

BENCHMARKING A DOS PLANTAS TÉRMICAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA
DE COLOMBIA, APLICADO A ÍNDICES DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO (AOM) Y SU INFLUENCIA SOBRE COSTOS APLICANDO EL
CRITERIO AOM.

WILLIAM ANTONIO CASTELLANOS GARCÍA
JOSE DE JESUS DÍAZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2008

BENCHMARKING A DOS PLANTAS TÉRMICAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA
DE COLOMBIA, APLICADO A ÍNDICES DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO (AOM) Y SU INFLUENCIA SOBRE COSTOS APLICANDO EL
CRITERIO AOM.

WILLIAM ANTONIO CASTELLANOS GARCÍA
JOSE DE JESUS DÍAZ

Monografía para optar el título de Especialista en
Gerencia de Mantenimiento

Director
RICARDO BARRERA OJEDA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2008

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresa sus agradecimientos a:

William:

DIOS por ser consejero, protector y guía en todos los acontecimientos de mi vida.

A mi esposa SANDRA PATRICIA por su amor incondicional, su voz de aliento, ternura, comprensión, ayuda y apoyo.

A mis hijos, por su cariño y tiempo que he dejado de dedicarles.

Mis padres MARIA DOMITILA y CELIO IGNACIO por su apoyo y confianza.

Mi familia, que me ha apoyado y aplaudido cada logro como si fuera de ellos mismos.

COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE SOCHAGOTA, por su colaboración incondicional.

RICARDO BARRERA, director de la monografía.

A mis compañeros por hacer más fáciles y acogedoras las clases, y compartir esas laboriosas jornadas de estudio y trabajo.

A los maestros de la especialización por sus enseñanzas, consejos y experiencias comentadas.

Con cariño y aprecio para aquellas personas que me apoyaron e hicieron suyo este logro.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO	3
1.1 MARCO REFERENCIAL	3
1.2 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO	3
1.3 SUBASTA PARA LA ASIGNACIÓN DE LAS OBLIGACIONES DE ENERGIA FIRME (OEF)	13
1.4 PROCESOS EN PLANTAS TÉRMICAS	15
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	26
2. COSTOS EN ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (COSTOS A.O.M.) PARA PLANTAS TÉRMICAS	27
2.1 NOCIONES BÁSICAS DE COSTOS	27
2.2 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DE COSTEO	30
2.3 COSTOS AOM PARA PLANTAS TÉRMICAS	32
3. BENCHMARKING	36
3.1 ORIGEN DEL BENCHMARKING	36
3.2 TIPOS DE BENCHMARKING	37
3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BENCHMARKING	39
3.4 ETAPAS DEL BENCHMARKING	40
3.5 BENCHMARKING PARA PLANTAS TÉRMICAS TENIENDO EN CUENTA COSTOS AOM	62
4. PLANTEAMIENTO DEL PROCESO DE BENCHMARKING	67
4.1 BENCHMARKING PARA DOS PLANTAS TÉRMICAS DE COLOMBIA	68
4.2 FORMAR EL EQUIPO DE BENCHMARKING	68
4.3 ESCOGER FUENTES CONFIABLES PARA EL BENCHMARKING	68

4.4 RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION	70
4.5 REPORTE DEL ESTUDIO DE BENCHMARKING PARA LA PLANTA A CARBÓN	80
4.6 REPORTE DEL ESTUDIO DE BENCHMARKING PARA LA PLANTA A GAS	85
4.7 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA	88
5. CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	92

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Reestructuración del sector eléctrico	4
Figura 2. Nuevo esquema del sector eléctrico	5
Figura 3. Estructura institucional del Sistema eléctrico nacional	6
Figura 4. Aportes de los diferentes agentes generadores	9
Figura 5. Tipos de plantas de generación eléctrica en Colombia	10
Figura 6. Localización de centrales de generación eléctrica en Colombia	11
Figura 7. Esquema planta generadora de energía a carbón	16
Figura 8. Esquema caldera a vapor	17
Figura 9. Esquema sistema de carbón	18
Figura 10. Álabes de turbina a vapor	19
Figura 11. Esquema torre de enfriamiento	21
Figura 12. Esquema planta de clarificación	22
Figura 13. Esquema planta generadora de energía a gas ó fuel oil en ciclo simple	24
Figura 14. Esquema planta generadora de energía a gas ó fuel oil en ciclo combinado	25
Figura 15. Diagrama de secuencia costeo tradicional	31
Figura 16. Diagrama de secuencia costeo ABC	32
Figura 17. Pensando fuera de la caja	41
Figura 18. Las cinco etapas del benchmarking	42
Figura 19. Necesidades del cliente para el benchmarking	43
Figura 20. Estructura típica de un equipo de benchmarking	47
Figura 21. La búsqueda de las mejores prácticas.	50
Figura 22. Las diferencias en el desempeño.	59

Figura 23. Modelo gerencial implantado para plantas térmicas	67
Figura 24. Consumo térmico específico neto	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos técnicos termopaipa IV.	23
Tabla 2. Datos técnicos termosierra.	25
Tabla 3. Diferencias entre costeo tradicional y costeo ABC	33
Tabla 4. Tipos de benchmarking	38
Tabla 5. Consumo de energía por arranque durante arranques	73
Tabla 6. Índices de corrección para consumo de agua cruda	76
Tabla 7. Consumos de ACPM para operación de la unidad	77
Tabla 8. Índices de gestión financiera a carbón	81
Tabla 9. Índices de gestión de mantenimiento a carbón	82
Tabla 10. Índices de gestión operativa a carbón	83
Tabla 11. Índices de gestión administrativa a carbón	84
Tabla 12. Índices de gestión ambiental a carbón	85
Tabla 13. Índices de gestión financiera a gas	86
Tabla 14. Índices de gestión de mantenimiento a gas	86
Tabla 15. Índices de gestión operativa a gas	87
Tabla 16. Índices de gestión administrativa a gas	87
Tabla 17. Índices de gestión ambiental a gas	88
Tabla 18. Análisis financiero para plantas a carbón	89
Tabla 19. Análisis financiero para plantas a gas	89

RESUMEN

TITULO: BENCHMARKING A DOS PLANTAS TÉRMICAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE COLOMBIA, APLICADO A ÍNDICES DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM) Y SU INFLUENCIA SOBRE COSTOS APLICANDO EL CRITERIO AOM.

AUTORES : WILLIAM ANTONIO CASTELLANOS GARCIA
JOSE DE JESUS DIAZ

PALABRAS CLAVES: *Benchmarking, plantas térmicas, Costos AOM, Administración, Operación, Mantenimiento.*

DESCRIPCIÓN: El objetivo principal de este estudio es detectar los índices más representativos del sector termoeléctrico, para proponer puntos de referencias tangibles y posibles de optimizar a corto, mediano y largo plazo. Teniendo en cuenta esta finalidad se desarrolló la teoría del sector eléctrico Colombiano, tales como los diferentes aportes de cada tipo de generación a la oferta del sector eléctrico Colombiano; dando a conocer el escenario en que las termoeléctricas operan. Además se explican los procesos generales que ocurren tanto en plantas con generación eléctrica a carbón como en generación eléctrica a gas en ciclo combinado y en ciclo simple. Para complementar este contexto se plantea un capítulo de teoría de costos, realizando un paralelo entre el costeo tradicional y el costeo ABC (Costos basados en la actividad), y por último los diferentes tipos de costos aplicados a plantas térmicas, que en Colombia son los costos AOM (Administración, Operación y Mantenimiento). La segunda teoría principal es el benchmarking y basados en el libro de Spendolini, se resumen los cinco pasos esenciales para llevar a cabo un estudio de benchmarking. Se integran las dos principales teorías incluidas, para encontrar junto con los conocimientos de plantas térmicas, los diferentes índices influyentes en costos AOM, la forma de obtenerlos mediante ecuaciones prácticas y las diferentes variables que deben corregirlos para obtener un dato comparable. Al final de este capítulo, en algunas tablas se resumen y se indican los índices de clase mundial extraídos de los dos estudios referenciados, tanto de las plantas de la India, así como de un estudio elaborado para costos en plantas térmicas en Colombia. Al final se proponen metas, con el fin de que las plantas térmicas incluidas en el estudio optimicen procesos, que al final implican disminución de los costos de administración, operación y mantenimiento.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director Ricardo Barrera Ojeda, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: BENCHMARKING IN TWO COLOMBIAN THERMAL POWER GENERATING UNITS APPLIED TO ADMINISTRATION, OPERATION AND MAINTENANCE INDEXES AND THEIR INFLUENCES ON THE COSTS APPLYING THE AOM CRITERIA.

AUTOR : WILLIAM ANTONIO CASTELLANOS GARCIA
JOSE DE JESUS DIAZ

KEY WORDS: *Benchmarking, Thermal power plants, Costs AOM, Administration, Operation, Maintenance.*

DESCRIPTION: The main objective of this study is to identify the most representative thermal power sector indexes, to suggest a tangible benchmarks proposal and optimize potential achievements at short, medium and long term. Given this purpose, it was developed the theory of Colombian electricity sector, such as the different contributions of each type of; giving an idea the scenario where the thermo power plant operate. Besides it was explained, the general processes that occur in both plants with coal fired power plants and gas combined cycles or simple cycle power plants. To complement this context there is a chapter in theory costs, making a parallel between the traditional costing and costing ABC (Activity Based Costs), and finally the different types of costs applied to thermal power plants, especially in Colombia where the AOM costs criteria (administration, Operation and Maintenance) was applied in order to pay the availability power cost. The second theory is based on benchmarking and the Spendolini's book, summarizes the five essential steps to carry out a study of benchmarking. It integrates the two main theories including, to find together with knowledge of thermal power plants, the main influential indexes in the AOM costs, how to obtain them through equations practices and the different variables that must be correct to obtain comparable data. At the end of this chapter, some tables are summarized and indicates the indexes world-class, taking out from the two studies referenced, the first one developed in order to optimize the power sector in India and a study prepared for costs in thermal plants in Colombia. At the end it was suggested targets, in order that the thermal plants included in this study optimize processes, which at the end will be a way in order to minimize the operation, administration and maintenance costs.

* Monograph

** School of mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.

Director: Ricardo Barrera Ojeda, Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

Los nuevos tratados que se adelantan en los congresos mundiales en cuanto al medio ambiente, que casi obligan a que los procesos en particular de las plantas térmicas sean lo más eficientemente posibles con el fin de evitar que cada Megavatio generado consuma la menor cantidad de energía posible y así implementar desarrollos sostenibles y producción más limpia. Por otro lado, la globalización de la economía ha hecho que algunas empresas empiecen a trabajar proactivamente para ver cómo realizan sus procesos internos las empresas de clase mundial, esto sucede en particular con las compañías y multinacionales de los países desarrollados. Existen también las compañías que hasta el momento no los ha tocado la globalización y por lo tanto no han reaccionado ante dicho acontecimiento esto se da especialmente en países subdesarrollados, cobijados por los subsidios o ya sea por los aranceles que los ha hecho fuertes frente a la competencia externa. Sin embargo, todas las economías tienden a realizar tratados de libre comercio y esto implica reaccionar ante la posibilidad que los productos van a ser comercializados mundialmente y por tanto que la competencia va a hacer que las compañías que salgan mejor libradas van a ser las que han tratado de realizar sus procesos internos de los productos comparados con tecnologías de clase mundial.

Basados en lo anterior todas las empresas deben empezar a pensar globalmente y por tanto realizar sus procesos con mentalidad de estar por lo menos de los mejores en su clase, y así, evitar que en el momento en que la competencia de multinacionales ingrese, puedan estar en capacidad de competir tanto en precios como en calidad ó en el peor de los casos sobrevivir.

Por otro lado, los países están tratando de regular especialmente las empresas de servicios públicos, como lo es la energía en nuestro caso, para tener argumentos y bases demostrables, tangibles y creíbles además de tener los diferentes procesos documentados y así evitar que surjan leyes ó tarifas impuestas sin bases teóricas o prácticas firmes se realizan seguimiento a los diferentes índices y costos, así como comparación de los mismos, además de servir como una herramienta fundamental para realizar planeación de costos a mediano y largo plazo.

La idea de plantear un estudio de benchmarking es relevante en esta época de competencia global, de optimización de costos y procesos, como también de entregar la mejor calidad haciendo que los requerimientos del cliente sean alcanzados al pie de la letra. Este estudio es relevante también desde el punto de vista de realizar procesos de formas metódicas, documentadas, analizadas, monitoreadas y comparables.

Se realizó un Benchmarking a dos plantas térmicas de Colombia, a saber Termopaipa IV , la planta de generación de energía eléctrica de 150 MW a carbón más moderna en Colombia y Termosierra planta para generación de energía eléctrica de 275 MW a base de gas con ciclo combinado. Básicamente el estudio consistió en documentar la parte teórica del tema, investigación de otros estudios realizados en el sector ó área, recopilación, análisis y complemento de dos estudios realizados a plantas térmicas y por último el planteamiento de diferentes índices claves de desempeño que desde el punto de vista de los autores merecen ser monitoreados y comparables a nivel mundial, pues para el negocio inciden sobre los factores críticos de éxito. Por último, realizar una matriz comparativa de los valores encontrados en las dos térmicas con los de clase mundial investigados.

El estudio se realizó aplicando las cinco etapas básicas para un estudio de esta naturaleza, teniendo como base las experiencias tenidas en el campo de las térmicas y ayudados principalmente por dos estudios hechos en el año 2002 y 2004. El primero es un Benchmarking efectuado a plantas térmicas de la india con el fin de motivar a algunas plantas térmicas de la India, teniendo como meta que en el año 2008 tengan procesos de clase mundial, este objetivo, además agravado por la situación de déficit de disponibilidad de potencia tanto en horas normales como en horas pico de disponibilidad de potencia en la India, teniendo como referencia de clase mundial algunas plantas de Australia, Alemania y Japón. El segundo estudio fue realizado por una firma auditora británica con el fin de encontrar y argumentar los diferentes costos de operación y mantenimiento para operar una planta térmica en Colombia, y así dar fundamentación técnica para una futura licitación de plantas térmicas ó como es el caso de este año que se hará una subasta, con el fin de aumentar la oferta de energía del sistema interconectado nacional. El principal, y más inmediato objetivo en el caso de esta estudio será, en algunos índices, no alcanzar a lograr los mejores niveles ó resultados, pero sí utilizar esta información, para establecer objetivos específicos para sus productos ó procesos, así como detectar debilidades, con el fin de mejorar desempeños en las áreas ó procesos detectados.

1. EL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

1.1 MARCO REFERENCIAL

En Colombia las termoeléctricas son apenas el 18% de la capacidad disponible de generación eléctrica del Sistema Interconectado Nacional, dicha capacidad es muy baja para periodos de sequía ó de temporadas como “El niño” de 1991. Por tanto, las termoeléctricas deben garantizar, no sólo disponibilidad al sistema, sino que una confiabilidad máxima para dichos períodos críticos de sequías. Complementado a que la generación con plantas hidroeléctricas es mucho más económica, amigable al medio ambiente y eficiente. Por lo anterior se hace imperante que se contemplen en un mediano plazo, tanto para las plantas de generación térmica actuales, como para proyectos futuro, los índices y procesos claros; y su influencia directa, potencial y ponderada que impactan sobre los costos y por tanto sobre un proyecto de esta naturaleza que sea argumentado clara y fácilmente a un ente regulador como la Comisión de Regulación de Energía y Gas. Esto integrado con el enfoque global que las industrias y el mercado han implantado cada día más palpable en todas las compañías, el caso de ISA en Colombia, ha hecho que las organizaciones piensen no solamente en sus procesos internos, sino que vean hacia fuera tanto a la competencia como a las empresas de “Clase mundial”.

