agua de alimentación.
- Cimentación de torres de refrigeración.
- Cimentación para transformadores de potencia (principal y de servicios auxiliares).
- Excavaciones para tuberías de ciclo vapor-agua y auxiliares.
- Excavaciones para tuberías de agua de refrigeración principal.

- Edificio de cloración.
- Edificio eléctrico.
- Nivelación final y Urbanización.

Obras civiles periféricas

Comprendió la construcción (excavaciones y obras de concreto), fuera del área del proyecto, de lo siguiente:

- Perforación de 04 pozos de agua en la caja marginal del río Chillón.
- 04 cajas de concreto para protección de los pozos.
- 01 edificación para estación de válvulas y cuarto eléctrico y de control para el sistema de bombeo de agua de pozos.
- Excavación, tendido y enterramiento de tuberías de HDPE (entre pozos y tanque de almacenamiento de agua), para sistema de bombeo de agua de pozos, y de tuberías de PVC para canalizar cables eléctricos y de control.
- Excavación, tendido y enterramiento de tuberías de HDPE entre tanque de almacenamiento de agua e ingreso de agua cruda de Torre de Enfriamiento.
- Excavación, tendido y enterramiento de tuberías de HDPE entre descarga de agua de enfriamiento de Torre de Refrigeración y caja marginal de río Chillón.
- 01 Piscina para enfriamiento de agua de descarga de Torre de Refrigeración (ubicado entre esta y caja marginal de río Chillón).

3.3.2 Descripción de los Equipos Electromecánicos

Caldera Recuperadora de Calor: Triple Presión, con Recalentamiento y Sistema de Circulación Natural

Dos Calderas Recuperadoras de Calor (HRSG), fabricados por Vogt Power (USA), de 400 ton / hora.

En cada caldera se genera el vapor que es conducido a la turbina a vapor. El flujo de gases de escape de la turbina a gas en la caldera es horizontal y de circulación natural. El diseño del ciclo combinado se concibió con tres presiones y recalentamiento. Las secciones de alta presión (HP), presión intermedia (IP) y baja presión (LP) contienen arpas de tubos economizadores, arpas de tubos evaporadores del tipo circulación natural cada uno con un domo y una arpa de tubos de sobrecalentamiento. El agua de alimentación para la alta, intermedia y baja presión es bombeada a través de las secciones del economizador de la caldera para optimizar su eficiencia.

Cada caldera incorpora un ducto quemador para gas natural para aumentar la producción de vapor, principalmente para usar durante altas temperaturas ambientales, cuando menos vapor esta disponible debido a un menor flujo de gases de escape de la turbina a gas.

Turbogenerador a Vapor: Dos secciones, Recalentado, Unidad de condensado con álabes de alta eficiencia

La turbina fue fabricada por Siemens Westinghouse, modelo KN, de 192 MW de potencia nominal.

El vapor generado por la caldera es suministrada a la Turbina a Vapor, HP/IP combinado, doble flujo de LP y escape lateral de condensado de la

turbina a vapor. El vapor de Alta Presión (HP) es suministrado directamente a la entrada de la turbina a vapor como vapor principal. El vapor entra a un Condensador Enfriado por Agua al salir de la sección de baja Presión (LP) de la turbina. La Turbina a Vapor esta conectada directamente con un acople rígido a un Generador refrigerado por aire y totalmente sellado, el cual producirá energía eléctrica.

El Generador eléctrico fue fabricado por Siemens, de 230 MVA, 16 KV y 60Hz.

Sistema de By Pass de 100% de la Turbina a Vapor

El condensador esta diseñado para recibir el vapor excedente de la turbina a vapor y drenajes misceláneos del sistema de vapor. El condensador también esta diseñado para permitir un by pass de 100% de vapor de la turbina a vapor.

Bombas de Condensado

Son dos bombas de condensado accionados por motor, cada una para el 100% de capacidad de una caldera, remueve condensado de la piscina caliente (hotwell). Luego el condensado pasa a través de la sección de tubos de precalentamiento de condensado de cada caldera antes de entrar al domo de baja presión y/o circular con las bombas de alimentación de las calderas.

Bombas de agua de alimentación de las calderas

Dos bombas de alimentación cada una para el 100% de la capacidad de cada caldera (de tipo multietapa) que suministra agua de alimentación a las

secciones de alta presión y presión intermedia de las calderas. El motor eléctrico que acciona la bomba esta ubicado en una zona adyacente a cada caldera.

Bomba de Agua de Enfriamiento

Dos bombas de circulación aptas para agua de mar, ambas para una capacidad del 50% de la turbina a vapor que bombea el agua tratada desde el foso de cada torre de enfriamiento hacia el condensador y la retorna a las mismas torres de enfriamiento.

Torres de Enfriamiento

Dos Torres de Enfriamiento, cada una dimensionada para la operación de una caldera recuperadora de calor (6 celdas). Las torres de enfriamiento fueron construidas de madera con relleno de PVC sobre una piscina colectora de concreto. Proveen el enfriamiento para el ciclo a vapor y disipan el calor del agua de circulación por medio de un diseño que considera ventilación mecánica.

Protección contra incendios

El sistema de protección contra incendios de la planta será ampliado para servir al nuevo equipamiento. La protección contra incendios estará provista de un anillo principal (de tuberías de HDPE), hidrantes y estaciones de mangueras alimentadas desde un sistema de agua existente de acuerdo a las recomendaciones de la NFPA.

Sistema Eléctrico (fuerza y control)

El generador sincrónico de 230 MVA, 16 KV, 60 Hz, esta conectado a un Transformador de Potencia Elevador (GSU Transformer) de 260 MVA, 16/220KV, a través de un sistema de barras capsuladas e interruptor de generador. Además de la energía exportada al sistema de 220 KV, también hay una derivación en 16 KV para alimentar eléctricamente (a través de un transformador de servicios auxiliares) todas las cargas de servicios auxiliares del proyecto de conversión a ciclo combinado. Tanto el generador como también el transformador de potencia elevador y el de servicios auxiliares tienen relés de protecciones eléctricas, marca Siemens, modelo SIPROTEC.

La conexión del transformador de potencia elevador en el lado de 220 KV se hizo a la Subestación Ventanilla existente.

3.3.3 Descripción del Sistema de Control

El sistema de control de la planta, incluidas las turbinas a gas, la turbina a vapor y el BOP (balance de planta), es del tipo DCS (Distributed Control System), de la marca Siemens Westinghouse, modelo TXPTM. El hardware y software de este sistema permite el control automático de toda la planta desde una sala de control desde donde se monitorea y controla todo el proceso.

Los principales equipos incluidos en este control son la turbina a vapor, las turbinas a gas existentes, las calderas recuperadoras de calor, los servicios auxiliares (BOP) y el control de voltaje y sincronización automática de la red de 220 KV.

3.3.4 Códigos y Estándares Aplicables

La Turbina a Vapor, el Generador y Auxiliares fueron diseñados, fabricados, montados y probados bajo planos, especificaciones técnicas, procedimientos y procesos elaborados por el Contratista Principal, los cuales en general cumplen con las secciones de los códigos y estándares listados abajo.

Componentes Principales:

- Código Nacional de Electricidad.
- AGMA: American Gear Manufacturers Association.
- ANSI C50.13: General Requirements for Synchronous Machines.
- ANSI/NEMA MG1: Motors and Generators.
- ANSI/NEMA MG2: Safety Standard for Construction and Guide for Selection, Installation & Use of Electric Motors and Generators.
- Reglamento Nacional de Construcciones del Perú.
- UBC 97: Uniform Building Code Edition 1997.
- IBC 2000: International Building Code Edition 2000.
- ASME BPVC: ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
- IEEE Std. 421: IEEE Standard Criteria and Definitions for Excitation System for Synchronous Machines.
- ISO 7919-2: Vibration Standards for Large Rotating Apparatus (Turbina a Vapor).

Estándares Industriales:

- ABMA: American Boiler Manufacturer's Association.
- AFBMA: Anti-Friction Bearing Manufacture's.
- ASNT: American Society for Non-Destructive Testing.

- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- EJMA: Expansion Joint Manufacturer's Association.
- HEI: Heat Exchange Institute.
- HI: Hydraulic Institute Standards
- TEMA: Tubular Exchange Manufacturer's Association.

Pernos, Tuberías, Válvulas, Cables y Componentes:

- ANSI B1.20.1: Pipe Threads, except Dry Seal.
- ANSI B16.5: Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ANSI B16.9: Factory-Made Wrought Steel Butt Welding Fittings.
- ANSI B16.10: Face-to-Face and Center Face-to-Face Cast Steel and Alloy Valves.
- ANSI B16.20: Metallic Gaskets.
- ANSI B16.21: Non-Metallic Flat Gaskets for Pipe Flanges.
- ANSI B31.1: Power Piping Code.
- ASME B16.11: Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded.
- ASME B16.25: Buttwelding Ends.
- ASME B16.34: Valves-Flanged, Threaded and Welding End.
- ASME B18.2.1: Square and Hex Bolts and Screw Inch Series; Including Supplement B18.2.1 (R1992).
- ASME B18.2.2: Square and Hex Nut (Inch Series).
- ASME B36.10M: Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (Revisiones de ANSI B36.10-1979).
- ASME B36.19M: Stainless Steel Pipe (Revisiones de ANSI B36.19-1976).
- MSS-SP-44-91: Steel Pipe Line Flanges.

- MSS-SP-58-88: Pipe Hangers and Supports, Materials, Design and Manufacturer.
- MSS-SP-69-91: Pipe Hangers and Supports, Design and Manufacturer.
- NEMA VE1: Metallic Cable Tray Systems.
- NEMA WD: General Requirements for Wiring Devices.

Protección y Control:

- NFPA 12: CO2 Extinguishing System.
- NFPA 850: Recommended Practices for Fire Protection for Fossil Fueled Steam and Combustion Turbine Electric Generator Plants.
- NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishant Systems.

Equipos Eléctricos:

- ANSI C2: National Electric Safety Code.
- ANSI C37.20: American Standard for Switchgear Assemblies Including Metal Enclosed Bus.
- ANSI C37.90: Relays and Relays Systems Associated with Electric Power Apparatus.
- ANSI C57.13: Standard Requirements for Instrument Transformers.
- ANSI/IEEE C37.2: Electric Power System Device Function Numbers.
- ANSI/IEEE 100: IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms.
- ANSI/NFPA 70: National Electric Code.
- FM: Factory Mutual (sólo para partes selectas de equipos).
- IEEE 1: Standard General Principles for Temperature Limits in the Rating of Electrical Equipment.

- IEEE 32: Standard Requirements, Terminology and Test Procedure for Neutral Grounding Devices.
- IEEE 112: Test Procedures for Polyphase Motors and Generators.
- IEEE 115: Test Procedure for Synchronous Machines.
- IEEE 450: Recommended Practices for Maintenance, Testing and Replacement of Large Lead-Acid Storage Batteries for Generators.
- IEEE 484: Recommended Practices for Installation Design and Installation of large Lead- Acid Storage Batteries for Generating Stations and Substations.
- NEMA AB1: Molded Case Circuit Breakers and Molded Case Switches.
- NEMA FU1: Low Voltage Cartridge Fuses.
- NEMA PE5: Constant-Potential-Type Electric Utility (Semiconductor Static Converter) Battery Chargers.
- NEMA ST20: Dry Type Transformers for General Application.
- UL: Underwriters Laboratory (sólo para partes selectas de equipos).

Gabinetes (Enclosures), Estructuras y Acústicos:

- AISC: Specification for Design, Fabrication & Erection of Structural Steel for Buildings.
- AISI: American Iron and Steel Institute.
- ASCE: Foundation and Buildings.
- ANSI S1.4: Sound Level Standards & Specifications for Sound Level Meters.
- ANSI S1.13: Method for Measurement of Sound Pressure Levels.
- ANSI S6.1: Qualifying a Sound Data Acquisition System.

- ANSI S12.36: Survey Methods for Determination of the Sound Power Levels of Noise Sources.
- AWS D1.1: Structural Welding Code – Steel.
- NEMA IS1.1: Enclosures for Industrial Controls and Systems.
- NEMA PB1: Panel Boards.
- NEMA 250: Enclosures for Electrical Equipment.
- OSHA: Federal Occupational Safety and Health Administration Standards.

Preparación Superficial y Pintado:

- SP 5-94: Surface Preparation Specification N° 5 – White Metal Blast Cleaning (excepto para tuberías).
- SP 6-94: Surface Preparation Specification N° 6 – Commercial Blast Cleaning.
- SP 10-94: Surface Preparation Specification N° 10 – Near White Blast Cleaning.

Calidad:

- ISO 9001: Quality Systems – Model for Quality Assurance in Design/Development, Production, Installation and Servicing.

Performance:

- ASME PTC-46 (Combined Cycle): Plant Performing Testing.

Códigos y Estándares Europeos:

- DIN 2413-1: Design for Steel Pressure Pipes.

- DIN 2413-2: Design for Steel Bends used in Pressure Pipelines.
- DIN 2448: Seamless Steel Pipes and Tubes – Dimensions, Conventional Masses for Unit Length.
- DIN 4304: Steam Turbines: Terms, Classification.
- DIN 4305-1: Steam Turbines: Terms of Assemblies and Parts of the Turbine.
- DIN 4305-2: Steam Turbines: Terms of Assemblies and Parts of the Condenser System.
- DIN 51502: Designation of Lubricants and Marking of Lubricant Containers, Equipment and Lubricating Points.
- DIN 51515-1: Lubricants and Governor Fluids for Steam Turbines LTD Lubricating Oils and Governor Oils – Minimum Requirements.
- IEC 60045-1: Steam Turbines Part 1: Specification.
- IEC 61064: Acceptance Tests for Steam Turbine Speed Control System.

3.3.5 Los documentos del Proyecto

Los documentos del Proyecto están conformados por diagramas de procesos, cálculos, planos, especificaciones técnicas, procedimientos y contratos.