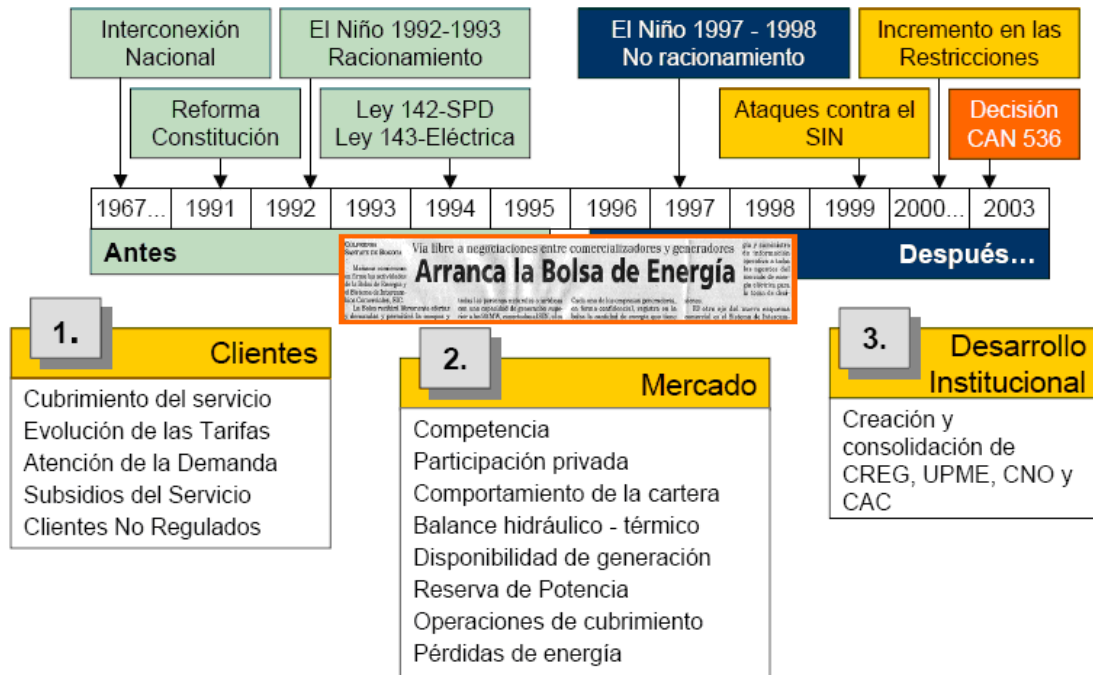
1.2 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

Antes de 1994 el sector eléctrico colombiano era un total y absoluto monopolio del estado. Soportado en la reforma constitucional de 1991, se reestructura el sector eléctrico y ha venido consolidando las reformas iniciadas en la primera mitad de los 90’s mediante las leyes 142 y 143 de 1994, ver figura 1.

Con la Ley 142, también llamada Ley de Servicios Públicos se introdujo el modelo de mercados de competencia para la prestación de servicios públicos en Colombia sometidos a la regulación, control y vigilancia por parte del Estado. Para el servicio de energía eléctrica en particular, con la Ley 143 se estableció el esquema aplicable a las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, así como los elementos rectores del mercado de energía mayorista (MEM), este mercado entró en operación el 20 de julio de 1995 bajo este enfoque.

La consolidación de su reforma se ha basado fundamentalmente en el desarrollo del marco regulatorio, la conformación de un esquema de mercado mayorista de electricidad, el desarrollo de reglas para la distribución, transporte y comercialización de energía eléctrica y la entrada de nuevos agentes privados al mercado.

Figura 1. Reestructuración del sector eléctrico.



Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

La participación del estado a partir del modelo de competencia, tiene lugar en tres instancias a través de una estructura que ha permanecido inmodificable desde 1994: la definición de la política energética, la regulación, y la vigilancia y control.

La definición de la política está a cargo del Ministerio de Minas y Energía (MME). Una parte esencial de la política energética se desarrolla a través de la Unidad de Planeación minera energética (UPME), unidad administrativa especial adscrita al Ministerio de Minas y Energía, que tiene como parte de sus funciones establecer los requerimientos energéticos del país y elaborar el plan energético Nacional, y el plan de expansión del sector eléctrico Colombiano, ambos de naturaleza indicativa, y en concordancia con el proyecto del plan Nacional de Desarrollo. Todo el esquema está indicado en la figura2.

La tarea regulatoria es desarrollada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la cual esta integrada por:

- Ministro de Minas y Energía, quien lo preside.
- Ministro de Hacienda y Crédito Público.
- Director del Departamento Nacional de Planeación (DANE).
- Cinco expertos en asuntos energéticos, de dedicación exclusiva, nombrados por el Presidente de la República para periodos de cuatro años.

Figura 2. Nuevo esquema del sector eléctrico.



Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

La tarea regulatoria es desarrollada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la cual esta integrada por:

- Ministro de Minas y Energía, quien lo preside.
- Ministro de Hacienda y Crédito Público.
- Director del Departamento Nacional de Planeación (DANE).
- Cinco expertos en asuntos energéticos, de dedicación exclusiva, nombrados por el Presidente de la República para periodos de cuatro años.

La labor de vigilancia y control es desempeñada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. El superintendente es nombrado por el Presidente de la República.

Además de las mencionadas anteriormente, el Mercado de Energía Mayorista (MEM), cuenta para su funcionamiento con un ente central denominado Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC), encargado del registro de contratos, facturación y liquidación de todas las transacciones que se realizan en el mercado y el mantenimiento de los sistemas de información.

La planeación, control y supervisión integrada de los recursos disponibles del sistema, Generación, Interconexión y transmisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) está a cargo del Centro Nacional de Despacho (CND) que junto con el ASIC son dependencias de la empresa XM S.A. E.S.P, regulada por la CREG.

Figura 3. Estructura institucional del Sistema eléctrico nacional.



Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

1.2.1 El mercado de energía mayorista (MEM):

Esta conformado por un conjunto de sistemas de intercambio de información entre los generadores y los comercializadores de energía eléctrica que operan en el Sistema Interconectados Nacional (SIN), para realizar contratos bilaterales de energía a largo plazo y transacciones de corto plazo en la bolsa de energía (pool de generadores).

Son agentes del MEM los generadores, comercializadores y transportadores. Los generadores están obligados a participar en el MEM con todas sus plantas o unidades de generación conectadas al SIN y con capacidades mayores o iguales a 20 MW, las cuales deben ser despachadas centralmente por el Centro Nacional de Despacho (CND). Todos los comercializadores que atiendan usuarios finales conectados al SIN están obligados a realizar sus transacciones de energía a través del MEM. En este mercado se transa toda la energía que se requiere para abastecer la demanda de los usuarios conectados al SIN, y que es ofertada por los agentes que conectan sus plantas o unidades de generación a dicho sistema.

1.2.2 Transacciones en el MEM

Cualquier generador que ingrese a este mercado puede desarrollar la actividad de generación mediante su participación libre, en igualdad de condiciones en cualquiera de estas transacciones o en todas ellas.

Este esquema operativo, así como las reglas de funcionamiento y participación han permanecido estables desde la entrada en operación del mercado, incorporando solamente las modificaciones necesarias para preservar la competencia y la eficiencia en el mercado. Para el anterior cargo por capacidad, desde su regulación inicial en 1996 se definió un periodo de vigencia de 10 años, que culminó el 30 de noviembre de 2006. Una vez vencido este periodo y después de un proceso aproximado de 2 Años de estudios, propuestas y discusión con la industria y demás interesados, se sustituyó dicho cargo, a partir del 1 de diciembre de 2006, por el actual cargo por confiabilidad.

- Contratos bilaterales financieros de compra de energía, con precio, cantidad y modalidades contractuales definidas libremente entre los generadores y comercializadores; el mercado de contratos bilaterales es fundamentalmente un mercado financiero. La función de estos contratos es reducir la exposición a la volatilidad de precios en el mercado de corto plazo. La entrega física de la energía comprometida en ellos se efectúa a través de la bolsa, por parte del generador que suscribió el contrato, o por parte de otro generador según lo determine el despacho ideal.

No hay restricción alguna a la capacidad que un agente generador o comercializador pueden comprometer en contratos bilaterales, ni para el horizonte de tiempo que estos acuerdos deben cubrir. El único requisito es que el contrato especifique la cantidad que será usada en cada hora por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, ASIC, para su liquidación.

Las compras de energía efectuadas por comercializadores mediante la suscripción de contratos bilaterales con destino a usuarios regulados (67%) se rigen por reglas que garantizan la competencia entre generadores en ese tipo de transacciones, mientras que las efectuadas por comercializadores con destino a usuarios no regulados (33%) se negocian a precios y condiciones pactadas libremente entre las partes.

- Transacciones horarias directas en la bolsa de energía, definidas día a día, cuyos precios y cantidades físicas son determinados por la interacción horaria entre oferta y demanda; El MEM en Colombia supone un sistema de nodo único. En este mercado el estado de la Red de transmisión es neutral, lo que significa que el agente hace su oferta de precio y disponibilidad de generación para cada día, las 24 horas, sin considerar el estado de la red de transmisión. Con base en las ofertas más económicas se seleccionan los recursos que serán despachados para abastecer la demanda. A este despacho se le conoce como despacho ideal, pues difiere del despacho real en que este último incorpora las restricciones que puedan presentarse en la red de transmisión, en otras palabras, el despacho ideal, determinado por el CND se obtiene de considerar la demanda real y la disponibilidad real de las plantas o unidades de generación, sin tener en cuenta las restricciones impuestas por la red de transmisión y el despacho de ciertos recursos de generación forzada.

Las ofertas de precios que presenten los generadores que participan en el MEM deben reflejar los costos variables de generación y los costos de oportunidad.

El precio del último recurso utilizado para atender la demanda en cada hora es el que fija el precio al que serán remunerados todos los recursos inframarginales en esa misma hora y se denomina precio de bolsa. La parte de la demanda de energía de los comercializadores que no este cubierta por contratos bilaterales, debe pagarse también a este precio de bolsa. La liquidación de las obligaciones y acreencias financieras de los participantes en la bolsa es realizada por el ASIC.

- Subasta para la asignación de Obligación de Energía Firme (OEEF), del cargo por confiabilidad, que sustituyó al cargo por capacidad, cuyos precios y cantidades también son determinados por la interacción de la oferta y la demanda.

1.2.3 Confiabilidad en el suministro de energía eléctrica

La energía eléctrica en Colombia proviene fundamentalmente de plantas de generación hidráulica (77% aproximadamente), y en una menor proporción de plantas de generación térmica (18%)¹, como se puede evidenciar en la figura 4. Por tanto, al depender de los aportes hidrológicos, las épocas de sequía que se presentan en eventos como el niño hacen indispensables contar con plantas de generación térmica, que reemplen energía generada por hidroeléctricas para atender la demanda. De no contar con estos recursos los usuarios tendrían que ser racionados, con los correspondientes costos sobre la economía nacional y el bienestar de la población.

Uno de los principios subyacentes en un sistema de precios como el diseñado para el mercado mayorista de energía colombiana, es que este debe proporcionar la señal económica a largo plazo para la expansión de la capacidad instalada requerida por el país. Así mismo, la evolución y el comportamiento de los precios deben reflejar el nivel de confiabilidad en el suministro que esta dispuesta a pagar la demanda nacional.

Sin embargo, la volatilidad de los precios de la bolsa que se explica en gran parte por el elevado componente hidráulico y la estacionalidad climática (7 meses de invierno, 5 meses de verano), puede constituir un riesgo considerables para aquellos generadores que deben disponer de fuentes de financiación de sus proyectos de generación, si no cuentan con mecanismos que cubran estas eventualidades.

Por estas consideraciones, se encontró indispensable implementar un esquema de remuneración que permita hacer viable la inversión en los recursos de generación necesarios para atender la demanda de manera eficiente en condiciones críticas de abastecimiento hídrico, a través de la estabilización de los

¹ www.xm.com.co.

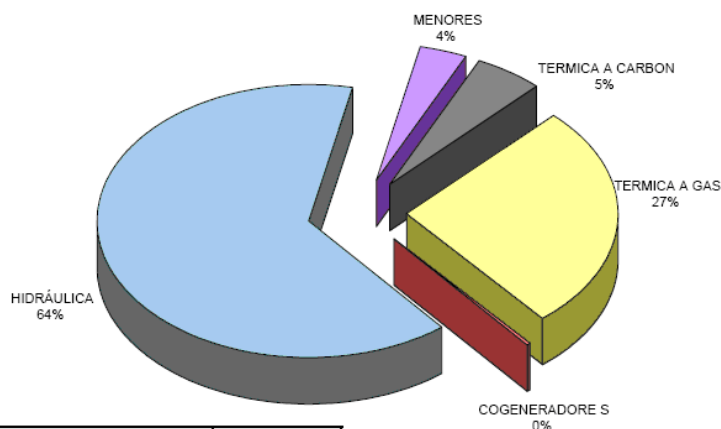
ingresos del agente. Este esquema esta incorporado en la legislación colombiana desde la ley 143 de 1994, articulo 23. Complementado por un estudio de diversidad de tipos de plantas existentes en Colombia, ver figura 5.

La ley 143 dio origen al mercado mayorista de energía eléctrica, la reglamentación de este mercado fue desarrollada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Para este propósito la comisión se asesoró de asesores nacionales e internacionales y con el apoyo de las empresas del mismo sector, promulgó las reglamentaciones básicas, dicha comisión es un ente regulador tanto de precios como de calidad de energía y juega el papel del lado gubernamental.

Los cambios propuestos por el gobierno fueron los siguientes²:

- i. Introducir la competencia en el sector eléctrico.
- ii. Permitir la inversión nacional y extranjera, con el fin de privatizar las compañías estatales.
- iii. Eliminar la integración vertical, separando los negocios de transmisión, distribución y generación.
- iv. Dejar al estado el papel de ente regulador, representado por la CREG.

Figura 4. Aportes de los diferentes agentes generadores.



CAPACIDAD EFECTIVA	(MW)
COGENERADORES	24.5
HIDRÁULICA	8,561.0
MENORES	479.7
TERMICA A CARBON	700.0
TERMICA A GAS	3,562.0
TOTAL	13,327.2

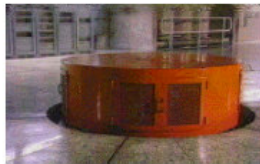
Datos a Febrero 15, 2007

Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

² CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 143 de 1994 En línea. Disponible en Internet: http://www.secretariassenado.gov.co/leyes/L0143_94.HTM

Figura 5. Tipos de plantas de generación eléctrica en Colombia.

- Central hidroeléctrica (embalse, filo de agua, minicentral)
- Central térmica (carbón, gas, fuel oil, cogeneradores, etc)
- Central Eólica



Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

En la figura 6 se encuentran localizadas las diferentes plantas de generación eléctrica en Colombia.

1.2.4 El cargo por confiabilidad

Remuneración que se paga a un generador por la energía firme que le fue asignada en una subasta para la asignación de obligaciones de energía firme o en el procedimiento que haga sus veces.

Esta energía firme es la cantidad de energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación continuamente, en condiciones de baja hidrología, en un periodo de un año.

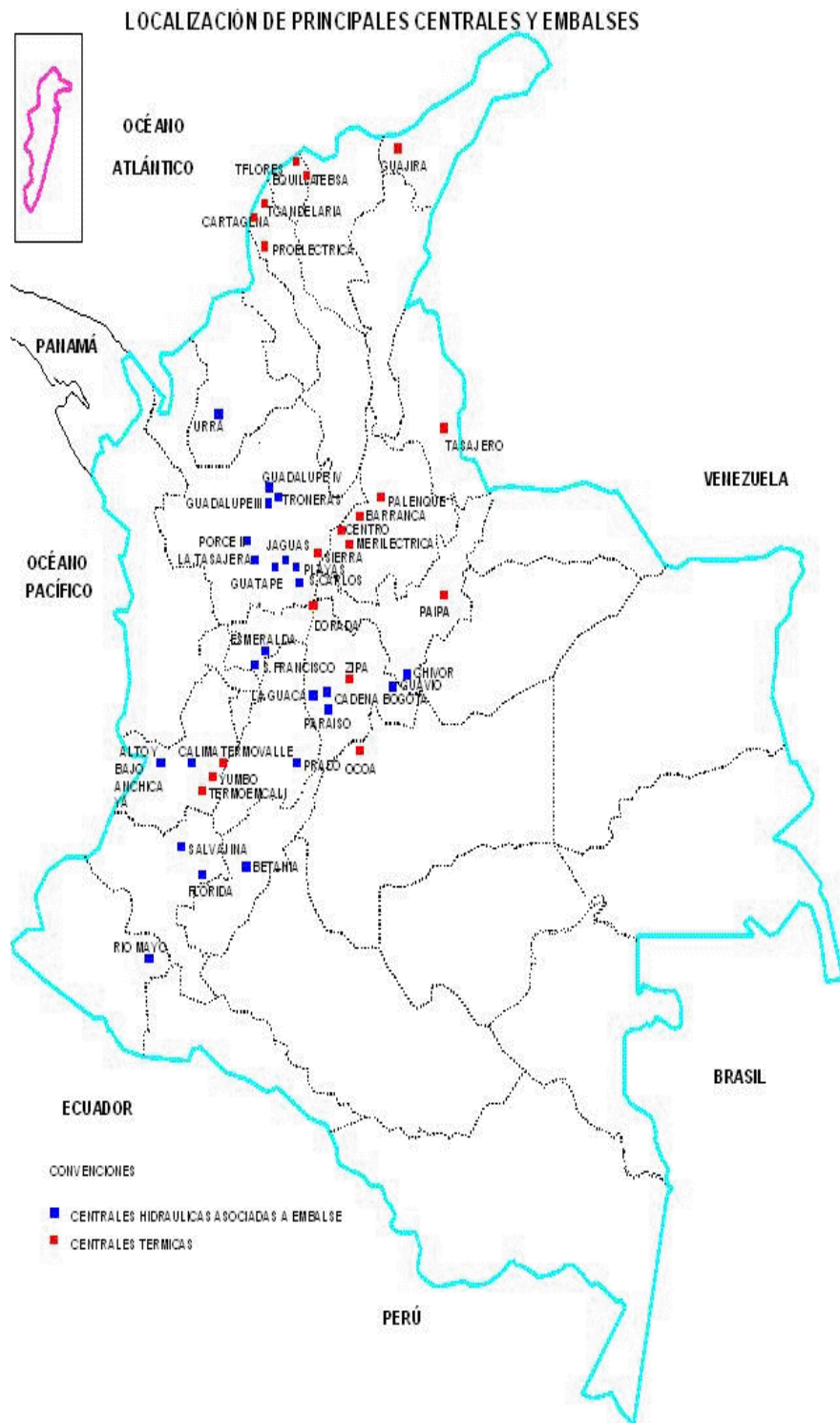
Luego de diez años de aplicación del Cargo por Capacidad, la comisión diseñó un nuevo esquema basado en un mecanismo de mercado denominado Cargo por Confiabilidad, que opera desde el primero de diciembre de 2006³, conservando lo esencial del esquema de liquidación, facturación y recaudo que garantizó con éxito, durante los diez años continuos el pago a los generadores del Cargo por Capacidad.

El nuevo esquema permite asegurar que los recursos de generación no solo estén disponibles para abastecer la demanda, sino que se comprometen a suministrar la energía a un precio eficiente.

Para estos propósitos se subastan entre los generadores, las Obligaciones de Energía Firme (OEF), que se requieren para cubrir el nivel de demanda del sistema. El generador al que se asigna una OEF recibe una remuneración conocida y estable durante un plazo determinado, y se compromete a entregar determinada cantidad de energía cuando el precio de bolsa supera un umbral previamente determinado. Esta remuneración es liquidada y recaudada por el ASIC y pagada por los usuarios del SIN, a través de las tarifas que cobran los comercializadores.

³ COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS. Resoluciones 079 de 2006. Disponible en Internet : <<http://www.creg.gov.co>.

Figura 6. Localización de centrales de generación eléctrica en Colombia.



Fuente: Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia.

Las OEF del Cargo por Confiabilidad establecen un vínculo jurídico entre la demanda del mercado mayorista (los usuarios del SIN), y los agentes generadores, que permite obtener a ambos beneficios derivados de un mecanismo estable en el largo plazo y que da señales e incentivos para la inversión de nuevos recursos de generación, garantizando de esta forma el suministro de energía eléctrica necesario para el crecimiento del país. Para tener las reglas claras del funcionamiento de este mecanismo, se requiere tener en cuenta los siguientes conceptos:

- a.) Precio de escasez: Corresponde al valor de la planta más costosa que se pudiera utilizar en el sistema; es decir, la de menor eficiencia y tiene como combustible alternativo el F.O N°6. Para Diciembre /2006 $Pe = \$ 230.77/KWh$, correspondiente a Barranca 3, cuyo consumo específico es de 12.482 MBTU/MWh. Este precio es establecido por la comisión y actualizado mensualmente con base en la variación de precios de combustibles (New York Harbor Residual Fuel Oil 1% Sulfur LP Spot Price), tiene una doble función.
 - a. La primera, indicar a partir de que momento las OEF son exigidas.
 - b. La segunda, es fijar el precio al que se remunerará la energía entregada cuando tales obligaciones sean requeridas.
- b.) Vigencia de la obligación de energía firme (OEF): la decide el propietario o representante comercial del activo de generación que la respalda.
 - a. Si es un activo nuevo (al iniciarse la subasta no se ha iniciado la construcción del mismo), la Obligación que respalda puede tener una vigencia mínima de un año y máximo de 20 años.
 - b. Si se trata de un activo especial (al momento de efectuar la subasta la planta o unidad de generación se encuentra en proceso de construcción o instalación), la obligación que respalda este activo puede tener una vigencia mínima de un año y máxima de 10 años
 - c. Si es un activo existente (que se encuentra en operación comercial al momento de la subasta), la vigencia de la OEF es de un año.
- c.) Verificación del cumplimiento de la OEF: un agente con una OEF se compromete a generar, según el despacho ideal, una cantidad de energía diariamente, sin exceder la asociada a dicha OEF. Cuando el precio de bolsa supera el precio de escasez, para verificar que cada generador ha cumplido este compromiso, se suma la generación que resultó en cada hora del despacho ideal, de cada uno de los recursos de generación del agente. Este total debe ser al menos igual a su obligación diaria de energía firme, de lo contrario, la diferencia debe adquirirla en la bolsa de energía, y en caso de no ser suficiente, debe compensar a la demanda por el racionamiento causado.
- d.) Remuneración de la OEF: El generador a quien se ha asignado una OEF recibirá una remuneración fija durante el periodo de vigencia de la misma, haya sido solicitada o no. El precio por cada kilovatio hora (Kwh.) de la OEF corresponde al precio de cierre de la

subasta en la que el agente vendió su energía firme, y se denomina Precio del Cargo por Confiabilidad. Ahora bien, cuando esta energía es requerida, además del cargo por Confiabilidad recibe el precio de escasez por Kwh. generado asociado a su OEF. En caso de generar una energía mayor a su obligación, este excedente se remunerará a precio de bolsa.

1.3 SUBASTA PARA LA ASIGNACIÓN DE LAS OBLIGACIONES DE ENERGIA FIRME (OEF)

La asignación de las OEF entre los distintos generadores, se realiza mediante una transacción del Mercado de energía Mayorista, en la que interactúan la oferta y la demanda, a través de un proceso dinámico de negociación denominado subasta para la asignación de OEF, del tipo de reloj ascendente, que se ejecuta tres años antes de requerirse la energía firme.

1.3.1 Colombia y nuestro sector eléctrico en cifras

Población:	42 millones (75% urbana, 25% rural).
Tasa de cambio 2006:	2358 COP\$/ USD\$
Inflación anual 2006:	4.48 %.
Número Agentes:	36 Generadores, 11 Transportadores, 32 Distribuidores 67 Comercializadores.
Demanda energía 2006:	50815 GWh
Crecimiento demanda energía 2006:	4.07%.
Demanda máxima Potencia 2006:	8762 Mw.
Crecimiento demanda máx. Potencia	1.42%
Enficc Declarada - generadores 2006:	60 TWh-año.
Valor transacciones MEM 2006:	2.91 billones de US\$
Composición transacciones MEM 2006:	18.44% Mercado corto plazo 18.83% Cargo por capacidad. 56.71% Contratos bilaterales. 6.03% generación restricciones.

1.3.2 La bolsa de energía y su funcionamiento

El mercado de energía mayorista opera a través de contratos bilaterales y la Bolsa de energía.

El despacho y la operación del SIN son independientes de los acuerdos comerciales entre los agentes.

El proceso operativo de cada día funciona de la siguiente manera:

- i. El día anterior antes de las 07:00 cada oferente (generador) presenta su oferta de potencia horaria para el siguiente día con su respectivo precio de oferta.

- ii. A las 14:00 se emite el despacho horario 00:00 hasta 24:00, para el siguiente día. Aquí ya se tiene con los generadores programados para el despacho ideal junto con el precio marginal a que se liquidan toda la energía generada para cada hora del siguiente día.
- iii. En caso que haya generadores despachados que no pueden cumplir con el despacho programado, existe la posibilidad que entren otros generadores a los cuales se les remunera con el precio de escasez.

1.3.3 Dificultades de los aspectos regulatorios en el sector eléctrico colombiano

La capacidad instalada de generación eléctrica tuvo un crecimiento superior al 17% entre 1997 y el 2001, al pasar de 11,180 MW a 13,170 MW, siendo significativos los incrementos durante los dos primeros años del periodo en mención, los cuales estuvieron basados fundamentalmente en plantas térmicas a gas natural. De la capacidad instalada a diciembre 31 del 2001, el 66% corresponde a tecnología hidráulica, mientras el 34% corresponde a térmica.

En cuanto a la transmisión, el STN ha pasado de 10,340 Km. de circuitos en 1997 a 11,883 Km. en el año 2001, siendo ISA el mayor propietario con una participación del 68.4%.

Algunas de las dificultades que se hacen imprescindibles de mencionar con respecto a los aspectos regulatorios son los siguientes:

Aunque las cifras demuestran que hasta el momento el sistema eléctrico nacional no presenta déficit de potencia instalada frente a la energía demandada, se debe indicar que no hay claridad en la eficiencia del costo unitario empleado; lo que induce a que no haya compromiso para la expansión, probables fallas en el mecanismo de asignación. A pesar de los avances en el marco regulatorio y la consolidación del mercado, existen problemas que aún dificultan la sostenibilidad del nuevo esquema. Entre los principales podemos mencionar:

- i. No existen señales suficientes para la expansión en el largo plazo. Entre ellas:
 - a. Imperfecciones en el cargo por capacidad.
 - b. Inconformidad de los agentes sobre el mecanismo de remuneración de la generación fuera de mérito.
 - c. Exceso temporal de oferta, causado en parte por el bajo crecimiento del consumo debido a la recesión económica, atenúa las señales de largo plazo.
- ii. Disminución en la confiabilidad por efecto de los atentados terroristas contra la infraestructura de transmisión. Esta situación ha llevado al sistema a operar en condiciones límite de seguridad y ha deteriorado los índices de calidad de suministro. Igualmente ha generado un alto costo para las empresas transportadoras, a la vez que ha conducido a generar energía con recursos más costosos de lo normalmente requerido. En el año 2000, fueron derribadas 370 torres y en el año 2001, 254 torres. A pesar de esto, la rapidez en la operación del sistema en cuanto a despacho de energía y minimización de restricciones, ha permitido mantener el suministro en forma oportuna.

- iii. En cuanto a la actividad de distribución, las acciones más relevantes se han concentrado en la viabilidad de las empresas, la calidad del servicio y la expansión del mismo. Los empresarios han manifestado que el cargo por distribución no reconoce los costos totales, entre los cuales se destaca la tasa de recuperación del capital, la remuneración adecuada de los costos AOM, la recuperación de la inversión de las unidades constructivas, así como las pérdidas reconocidas de acuerdo con la topología de la red (pérdidas técnicas). Adicionalmente, las condiciones socioeconómicas de algunas regiones han afectado los niveles de pérdidas no técnicas y la recuperación de cartera.
- iv. Se han dilatado en el tiempo los procesos de convocatoria para la expansión de transmisión. En este punto se debe clarificar el objetivo de estas convocatorias y no perder de vista que la intención final es lograr expandir la red en forma oportuna y al menor costo posible para el usuario.

1.4 PROCESOS EN PLANTAS TERMICAS:

Debido a que los costos en plantas térmicas son referidos principalmente a los procesos, se hace imprescindible el tema para saber dividir y conceptuar acerca de los costos de operación y mantenimiento principalmente. Por tanto se hará una descripción general de la división de procesos en las plantas térmicas desde el punto de vista de los autores del trabajo.

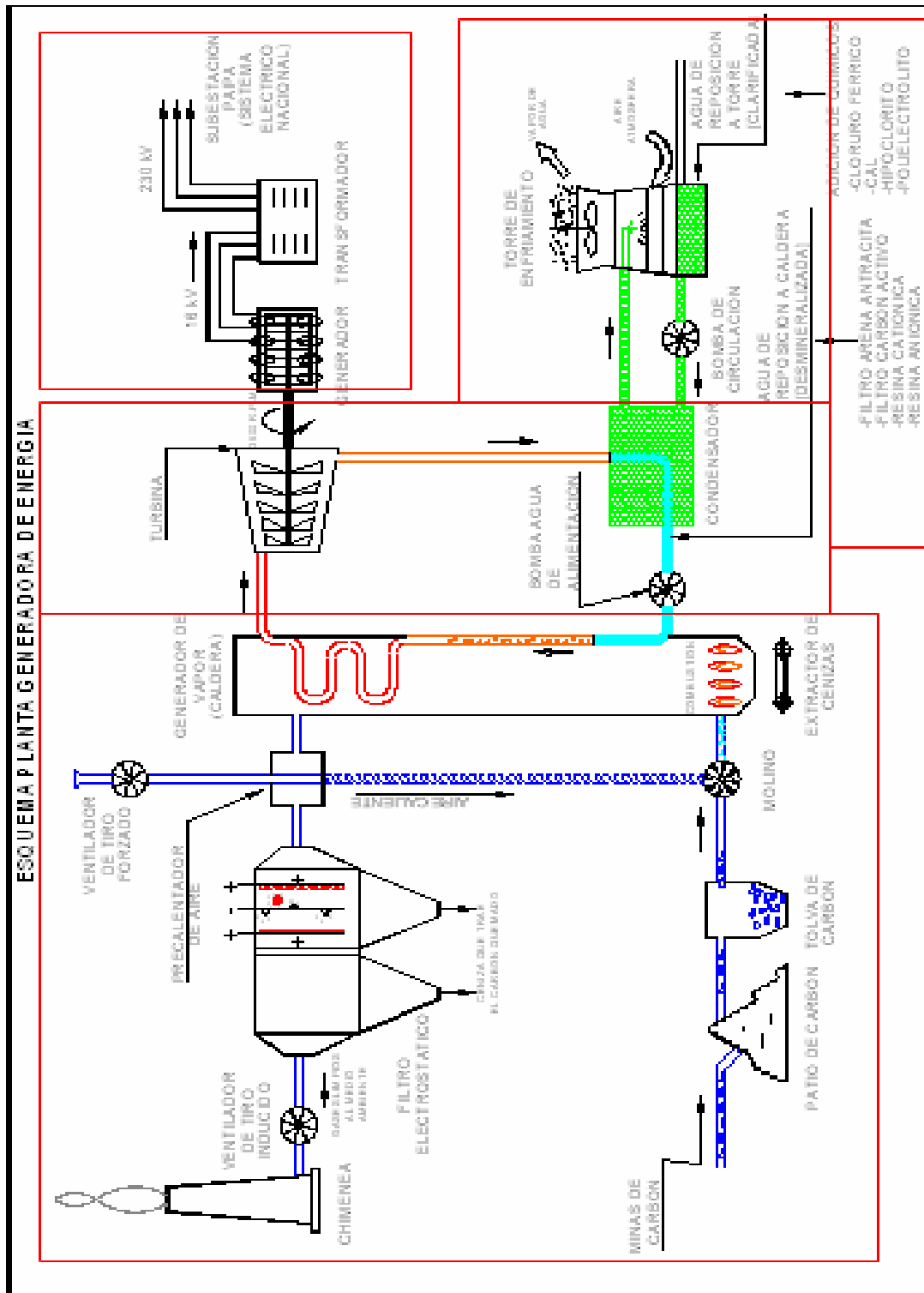
Existen en el sistema, centrales de vapor que utilizan carbón como combustible básico (Termopaipa 1, 2, 3 y 4, Termozipa 2, 3 4 y 5, Termotasajero) y otras que normalmente utilizan gas natural (Termoguajira 1 y 2, Termobarranquilla 3 y 4, Termocartagena 1, 2 y 3, Termobarranca 1, 2 y 3). Estas últimas están en condiciones de operar con combustibles alternos, carbón en el caso de Termoguajira y Fuel Oil No. 6 en el caso de Termobarranquilla 3 y 4, Termocartagena 1,2 y 3 y Termobarranca 1, 2 y 3.