Los documentos del Proyecto fueron divididos como sigue:

Ingeniería de las instalaciones en el área de la ampliación. Desarrollado por el Contratista Principal y sus subcontratistas, consta de los siguientes documentos:

- **Generales:** Planos de Arreglo General y Elevaciones, Planos de Arquitectura de las Edificaciones, Planos de Arreglo de Equipos, Especificaciones de compra, Programa del Proyecto, Lista Maestra de Planos, Reportes Mensuales de Avance, Manual de Seguridad y Salud, Ingeniería (diseño) Básica, Lista de líneas de tuberías, Lista de Equipos.
- **Civil:** Planos de Cimentaciones, Planos de Líneas de Drenajes, Plano de Nivelación de Terreno de Ampliación, Planos de Iluminación, Planos de Utilización de Area de Ampliación incluyendo Area de Almacenamiento.
- **Electricidad:** Diagramas Unifilares, Lista de Cargas, Lista de Cables y Conduits, Diagramas de Conexiones, Esquemas Eléctricos.
- **Instrumentación y Control:** Lista de Instrumentos, Diagramas de lógica de Función / Control, Diagramas de Conexiones.
- **Mecánica:** Planos de Equipos Principales, Protección Contra incendios.
- **Balance de Planta:** Diagrama de Balance de Agua, Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&ID).
- **Commissioning & Start Up:** Manual de Commissioning y Start Up, Paquetes de Commissioning Turn Over, Procedimiento de Prueba de Performance, Resultados de Prueba de Performance, Notificación de Inicio de Commissioning, Protocolos de Pruebas de Commissioning.
- **Misceláneos (Manuales y Reportes):** Manual de Aseguramiento de la Calidad incluyendo el Programa de Pruebas en Fábrica, Manuales de Instrucciones, Planos As-Built, Programa de Entrenamiento, Manuales de Entrenamiento, Plan de Calidad del Producto.

Ingeniería de las Obras Periféricas. Para este caso, la Ingeniería (Diseño) Básica fue elaborada por el Project Manager y la Ingeniería de Detalle fue desarrollada por los Contratistas que ejecutaron de Obras Periféricas. Constaba de los siguientes documentos:

- Ingeniería Básica: Diagramas de Procesos, Especificaciones Técnicas, Planos de Arreglo General.
- Ingeniería de Detalle.
- Manuales de Operación y Mantenimiento.
- Listados de Repuestos Principales.

3.4 La Dirección del Proyecto

3.4.1 El Sistema de Dirección de los Contratos

Una de las ideas iniciales y fundamentales del Propietario para desarrollar el Proyecto fue tener un Contratista Principal, responsable de aproximadamente el 95% de la ejecución del Proyecto, y el 5% restante, que corresponde a las Obras Periféricas, sería ejecutado por Contratistas Menores. Para ejercer la Dirección del Proyecto el Propietario contrató a una empresa especializada a la que denominaremos **Director del Proyecto**.

El Contratista Principal fue contratado bajo la modalidad de Contrato EPC (responsable de la Ingeniería, Procura y Construcción hasta la puesta en marcha), Llave en Mano y a Suma Alzada, esto debido a las características complejas del Proyecto (alta tecnología y gran cantidad de suministros foráneos). Para afrontar la ejecución de este contrato, el Contratista Principal dividió sus responsabilidades en “paquetes” organizados bajo el siguiente esquema:

El desarrollo de la Ingeniería (diseño) Básica, el suministro de algunos Equipos Principales (como la Turbina a Vapor y sus Auxiliares, el Generador y el Sistema de Control) y la Dirección de Obra fueron realizados con recursos propios de su Organización.

El Suministro de otros Equipos Principales como la Caldera Recuperadora de Calor, los Transformadores de Potencia, el Condensador, etc. fueron realizados por empresas Subcontratistas Proveedoras de Equipos.

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle, el suministro de algunos equipos (como la Torre de Enfriamiento y el Sistema Contraincendios) y materiales, y las Obras Civiles y Electromecánicas fueron Subcontratadas a una empresa de Ingeniería y Construcción. A su vez este Subcontratista de Ingeniería y Construcción tercerizó actividades como el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, las Obras Civiles y los suministros.

La Estructura y el Sistema de Dirección de los Contratos del Proyecto se ven reflejados en la figura 3.1

3.4.2 La Organización y el Director del Proyecto

A continuación se muestran las estructuras de organización según el nivel de intervención en el Proyecto:

3.4.2.1 La Estructura de Organización del Propietario y del Director del Proyecto

Para afrontar el Proyecto el Propietario adoptó una estructura organizacional del tipo matricial debido a lo siguiente:

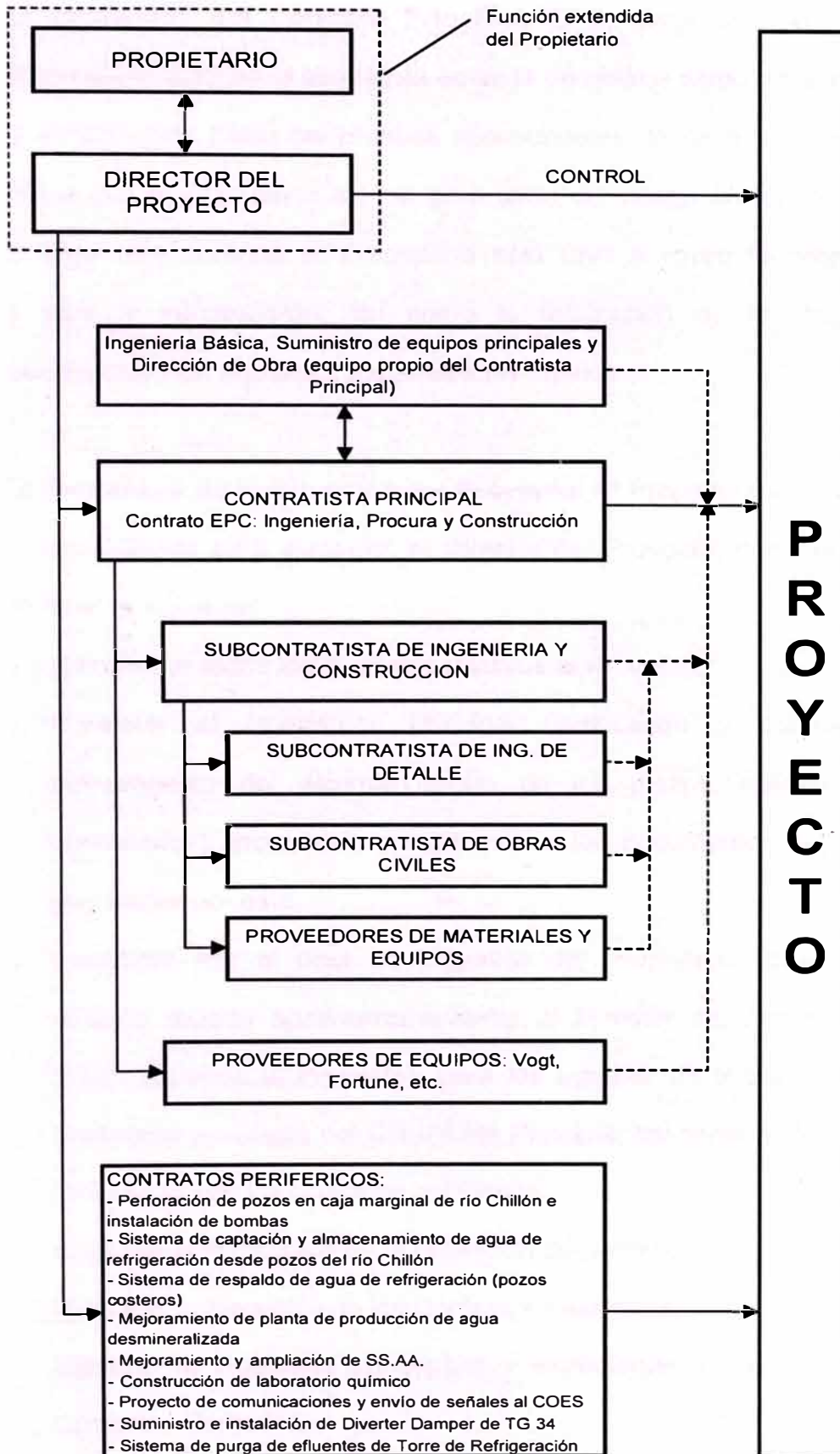


Figura 3.1 Sistema de Dirección de los Contratos

La modalidad del Contrato Principal: EPC, Llave en mano y Suma Alzada. Bajo esta modalidad el contratista además de estar a cargo de la ingeniería, procura y construcción hasta las pruebas operacionales, lo hace a un precio fijo. Esto significa que el Contratista asume gran parte del riesgo en la ejecución del Proyecto. Bajo este contrato el Propietario sólo tuvo a cargo la obtención de permisos para la construcción, así como la realización de los trámites de importación de todos los equipos y materiales principales.

La modalidad de la Dirección del Proyecto: El Propietario contrató a una empresa especializada para ejercerla: el Director del Proyecto, que tuvo bajo su responsabilidad lo siguiente:

- Administrar todos los contratos relativos al Proyecto.
- Controlar al Contratista Principal (verificando y controlando el cumplimiento del alcance dentro de los plazos, calidad y coste contratados), incluyendo comentarios a los documentos de ingeniería generados por este.
- Coordinar con el área de Logística del Propietario (que bajo este sistema reportó administrativamente al Director del Proyecto en los temas relativos al Proyecto), para los trámites de importación de los materiales y equipos del Contratista Principal, así como en los procesos de licitación de los contratos periféricos.
- Asesorar al Propietario en la obtención de permisos.
- Planificar la ejecución de los Contratos Periféricos.
- Elaborar la ingeniería conceptual y expedientes de licitación de los Contratos Periféricos.
- Supervisar y controlar a los ejecutores de los Contratos Periféricos.

- Emitir al Propietario informes periódicos de avance del Proyecto, haciendo las observaciones y recomendaciones previsionales que sean necesarias.

La figura 3.2 muestra la estructura organizacional de la función del Propietario, o sea el Propietario en sí y el Director del Proyecto.

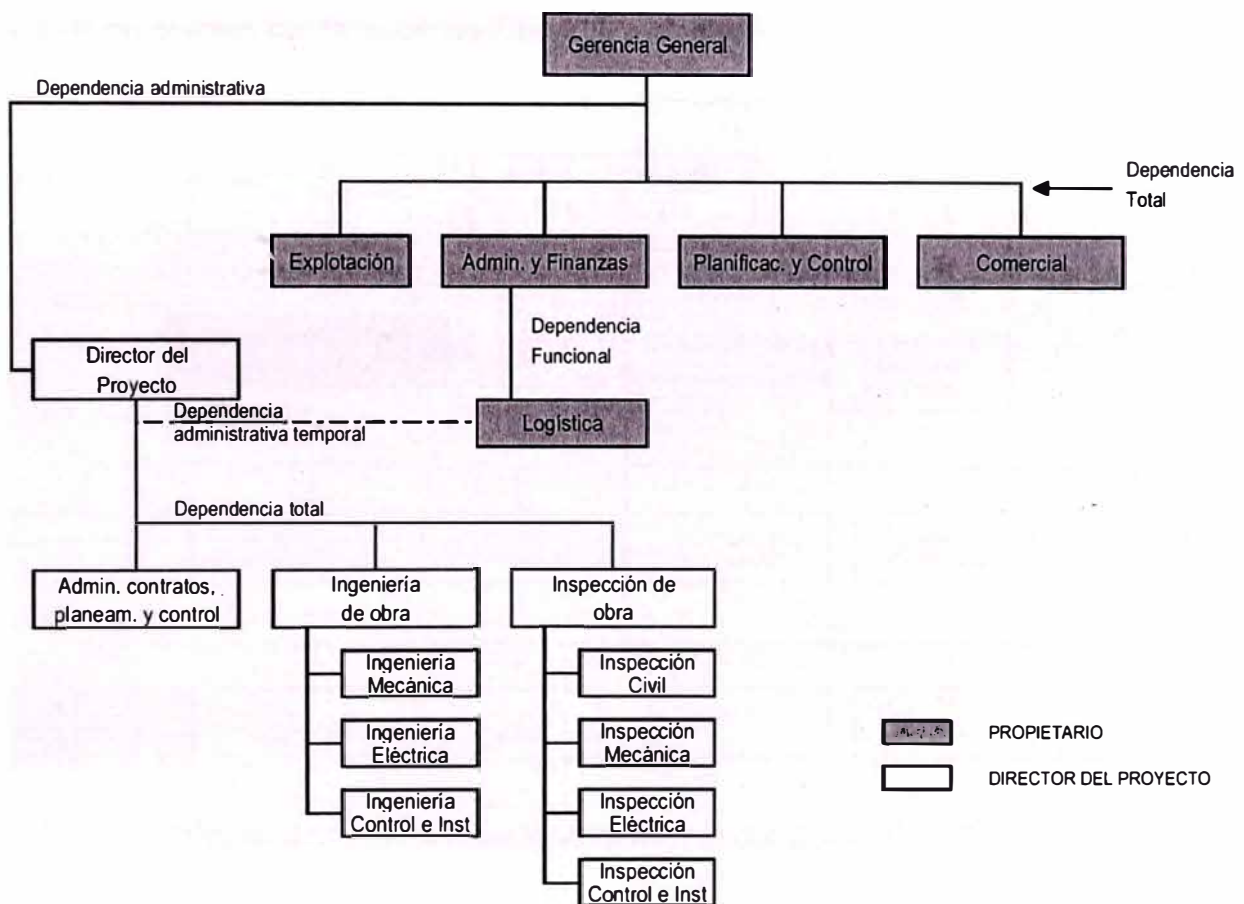


Figura 3.2 Estructura Organizacional de la función del Propietario

3.4.2.2 La Estructura de Organización del Contratista Principal

El Contratista Principal también adoptó estructura organizacional del tipo matricial. Aunque la figura 3.3 sólo muestra la estructura organizacional del

Proyecto, existieron dependencias funcionales externas al Proyecto (pero internas al Contratista Principal) en áreas como Ingeniería, Logística y Calidad, en estos casos el tanto el Director de Ingeniería, el Coordinador de Logística y el Ingeniero de Calidad dependían administrativamente del Director del Proyecto. El Subcontratista de Ingeniería y Construcción y el Director de Obra tuvieron organizaciones alejadas físicamente con respecto a la del Director del Proyecto, sin embargo dependían de él (dependencia administrativa en el caso del Subcontratista y total en el caso del Director de Obra).