1.4.1 Plantas térmicas a carbón

Para esta clase de plantas térmicas se ha dividido los procesos en cinco áreas que se pueden identificar en la figura 7:

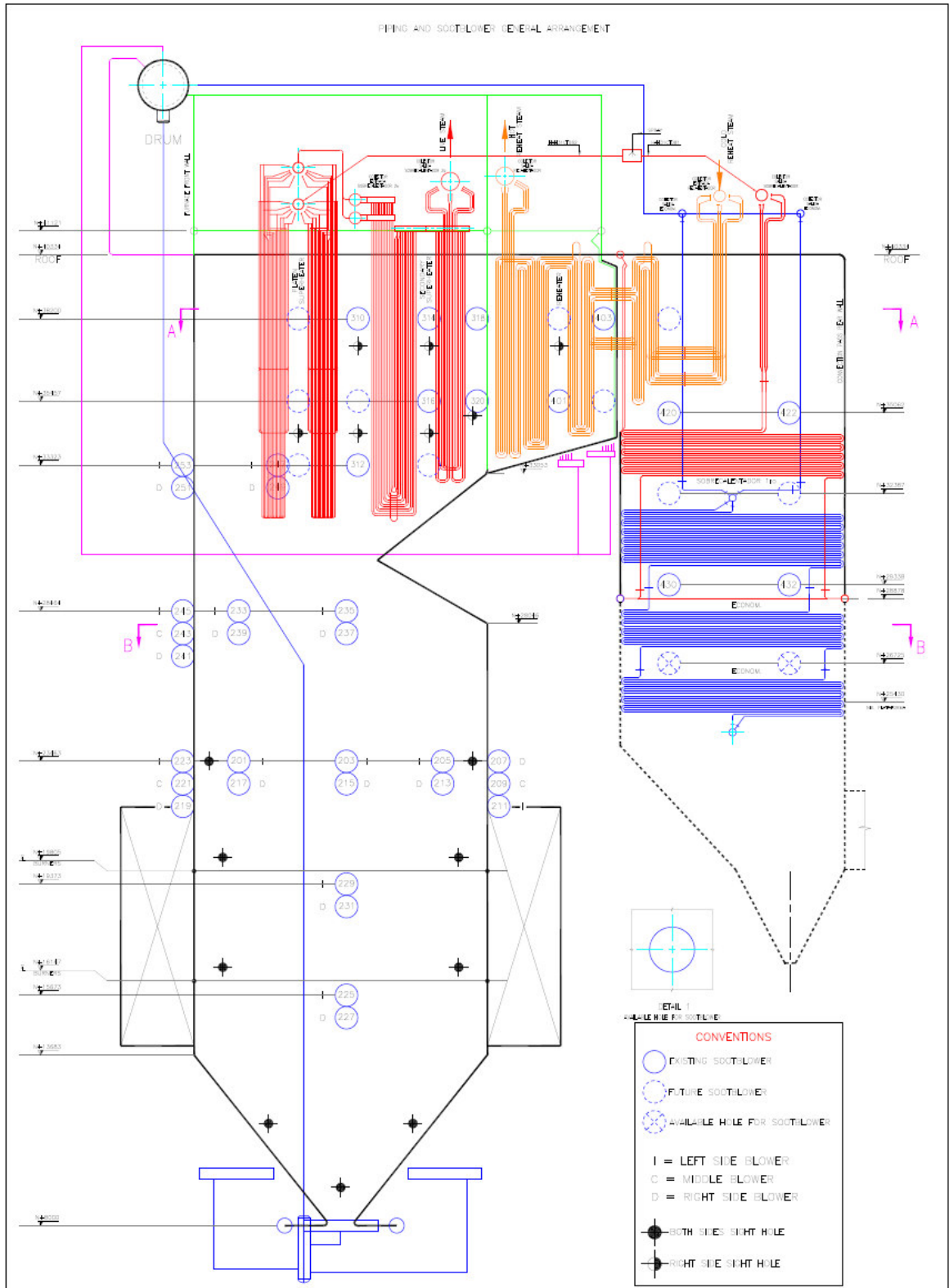
- i. El área de caldera que se puede dividir en tres unidades fundamentales:
 - a. Generador de vapor, que básicamente constituido por los sistemas de tuberías que se visualizan en la figura 8, a saber el sobrecalentador de vapor, economizador, recalentador de vapor, domo ó tambor agua-vapor , hogar , quemadores de carbón e ignitores. El proceso que se lleva a cabo es la conversión de energía química del combustible, que en este caso es el carbón, en energía térmica que es la generación de vapor que se alimenta a la turbina.
 - b. Sistema de aire-gases en donde se encuentran el ventilador de tiro forzado e inducido, precipitador electrostático, sistema de manejo de cenizas, calentador

Figura 7. Esquema planta generadora de energía a carbón.



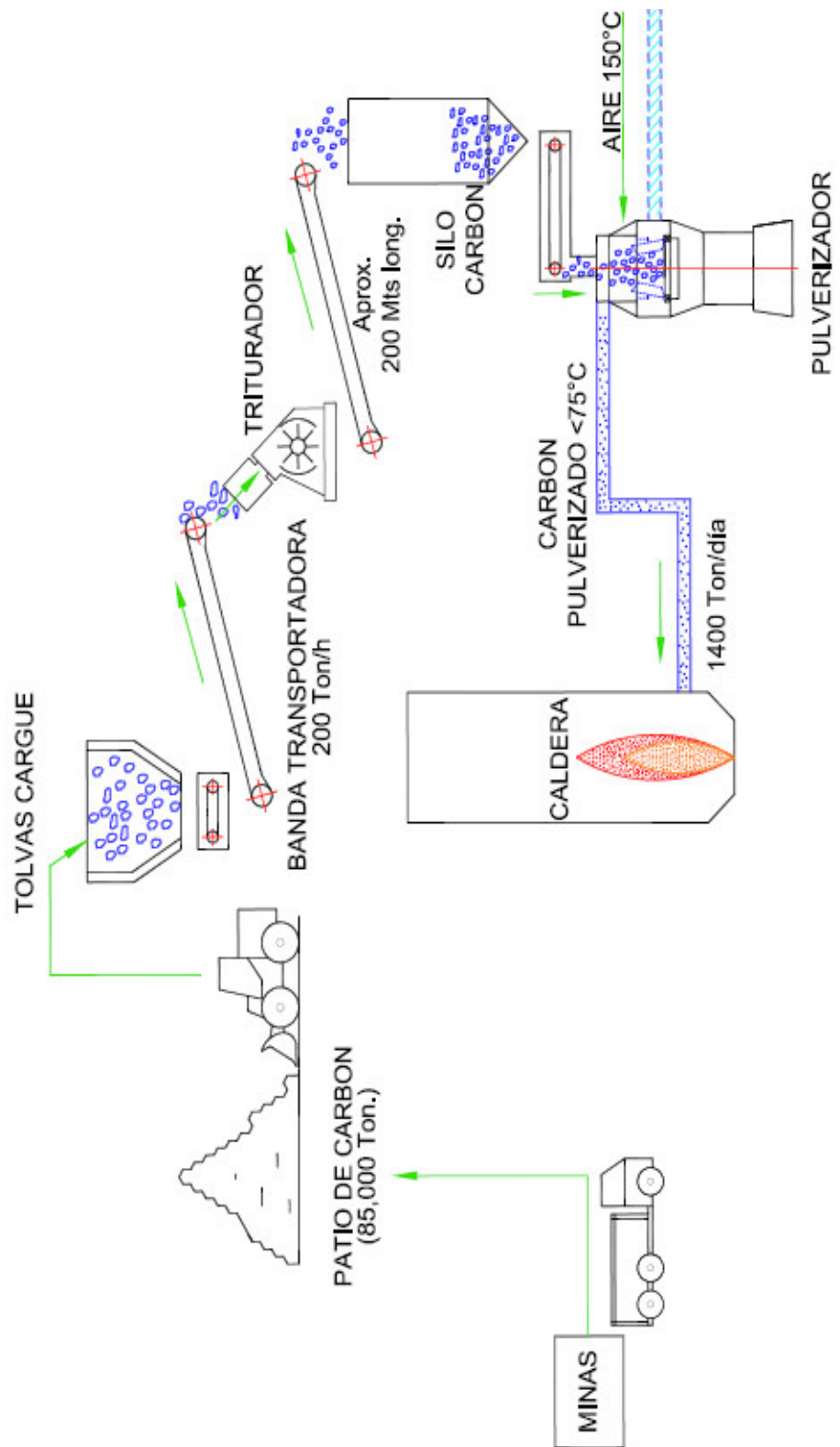
Fuente: CES.

Figura 8. Esquema caldera a vapor.



Fuente: CES.

Figura 9. Esquema Sistema de carbón.



Fuente: CES.

- c. de aire y los ductos tanto de aire como de gases y chimenea. El proceso en este sistema consiste en limpieza de gases (extracción de material particulado, realizado por el precipitador), disminución y aprovechamiento de la temperatura de los gases (calentando el aire que ingresa a la caldera para combustión, realizado por el calentador de aire) y posterior expulsión de gases por la chimenea.
 - d. El sistema de manejo de carbón que consta de las tolvas de carbón, bandas transportadoras, trituradoras, silos de carbón, molinos pulverizadores y ventiladores de aire primario. El proceso que se lleva a cabo en este sistema es la reducción de tamaño del carbón y transporte del mismo hacia los quemadores de la caldera. El esquema de este sistema se puede ver en la figura 9.
- ii. El área de turbina que se divide también en tres unidades fundamentales como son:
- a. Turbina a vapor, que consta de los sistemas de lubricación e hidráulico, las tuberías de vapor, las válvulas de control y de corte de las turbinas de alta y media presión, los cojinetes. El proceso en este sistema es la conversión de la energía térmica que trae el vapor, en movimiento ó giro de la turbina (energía cinética), este esquema se puede visualizar en la figura 10.

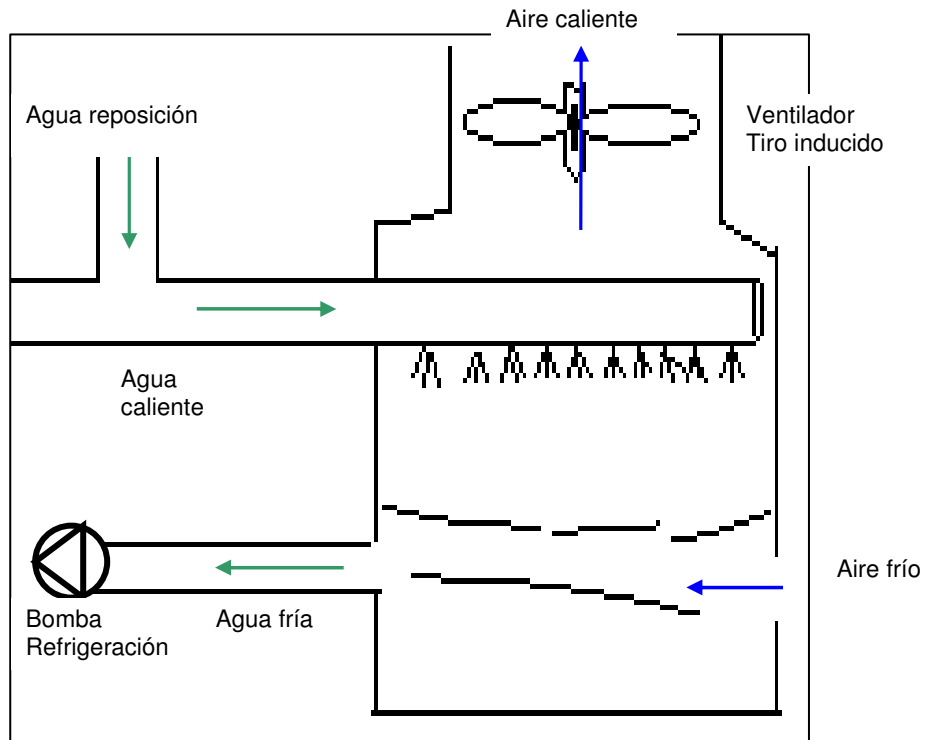
Figura 10. Alabes de turbina a vapor.



Fuente: Propia.

- b. Sistema de precalentamiento de agua que consta de el tanque de agua de alimentación, calentadores regenerativos de agua de alta presión, calentadores regenerativos de agua de baja presión, bombas de agua de alimentación, bombas de extracción de condensados y condensador. En este sistema, el proceso que se lleva a cabo es el mejor aprovechamiento del vapor, para transferirlo con una mejor eficiencia al agua de alimentación que va hacia la caldera.
 - c. Condensador, que está compuesto por tuberías de acero inoxidable ó cobre. El proceso que se lleva a cabo, es la transferencia de la energía con que sale el vapor de la turbina de baja presión (cambiando de fase de vapor a agua, condensándolo y volviéndolo a dejar disponible para ser bombeado a la caldera), entregando esta energía en el condensador al agua de circulación que viene de la torre de enfriamiento.
 - d. Torre de enfriamiento, dependiendo de la planta, algunas plantas tienen son piscinas artificiales para el enfriamiento del agua ó, simplemente toman el agua del río aguas arriba para el intercambio de energía con el condensador y lo entregan aguas abajo del río. Las plantas que tienen torres de enfriamiento constan de bombas de agua de circulación, válvulas de control de salida de agua, ventiladores de aire de tiro inducido, tubería de agua de circulación, piscina de almacenamiento de agua, cabezales aspersores de agua, separadores de agua y sistema de empaque ó módulos en PVC de enfriamiento. El proceso en este sistema, es complementario al del condensador. Toma el agua de refrigeración ó circulación, que se ha calentado en el condensador, y la pone en contacto con aire ambiente, le disminuye nuevamente la temperatura al agua de refrigeración, para que pueda ser nuevamente bombeada al condensador y cumplir un nuevo ciclo de enfriamiento. Ver figura 11.
- iii. El área de tratamiento de aguas consta de dos unidades fundamentales:
- a. El tratamiento de agua clarificada que tiene entre otros los tanques de mezcla con químicos floclantes, tanque floclador, y tanque de lámelas para separación y precipitación de lodos, así como también de todos los equipos de bombeo, agitadores y dosificadores de químicos. El proceso que se lleva a cabo en este sistema es la precipitación de sólidos y la eliminación de parte de

Figura 11. Esquema torre de enfriamiento.

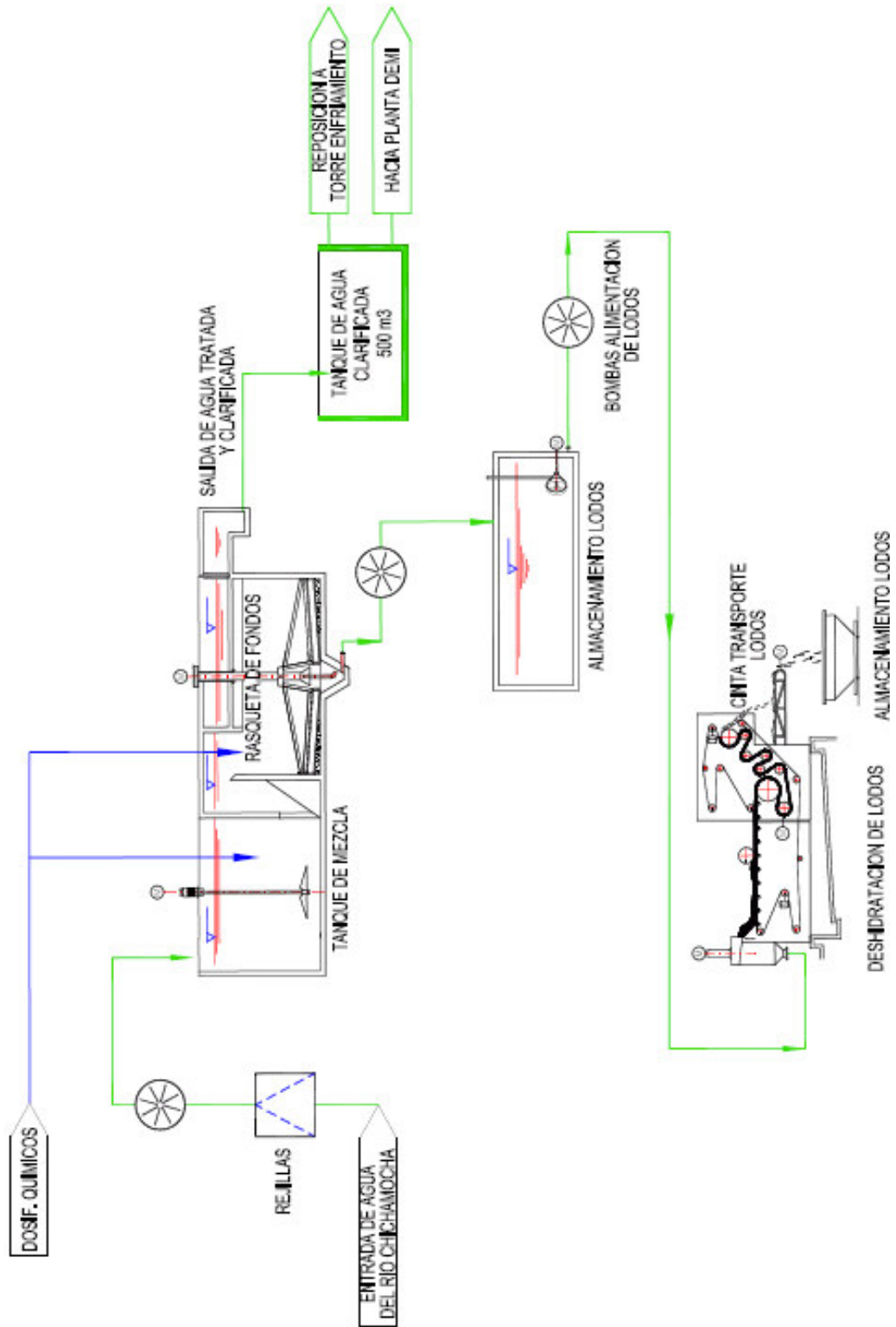


Fuente: Propia.

la materia orgánica que trae el agua del río, dejando el agua clarificada libre de partículas ó lodos. Esta agua es utilizada para reposición en la torre de enfriamiento, atemperación de tanques de drenajes, agua de servicios auxiliares y entrada para el proceso de desmineralización. Ver figura 12.