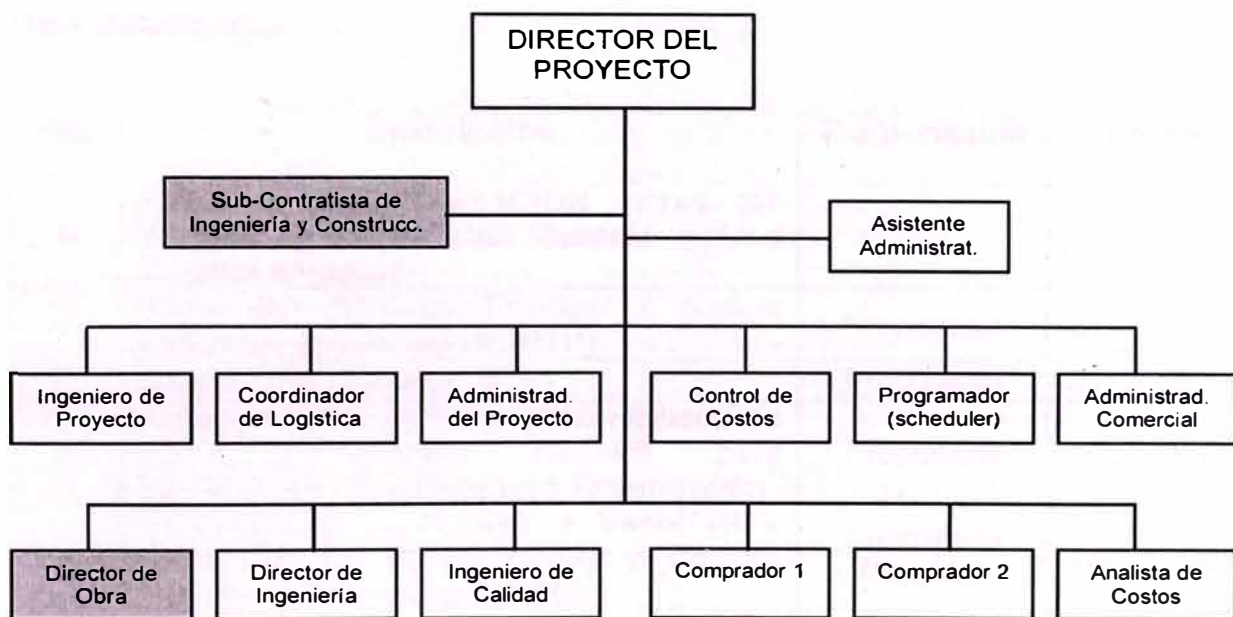


Figura 3.3 Estructura Organizacional del Contratista Principal

3.4.3 La Programación del Proyecto

Debido a que el Proyecto es analizado desde la perspectiva del Director del Proyecto, los tipos de programas considerados son el Programa de Metas y el Programa Maestro. Ver numeral 2.3.3.4 del Capítulo 2: Estado del Conocimiento.

Es importante resaltar que inicialmente el alcance del Contrato Principal consistió en ejecución de la Fase 1 del Proyecto (la Conversión a Ciclo Combinado en configuración 1x1x1) y que posteriormente, luego de casi un año de iniciado, se amplió dicho alcance (mediante una Orden de Cambio) para llegar a la Fase 2 (la Conversión a Ciclo Combinado en configuración 2x2x1).

3.4.3.1 El Programa de Metas o Hitos del Proyecto

Con la finalidad de ejecutar el Proyecto, se establecieron los siguientes Hitos (Milestones):

Hito	Descripción	Responsable	Fecha
A	FASE 1: CONFIGURACION 1x1x1 (01 Turbina a Gas + Una Caldera + Una Turbina a Vapor)		
1	Firma del Contrato Principal / Noticia preliminar para proceder (NTP)	Propietario	31-03-2004
2	Noticia para proceder (NTP)	Propietario	01-07-2004
3	Acceso a Sitio de Obra, Disponibilidad de Agua y Energía Eléctrica para Construcción, Permisos para Construcción	Propietario	Con NTP
4	Embarque de la Turbina a Vapor (ST), Generador de la ST (STG) y Caldera recuperadora de calor (HRSG)	Contratista Principal	15-12-2004
5	Movilización a obra	Contratista Principal	15-01-2005
6	Entrega en obra de la Turbina a Vapor (ST), Generador de la ST (STG) y Caldera recuperadora de calor (HRSG)	Contratista Principal	01-03-2005
7	Entrega en obra de los Auxiliares de la Turbina a Vapor	Contratista Principal	01-09-2005
8	Disponibilidad de Agua Desmineralizada	Propietario	01-10-2005
9	Disponibilidad de Agua Cruda	Propietario	01-10-2005
10	Disponibilidad de Conexiones para Make Up y Blowdown de Torre de Enfriamiento	Propietario	01-10-2005
11	Backfeed eléctrico para Commissioning	Propietario / Contratista Principal	15-10-2005
12	Disponibilidad de Gas para Ducto de	Propietario	01-11-2005

	Quema		
13	Completamiento Mecánico	Contratista Principal	01-02-2006
14	Operación Inicial de la Turbina a Vapor	Contratista Principal	01-03-2006
15	Aceptación Provisional	Contratista Principal	31-05-2006
B	FASE 2: CONFIGURACION 2x2x1 (02 Turbinas a Gas + Dos Calderas + Una Turbina a Vapor)		
	Noticia para proceder (NTP) preliminar	Propietario	23-05-2005
	Noticia para proceder (NTP) completa	Propietario	21-06-2005
	Instalación completa de By Pass Diverter	Propietario	01-06-2006
	Primer Vapor para Operación de By Pass	Contratista Principal	29-08-2006
	Primer Vapor a Turbina a Vapor	Contratista Principal	05-09-2006
	Aceptación Provisional	Contratista Principal	18-09-2006

Tabla 3.1 Hitos del Proyecto

Como se puede observar en la tabla 3.1 varios de los Hitos del Proyecto, estuvieron a cargo del Propietario. Los trabajos necesarios para cumplir estos Hitos (a excepción de las Noticias para Proceder) fueron ejecutados por los contratistas de las Obras Periféricas.

Con los Hitos de la Fase 1 definidos se elaboró en conjunto con el Contratista Principal un Programa Básico del Proyecto, el cual es mostrado en la figura 3.4. Este Programa consiste en un Diagrama de Gantt con actividades básicas, sin holguras.

Cabe resaltar que los Hitos y el Programa Básico del Proyecto fueron de carácter contractual, ya que se incluyeron en el Contrato Principal y fijaron los límites para la finalización de las Obras Periféricas.

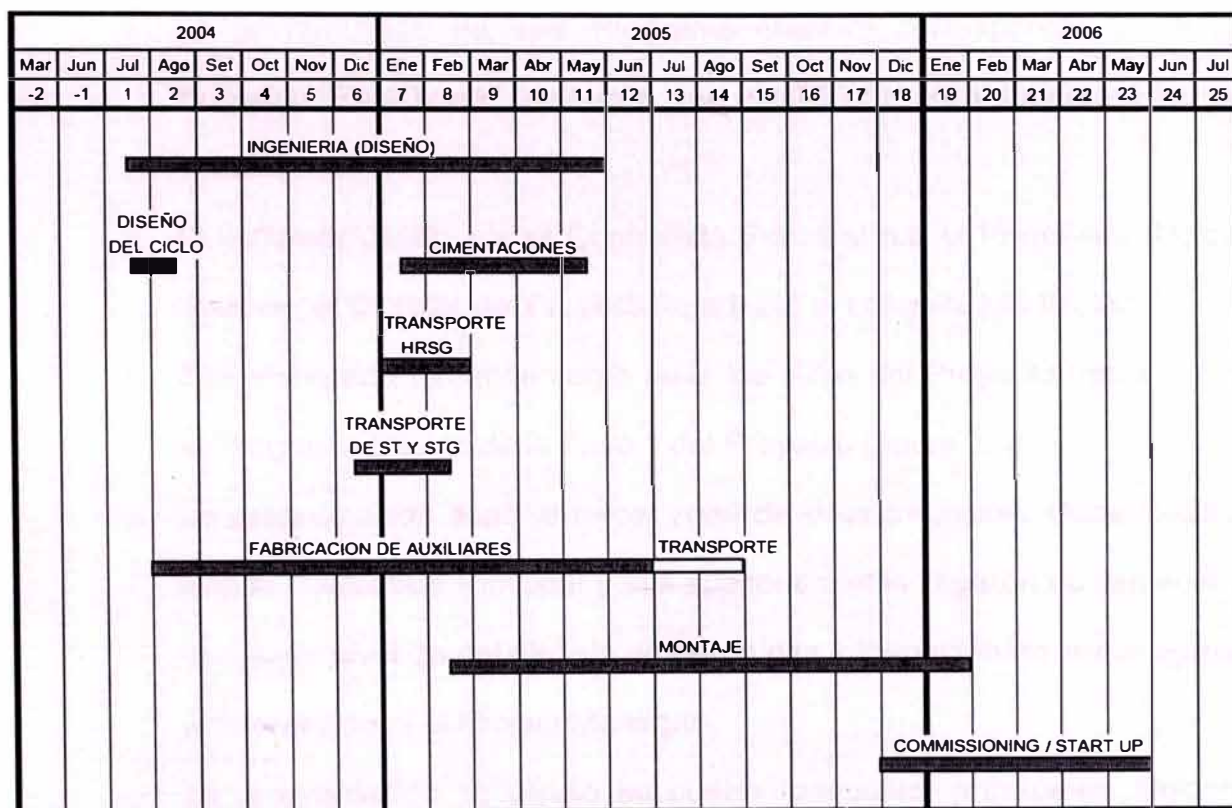


Figura 3.4 Programa Básico de la Fase 1 del Proyecto

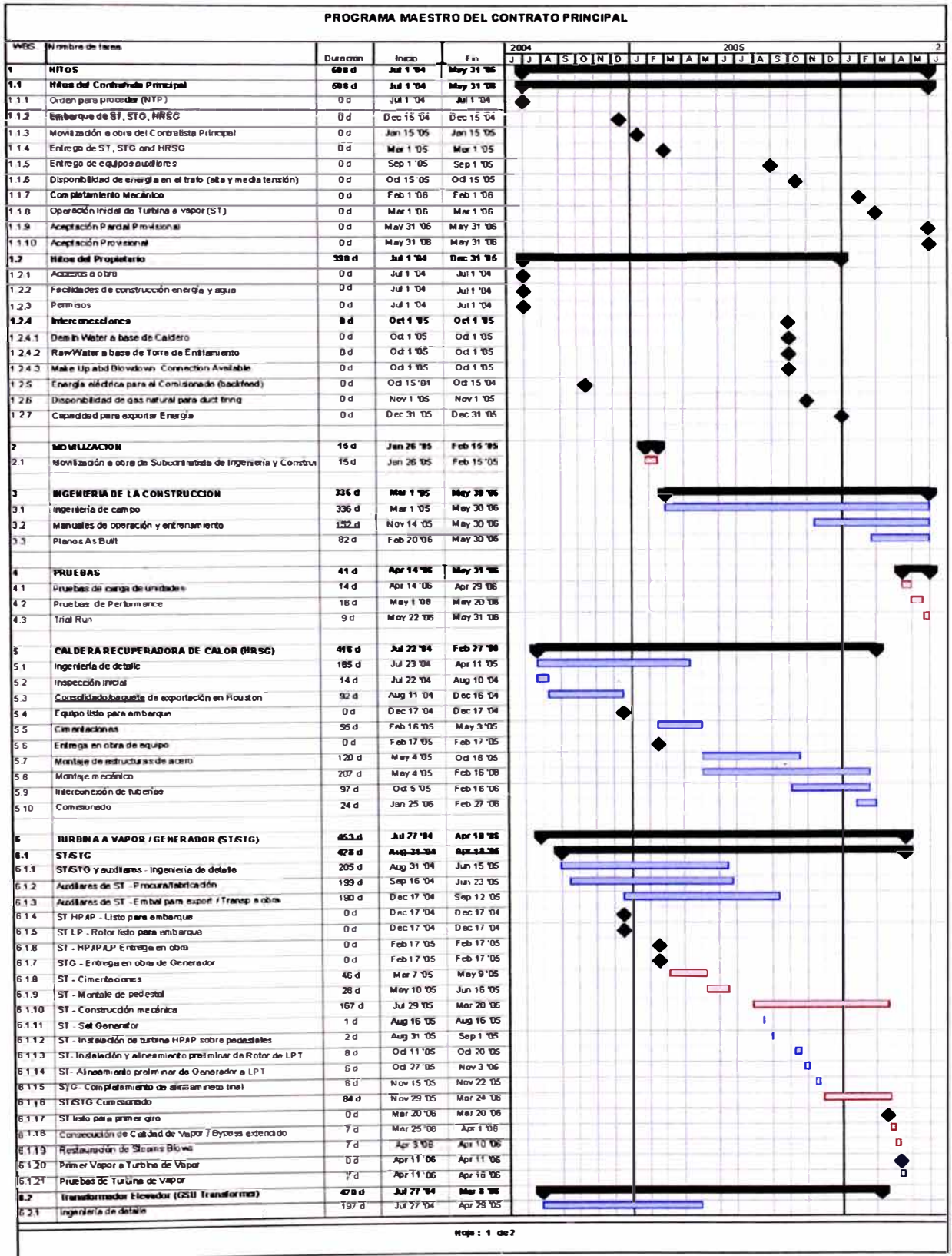
3.4.3.2 El Programa Maestro del Proyecto

El Programa Maestro del Proyecto se dividió en dos: uno para el Contrato Principal (95% del Proyecto) y el otro para las Obras Periféricas (5% del Proyecto). El Contratista Principal elaboró el Programa Maestro del Contrato Principal y, el Director del Proyecto el de las Obras Periféricas.

Debido a la mayor incidencia del Contrato Principal en el Proyecto, sólo se realizó el análisis del Programa Maestro de la Fase 1 (ver figura 3.5), cuyos puntos resaltantes se indican a continuación:

- La Programación correspondió a las fases 2, 3 y 4 del Ciclo de Vida del Proyecto (ver figura 2.4): Definición, Ejecución y Desactivación.
- El método de Programación usado fue el de la Carta Gantt.

- La configuración de este Programa Maestro correspondió al de un Proyecto “Fast-Track”, debido a que existió una gran superposición de actividades.
- El software usado por el Contratista Principal fue el Primavera Project Planner, el Director del Proyecto lo adaptó al software MS Project.
- Fue elaborado tomando como base los Hitos del Proyecto (tabla 3.1) y el Programa Básico de la Fase 1 del Proyecto (figura 3.4).
- La programación llegó al tercer nivel de desagregación. Cabe resaltar que el Contratista Principal y sus subcontratistas llegaron obviamente a un mayor nivel de detalle, sin embargo esa información no la manejaron el Propietario ni el Project Manager.
- La programación se dividió en cuatro “paquetes” principales: Caldera Recuperadora de Vapor (HRSG), Turbina a Vapor / Generador (ST/STG), Balance de Planta (BOP) y Pruebas (con carga y de performance). Cada uno de los tres primeros “paquetes” se subdividió progresivamente y de manera lógica hasta llegar al nivel de especialidad: Ingeniería de Detalle, Procura / Fabricación / Transporte / Entrega, Obra Civil (Cimentaciones), Montaje Electromecánico y Comisionado.
- La Ruta Crítica del Programa Maestro pasó por las actividades de Montaje y Comisionado del conjunto Turbina a Vapor / Generador y las Pruebas de Performance del Ciclo Combinado.



3.4.4 El Control de Plazos y Costes del Proyecto

3.4.4.1 El Control del Avance Físico del Proyecto. La Curva S

El Control del Avance Físico del Proyecto fue realizado usando Cartas de Control de Avance (Progress Chart), con las curvas S de avance acumulativo montadas sobre una carta Gantt de actividades representativas. Estas actividades representativas fueron tomadas a partir de las actividades del Programa Maestro mostrado en la figura 3.5, agrupándolas por especialidad.

En el caso del Propietario y del Director del Proyecto el Control del Avance Físico del Proyecto tuvo una periodicidad mensual, específicamente la fecha de control fue el último día de cada mes. En el caso del Contratista Principal dicho control tuvo una periodicidad semanal, dado que manejaron Programas de Detalle hasta el nivel de tareas que exigían un control más detallado y que les permitiesen tomar decisiones de manera más ágil.

La figura 3.6 corresponde al Control del Avance Físico del Proyecto incluyendo las Etapas I (Conversión de las Turbinas Diesel a Gas) y II (Fase 1: Conversión a Ciclo Combinado en Configuración 1x1x1 + Contratos Periféricos + Contrato del Director del Proyecto). En esta figura las barras horizontales azules representan las duraciones reprogramadas de las actividades del Proyecto y las rojas las duraciones reales, así mismo las curvas S de avance acumulativo del Proyecto fueron:

- Curva S de la Línea Base o Programa Inicial (línea punteada negra). Que representa la primera programación aceptada por el Propietario.
- Curva S del Programa Actual (línea punteada azul). Que representa la reprogramación vigente (y aceptada por el Propietario) debido a las desviaciones con respecto al Programa Inicial.

- Curva de Avance Real (línea continua roja). Que representa el avance físico real del Proyecto.

La figura 3.7 corresponde sólo al Control de Avance Físico de la Fase 2 (incorporación de Segunda Caldera para obtener la configuración 2x2x1) del Proyecto. En este caso las partidas de control (Actividades) fueron seleccionadas por especialidad: Ingeniería, Procura, Construcción y Comisionado. A su vez, la Construcción, por ser la más representativa en la evaluación del avance físico, fue subdividida en Equipos Principales, Balance de Planta Mecánico y Eléctrico y Urbanizado.

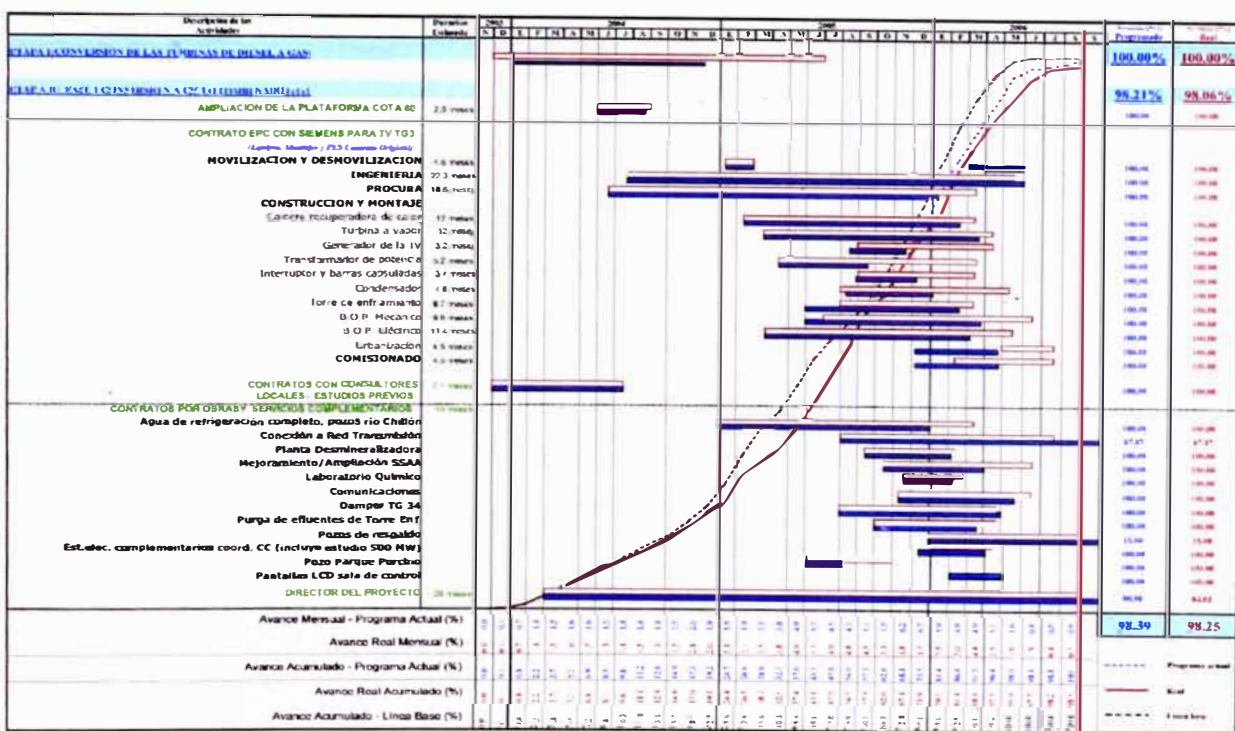


Figura 3.6 Carta de Control de Avance del Proyecto de la Fase 1 (1x1x1) al 31-08-2006

W.B.S.	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	COSTOS ESTIMADOS			INCIDENCIAS (PESOS)			
		EN US\$	EN % CON RESPECTO AL			EN % CON RESPECTO A		
			TOTAL	ETAPA II-FASE 1	CONTRATO PRINCIPAL	TOTAL	ETAPA II-FASE 1	CONTRATO PRINCIPAL
1	ETAPA I CONVERSION DE LAS TURBINAS DE DIESEL A GAS	11,092,603.51	10.56%			9.86%		
2	ETAPA II -FASE 1: CONVERSION A CICLO COMBINADO 1x1x1	93,953,146.37	89.44%	100.00%		90.14%	100.00%	
2.1	AMPLIACION OE LA PLATAFORMA COTA 60	930,000.00	0.89%	0.99%		0.83%	0.92%	
2.2	CONTRATO EPC CON SIEMENS PARA TV TG3 (Equipos, Montajes y PES Contrato Original)	84,337,429.00	80.29%	89.77%	100.00%	81.59%	90.51%	
2.2.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	2,000,000.00	1.90%	2.13%	2.37%	1.93%	2.15%	
2.2.2	INGENIERIA	5,342,013.99	5.09%	5.69%	6.33%	5.17%	5.73%	
2.2.3	PROCURA	53,866,211.03	51.28%	57.33%	63.87%	20.84%	23.12%	
2.2.4	CONSTRUCCION Y MONTAJE	19,204,324.29	18.28%	20.44%	22.77%	47.50%	52.70%	
2.2.4.1	Caldera recuperadora de calor	5,328,690.76	5.07%	5.67%	6.32%	13.76%	15.27%	
2.2.4.2	Turbina a vapor	7,076,489.30	6.74%	7.53%	8.39%	18.70%	20.75%	
2.2.4.3	Generador de la TV	166,505.63	0.16%	0.18%	0.20%	0.44%	0.49%	
2.2.4.4	Transformador de potencia	417,779.45	0.40%	0.44%	0.50%	1.24%	1.37%	
2.2.4.5	Interruptor y barras capsuladas	240,528.47	0.23%	0.26%	0.29%	0.57%	0.63%	
2.2.4.6	Condensador	376,099.68	0.36%	0.40%	0.45%	1.16%	1.29%	
2.2.4.7	Torre de enfriamiento	652,131.88	0.62%	0.69%	0.77%	2.02%	2.24%	
2.2.4.8	B.O.P. Mecánico	2,229,442.32	2.12%	2.37%	2.64%	5.27%	5.85%	
2.2.4.9	B.O.P. Eléctrico	1,516,656.80	1.44%	1.61%	1.80%	3.18%	3.52%	
2.2.4.10	Urbanización	1,200,000.00	1.14%	1.28%	1.42%	1.16%	1.29%	
2.2.5	COMISIONADO	3,924,879.69	3.74%	4.18%	4.65%	6.14%	6.81%	
2.3	CONTRATOS CON CONSULTORES	13,000.00	0.01%	0.01%		0.01%	0.01%	
2.4	CONTRATOS PERIFERICOS	6,443,731.37	6.13%	6.86%		5.73%	6.36%	
2.5	DIRECTOR DEL PROYECTO	2,228,986.00	2.12%	2.37%		1.98%	2.20%	
TOTALES		105,045,749.88	100.00%			100.00%		

Tabla 3.2 Incidencias de las partidas de control del Proyecto

La figura 3.8 corresponde sólo al Control del Avance Físico de los Contratos Periféricos. En este caso las partidas de control (Actividades) representaron cada Contrato Periférico ejecutado.

Los pasos seguidos para la elaborar las Cartas de Control de Avance fueron los siguientes:

- **Selección de partidas de control (Actividades).** Ya explicado en los párrafos anteriores, la duración de las partidas de control se determinó en función a la Programación del Proyecto.
- **Asignación de incidencias (pesos) de cada partida de control.** Estas fueron asignadas como una función mixta del costo estimado y de su ejecución en Sitio. En la tabla 3.2 se observan las partidas de control con

los costos estimados para cada una de ellas, así como los porcentajes que dichos costos representan del costo total. Estos porcentajes fueron una primera aproximación de las incidencias que finalmente se asignaron a cada partida, nótese que el grupo de actividades que representan la ejecución en sitio son las de Construcción y Montaje (2.2.4), sin embargo estas eran sólo el 22.77% del costo del Contrato Principal, por lo que para efectos del control del avance físico se decidió darles un mayor peso asignándoles una incidencia total del 58.22% en desmedro principalmente de la Procura (actividad 2.2.3) cuya incidencia bajo a 25.55% (con respecto al Costo del Contrato Principal era de 63.87%), esto debido a que la Procura representaba al grupo más importante de actividades externas a la ejecución en sitio.

Elaboración de las curvas S. Estas se prepararon usando los valores de avances acumulados mensuales, que a su vez son el resultado de la suma de los productos de las incidencias por los avances acumulados de cada actividad.

Medición del avance de cada partida de control. Estas variaron de acuerdo a la especialidad, de esta manera el avance de la actividad 2.2.2 Ingeniería fue el cociente de los documentos entregados a la fecha y la cantidad total de entregables del Proyecto (listado entregado por el Contratista Principal), para el caso de la actividades 2.2.3 Procura y 2.2.4 Construcción y Montaje fue necesario llegar a un nivel mayor de detalle (por ejemplo en el caso del montaje de la Caldera recuperadora de calor fue el cociente de las toneladas montadas y peso total en toneladas).

3.4.4.2 El Control de Costes del Proyecto

Los Costes del Proyectos estuvieron divididos en 03 rubros:

- **Contrato Principal.** Representó el 93.05% del costo total del Proyecto. Estuvo compuesto por el costo del alcance original del contrato (sumaalzada por configuración 1x1x1) y las Ordenes de Cambio por adicionales incluyendo la ampliación del alcance a configuración 2x2x1. En total se tuvo un incremento del 38.24% con respecto al costo original del contrato. Ver tabla 3.3

ITEM	DESCRIPCION	MONTO (US \$)
1	Contrato EPC, monto original (fase 1: configuración 1x1x1)	83'900,000.00
2	Change Order 1: Opcionales del Contrato	603,000.00
3	Change Order 4: Adicionales Varios	173,550.00
4	Change Order 5: Suministro, instalación y puesta en servicio de Caldera 2 (fase 2: configuración 2x2x1)	31'000,000.00
5	Change Order 8: Adicionales varios. GSU Hydrant II Monitor, Replacement Surge Arresters, Re-coat Foundations with Plastic, Stairs for HRSG Stack Extension, Fiber Optic, Platform Improvement Storage Area	139,798.39
6	Change Order 9: Excavación en roca. Ejecutados para la cimentación de la caldera, torre de enfriamiento, bombas de condensado, sistema contra incendios, banco de ductos y en la zona de turbina de vapor	165,955.77
MONTO FINAL DEL CONTRATO PRINCIPAL		115'982,304.16
INCREMENTO DEL CONTRATO CON RESPECTO AL MONTO ORIGINAL		38.24%

Tabla 3.3 Control de Costes del Contrato Principal al 31-08-2006

- **Contratos Periféricos.** Representó el 5.16% del costo total del Proyecto. Estuvo compuesto por el costo de las obras periféricas. Al inicio del Proyecto, dado que en muchos casos no se contaba con la información técnica (Ingeniería Básica y de Detalle) suficiente, fue difícil estimar el

monto que se gastaría en estos trabajos, sin embargo conforme fue avanzando la ejecución del Proyecto se mejoró dicha información. Ver tabla 3.4

- **Servicios del Director del Proyecto.** Representó el 1.79% del costo total del Proyecto. El contrato con el Director del Proyecto fue por tarifas por administración (T&M).