- b. El sistema de tratamiento de agua desmineralizada, consta de sistema de ósmosis inversa, filtro de arena antracita y de carbón activado, tanque desaireador, tanques para resinas aniónica y catiónica y los diferentes sistemas de bombeo y tanques auxiliares del sistema. El proceso que se lleva a cabo es la extracción de los sólidos remanentes del proceso de clarificación en la planta de ósmosis inversa, y posteriormente la extracción de los minerales por medio de las resinas aniónica y catiónica, esta agua es la utilizada en la reposición de nivel de agua en el ciclo agua vapor.

Figura 12. Esquema planta de clarificación.



Fuente: CES.

- iv. El sistema eléctrico, de transmisión y distribución, que para delimitar el sistema se puede poner como límite el punto de entrega de la energía al sistema interconectado. Este sistema consta principalmente de los barrajes internos para distribución de energía para los equipos auxiliares, transformadores de alta, media y baja tensión, generador, barra segura (con su planta generadora de emergencia), contadores de energía, redes y torres de transmisión. El proceso que se lleva cabo es convertir el movimiento ó giro de la turbina y el campo magnético del generador en energía eléctrica, y posteriormente elevar el voltaje de la energía y conducirla a los consumidores.

En la tabla 1 se encuentran los datos técnicos generales para la planta Termopaipa IV:

Tabla 1. Datos técnicos Termopaipa IV.

Unidad	Termopaipa IV		Empresa	Compañía Eléctrica de Sochagota (CES) S.A. E.S.P.	
Fecha de inicio de operación comercial			01.08.1999		
Ubicación	País	Colombia (Sur América)		Altitud	2498 m.s.n.m
	Departamento	Boyacá		Temperatura promedio	14 °C
	Ciudad	Paipa (Km 5 Via Paipa-Tunja)		Presión promedio	756 mbar(a)
Capacidad	Instalada	165 MW	Combustible	Principal	Carbón Bituminoso
	Neta	152 MW		De arranque	ACPM

Fuente: CES.

1.4.2 Plantas térmicas a gas (ciclo simple)

Cuando hablamos de una planta térmica a gas su proceso más sencillo y simple que se puede encontrar, como se puede visualizar en la figura 13 consta de:

- i. Tomar aire del medio ambiente, lo introduce a un compresor que eleva presión y temperatura al aire, y lo entrega a un combustor.
- ii. El combustor, que es donde se produce la combustión al mezclar aire – combustible y una chispa ignitora; los gases de combustión son entregados a una turbina.
- iii. La turbina de potencia, que con eje solidario a un generador, finalmente obtiene energía eléctrica, finalmente los gases de combustión salen a la atmósfera. A esto también lo denominamos ciclo simple.

Normalmente estos equipos son diseñados para operar con combustible dual, generalmente gas natural o con diesel, siendo, lógicamente mucho más barato la producción con gas Natural.

1.4.3 Plantas térmicas a gas en ciclo combinado

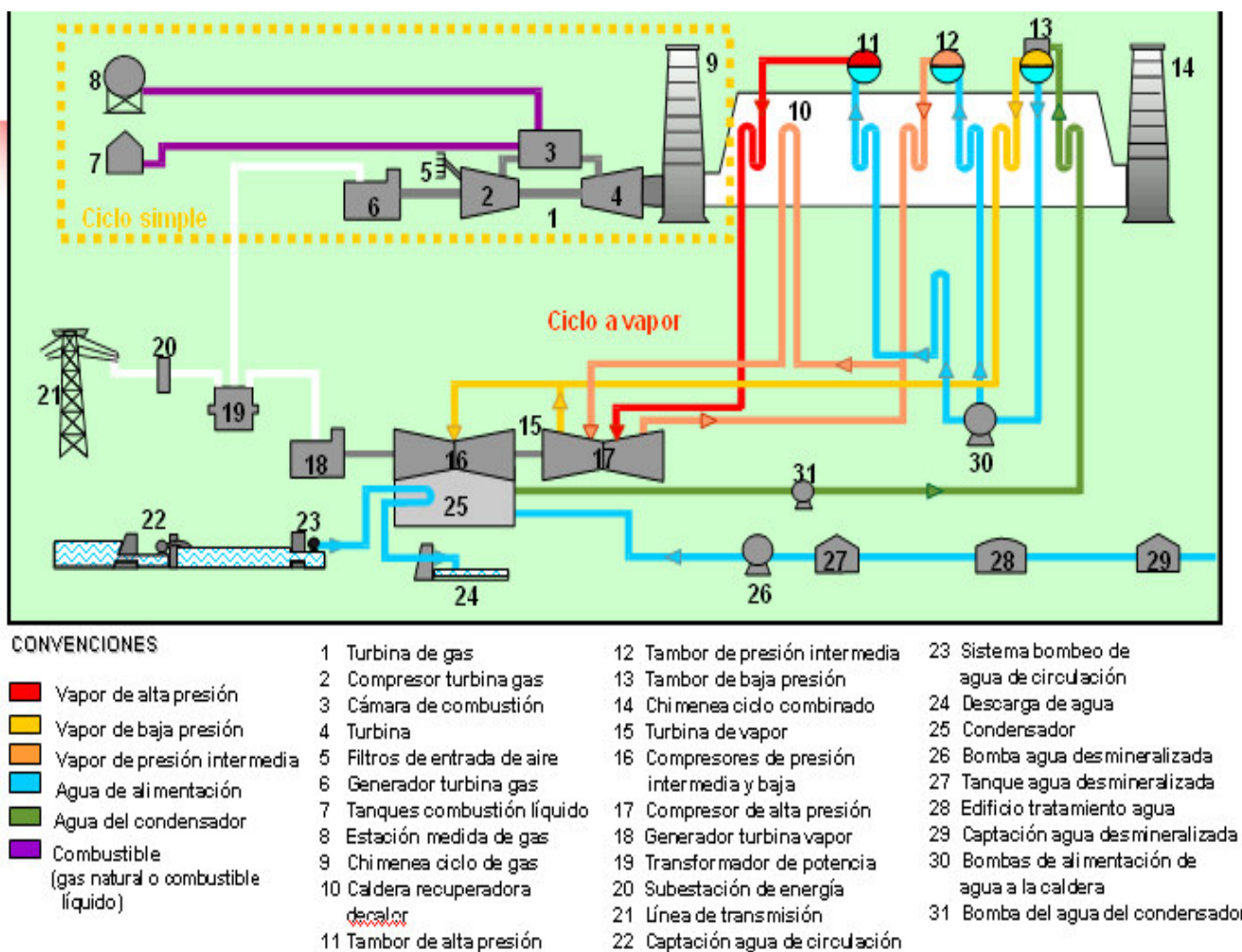
Cuando hablamos de una planta térmica en ciclo combinado, lo que tenemos es una etapa similar al ciclo simple, complementada con una planta de carbón excluyendo todo el sistema de manejo de

Tabla 2. Datos técnicos Termosierra.

Unidad	Termosierra		Empresa	Empresas Públicas de Medellín (EPM); S.A. E.S.P.	
Fecha de inicio de operación comercial			1998 2*150 MW- Ciclo Simple + 2001 1*180 MW Ciclo combinado		
Ubicación	País	Colombia (Sur América)		Altitud	127 m.s.n.m
	Departamento	Antioquia		Temperatura promedio	28 °C
	Ciudad	Municipio Puerto Nare		Presión promedio	950 mbar(a)
Capacidad	Instalada	480 MW	Combustible	Principal	Gas
	Neta	455 MW		Secundario	ACPM

Fuente: Propia.

Figura 14. Esquema planta generadora de energía a gas ó fuel oil en ciclo combinado.



Fuente: propia.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.5.1 Justificación

El ramo de generación de energía cada vez está más globalizado, gestión que ha venido impulsando ISA, ahora xm, en nuestro país y en toda Suramérica, dicha gestión hace que se busquen prácticas eficientes y económicas con el fin de afrontar las diferentes novedades y evoluciones de los diferentes procesos.

Esta técnica nos ayudará a tomar decisiones a base de hechos y no de intuición, localizar quiénes son los mejores haciendo algo y aprender de sus aciertos. Adicionalmente, nos permitirá no malgastar tiempo y dinero tratando de reinventar soluciones que ya existen y que aplican otras empresas, y acelerar los procesos de mejora. No se buscará en primera instancia ser los mejores, pero si optimizar procesos y procedimientos para de manera gradual, encontrar objetivos que nos impulsen hacia los mejores niveles ó resultados.

1.5.2 Objetivos generales

- i. Detectar los índices más representativos del sector, que sean factores claves de éxito relacionados con los costos AOM .
- ii. Realizar un proyecto de benchmarking de los índices representativos a mínimo dos plantas térmicas de nuestro país.
- iii. Detectar los índices susceptibles de ser mejorados, y plantear objetivos para optimizar el desempeño de los mismos.

1.5.3 Objetivos específicos

- i. Seleccionar datos confiables de comparación tanto internos como externos.
- ii. Comparar los parámetros propios con las mejores prácticas “reportadas ó medidas”.
- iii. Indicar las referencias generales para cada índice con el fin de hacer “comparables” los procesos en diferentes plantas, diferentes escenarios y diferentes entornos.

2. COSTOS EN ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (COSTOS A.O.M.) PARA PLANTAS TERMICAS

En Colombia los costos reconocidos para establecer tarifas para las plantas térmicas son reguladas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), dicha comisión se basa en los costos de Operación y mantenimiento en que incurren las mismas, ya que son los más transparentes que desde el punto de vista de regulador se puede encontrar a pesar de que cada unidad sea un universo completamente diferente y por tanto haya dispersiones en tales costos que se tratan de normalizar. En este numeral se tratará el tema de los costos de Administración, Operación y Mantenimiento enfocado a plantas térmicas para tener un punto de vista técnico y administrativo concreto y poder argumentar las influencias de los diferentes índices y su posible comparación con otras térmicas ya sea del país ó a nivel mundial.

Para el caso de los costos de administración es un tema muy complejo su estudio, ya que son costos que dependen en su mayoría de análisis de riesgos en cada planta, de los criterios que cada auditor de seguros tenga, de los sitios en que está instalada cada planta, de la situación actual del país, de los diferentes políticas y regulaciones del gobierno local, de las regulaciones medioambientales y factores que no pueden ser comparables. Debido a esto se tendrá especial énfasis en los costos de mantenimiento y operación. También se debe dar énfasis a la diferencia entre costos de administración y gastos de administración, lo cual se puede diferenciar de la siguiente manera:

En términos generales concluyentes, costo es el consumo de recursos (materias primas, mano de obra, costos de mantenimiento, etc.) para realizar actividades relacionadas directamente con la producción del bien o la prestación del servicio, o sea el beneficio obtenido por el sacrificio de estos recursos se obtendrá una vez se venda el producto final. Ejemplo: Los materiales utilizados para la fabricación del producto, el salario de los trabajadores de la planta.

Mientras que gastos, a diferencia de los costos, es el consumo de recursos requerido para realizar actividades que apoyen la producción del bien o la prestación del servicio. El sacrificio de estos recursos deberá cargarse al estado de resultados del periodo en el cual fueron consumidos, por lo tanto, no se relacionan con la venta de los productos. Ejemplo. El salario del personal administrativo. Ejemplo: El salario de los trabajadores administrativos como el gerente general, contador, ventas, mercaderistas, etc. Para los efectos de este trabajo, sólo se tratarán los costos administrativos y no los gastos administrativos.

2.1 NOCIONES BÁSICAS DE COSTOS

La contabilidad de costos se encarga de la clasificación, acumulación, control y asignación de costos. Los costos pueden acumularse por cuentas, trabajos, procesos, productos u otros segmentos del negocio. La contabilidad de costos es una rama de la contabilidad general que

sintetiza y registra los costos de los centros fabriles, de servicios y comerciales de una empresa, con el fin de que puedan medirse, controlarse e interpretarse los resultados de cada uno de ellos, a través de la obtención de costos unitarios y totales en progresivos grados de análisis y correlación⁴.

Los costos sirven, en general, para tres propósitos:

- a. Proporcionar informes relativos a costos para medir la utilidad y evaluar el inventario (estado de resultados y balance general).
- b. Ofrecer información para el control administrativo de las operaciones y actividades de la empresa (informes de control).
- c. Proporcionar información a la administración para fundamentar la planeación y la toma de decisiones (análisis y estudios especiales).

Existen definiciones básicas que se deben tener en cuenta para abordar este tema y comprender de una mejor forma:

Costos²: Es la serie de recursos requeridos para el desarrollo de un proyecto con un objeto específico.

- a. Administración⁵: Es el proceso de realizar la planeación, dirección, supervisión y control de las diferentes áreas de trabajo en una institución, organización, empresa, para lograr la optimización de los recursos y maximizar los beneficios esperados por los accionistas o propietarios. Una buena administración debe tener en la planeación definidos los costos por pago de: los servicios del recurso humano (sueldos, prestaciones de ley), arriendos de oficinas, equipos y herramientas, elementos de oficina, papelería, seguros, contribuciones, pago de servicios e impuestos (locales, nacionales).
- b. Operación¹: En un proceso productivo, es la serie de actividades que se realizan para mantener a un sistema en un estado de funcionamiento óptimo y sin interrupciones. Para lo cual requiere de recursos humanos, financieros, tecnológicos, técnicos e insumos.
- c. Mantenimiento⁶: Conjunto de acciones tendientes a restablecer un sistema de suministro energético, para llevarlas a un estado operativo tal, que permita asegurar la prestación del servicio de manera eficiente, óptima, confiable y segura. Representa el valor de todas aquellas actividades necesarias para garantizar la prestación del servicio de

⁴ BORDA REYES, Diana Marcela. Introducción a la administración. Bogotá D.C., 2006,120p. Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. Facultad de ingeniería industrial.

⁵ COMITÉ TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL. Criterios de evaluación y aprobación de proyectos de administración, operación y mantenimiento – AOM – realizados por el IPSE. 2004. p.1.

⁶ Ibid., p.2.

energía eléctrica y el desarrollo del giro operativo del ente prestador de servicios públicos domiciliarios.⁷ En la institución, organización o empresa el mantenimiento a realizar a la infraestructura propia se divide en tres tipos: preventivo, predictivo y correctivo. El mantenimiento a sistemas de generación de energía eléctrica (plantas de generación), se debe realizar y aplicar acorde con el tiempo de uso del sistema en horas de trabajo. El mantenimiento correctivo en sistemas de distribución de energía eléctrica, sólo aplica por efectos ambientales y/o naturales y/o actos vandálicos sobre los activos y en los transformadores por consideraciones especiales sugeridas por los fabricantes

- Mantenimiento predictivo⁸: Es el mantenimiento planeado y dirigido por el Departamento ó Área de la Institución, organización, entidad o empresa pública o privada, que se realiza a un sistema productivo para la detección temprana de fallas y así evitar futuros deterioros mayores.
- Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento planeado y dirigido por el departamento o área de la institución, organización, entidad o empresa pública o privada, que se realiza a un sistema de producción en operación por consideraciones técnicas definidas por los proveedores, para prever y/o evitar daños al sistema en un futuro de consideración. Hacen parte de este tipo de mantenimiento el cambio de aceites, líquidos, filtros y revisiones de inspección periódicas al equipo o infraestructura. En las zonas No Interconectadas, este tipo de mantenimiento es obligación del operador del sistema con sus propios recursos técnicos, humanos y financieros.
- Mantenimiento correctivo u overhaul: Es el mantenimiento planeado y dirigido por el departamento o área de la institución, organización, entidad o empresa pública o privada encargado, que se realiza para la corrección, sustitución total o parcial de piezas fijas o móviles a un sistema de producción en condiciones anormales de operación, con el objeto de restablecer su estado operativo inicial, tal que permita asegurar la prestación del servicio de manera óptima. Este tipo de mantenimiento en sistemas de generación de energía eléctrica, aplica para equipos de emergencia a las 15.000 horas, en grupos electrógenos a las 20.000 horas y en unidades estacionarias a las 40.000 horas.
- Historia Técnica de Equipo: Es el formato donde se registra la historia completa del sistema de generación desde que entró en operación a la fecha, donde se incluyen las características técnicas relevantes del equipo (ficha técnica), la descripción,

⁷ Fuente CREG oficio S-2004-00758.