ITEM	DESCRIPCION	MONTO (US \$)
1.0	Agua de Refrigeración	1'591,322.51
1.1	Construcción de Pozos de Captación	158,754.22
1.2	Red interna agua refrigeración	
	Red principal	74,791.18
	Conexión a torre de enfriamiento	23,716.00
1.3	Tubería de impulsión	593,340.11
1.4	Equipamiento bombeo para pozos	588,235.00
1.5	Habilitación de Tk 4.000 M3 para Agua de Refrigeración	128,823.00
1.6	Muro perimétrico CCM Pozos	23,663.00
2.0	Conexión a Red Transmisión	248,977.00
2.1	Circuito AT Trafo/Barra SE	79,359.00
2.2	Habilitación de cabina	58,498.00
2.3	Cables de control para interconexión con el Ciclo Combinado	11,120.00
2.4	Transformador de corriente 220 KV para conexión de la TV	100,000.00
3.0	Planta Desmineralizadora	335,850.04
3.1	Mejoramiento de planta desmineralizadora	284,105.00
3.2	Acondicionamiento de planta desmineralizadora	26,739.04
3.3	Pintado de tanque desmineralizado	25,006.00
4.0	Mejoramiento/Ampliación Servicios Auxiliares (SSAA)	769,674.45
5.0	Laboratorio Químico	115,273.45
5.1	Sala 20 Mts2	35,785.45
5.2	Equipamiento para análisis químico	63,488.00
5.3	Mobiliario de laboratorio	16,000.00
6.0	Comunicaciones	252,361.79

6.1	Señales para COES: Trafo y Generador TV	14,800.00
6.2	Integración redes de comunicaciones, sistema de control y telefonía	199,716.05
6.3	Medidores de Energía TV	37,845.74
7.0	Suministro y montaje de Damper TG 34	1'075,029.00
8.0	Purga de efluentes de Torre Enf.	160,000.00
8.1	Piscina de equalización	65,000.00
8.2	Descarga de piscina de equalización	95,000.00
8.3	Instalación de sistema de rociadores	0.00
9.0	Pozos de respaldo	1'800,000.00
10.0	Estudios eléctricos complementarios coord. CC (incluye estudio 500 MW)	52,191.00
11.0	Pozo Parque Porcino	31,851.00
MONTO TOTAL DE LOS CONTRATOS PERIFERICOS		6'432,530.24

Tabla 3.4 Control de Costes de los Contratos Periféricos al 31-08-2006

ITEM	DESCRIPCION	MONTO (US \$)	INCIDENCIA
1	Monto Final del Contrato Principal	115'982,304.16	93.05%
2	Monto Total de los Contratos Periféricos	6'432,530.24	5.16%
3	Monto por los Servicios del Director del Proyecto	2'230,000.00	1.79%
MONTO TOTAL DEL PROYECTO		124'644,834.40	100.00%

Tabla 3.5 Resumen de Costes del Proyecto al 31-08-2006

3.4.4.3 Los Informes de Progreso del Proyecto

Los Informes de Progreso del Proyecto fueron emitidos al final de cada mes por el Director del Proyecto e iban dirigidos al Propietario.

Estos Informes de Progreso se elaboraron con la información tomada en campo y la entregada por los Contratistas.

Cada Informe de Progreso constaba de las siguientes secciones:

Hechos relevantes en el período. En esta sección se listaron, de manera resumida (como una ayuda-memoria), los hechos más importantes ocurridos durante el mes reportado.

Informe del Director del Proyecto. En esta sección se describieron las actividades realizadas por el Director del Proyecto, de acuerdo al alcance de su contrato, durante el mes reportado. Se subdividió en las siguientes partes: Actividades Generales (tales como revisión y seguimiento de los documentos de ingeniería, administración de los contratos, inspección de las obras, etc.), Actividades específicas destacadas, Seguridad y medio ambiente y, por último Recursos y Avances.

Informe del Contrato Principal. EPC con SPG. En esta sección se describieron, con cierto grado de detalle, las principales actividades realizadas por el **Contratista** Principal, de acuerdo al alcance de su contrato, durante el mes reportado. También incluyo una tabla con el monto actualizado del contrato (precio original del contrato más los precios por trabajos adicionales).

Informe de Contratos Periféricos. En esta sección se describieron, con cierto grado de detalle, las principales actividades realizadas en la ejecución de los Contratos Periféricos, durante el mes reportado.

Programas y Avances del Proyecto. En esta sección se incluyeron las Cartas de Control de Avance Físico del Proyecto, se compararon los avances reales versus los programados y se comentaron los sucesos que originaron o pudieron haber originado desviaciones al programa vigente.

Seguridad y medio ambiente. En esta sección se mostraron las estadísticas e **índices** de Seguridad (Safety) de la ejecución del Proyecto, tales como el índice de frecuencia (IF), el índice de gravedad (IG), etc.

Desafíos a corto plazo. En esta sección se listaron las principales actividades que estaban en ejecución o pendientes de realizar durante los meses siguientes.

Fotografías. En esta sección incluyó una galería de fotos de la ejecución del Proyecto, tomadas **durante** el período.

En el Apéndice 2 se muestra, como referencia, el Informe de Progreso correspondiente al mes de Agosto del 2006 elaborado por el Director del Proyecto.

CONCLUSIONES

Con respecto al Proyecto, se tienen las siguientes conclusiones:

1. La estructura organizacional empleada para la realizar la Dirección del Proyecto fue del tipo matricial (con mayor proximidad a una organización autónoma), debido al uso de recursos del Propietario y del Director del Proyecto (primordialmente) y a la complejidad del Proyecto.
2. El cumplimiento del alcance del Proyecto fue permanente controlado, en el informe de progreso mensual (ver Apéndice 2) se estaban incluidos textualmente el estado de cumplimiento del alcance de cada uno de los contratos.
3. Al haberse realizado el Contrato Principal bajo la modalidad de Suma Alzada (Lump Sum) se minimizaron los riesgos y se limitaron los costos adicionales. En la tabla 3.3, si descontamos los ítems 2 y 4 (que correspondieron a Opcionales del Contrato Principal que el Propietario decidió tomar y la ejecución de la fase 2: configuración 2x2x1), los adicionales del contrato sumaron US \$ 479,304.16, que representó el 0.57% del monto original contratado (US \$ 83'900,000).
4. Para el caso de los contratos periféricos, el Propietario asumió mayor riesgo, ya que el Director del Proyecto entregó sólo la Ingeniería Conceptual, haciendo que el precio final de dichos contratos tuviera mayor variación que el inicial, aunque la estimación global por la suma de estos

contratos no se alteró mucho con respecto a lo previsto por el Director del Proyecto (ver tablas 3.2 y 3.4).

5. En cuanto a la programación del Proyecto que manejó el Director del Proyecto (Programa Maestro), este se basó en la programación elaborada por el Contratista Principal. Desde la perspectiva del Director del Proyecto no fue necesario llegar al nivel de Programas de Detalle, ya que este fue de uso exclusivo del Contratista.
6. En cuanto al control del avance, si bien se consignaron desviaciones a la programación (tal como se muestra en las figuras 3.6 y 3.7), estas no fueron mayores. Por ejemplo, en la carta de control de la figura 3.6, al 31 de Agosto del 2006 se había programado tener un avance del 98.21% y el real fue de 98.06%.
7. Debido a que se enfocó el Proyecto desde la perspectiva del Propietario / Director del Proyecto, en la Dirección del Proyecto sólo se usaron algunas de las herramientas indicadas en el sub-capítulo 2.3.3, tales como: La estructura de desagregación (EDP), la programación de los plazos (usando diagramas de Gantt), el control de la programación (usando las curvas S de avance físico), y se desecharon otras tales como el flujograma y el Manual de Dirección.

BIBLIOGRAFIA

Briceño, Pedro (1996). "Administración y Dirección de Proyectos – Un Enfoque Integrado". Editorial McGraw-Hill. 2ª edición.

Brownbook (1999). "Contract / Subcontract Management User Guide".

Cleland & King (1993). "Manual para la Administración de Proyectos". Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 1ª edición (1990), 3ª reimpresión.

CMAA (2002). "An Owner's Guide to Construction Management". Editado por The Construction Management Association of America, Inc. Página web: www.cmaanet.org

Cos, Manuel de (1995). "Dirección de Proyectos – Project Management". Editorial E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

González, Francisco. "Manual para una Eficiente Dirección de Proyectos y Obras (Project & Construction Management)". Editorial Fundación Confemetal.

Hendrickson, Chris (2003). "Project Management for Construction. Fundamental concepts for owners, engineers, architects and builders". Publicado en la página web de la Carnegie Mellon University: www.ce.cmu.edu/pmbook/

Heredia, Rafael de (1999). "Dirección Integrada de Proyecto – DIP – Project Management". Editorial E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. 3ª edición.

Ortiz, Arroyo & Vélez. "Proyectos. Teoría, Práctica y Ejercicios". Publicado en la página web de la Catedra de proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid: www.etsii.upm.es/ingor/proyectos/pautanet/index.htm

Ormazábal, Gaizka (2002). "El IDS: Un nuevo sistema integrado de toma de decisiones para la gestión de proyectos constructivos". Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Cataluña.

PMI (2000). "A Guide to the Project Management Body of Knowledge". Editorial PMI Publishing Division.

Apéndice 1

DIAGRAMAS Y PLANOS BASICOS DEL PROYECTO

Con la finalidad de complementar la Descripción del Proyecto y tener un alcance elemental del Proyecto Técnico (Ingeniería) se adjuntan los siguientes Diagramas y Planos Básicos del Proyecto:

1. Diagrama 3D del Ciclo Combinado.
2. Diagrama Funcional del Ciclo Combinado
3. Plano de Implantación de Equipos – General Layout