⁸ COMITÉ TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL. Criterios de evaluación y aprobación de proyectos de administración, operación y mantenimiento – AOM – realizados por el IPSE. 2004. p.2.

fecha, responsable y valor de los mantenimientos realizados al equipo, causas y problemas presentados, vida útil, horas de servicio, requerimientos futuros y estado actual.

2.2 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS DE COSTEO

2.2.1 Costeo tradicional

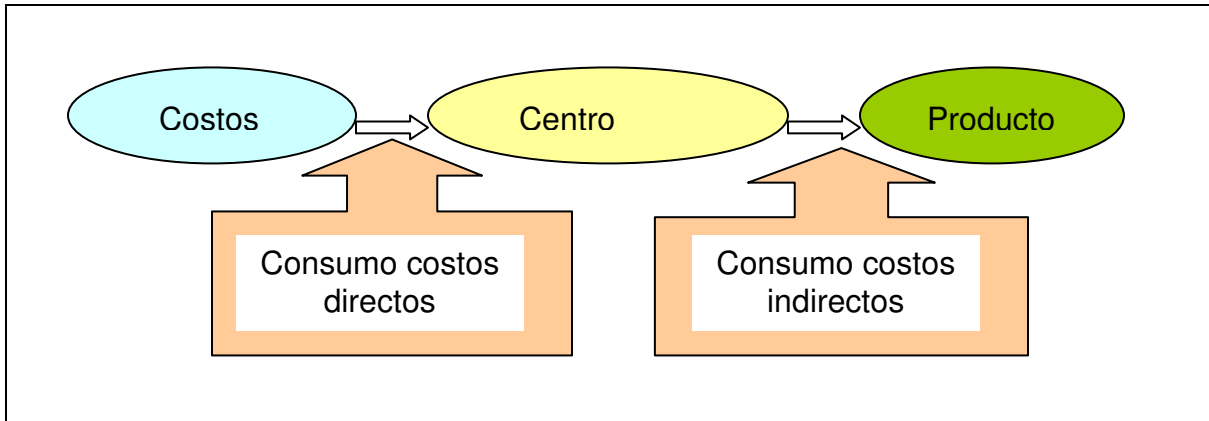
El costeo tradicional es aceptado por la contabilidad financiera, considera que el recurso de la mano de obra directa y los materiales directos son los factores de producción predominantes. Bajo este enfoque de costeo, los costos indirectos de fabricación se asignan a los productos usando para ello una tasa, la cual para su cálculo considera una medida de la producción. Los pasos utilizados para valorizar los productos en el costeo tradicional son los siguientes:

- a. Identificar el objetivo del costo.
- b. Asignación de los costos de materia prima directa y mano de obra directa consumidos por los productos.
- c. Elección de los índices o las bases, para el cálculo de la tasa de aplicación de los costos indirectos de fabricación
- d. Cálculo de la tasa o las tasas de aplicación de los costos indirectos de fabricación.
- e. Asignación de los costos indirectos a los productos, multiplicando el índice calculado en c por el consumo que los productos hacen de la base misma
- f. Calcular el costo total de los productos, el cual resulta de la suma de los costos de la materia prima directa, mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación aplicados a los productos.

“Los centros de costos son los consumidores o causantes de los costos, los cuales se asignan a los productos o servicios, directamente o usando para ello una(s) tasa(s) de aplicación”⁹. La secuencia lógica del costeo tradicional es como aparece en la figura 15.

⁹ BORDA REYES, Diana Marcela. Introducción a la administración. Bogotá D.C., 2006, 120p. Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. Facultad de ingeniería industrial.

Figura 15. Diagrama de secuencia costeo tradicional.



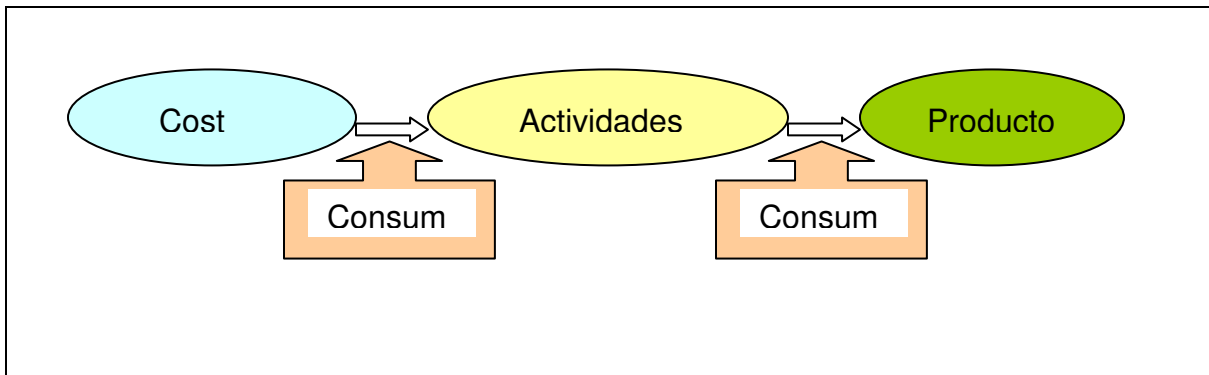
Fuente: Propia.

2.2.2 Costeo basado en la actividad (Sistema ABC)

En el Sistema ABC, los costos indirectos de fabricación son asignados a las actividades consumidoras de los recursos, para posteriormente asignarlos a los productos, en proporción al consumo que éstos hacen de las actividades, para lo cual se debe buscar los conductores de costos adecuados (cost-driver). Luego, las actividades van a constituir un núcleo de acumulación de recursos absorbidos en el proceso productivo, capaz de ser asignados a los productos.

Se entiende por cost-drivers, unidad de medida y control para establecer la relación entre las actividades y los productos. Para una correcta asignación de los costos a los productos, es fundamental que las actividades sean diseñadas de tal manera que recojan sólo los costos directos respecto a ellas. Un aspecto importante para tener claro en el sistema de costeo ABC es entender las tareas que conforman una actividad. Una actividad esta compuesta por tareas homogéneas que corresponden a la susceptibilidad de ser cuantificables. La secuencia lógica del modelo ABC es la que se puede ver en la figura 16. “Las actividades son las causantes de los costos, los cuales se asignan a los productos o servicios, en proporción al consumo que estos hacen de ellas mismas”. Los costos resultantes de la aplicación del sistema tradicional y del sistema de costo basado en actividades son diferentes y las variaciones corresponden a actividades operativas no cuantificadas debidamente en los sistemas de costos tradicionales y cuya falta de proporcionalidad esta definida por uno de los siguientes aspectos: a) diversidad por tamaño de producto; b) diversidad por complejidad, en el sentido que los productos complejos pueden consumir más labor; c) diversidad en el volumen de producción.

Figura 16. Diagrama de secuencia costeo ABC.



Fuente: propia

2.2.3 Comparación entre sistemas de costeo

Los conceptos del Costeo Tradicional y el Costeo ABC se distinguen en diferentes aspectos. Un resumen de estas diferencias está planteado en la tabla 3.

2.3 COSTOS AOM PARA PLANTAS TÉRMICAS

Uno de los sistemas que se aplican en plantas térmicas como costeo ABC son los costos AOM, es decir costos de actividades de administración, operación y mantenimiento.

Los costos de operación y mantenimiento dependen de variables tales como¹⁰:

- Tipo de planta
- Tamaño de planta
- Tipo y calidad de combustible
- Criterio de diseño (de base o de operación intermitente)
- Modo de operación (de base o de operación intermitente)
- Edad e historial de operación
- Ubicación física de la planta (costera o del interior).
- Sistemas auxiliares implementados (torre de enfriamiento, desulfurización, precipitador electrostático, quemadores carbón pulverizado ó parrilla viajera, etc.)

Los precios internacionales reflejan el costo total de operación y mantenimiento, pero no incluyen impuestos u otros costos incurridos en Colombia, tales como el IVA y el arancel.

Los costos de mano de obra y materiales básicos en Colombia son inferiores en general a los de Estados Unidos, pero los costos variables de mantenimiento de las plantas térmicas en Colombia operando por razones de seguridad dependen de contratos de recursos sofisticados del exterior, repuestos importados y asesorías externas costosas.

¹⁰ POWER PLANNING ASSOCIATES LTD. Estudio Técnico Sobre Costos De Generación De Plantas Térmicas En Colombia. En: ACOLGEN, 2002. p.19.

Tabla 3. Diferencias entre costeo tradicional y costeo ABC.

COSTEO TRADICIONAL	COSTEO ABC
Los productos consumen los costos	Las actividades consumen los costos, los productos consumen actividades.
Asigna los costos indirectos de fabricación usando como base una medida de volumen. Una de las mas usadas, es la de horas hombres	Asigna de los costos indirectos de fabricación en función de los recursos consumidos por las actividades
Se preocupa de valorar principalmente los procesos productivos	Se preocupa por valorar todas las áreas de la organización. Se puede ver como centros de responsabilidad
Valorización de tipo funcional para conocer el costeo del producto	Valorización de tipo transversal y para conocer el costeo de cada proceso y por tanto mejoramiento de los procesos

Fuente: Introducción a la administración

Considerando las particulares condiciones de orden público que ha vivido el país, es importante mencionar el costo que representan las pólizas de seguros, incendios , seguridad personal y vigilancia de las plantas de generación. Estos aumentan los gastos de administración de forma significativa. Se debe dar especial énfasis en que los costos de operación y mantenimiento son específicos para cada planta, razón por lo cual no es razonable establecer niveles de pago basados en un grupo típico de plantas, como lo hace la CREG, o en un valor por cada MWh: “Factores como el número de horas de operación por día, la edad y estado de la central y el nivel de operación de la planta (mínimo técnico o a plena carga) afectan sensiblemente los costos de operación y mantenimiento, que no son reconocidos por la CREG para plantas térmicas operando por seguridad”¹¹.

2.3.1 Costos en plantas térmicas distribuidos bajo el criterio AOM:

- a. Costos de Administración: Son los costos que incurre una institución, organización, entidad o empresa pública o privada, para el pago de la administración en un negocio o actividad. También contempla el pago de los servicios del recurso humano incluyendo sueldos y

¹¹ Ibid.,p.3.

prestaciones que intervienen en el proceso o actividad¹². Entre otros los principales costos de administración son los siguientes:

- Mano de obra interna administrativa
 - Impuestos vehículos, ambientales y de propiedad
 - Auditorías y consultorías técnicas y administrativas
 - Seguros terrorismo, terremoto, confiabilidad operativa, incendio.
 - Vigilancia y seguridad.
 - Transporte de personal.
 - Aseo y limpieza
 - Costos de representación y viáticos.
 - Rodamiento vehículos, rentas inmuebles.
 - Materiales de oficinas.
 - Costos de administración de software y mantenimiento de hardware
 - Costos de licencias de operación y medio ambiente.
- b. Costos de Operación¹³: Son los costos que incurre una institución, organización, entidad o empresa pública o privada, para realizar el proceso operativo en un negocio o actividad. En un sistema de generación además se tienen en cuenta los combustibles y elementos consumibles necesarios para la prestación del servicio. Entre otros los principales costos de operación son los siguientes:
- Costos de combustibles
 - Mano de obra interna operativa
 - Químicos
 - Energía eléctrica
 - Agua
 - Lubricantes
 - Consumibles técnicos
 - Manejo de residuos industriales
- c. Costos de Mantenimiento¹⁴: En el sector energético, es la serie de costos que incurre una institución, organización, entidad o empresa pública o privada, para mantener un sistema en estado operativo y de conservación en el horizonte de vida. Para sistemas de generación este costo se dirige a la adquisición de insumos, repuestos y demás elementos que requiere el sistema productivo. El costo de mantenimiento también contempla el pago de los servicios del recurso humano incluyendo sueldos y prestaciones que intervienen en el proceso o actividad. Entre otros los principales costos de mantenimiento son los siguientes:

¹² Ibid.,p.3.

¹³ Ibid.,p.3.

¹⁴ Ibid.,p.3.

- Mano de obra interna de mantenimiento
- Mano de obra externa para mantenimiento (aplica principalmente durante las paradas mayores de unidad u overhaul)
- Materiales consumibles
- Herramientas
- Repuestos
- Contratos y servicios

3. BENCHMARKING

Es un método utilizado para realizar comparaciones competitivas y se enfoca en reunir información sobre los otros, hacer un análisis de éstos comparándolo con la actividad propia de la empresa que se quiere mejorar y sacando un gran provecho de lo observado, poniéndolo en práctica casi de forma inmediata para beneficio propio. Para dicho propósito se toma por evidente que los modelos a imitar serán los mejores en su campo de acción es decir de "Clase mundial", puesto que es a lo que se quiere llegar a imitar y en algunas ocasiones hasta superar. La experiencia y la formación colectiva son las condiciones que deben cumplir una organización o empresa para que sirva como base de un estudio de benchmarking.

Según la definición de Spendolini en su libro, "Benchmarking es un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales"¹⁵.

Otro elemento que se debe incluir es el afán de aprendizaje y desarrollo profesional, en el cual está inmerso el "Aprender de otros", y en términos de una compañía, se debe transcribir "La organización que aprende".

3.1 ORIGEN DEL BENCHMARKING

El benchmarking nace en Estados Unidos hacia finales de los sesenta, como un modelo que busca "aprender de los otros"; identificando y mejorando procesos ya establecidos por otras empresas, y basados en este conocimiento poder lograr el objetivo propuesto. Tras varios intentos fallidos de las empresas por aplicar una planificación estratégica que les diera respuesta a preguntas como ¿Cómo mejorar la posición competitiva de mi empresa? ¿Debe la empresa entrar en un mercado nuevo? ¿Qué significa un cambio de estrategia del competidor?, entre otras, empezaron a utilizar herramientas analíticas populares y de fácil entendimiento como la matriz crecimiento/participación y la matriz de tres por tres posiciones de McKinsey que proporcionaban estructuras adicionales para analizar a los competidores, incluyendo la estructura de creencias, metas, capacidades, supuestos y los mapas estratégicos, pero lo que no hacían estos análisis era estimular la mejora a nivel operacional, que es donde se ejecutan las decisiones estratégicas que toma una empresa y donde se decide el destino de la estrategia. Estos análisis aparte de todo, eran realizados por personas del área administrativa de la empresa y cualquier análisis donde se descubriera un punto débil en las operaciones propias de la empresa resultaba específicamente sospechoso para las personas responsables en cada línea.

¹⁵ SPENDOLINI, Michel. Benchmarking. Bogotá: Editorial Norma, 2005, p. 15.

Es aquí cuando nace esta herramienta de éxito, aplicada en principio por la empresa norteamericana llamada Xerox Corporation en los años 80. Hacia los años 60 y 70 la empresa que actualmente lidera el mercado de copias era otra; la empresa mediante la xerografía disfrutó durante varios años del monopolio en la industria copiadora. La certeza de un crecimiento año tras año dio como evidente resultado una empresa arrogante, torpe y feliz; cosa que no es una buena mezcla y que con el paso de los años iba perdiendo su cuota de mercado creando un futuro incierto para la empresa.

Era necesario actuar adecuadamente, ya que Xerox podría dejar de ser competente, sin embargo tomaron el riesgo y empezaron a aplicar el benchmarking en algunas de sus unidades operativas y en 1981 toda la empresa estaba utilizando esta herramienta, convirtiéndose en un componente clave en el impulso hacia mejora de la empresa. Dicho esfuerzo sería denominado "liderazgo mediante la calidad". En 1983 ya se notaba la diferencia y durante los cinco años siguientes debido a un choque de culturas se produjo una revolución interna en contra del status quo. Xerox Business Corporation Products and Systems ganó el premio de calidad Malcom Baldrige y había recuperado su mercado. Ya en 1990 existían más de 100 empresas fabricando máquinas copadoras que eran su competencia y es por esto, que los directivos de Xerox dan fe de su historia sirviendo de soporte para otras empresas estadounidenses que desean aplicar este modelo para mejorar cualquier proceso empresarial.

Para este efecto, sería bueno resaltar las palabras dichas por David Kearn referentes al benchmarking: "las empresas se equivocan cuando no empiezan a hacer el benchmarking antes de sentirse amenazadas"¹⁶.