DIAGRAMA 3D DEL CICLO COMBINADO

CALDERAS RECUPERADORAS DE CALOR (HRSG)
TORRES DE REFRIGERACION

TG 33
TG 34

CONDENSADOR DE TURBINA A VAPOR
GENERADOR DE TURBINA A VAPOR
TURBINA A VAPOR
INTERRUPTOR
BARRAS CAPSULADAS

TRANSFORMADOR PRINCIPAL
EDIFICIO DE CONTROL

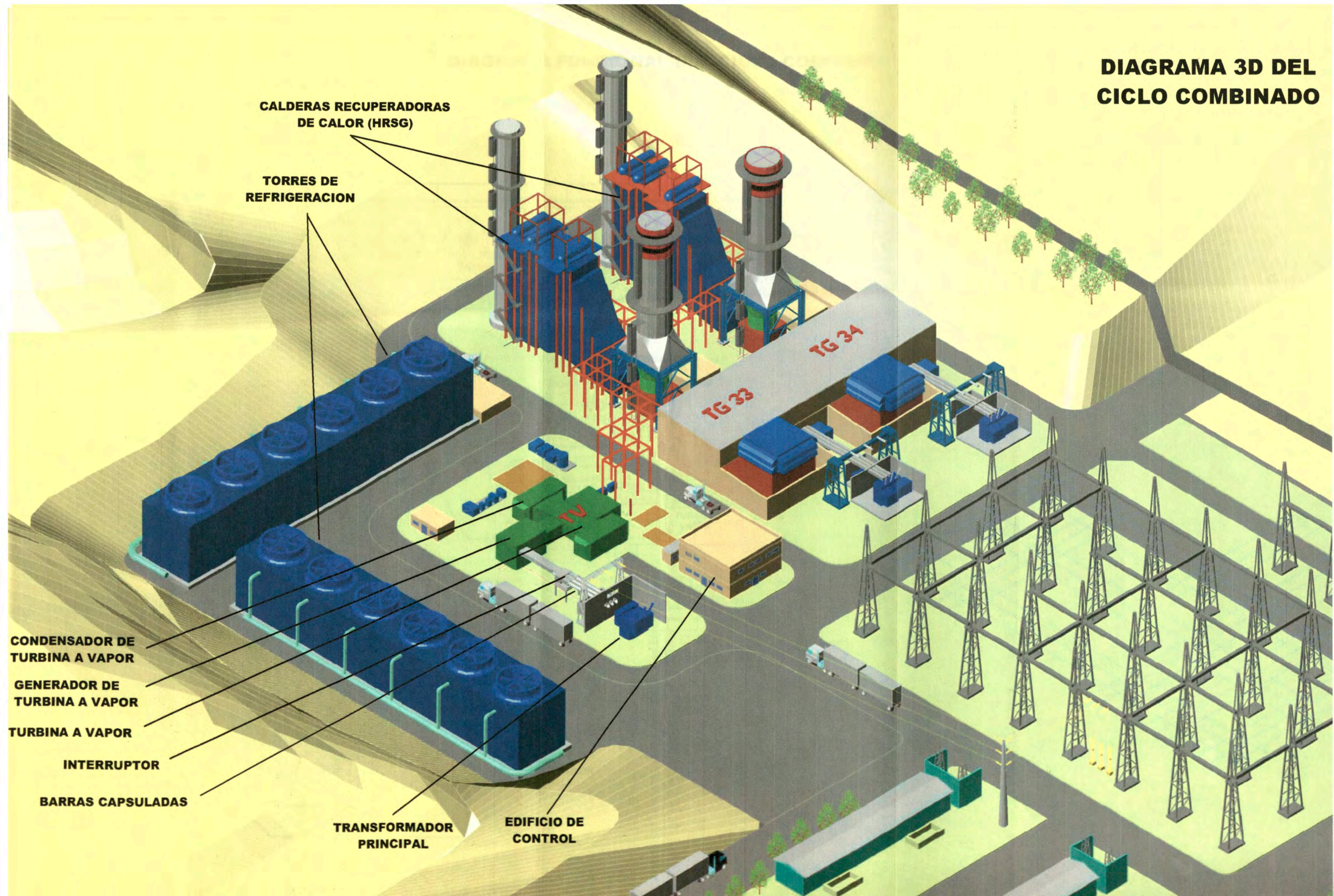
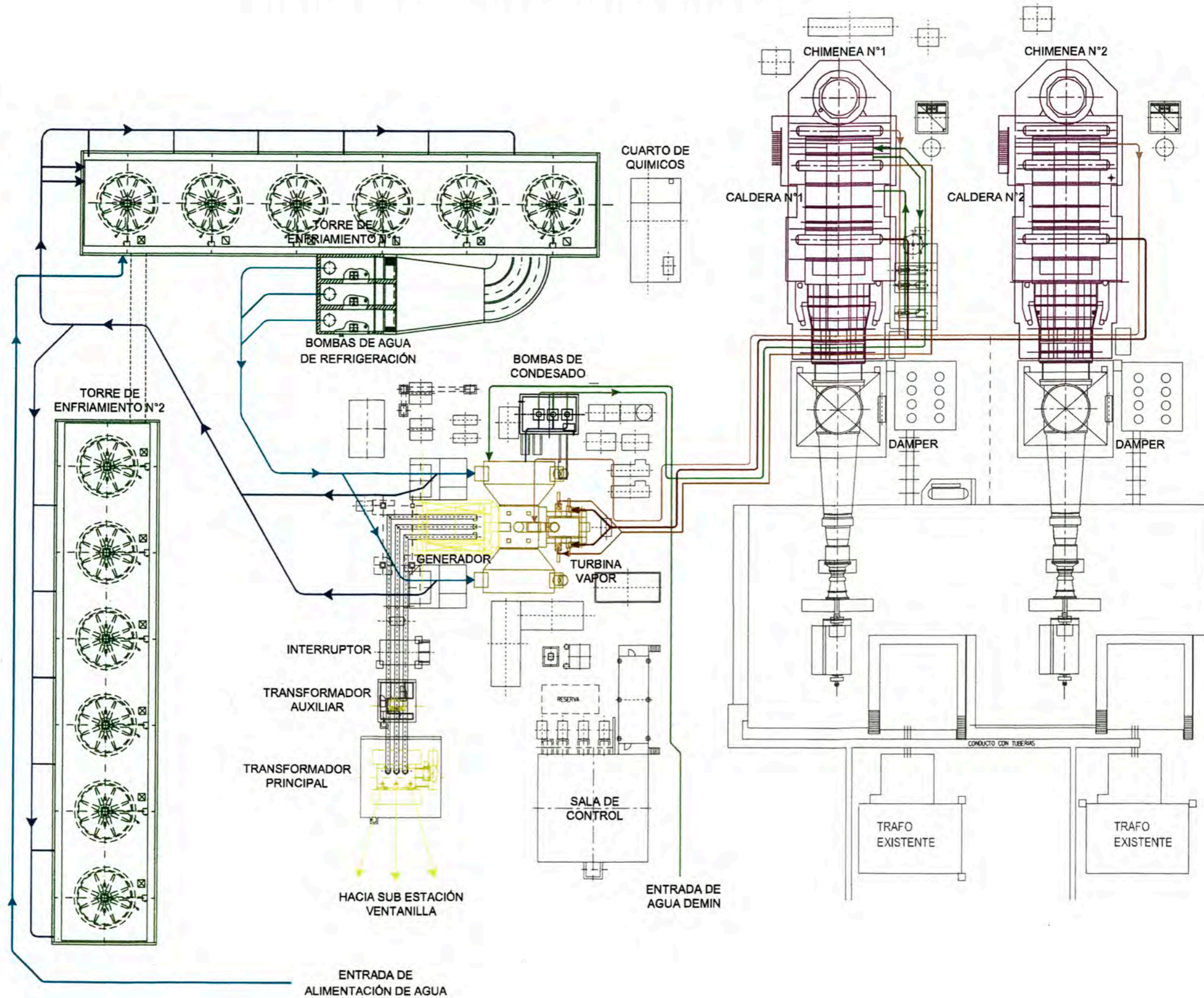
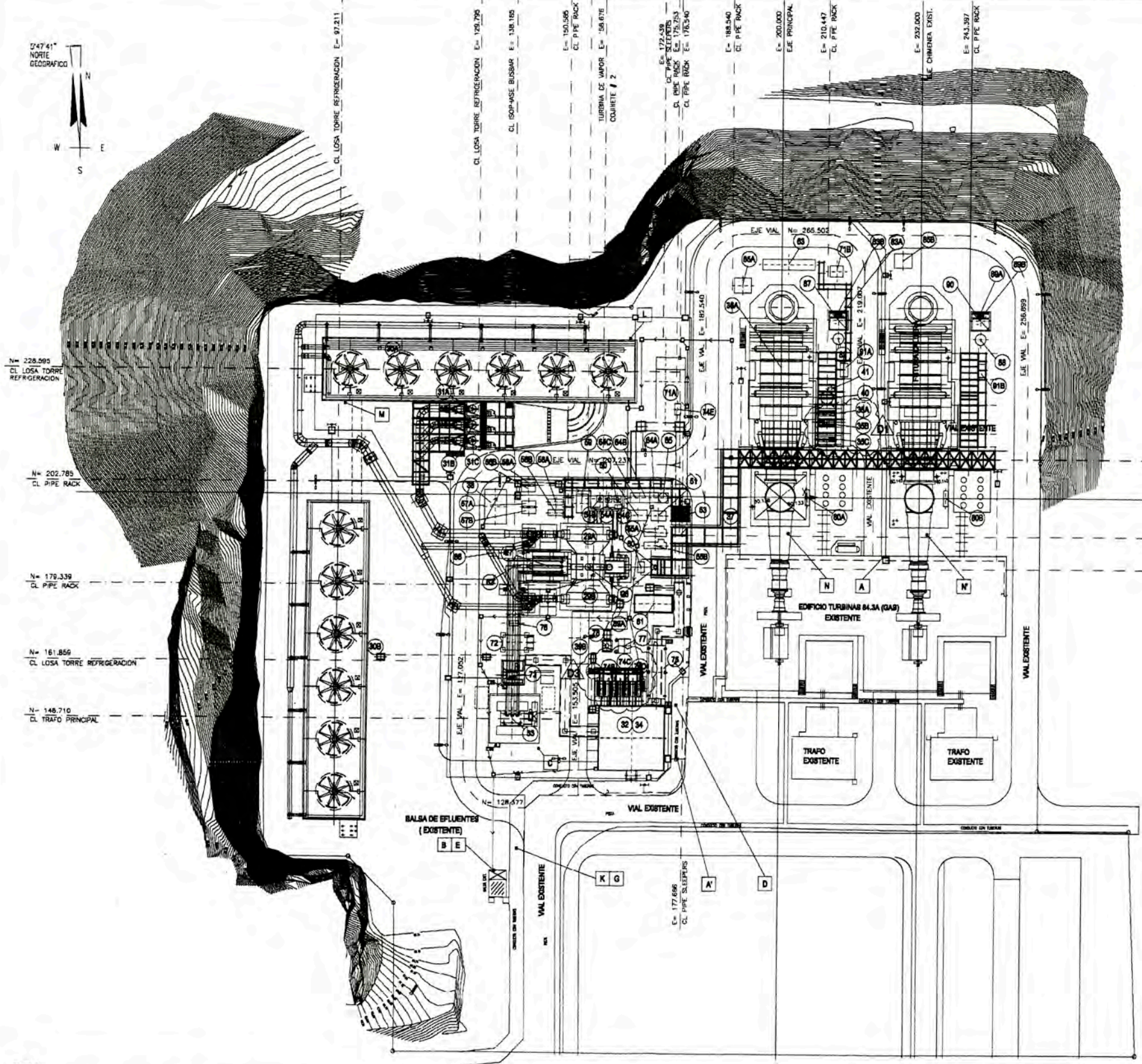


DIAGRAMA FUNCIONAL DEL CICLO COMBINADO





Nº	DESIGNACION EQUIPO	COORDENADAS		REFERENCIA
		N	E	
26	TURBINA DE VAPOR	183.584	158.876	HP
27	GENERADOR TURBINA A VAPOR	183.584	148.391	MAK01
28A	CONDENSADOR	191.143	154.711	MA3
28B	SURFACE CONDENSER	178.044	154.711	
30A	TORRE DE REFRIGERACION	228.595	129.795	10PAD
30B	COOLING TOWER	161.569	97.211	
31A	BOMBAS DE CIRCULACION REFRIGERACION PRINCIPAL	219.871	128.382	10PAC11AP001
31B	CIRCULATING WATER PUMPS	218.023	128.382	10PAC12AP001
31C		212.375	128.382	10PAC13AP001
32	CUARTO ELECTRICO BOP	144.484	185.785	
33	TRANSFORMADOR PRINCIPAL	148.710	138.185	BAA1020
34	EDIFICIO DE CONTROL	144.484	185.785	TXP
35A	BOMBA PIQUA DE ALIMENT. A CALDERA RECUP.	219.405	208.511	10LAC11AP001
35B	HRSG FEED WATER PUMPS	217.323	208.511	10LAC12AP001
35C		213.384	208.511	10LAC13AP001
36A	CALDERA RECUPERADORA DE CALOR	243.631	200.000	10HRC108B001
36B	HRSG	243.631	232.000	10HRC108B002
37	RACK DE TUBERIAS	-	-	SEGUN PLANO
38	AREA DE MANTENIMIENTO DEL GENERADOR	197.236	133.733	
38A	AREA DE MANTENIMIENTO DE TURBINA DE VAPOR	171.303	159.905	
38B	ST MAINTENANCE AREA	187.383	153.505	
40	DESAREADOR	222.946	210.447	10LCA70B001
41	BOMBA DEL DESAREADOR	224.932	211.448	10LCA70AP001
80	UNIDAD DE FUGA DE VAPOR	196.628	186.577	MAW50
81	UNIDAD DEL VAPOR DE BELLOS	195.453	171.827	MAV10
83	T. EXPANSION CIRCUITO CERRADO REFRIGERACION	195.363	176.894	10PQB08B001
83A	BOMBAS DE CONDENSADO	198.264	189.827	10LCS11AP001
83B	CONDENSATE PUMPS	198.264	167.827	10LCS12AP001
83C		198.264	181.827	10LCS13AP001
85A	BOMBAS DE VACIO	191.543	170.804	10MA121AP001
85B	VACUUM PUMPS	188.597	170.804	10MA122AP001
86A	BOMBAS AUXILIARES CIRCUITO CERRADO REFRIGERACION	202.212	141.374	10PGB11AP001
86B	AUXILIARY CLOSED COOLING WATER PUMPS	202.212	141.374	10PGB12AP001
87A	BOMBAS DE AGUA DE SERVICIO	187.200	141.480	10PCB11AP001
87B	SERVICE WATER PUMPS (BOOSTER PUMPS)	187.200	141.480	10PCB12AP001
88A	ENFRIGADORES CIRCUITO CERRADO REFRIGERACION	198.470	147.875	10PCB18AH001
88B	CLOSED COOLING WATER CIRCUIT COOLERS	198.470	147.875	10PCB17AH001
89	PATIN DEL SISTEMA DE CONDENSADOR DE BELLO DE VAPOR	196.177	153.628	MAW80
90	PATIN DE SUMINISTRO HIDRAULICO	183.584	187.453	MAX10AZD01
91	PATIN DE ACEITE DE LUBRICACION	175.214	170.502	MAV
92	BARRAJES DE FASE AISLADA	183.584	136.185	BAA01
93	SISTEMA DE MUESTREO	268.500	201.800	VE1-33-DF-JARB-N-01731
94A	COMPRESORES DE AIRE (PAQUETE DE COMPRESION)	199.580	186.412	08SCA11AND01
94B	AIR COMPRESSORS (PACKAGE)	199.580	186.412	08SCA12AND01
94C		199.580	186.412	08SCA13AND01
95	DEPOSITO DE AIRE	199.580	186.412	08SCA16B001
71A	CUARTO DE QUIMICOS Y DISTRIBUCION ELECTRICA A TORRE	217.800	177.700	VE1-32-AF-OAHR-A-02387
71B	PAQUETE DOSIFICACION DE FOSFATO	252.000	212.500	VE1-33-DF-JARB-N-01611
72	INTERRUPTOR DE GENERACION	198.138	138.185	BAC01G8009
73	TRANSFORMADOR AUXILIAR	158.879	136.185	BBD1
74A	TRANSFORMADOR SERVICIO	155.816	158.589	10BFT80
74B	TRANSFORMADOR SERVICIO	155.816	161.489	10BFT40
74C	TRANSFORMADOR SERVICIO	155.816	164.389	10BFT20
74D	TRANSFORMADOR SERVICIO	155.816	167.289	10BFT10
74E	TRANSFORMADOR SERVICIO	220.050	178.020	10BFT30
76	MODULO ELECTRICO DE TURBINA	158.590	171.427	10BJO
78	DELTA DE TENSION	170.480	138.185	BAC01
77	TRANSFORMADOR DE EXCITACION	185.801	159.785	MKCD1
78	CUADRO DEL SISTEMA DE EXCITACION	185.801	183.800	CJN01
80A	UNIDAD REGULACION DE GAS	200.000	208.140	VE1-33-DF-IBBO-N-03243
80B	DUST BLOWER 80D	200.000	238.140	VE2-33-DF-IBBO-N-23243
82	TANQUE PURGAS	236.832	213.007	11LBN108B001
83A	BOMBAS DE EXTRACCION DE PURGAS	242.009	213.357	11LBN10AP001
83B	PURGE EXTRACTION PUMPS	242.009	212.857	11LBN10AP002

NOTAS:

-1- LOS PUNTOS DE REFERENCIA "P.R." IRAN REFERIDOS A LOS EJES DE CIMENTACION Y DE EDIFICIOS EN OBRAS CIVILES IRAN INDICADOS EN COORDENADAS "N" DE NORTE A SUR Y EN COORDENADAS "E" DE ESTE A OESTE.

-2- TUBERIA ENTERRADA MOSTRADA CON PROPOSITO DE INDICAR DE MANERA GENERAL EL ESPACIO REQUERIDO, DEBERA UTILIZARSE LOS PLANOS DE DETALLE CORRESPONDIENTE.

NOTES:

-1- ALL DISTANCES ARE MEASURED FROM THE REFERENCE AXES 200.200, USING "N" FOR NORTH AND "E" FOR EAST.

-2- UNDERGROUND PIPE IS SHOWN ONLY FOR INFORMATION. DETAILS ARE PROVIDED IN CORRESPONDING DRAWINGS.