3.2 TIPOS DE BENCHMARKING

Existen varios tipos de actividades de Benchmarking, sin embargo el proceso básico es el mismo. En la tabla 4, se encuentra un resumen de los tres tipos principales de benchmarking.

3.2.1 Benchmarking interno

El objetivo de la actividad de benchmarking interno es identificar los estándares de desarrollo interno de una organización.

- Es adecuado para empresas con varias subsidiarias que quieren identificar en qué filiales se realizan los procesos más eficientes, para así analizarlos, detectar qué fortalezas tiene dicha filial e implementarlo en las demás filiales ó realizar dicho proceso única y exclusivamente allí.

¹⁶ BORDA REYES, Diana Marcela. Introducción a la administración. Bogotá D.C., 2006, p. 55. Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. Facultad de ingeniería industrial.

Tabla 4. Tipos de benchmarking.

Tipo	Definición	Ejemplo	Ventajas	Desventajas
Interno	Actividades similares en diferentes plantas, unidades operativas, países.	Estrategias de marketing por división (fotocopiadoras vs estaciones de trabajo)	Los datos son fáciles de recopilar	Foco limitado, prejuicios internos.
Competitivo	Competidores directos que venden a la misma base de clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Cannon • Ricoh • Kodak 	Prácticas ó tecnologías comparables	Problemas de ética. Actitudes antagónicas.
Funcional (Genérico)	Organizaciones acreditadas por tener lo más avanzado en productos/servicios/ procesos.	Rastreo del estado de despachos. Procedimientos de mantenimiento de bombas.	Alto potencial para descubrir prácticas innovadoras. Tecnologías ó practicas fácilmente transferibles	Dificultad para transferir prácticas. Alguna información es intransferible.

Fuente: Benchmarking

- El proceso de benchmarking comienza por casa.
- Muchas organizaciones pueden darse cuenta de los beneficios inmediatos al identificar sus mejores practicas internas y transferir luego esa información a otras partes de la organización¹⁷.

3.2.2 Benchmarking Competitivo:

Se trata de ser competitivos, de identificar quien es el mejor, de quien lo hace mejor, y lo mas importante, de tener la habilidad para copiar estos modelos exitosos y poder imitarlos y mejorarlos si es posible.

El benchmarking competitivo tiene, además, otras ventajas, identificar inmediatamente oportunidades de asimilación ó mejora, porque la tecnología y los procesos son muy similares (sin llegar a ser idénticos).

- Comprende la identificación de productos, servicios y procesos de trabajo de los competidores directos de la organización. Identificar información específica acerca de los productos, los procesos y los resultados comerciales de sus competidores y compararlos con los de su organización¹⁸.
- Identifica algunas similitudes y es de gran utilidad cuando se busca posicionar los productos, servicios y procesos de la organización en el mercado.

¹⁷ SPENDOLINI, Michel. Benchmarking. Bogotá: Editorial Norma, 2005, p. 25.

¹⁸ Ibid, p. 26.

- Los competidores pueden unir fuerzas para participar en los proyectos conjuntos de benchmarking, generalmente, incluye compartir información entre ellos, con base en confiabilidad y respeto.

Una de las grandes dificultades para abordar este tipo de benchmarking, es entrar a una organización que tenga los tradicionales estereotipos, según los competidores no son dignos de confianza, o son enemigos, y por tanto se obstaculizan las comunicaciones básicas entre los competidores. Los temores son característicos “Yo no confío en que los competidores me daran datos reales”, “Nuestros abogados no lo permitirán, “Porqué los competidores querrían brindarme cooperación?”, “Queremos derrotarlos , no capacitarlos”¹⁹.

Habitualmente, la gente toma conciencia de las posibilidades y del potencial del benchmarking competitivo, cuando gana experiencia con el proceso.

3.2.3 Benchmarking Funcional (genérico).

El objetivo del benchmarking funcional es identificar las mejores prácticas de cualquier tipo de organización que se haya ganado una reputación de excelencia en el área específica que se esté sometiendo a benchmarking. También se puede realizar contratando una compañía de auditoria que tenga experiencia en el proceso, y les pregunta si aceptan compartir conocimiento con su equipo de benchmarking, el saber fluye de la empresa soporte al equipo de benchmarking. Lo típico en estos casos es que la empresa soporte de más de lo que recibe. Complementando este tipo de benchmarking, la palabra genérico indica “sin marca”, que está de acuerdo con la idea de este benchmarking, se enfoca más en los procesos excelentes de trabajo, que en las prácticas comerciales de una organización ó industria particular²⁰. Por último, para implementar esta actividad, uno tiene que pensar más en lo que tiene en común y los procesos que son susceptibles de optimizar con estas compañías, y no en caer en la trampa de criticar las diferencias

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BENCHMARKING

La intención de implementar un proceso de benchmarking, deben estar con el “claro propósito de mejorar la organización”, así como otra razón es tener “un mecanismo activo para mantenerse actualizadas en las prácticas más modernas del negocio”²¹. Otra interpretación que se le puede dar a este proceso y con la que debemos ser lo más convincentes posibles, en el momento de tratar de iniciar esta clase de estudios es enfocar a los contradictores hacia tratar de tener la mente abierta, “si las ventas están bien entonces no perdemos mucho tiempo observando a nuestra competencia. Sin

¹⁹ Ibid, p. 29.

²⁰ Ibid, p. 31.

²¹ Ibid, p. 33.

embargo, si estamos cayendo y hay presión por el renglón de utilidades, entonces miramos hacia fuera de la caja durante mucho más tiempo, y analizamos a la competencia²². Es así como se puede explicar la figura 17, en donde con este simple esquema debemos siempre que estar con el firme propósito de mirar “Hacia fuera de la caja”, y entre más afuera esté implementado este proceso en nuestra organización, menos posibilidad de amenazas y menos debilidades se identificarán en un futuro.

3.3.1 Ventajas del benchmarking

Es un proceso que busca mejorar una actividad dentro de una empresa y organización, por lo tanto se tienen presentes 4 beneficios que son:

- Información por medio de comparaciones conociendo la mejor practica.
- Fijación de metas que aceleren curvas de aprendizaje y mejoren desempeños.
- Motivación, buscando referencias externas y mostrando el progreso de la empresa.
- Concentración, trazando objetivos en un tiempo específico, manteniendo la atención de todos enfocados a un objetivo.
- Innovación, buscando nuevas formas de hacer las cosas para llegar a lo mejor.

3.3.2 Desventajas del benchmarking

Existen críticas habituales del benchmarking, en las cuales incurren muchas organizaciones al practicarlo de forma deficiente, haciendo probablemente mas daño que bien, son:

- Espionaje, más conocido como espionaje empresarial, en Japón por ejemplo es un factor que influye en el ascenso de los empleados.
- Copia, aparentemente el benchmarking reduce la creatividad, reduce el valor de la percepción interna que puede adquirir un proceso por si mismo.
- No inventado aquí, el miedo de las organizaciones a adoptar políticas de las cuales no tienen mayor conocimiento debido a que son originadas en otros lugares y de las cuales no se tiene certeza alguna. Además aquí también influye la mala percepción de la oposición al cambio.

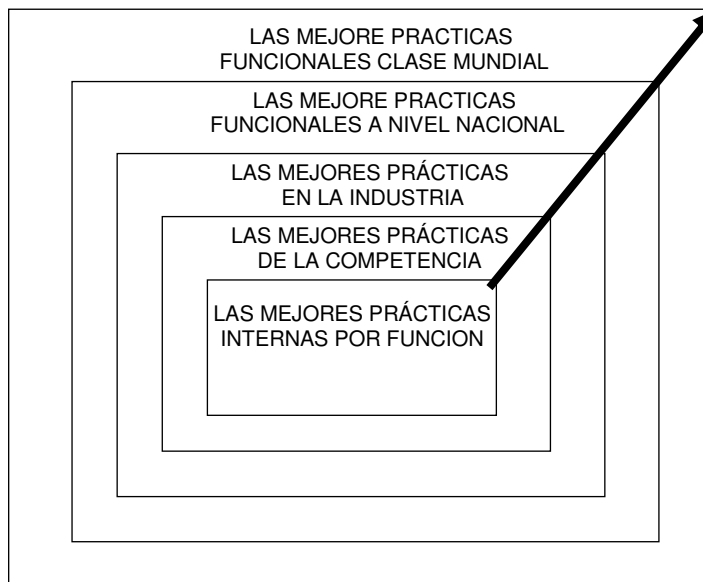
3.4 ETAPAS DEL BENCHMARKING

El benchmarking es un proceso estructurado paso a paso sencillo y práctico, y para que su implementación sea exitosa se recomienda que el proceso tenga una estructura y un lenguaje

²² Ibid, p. 35.

común. “Idealmente, los modelos proporcionan mapas de acción y de comportamiento que cualquier persona puede entender.

Figura 17. Pensando fuera de la caja.



Fuente: Benchmarking.

Esos mapas especifican secuencias lógicas de actividades que, si se siguen, producen el resultado esperado, en este caso, una exitosa investigación de benchmarking²³. En la figura 18 se indican los cinco pasos básicos y genéricos que se deben seguir para realizar un estudio de este tipo, el hecho que se realice en un círculo, y que esté unido con flechas, que aparentemente nunca terminan, radica en que “el mensaje básico es continuar el proceso como una manera de hacer negocios, esforzándose constantemente por mejorar. El mensaje intrínseco que hay en un modelo que aboga por el continuo mejoramiento y el reciclaje trae a la mente la idea de un círculo²⁴.”

Algunas recomendaciones básicas para realizar el estudio ó iniciar un proceso de estos son:

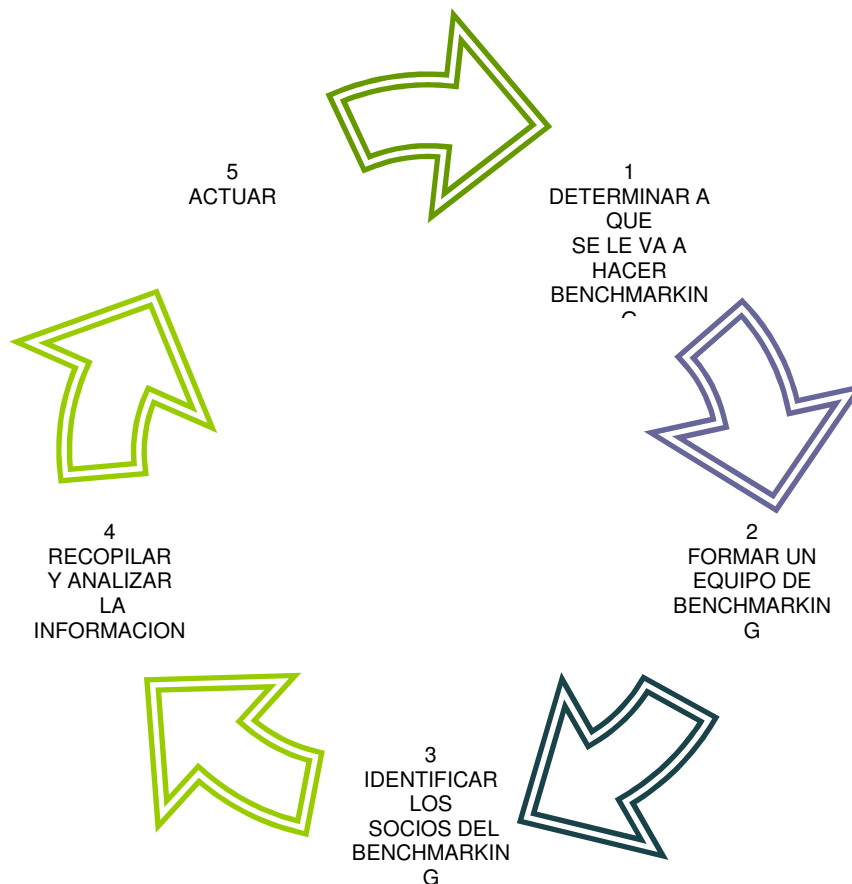
- Seguir una sencilla y lógica secuencia de actividades: mantenga el modelo de proceso lo mas básico posible.
- Ponga un vigoroso énfasis en planificación y en organización: las clases de actividades incluidas en esta parte del proceso comprende un claro entendimiento de las necesidades del cliente del benchmarking, obtención de recursos apropiados para que el equipo de benchmarking pueda cumplir su misión, selección de miembros e instrucciones, utilización de herramientas y técnicas para una planificación eficaz, desarrollo de instrumentos y herramientas específicas para reunir información e implementación de protocolos apropiados.

²³ Ibid, p.59-60.

²⁴ Ibid, p. 76.

- Emplee benchmarking enfocado en el cliente: el benchmarking es un proceso que como producto trae información, el producto tiene que satisfacer las necesidades del cliente para que sea aceptado y usado.

Figura 18. Las cinco etapas del benchmarking.



Fuente: Benchmarking.

- Conviértalo en un proceso genérico: el proceso de benchmarking debe ser coherente en una organización, aunque deben haber alguna flexibilidad en todo proceso para acomodar cierto nivel de variación.

3.4.1 Primera etapa: determinar a que se le va a hacer benchmarking.

En su apresuramiento por utilizar este nuevo proceso, las organizaciones fracasan en varias áreas claves del benchmarking.

- En primer lugar, Identificar los objetivos. Sobre la base de algún tipo de necesidad critica. Se falla en establecer una misión o un propósito claro.
- En segundo lugar, cree medidas que sean lo mas concretas posibles.
- Fallan en asegurarse de que sus propios procesos sean suficientemente comprendidos y documentados.

- No investigan suficientemente las compañías que representan las mejores prácticas.

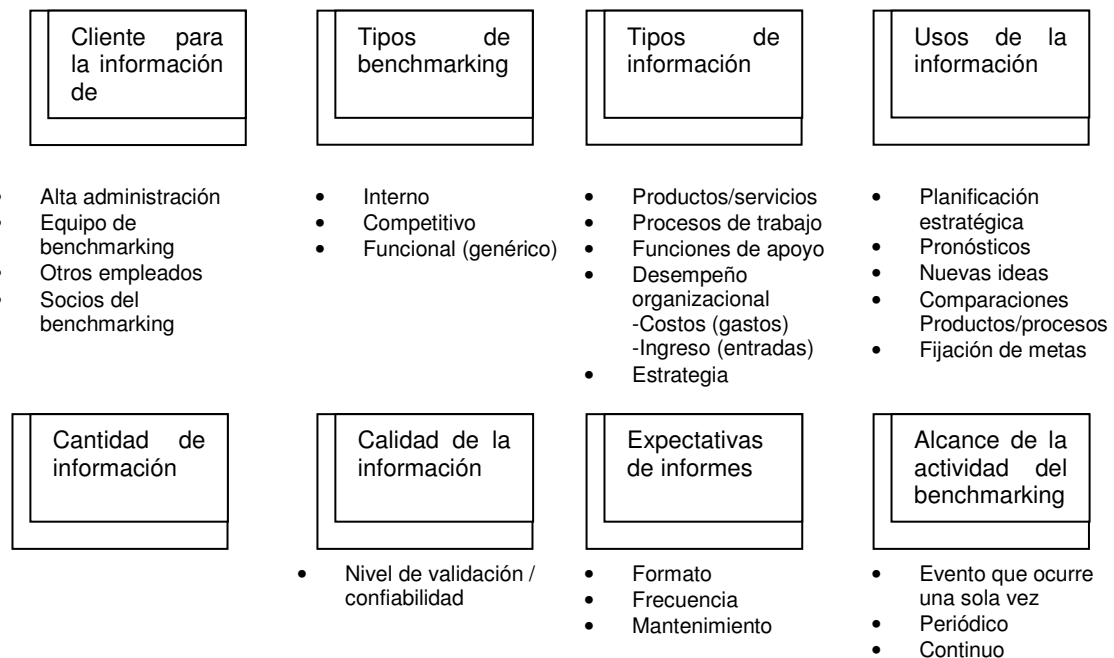
Para resumir y orientar claramente al cliente sobre a qué se le va a hacer benchmarking, se indica en la figura 19.

- Definir quienes son los clientes para la información de benchmarking

El paso inicial para desarrollar un plan de benchmarking y decidir a que se le va a realizar es identificar al cliente para la información de benchmarking. Este paso es el más importante porque:

- El cliente identifica las necesidades específicas de información: El cliente comienza el proceso de identificar los productos, los servicios o los procesos que serán necesarios estudiar. La clave para estos requerimientos de información es la necesidad.

Figura 19. Necesidades del cliente para el benchmarking.



Fuente: Benchmarking.