INTERCONEXIONES / TERMINAL POINTS

- | | |
|--|---|
| A FIRE FIGHTING WATER MAIN (PCI) | G RAW WATER (AGUA BRUTA) |
| B WASTE WATER EFFLUENT BUILDINGS (PLUVIALES DE EDIFICIOS) | K POTABLE WATER (AGUA POTABLE) |
| C ST TRANSFORMER (CONEXION A TRAPO) | L COOLING TOWER BLOWDOWN (PURGA TORRE) |
| D DEMIN WATER (AGUA DEM) | M COOLING TOWER MAKE UP (REPOSICION TORRE) |
| E OIL EFFLUENTS (ACEITES) | N GAS FUEL (GAS) |

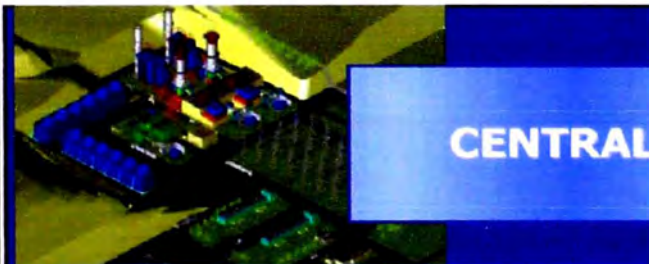
Nº	DESIGNACION EQUIPO	COORDENADAS		REFERENCIA
		N	E	
85A	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES (FRSG1) CABINETS	248.800	191.000	-
85B	SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES (FRSG2) CABINETS (NOT INCLUDED, OUT OF SCOPE)	254.800	227.829	-
86	MODULO DE LIMPIEZA DEL CONDENSADOR	186.500	133.437	01PAH30
87	BALSA DE CONDENSADO	240.782	213.007	-
88	TANQUE PURGAS	236.832	246.958	12LBN108B001
89	BOMBAS DE EXTRACCION DE PURGAS	242.010	248.308	12LBN10AP001
90	BALSA DE CONDENSADO	240.782	248.958	-
91A	CABINETS REMOTOS DE CALDERA 11	229.577	214.362	-
91B	CABINETS REMOTOS DE CALDERA 12	229.377	248.158	-

<p>D4 19-04-06 LO INDICADO I.C.V. J.M.A. J.C.L.</p> <p>D3 18-10-05 LO INDICADO F.A.H. J.M.A. J.C.L.</p> <p>D2 12-09-05 PARA CONSTRUCCION I.C.V. J.M.A. J.C.L.</p> <p>D1 08-08-05 PARA CONSTRUCCION F.A.H. J.M.A. J.C.L.</p> <p>B1 28-07-06 EDICION INICIAL I.C.V. J.M.A. J.C.L.</p>	<p>REVISADO: J.M.A. J.C.L.</p> <p>PROYECTO: VENTANILLA PLANT EXPANSION</p> <p>PLANO N.º: 2 x 1 KN STG</p> <p>HOJA: DESIGNACION: GENERAL LAYOUT</p> <p>BIQUE: IMPLANTACION EQUIPOS</p>
---	---

Apéndice 2

INFORME DE PROGRESO MENSUAL DEL PROYECTO – AGOSTO DEL 2006

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006



CENTRAL VENTANILLA



**PROYECTO AMPLIACION
A CICLO COMBINADO**

INFORME MENSUAL

N° 25

Agosto 2006

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Contenido

- Hechos relevantes en el período
- Informe del Director del Protecto
- Informe del Contrato Principal: EPC con SPG
- Informe de Contratos Periféricos
- Programas y Avances del Proyecto
- Seguridad y medio ambiente
- Desafíos a corto plazo
- Fotografías

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Hechos relevantes en el período

- El 13.08.06 el ciclo a vapor salió de servicio con el fin de entregarlo temporalmente a Siemens para el levantamiento de trabajos pendientes, ejecutar las interconexiones finales y puesta en servicio del ciclo combinado en la modalidad 2x1.
- Concluyeron las pruebas hidrostáticas de la caldera 2.
- Se realizó la limpieza pre-operacional de la caldera 2 y los circuitos agua/vapor asociados: flushing con agua desmineralizada, lavado químico y enjuague con vapor (usando caldera auxiliar).
- Notable avance en la instalación del aislamiento térmico de las tuberías, necesarios para la limpieza química y soplado, con el incremento de recursos por parte de Siemens.
- El soplado con vapor concluyó exitosamente a las 18:00 del 30.08.06, antes de lo previsto en el programa de Siemens y cumpliendo con holgura las restricciones impuestas por COES a EDEGEL.
- Detención de la turbina a gas 33 desde el 20 de agosto para mantenimiento mayor.
- Instalación de Instrumentos temporales para la prueba de rendimiento del ciclo con la segunda caldera.
- Se realiza con éxito la prueba de transferencia automática (con cruce por cero) en la barra de servicios esenciales del ciclo combinado.
- Se inició con SIEMENS la revisión del listado de pendientes de la primera unidad del ciclo combinado (aproximadamente 4,500) con el objeto de acordar el Punch List final.
- Puesta en servicio de la torre de enfriamiento 2, bomba de refrigeración principal N°3 y bomba de extracción de condensado N°3.
- Inicio de los trabajos de perforación del primer pozo costero por la empresa ACISA. La perforación ha superado los 50 metros.
- Se concluyó el levantamiento topográfico desde la zona costera hasta la central, para recorrido de la tubería de impulsión.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe del Director del Proyecto (1/2)

Actividades generales del período:

- Revisión y seguimiento de la ingeniería de SPG. Recepción, clasificación y revisión selectiva de documentos de ingeniería enviados por SWPC.
- Administración e inspección de la construcción y puesta en servicio Contrato EPC con SPG.
- Administración de contratos de obras complementarias al EPC y acompañamiento de las actividades de ingeniería y construcción asociadas, para:
 - Ampliación y mejoramiento de SS.AA (CAM Perú)
 - Sistema de telecomunicaciones (Synopsis)
 - Perforación de pozos costeros (ACISA)
- Apoyo a EDEGEL en tramitación de permisos y estudios para sistema de respaldo de agua de refrigeración.

Actividades específicas destacadas del período:

- Reuniones semanales con Siemens para asuntos de Puesta en Servicio.
- Reuniones semanales con Siemens para discutir aspectos de construcción y avance del proyecto.
- Seguimiento y actualización del listado de trabajos pendientes "Punch List" correspondiente a la primera unidad del ciclo combinado, en las especialidades de obras civiles, mecánicas, eléctricas e instrumentación.
- Caminatas para revisión de listado de trabajos pendientes en forma conjunta con personal de SIEMENS y TGP.
- Revisión de planilla final de cantidades y precios del contrato con CAM por el los Servicios Auxiliares.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe del Director del Proyecto (2/2)

Seguridad y medio ambiente :

- Durante el período se llevaron a cabo reuniones semanales de seguridad con representantes de los contratistas y subcontratistas del proyecto.
- Participación en inspecciones planeadas de seguridad y medio ambiente en forma conjunta con Siemens y TGP.
- Participación en la implementación, en forma conjunta con Siemens, del plan de mejoramiento de las actividades de prevención de riesgos, debido a los bajos resultados en el índices de prevención de riesgos y seguridad obtenidos en los primeros meses del año.
- Participación en la elaboración de los análisis de riesgos para las actividades programadas en la semana.
- Participación de las reuniones de 5 minutos impartidas por SPG a los subcontratistas.
- Revisión y seguimiento de las actividades de riesgo en los PTCs para la primera unidad.

Recursos y Avances

Los recursos acumulados estimados a la fecha (fase 1 incluida) son 57,182 HH que representa un 84.0% de avance, estos valores se comparan con 61,906 HH y 91.0% de avance programado, estimaciones realizadas considerando la adenda del contrato por la extensión de los servicios hasta la puesta en servicio de la caldera #2.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe del Contrato Principal: EPC con SPG (1/3)

- **EPC Ciclo Combinado.**

- SPG ha emitido el vigésimo cuarto informe mensual de actividades correspondiente al mes de Julio. En el mencionado informe Siemens reportó para la primera unidad, el 100% de avance global.
- Para la segunda unidad, Siemens reportó un avance global de 88.6% comparado con un 88.8% de avance programado, manteniendo la fecha del PAC para el 18 de Setiembre del 2006, acorde con lo establecido en la Change Order N° 5.
- Hasta el cierre de este informe, EDEGEL no ha otorgado a Siemens la Recepción Provisional de la primera Etapa (Caldera 1). De los requisitos necesarios para dicho hito, que aún no han sido completado por Siemens, se destacan:
 - No se ha acordado la lista final de Punch List. Sólo a partir de la segunda quincena de Agosto, Siemens ha iniciado el trabajo de reconocimiento de los pendientes identificados por el Director del Proyecto.
 - Siemens no ha emitido la totalidad de los planos As-Built.
- Se mantienen observados los resultados del performance test para la primera fase (con y sin fuego adicional). Siemens ha reconocido que la observación del Director del Proyecto respecto al flujo de gas natural es correcta e informó que está investigando efectos inesperados del estado de la TG33 durante la prueba sobre los resultados.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe del Contrato Principal: EPC con SPG (2 /3)

- **EPC Ciclo Combinado. Trabajos en el Sitio**

-Caldera recuperadora N°02: Continúan los trabajos de aislamiento térmico de las tuberías principales (en un 95%) y de las tuberías menores (en un 40%). Se terminaron los trabajos de pintura del cuerpo principal de la caldera y estructuras complementarias. Se realizaron las pruebas hidrostáticas y pruebas pre-operacionales como el flushing, limpieza química y soplado con vapor.

-Sistema contra incendios: Se terminó la instalación de los hidrantes y construcción de cámaras de válvulas para la segunda unidad. Se avanzó en el levantamiento de observaciones en un 50%.

-Montaje eléctrico: En la torre de enfriamiento 2 se trabajó en el cableado y conexión de los motores de los ventiladores, término del montaje de bandejas eléctricas tipo escalera metálicas, término del montaje de tuberías conduit y tendido de tubería y cableado de sistema contra incendio. Se completó el montaje de bandejas metálicas tipo escalera hacia la caldera 2, desde el pipe rack de caldera 1. Se realizaron las pruebas de instrumentos de control en la caldera 2, las pruebas de tablero de válvulas motorizadas y PLC S, los cableados y conexiones de tableros eléctricos, el cableado y conexión de tableros Flex I/O, válvulas motorizadas y eléctricas, el cableado y conexión de bombas de agua del tanque de purgas, el montaje cableado y conexión de luminarias para alumbrado de caldera, el montaje de equipos de control y válvulas, los acabados de tendido de líneas de tubing para transmisores de control. Asimismo se concluyó el montaje y pruebas de motor de las bombas de alimentación N° 3; los trabajos de entubado, cableado y conexión de instrumentos en línea de fibra de vidrio, el montaje de las válvulas motorizadas en la zona de fosfatos, el montaje e instalación de las bombas de refrigeración de sistema de quemadores de gas de la caldera 2.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe del Contrato Principal: EPC con SPG (3 /3)

- **EPC Ciclo Combinado. Trabajos en el Sitio**

- Torre de enfriamiento N°02: Se completaron los trabajos de instalación del relleno de PCV y deflectores, el montaje de la cobertura exterior, el montaje de la escalera de acceso a la plataforma de la torre. Se realizaron las pruebas hidrostáticas y la conexión a las líneas existentes de la unidad 1 de las tuberías de fibra de vidrio del sistema de refrigeración principal.
- Sistema de tuberías agua/vapor: Se avanzó hasta en un 97% el montaje de las tuberías, el resto será completado una vez terminado el soplado con las interconexiones finales. Los trabajos de aislamiento térmico en las tuberías mayores ha alcanzado un avance de 65% y las tuberías menores un 10%.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Valor actual del Contrato Principal: EPC Siemens

Descripción	Monto US\$
VALOR ORIGINAL DE CONTRATO	83'900,000.00
ORDENES DE CAMBIO CONTRATO EPC-SIEMENS	3'208,2304.16
Ch.O.#1 Opciones del contrato	603,000.00
Ch.O.#2 Designación de banco	0.00
Ch.O.#3 On-Shore / Off-Shore split adjustment	0.00
Ch. O.#4. Adicionales varios	173,650.00
CD.O.#6 Suministro, instalación, puesta en servicio de caldera No. 2	31'000,000.00
Ch. O.#6 Designación de 2 bancos adicionales	0.00
Ch. O.#7. Soporte de monitor gigante	0.00
Ch. O.#8. Adicionales varios, GSU Hydran II Monitor, Replacement Surge Arresters, Re-coat Foundations with Plastic, Stairs for HRSG Stack Extension, Fiber Optic, Platform Improvement Storage Area	139,798.39
Ch. O.#9. Excavación en roca, ejecutados para la cimentación de la caldera, torre de enfriamiento, bombas de condensado, sistema contra incendios, banco de ductos y en la zona de turbina de vapor.	165,955.77
VALOR ACTUAL DE CONTRATO	115'982,304.16

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe de Contratos Periféricos (1 de 2)

- **Sistema de suministro de agua.**

- **Sistema de respaldo agua de refrigeración (pozos costeros):**

- La empresa ACISA inicio los trabajos de perforación de los pozos, a la fecha tiene perforado más de 50 metros en el primer pozo, de un total estimado de 100m.
 - Está en elaboración el expediente a presentar al INC para la obtención de los permisos relacionados con las excavaciones para el tendido de la tubería de impulsión.
 - Se ha ejecutado el levantamiento topográfico desde la zona costera hasta la central, para el recorrido de la tubería de impulsión. Con dicha información, El Director del Proyecto elaborará los términos de referencia para la contratación de la ingeniería básica.
 - Walsh sigue avanzando en la ejecución del EIA.
 - El término de todos los trabajos en los pozos costeros se han reprogramado para Julio del 2007.

- **Ampliación y mejoramiento de SS.AA:**

- El sistema está operativo, se han terminado las pruebas de puesta en servicio, quedando algunos temas pendientes menores por resolver.
 - Está en su fase final la revisión de las cantidades y precios para el cierre del contrato con CAM.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Informe de Contratos Periféricos (2 de 2)

- **Proyecto de comunicaciones y envío señales COES (Synopsis)**

Ya están disponibles y configuradas en el Centro de Control del COES las señales del turbo grupo a vapor que se enviarán al COES. En este periodo se han realizado verificaciones con el centro de control del COES.

- **Estudios del sistema eléctrico solicitados por el COES:**

El COES ha aprobado los estudios los estudios del sistema eléctrico para la configuración 2x2x1 (500 MW), con observaciones relacionadas principalmente con la capacidad de las líneas de transmisión entre la S/E Chavarría y S/E Ventanilla. EDEGEL inició los contactos con el concesionario REP para resolver y/o aclarar dichas observaciones.

Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Programas y Avances del Proyecto (1 de 1).

• Avances reales v/s avances programados:

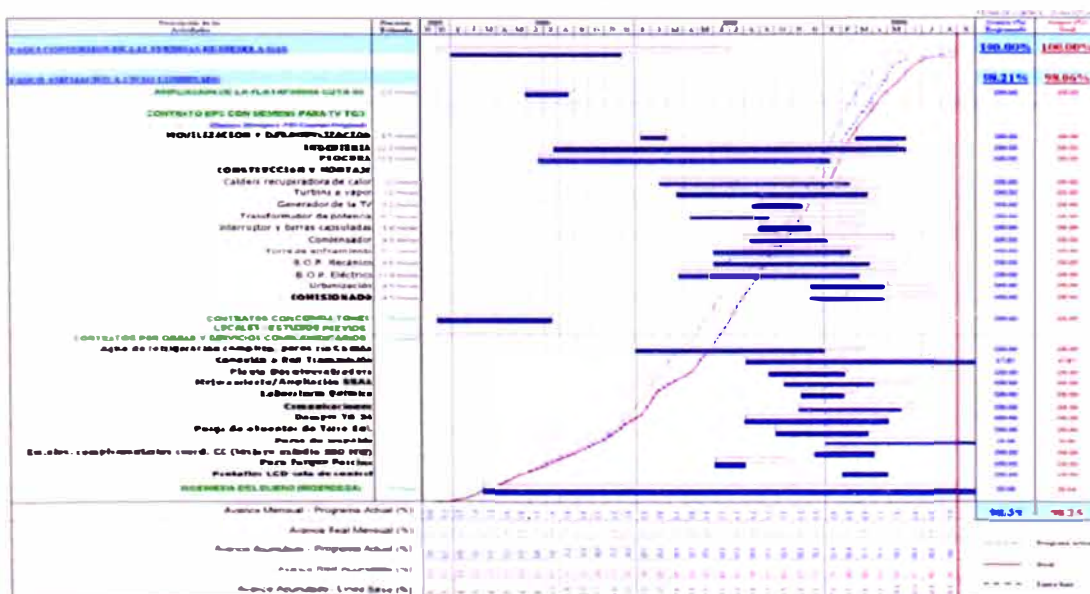
- **Global, Fase I y II:** Avance real **98.06%** v.s. **98.91%** de avance programado.
- **Fase II, Ciclo Combinado:** Avance real **98.05%** v.s. **98.21%** de avance programado.
- **EPC SIEMENS, Caldera N°02:** Avance real **99.01%** v.s. **99.50%** de avance programado.

Comentarios:

- Las obras asociadas con la CH N°05, correspondiente a la caldera N°02, muestran para la **fase de construcción** un avance real de 98.62% v.s. 100% de avance programado, con un atraso de 1.38%. En la **fase de Puesta en servicio** el avance real es de 64.23% v.s. 68.45% de avance programado. Siemens aún mantiene como fecha para el PAC el 18-Set-06.
- Con la llegada de los soportes faltantes, Siemens aceleró sus trabajos en los diferentes frentes de la construcción. La limpieza preoperacional, el soplado con vapor y la puesta en servicio también mostraron un buen ritmo que permite mantener la fecha objetivo del PAC.
- El mantenimiento mayor de la TG33 obligará a iniciar las pruebas del ciclo 2+2+1 más tarde de lo programado (a partir del 25.09.06 según programa de mantenimiento). Con lo anterior, se estima que el inicio de la operación comercial se postergará hasta el 01.10.06. Cualquier adelanto en el mantenimiento mayor de la TG33 tendría un efecto directo en dicho hito.
- Si el COES no permite iniciar las pruebas como programado, o pone restricciones severas para ejecutarlas, dicha fecha podría verse retrasada.
- La curva avance de las Obras Complementarias ha sido reprogramada. En ella se ha modificado ejecución del proyecto de los pozos costeros, cuya fecha de término ha sido estimada para Julio del 2007.

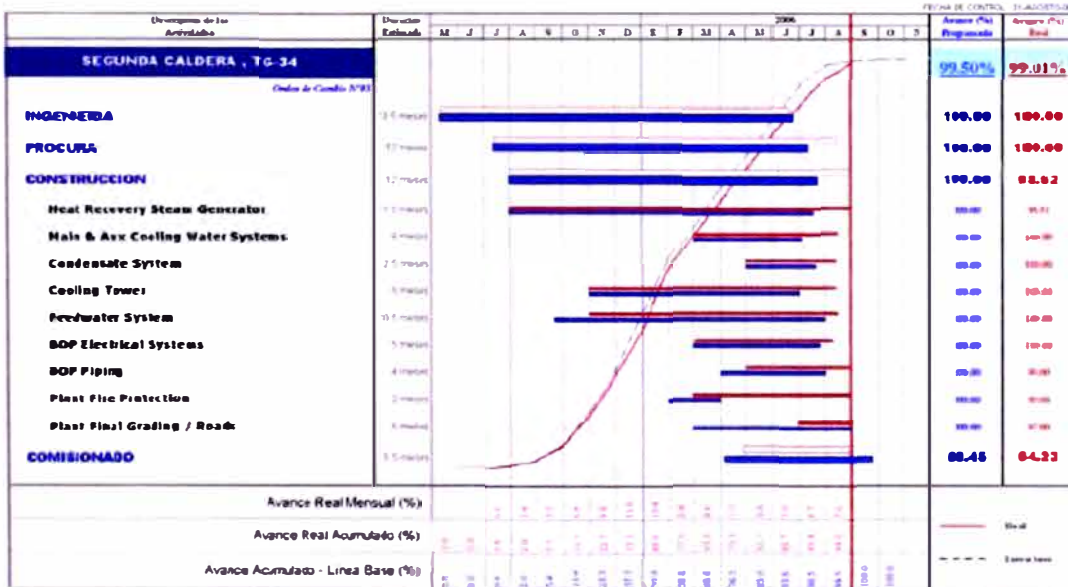
Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

PROYECTO AMPLIACION CENTRAL VENTANILLA A CICLO COMBINADO
CONTROL DE LA CARTA GANTT / CURVA S (VERSION B - AGOSTO 06)



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

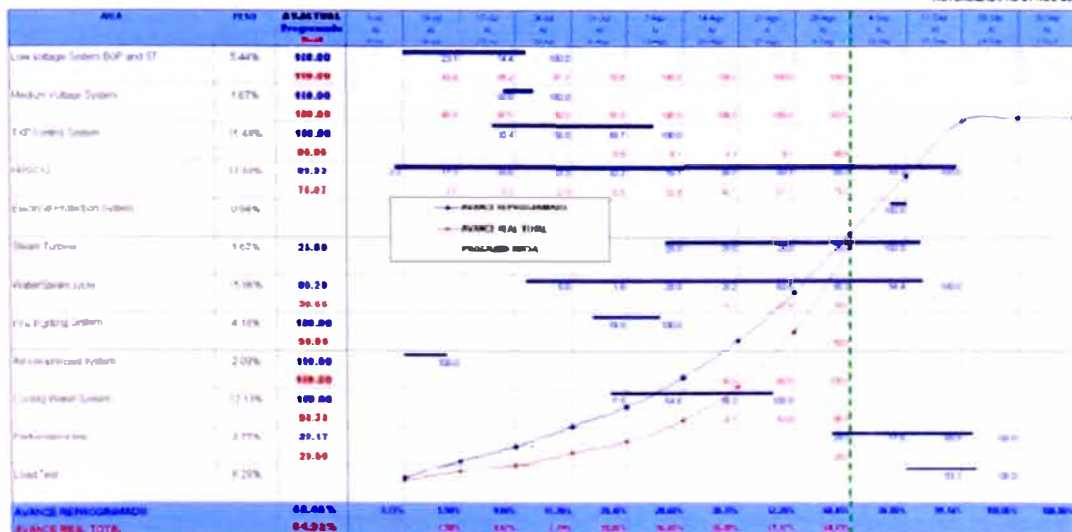
PROYECTO AMPLIACION CENTRAL VENTANILLA A CICLO COMBINADO
CURVA S DE AVANCE - SEGUNDA CALDERA



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

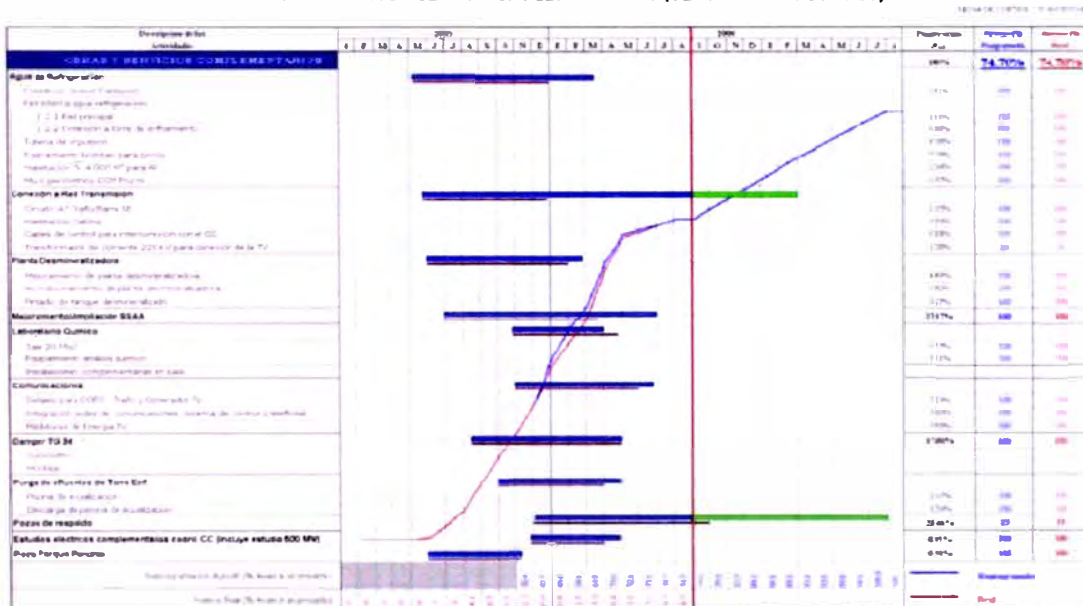
PROYECTO AMPLIACION CENTRAL VENTANILLA A CICLO COMBINADO
CURVA S DE AVANCE - COMMISSIONING UNIDAD GT34-HRSG12-ST10

VERSION 2 29-AGOSTO-06
ACTUALIZADO AL 31-AGO-06



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

PROYECTO AMPLIACION CENTRAL VENTANILLA A CICLO COMBINADO
CURVA S DE AVANCE - OBRAS COMPLEMENTARIAS (VERSION 3 - AGOSTO 05)



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

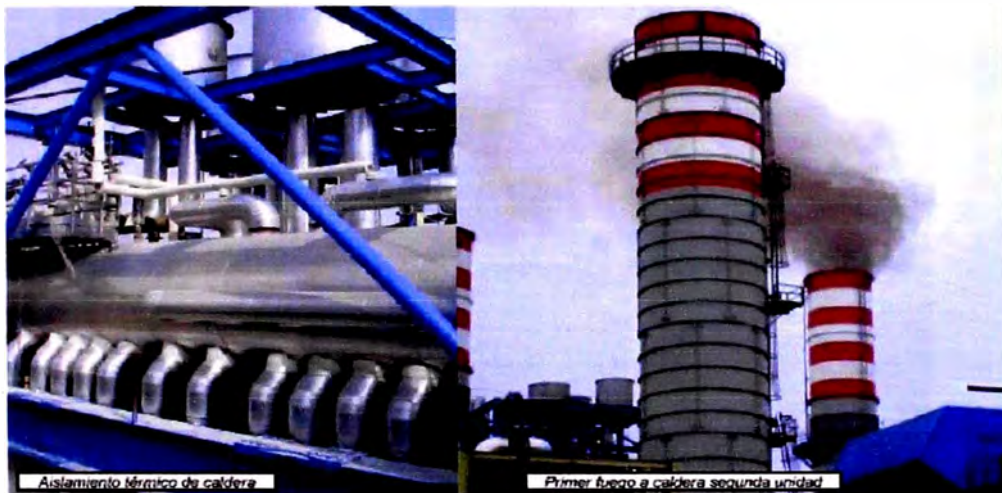
Seguridad y medio ambiente

- **Indices de Prevención de Riesgos en las Obras (Global):**
 - Durante el periodo no se registraron accidentes con tiempo perdido, los índices de seguridad disminuyeron ligeramente, según lo siguiente:
 - **IF acum.: 14.76** que se compara con límite máximo esperado de IF=7
 - **IG acum.: 258** que se compara con límite máximo esperado de IG=180
 - **Cantidad de accidentes incapacitantes : 0**
 - **Cantidad de accidentes fatales : 0**
 - **Total HH trabajadas : 1,422,512 HH**
 - **Fuerza laboral promedio mes: 354 personas aproximadamente**

Informe Mensual Nº 25 . Agosto 2006

Fotografías (1/5)

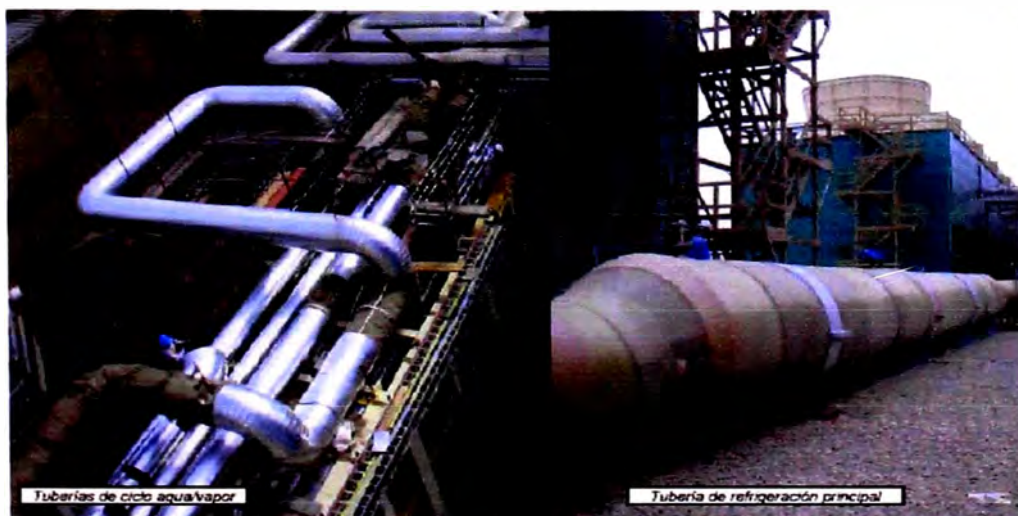
- Etapa II - Caldera Recuperadora de Calor Nº02 TG 34



Informe Mensual Nº 25 . Agosto 2006

Fotografías (2/5)

- Montaje de tuberías – Segunda Unidad



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Fotografías (3/5)

- **Etapla II - Torre de enfriamiento N°02**



Informe Mensual N° 25 . Agosto 2006

Fotografías (4/5)

- **Pre-Comisionado Segunda Unidad**



Fotografías (5/5)

- Vista general de la Plataforma



Apéndice 3

FOTOS DE LA EJECUCION DEL PROYECTO



Foto 1: Obras civiles y de montaje 1



Foto 2: Obras civiles y de montaje 2



Foto 3: Obras civiles y de montaje 3



Foto 4: Obras civiles y de montaje 4



Foto 5: Montaje HRSG1 y cimentación HRSG2



Foto 6: Obras civiles y de montaje 5



Foto 7: Obras civiles y de montaje 6



Foto 8: Obras civiles y de montaje 7



Foto 9: Montaje de HRSG 1 y 2



Foto 10: Obras civiles y de montaje 8



Foto 11: Obras civiles y de montaje 9



Foto 12: Montaje de HRSG 1 y 2



Foto 13: Pruebas de arranque del ciclo 1x1x1



Foto 14: Pruebas de arranque del ciclo 2x2x1



Foto 15: Pruebas de arranque del ciclo 2x2x1



Foto 16: Pruebas de arranque del ciclo 2x2x1