- El cliente establece el límite de tiempo para concluir la investigación de benchmarking: el cliente puede identificar no solamente la fecha esperada de terminación, sino también las fechas claves de entrega o los controles provisionales de proyecto. El cliente en la mayoría de los casos definirá el nivel de flexibilidad del proyecto.
- Determinar las necesidades de información: Las necesidades de información de los clientes de benchmarking deben ser explícitamente definidas antes de iniciar el proceso. La clave aquí es la especialidad.

- Tipos de información: Productos / servicios, procesos de trabajo, funciones de apoyo, desempeño organizacional, costos (gastos), ingreso (entradas), estrategia.
- Uso de la información: Planificación estratégica, propósitos, nuevas ideas, comparaciones, productos / procesos, fijación de metas
- Cantidad de información: La cantidad de información generada durante las etapas de investigación de este proceso debe ser muy extensa, de modo que es importante aclarar las expectativas del cliente para asegurar que este haya definido sus necesidades de información de manera realista y que apoye los esfuerzos necesarios para generar la información solicitada.
- Calidad de la información: Niveles de validación y de confiabilidad de la información recopilada, confirmar y validar que los datos son reales, tienen la misma referencia y comprobación de que los índices de clase mundial son verídicos.

La validación comprende de las siguientes fuentes de información: entrevistas por sección, verificación cruzada de datos de archivo con fuentes originales, y múltiples medidas de información en el tiempo de la misma fuente.

Para que existan estas dos características se debe incrementar la cantidad de tiempo y de recursos necesarios y así poder generar una base de información de benchmarking.

- *Expectativas de informes:* Algunos formatos de informe de benchmarking requieren una narración extensa para describir el proceso o sus resultados dependiendo del proyecto, el cliente y la organización. Otras empresas incorporan los datos en una base de datos y no en informes específicos

En algunos casos la actividad de benchmarking se informa en una presentación formal, una sola vez o en procesos periódicos o continuos el cual requiere repetida generación de informes. En la mayor parte de los informes se intenta captar la parte principal de los datos de benchmarking en forma condensada.

- *Alcance de la actividad de Benchmarking:* frecuencia de esta actividad en el tiempo, formándose tres categorías según las necesidades del cliente:
 - *Evento que ocurre una sola vez:* (proyecto de benchmarking) tiene una fecha de iniciación y otra de terminación, un solo proyecto que no se intenta repetir, necesidades de información específicas. En esta clase de benchmarking, las necesidades de información son específicas y se concentran en un campo limitado de información.
 - *Actividad periódica:* "Algunas organizaciones hacen análisis de benchmarking como una práctica empresarial común, y planifican sus actividades de benchmarking con un calendario regular"²⁵. Un ejemplo, es planificar sus actividades cada año o cada tres meses

²⁵ Ibid, p. 103.

- *Actividad continua*: esta actividad es constante y es típica en una organización que adopta una perspectiva amplia de benchmarking e incorpora esta actividad como una meta de mejoramiento continuo. Esta actividad requiere de un área específica que se dedica a hacer seguimiento del estudio.
- *Identificar los factores críticos de éxito (FCE)*

Factores que producen mayor impacto en la organización y son importantes conocerlos antes de tomar alguna decisión, esto se debe hacer con ayuda de los empleados. Hay tres niveles específicos para su identificación:

- *NIVEL 1*: “Define un área amplia o tema para la investigación, que puede comprender un departamento o una función organizacional”²⁶, no están relacionados con ningún tipo de medida. (Facturación, niveles de satisfacción del cliente, promociones)
- *NIVEL 2*: Es un área más específica de investigación que el nivel uno. Actividad o proceso definido por algún tipo de medidas agregadas²⁷ o de actividad funcional general (numero de quejas de los clientes, niveles promedio de salario, tasas de defectos, cifras de ventas).
- *NIVEL 3*: Medidas de actividades o procesos específicos , el más específico que se puede definir (los procesos para reducir los desperdicios por líneas de productos, tecnologías específicas empleadas, implementación de procesos innovadores, investigación y pruebas que conduzcan a un óptimo funcionamiento de un proceso)

Ejemplos de factores críticos de éxito: se dividen en áreas generales y estas en áreas típicas de investigación algunas son:

- Participación de mercado: en unidades ó en valor monetario
- Rentabilidad: rendimiento sobre ventas, rendimiento sobre activos, rendimiento sobre el patrimonio.
- Materias primas: Costo porcentual sobre ventas, costote fletes, tasa de defectos, Rendimiento (unidad consumida por unidad terminada).
- Fuerza laboral: Costo porcentual sobre ventas, productividad por unidad, productividad por ingresos, horas extra.
- Costos de capital: Rotación de activos fijos, escalas de depreciación, costos de mantenimiento, rotación de inventarios costos anuales de arrendamiento.
- Índices de crecimiento del competidor: participación de mercado por segmento
- Servicio: tipo y volumen de quejas, tiempo de respuesta, prontitud de entrega, amabilidad en la atención, acogida al nuevo cliente.

²⁶ Ibid, p. 114.

²⁷ Ibid, p. 114.

- Calidad del producto: ritmo de producción, cantidad de retrabajo, cantidad de rechazos, alcance de estándares, igualdad de propiedades en los productos, costos de reparaciones, cantidad de vida útil.
- Imagen: reconocimiento público, actividad promocional, crear percepción de “clase mundial”.
- Distribución: canales, configuración territorial.

Para finalizar la primera etapa se debe realizar el diagnóstico del proceso de benchmarking, estableciendo las necesidades para la información de benchmarking e identificando los FCE específicos que definen sus áreas de investigación para así poder pasar a la segunda etapa.

3.4.2 Segunda etapa: formar un equipo de benchmarking

Si se va a establecer un proceso de benchmarking organizado y estructurado se debe tener en cuenta quienes y cuantas personas van a llevar a cabo esta actividad y así poder aprovechar experiencias del grupo las afiliaciones profesionales y los intereses individuales. La estructura básica del equipo redescubre como un conjunto de círculos intersacados que demuestra la flexibilidad de una estructura de equipo, no necesariamente sigue las estructuras tradicionales y las relaciones de información. Para las diferentes funciones y relaciones ver la figura 20.

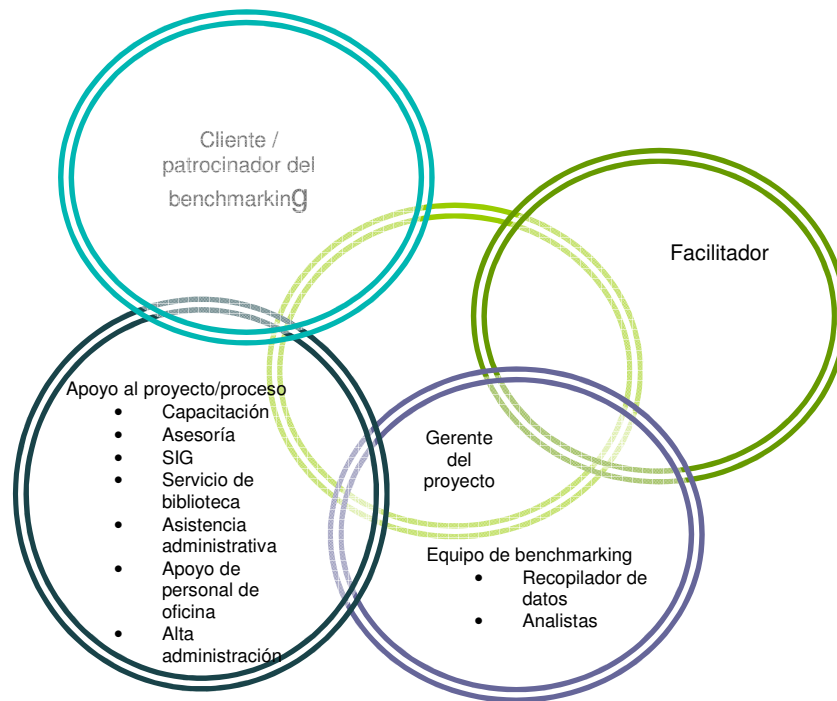
- *El benchmarking como una actividad de equipo:*

Es necesario formar equipos gracias a la cantidad de trabajo que hay que realizar, también porque un grupo de empleados pueden designarse a sí mismos como el cliente primario (o usuario) de la información de benchmarking, convirtiéndose en beneficiarios de este proceso

En el benchmarking, la sola cantidad de trabajo justifica la participación de un equipo. Diferentes perspectivas, habilidades especiales, variedad de relaciones comerciales, de ubicaciones, son dimensiones que cada miembro del equipo debe aportar al proceso de benchmarking.

- *Tipos de equipos de benchmarking:* de acuerdo con sus estructuras y a quién deben rendir cuentas se clasifican así:
 - Grupos Funcionales de trabajo: no necesita obtener aprobaciones externas para proceder.
 - Equipos interfuncionales, equipos interdepartamentales y equipos interorganizacionales: los individuos actúan como representantes de sus respectivos departamentos, divisiones o secciones. Una vez realizada la investigación, el equipo se disuelve.

Figura 20. Estructura típica de un equipo de benchmarking.



Fuente: Benchmarking.

- Equipos ad hoc: está compuesto por cualquier número de empleados, quienes comparten intereses o responsabilidades comunes y deciden que una investigación de benchmarking en un tema específico se justifica. Esta integrado por gerentes o por personal no administrativo (empleados).
- *Perfil para los integrantes de los equipos de benchmarking*
 - Especialistas internos de benchmarking: son empleados de la organización que fueron capacitados en este proceso. Se encargan de la organización y administración de procesos de benchmarking, capacitación y benchmarking
 - Especialistas externos de benchmarking. Son los asesores externos.
 - Empleados: ayudan a planificar, conducir, buscar las fuentes de información de índices de comparación, analizar y presentar los esfuerzos del benchmarking.
- *Funciones y responsabilidades del equipo de benchmarking:*
 - Gerente del proyecto: planifica, organiza, dirige y controla el proyecto de benchmarking. Además eslabona los resultados con otras unidades organizacionales.
 - Responsabilidades:
 - Identificar los clientes y sus necesidades

- Seleccionar los miembros del equipo
 - Desarrollar y controlar el presupuesto
 - Seleccionar proveedores/asesores externos
 - Considerar los asuntos legales y éticos del proyecto
 - Proporcionar informes de proyectos
 - Controlar los progresos del proyecto
 - Negociar obligaciones con los socios
 - Negociar obligaciones a partir de recursos internos y externos
 - Comunicar/presentar resultados del proyecto a la audiencia objetivo necesaria
 - dirigir discusiones de grupo y procesos de grupo
 - proporcionar capacitación.
 - Habilidades:
 - Comunicación (hablar y escuchar)
 - Escritura
 - Negociación
 - Planificación
 - Organización
 - Delegación
 - Políticas
 - Liderazgo
 - Dinámica de grupo
- Recopiladores de datos/analistas: desarrollan y emplean técnicas de benchmarking para recopilar, analizar y presentar datos.
- Responsabilidades:
 - Asistir en el desarrollo del proyecto del plan
 - Diseñar y producir instrumentos de recopilación de datos
 - Programar citas con fuentes de información
 - Reunir datos
 - Resumir los datos
 - Analizar los datos
 - Identificar vacíos en el desempeño
 - Presentar resultados
 - Presentar informes resumidos
 - Habilidades:
 - Planificación
 - Organización

- Comunicación (hablar y escuchar)
 - Entrevistas
 - Redacción
 - Interpersonales
- Proyecto de apoyo de benchmarking: proporcionan apoyo a los equipos de benchmarking.
- Responsabilidades:
 - Facilitación
 - Capacitación
 - Procesamiento de documentos
 - Apoyo gráfico
 - Asesoría legal
 - Apoyo computadorizado
 - Manejo de bases de datos
 - Servicios de biblioteca.
 - Habilidades:
 - Comunicación
 - Interpersonales
 - Profesionales.

Los practicantes de benchmarking exitosos deben ser expertos en sus áreas de especialización funcional, credibilidad y habilidades de comunicación.

3.4.3 Tercera etapa: escoger fuentes confiables de las mejores prácticas.

El grupo de benchmarking debe identificar las áreas funcionales que se someterán a benchmarking, se identifica un conjunto de recursos para la investigación. Se estudian las fuentes de información y se estudian las organizaciones identificadas y así salen a flote algunas organizaciones y se busca la convergencia o concordancia en las fuentes estudiadas con respecto a las compañías de mejores practicas, así se usan estas para posterior investigación. “El reto para quienes hacen benchmarking es hallar ese conjunto de información que es directamente aplicable al asunto que se está sometiendo a benchmarking, y que es digna de crédito por ser válida y confiable”²⁸

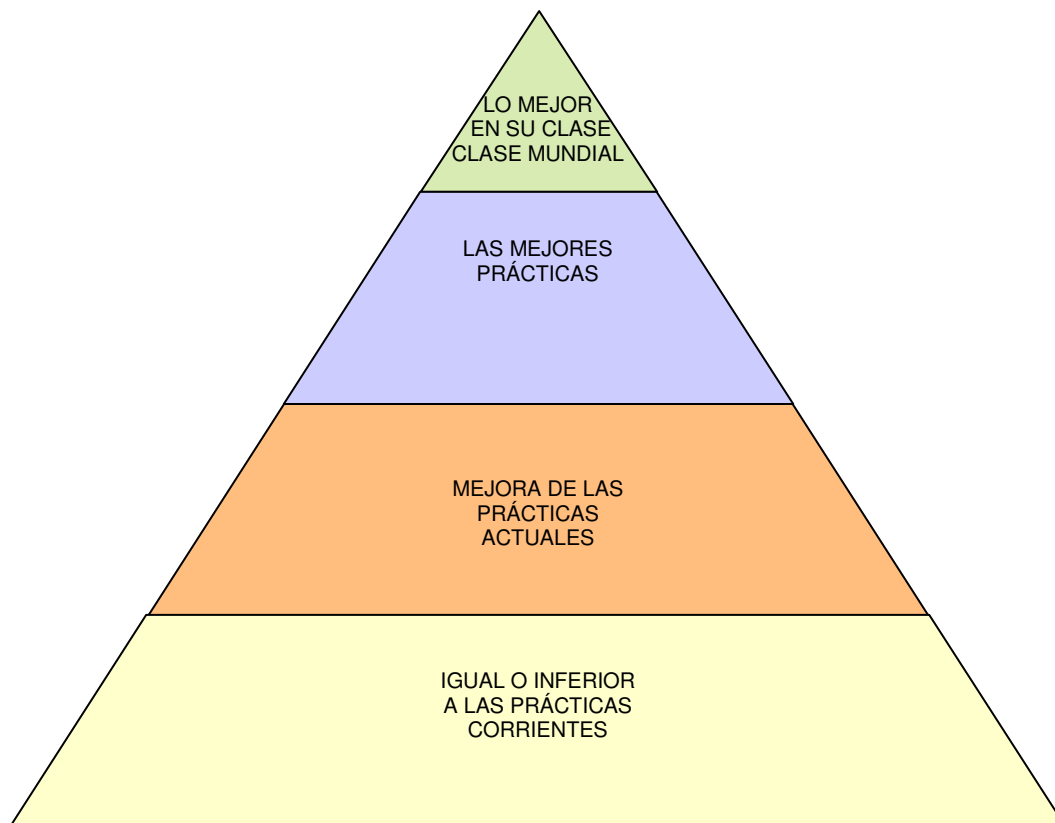
Las compañías de benchmarking experimentadas estudian muchas fuentes para buscar un nivel de convergencia de opinión. Entre mas fuentes estudien y mas concordancia tengan representaran las mejores prácticas. La figura ___ es un diagrama en forma de pirámide que se puede utilizar para demostrar las cantidades relativas de informaci9ónque se pude conseguir para estudiar, según una organización defina sus objetivos de benchmarking y de mejoras.

²⁸ Ibid, p. 166.

Las 6 fuentes de información más comúnmente mencionadas para identificar las compañías de las mejores prácticas están mencionadas aquí; no aparecen en ningún orden particular de importancia ó preferencia²⁹, estas son:

- *Menciones y premio especiales*: Las empresas reconocidas públicamente por otras fuentes por la excelencia en sus productos o servicios, son candidatas de las mejores prácticas. Un ejemplo de estas son el premio nacional de la calidad.

Figura 21. La búsqueda de las mejores prácticas.



Fuente: Benchmarking.

- *Atención de los medios de comunicación*: Las organizaciones mencionadas por estos medios suelen ganar reputación de ejemplares. Estos artículos las ayudan a posicionarse más.
- *Asociaciones profesionales*: Generalmente estas asociaciones pueden dar recomendaciones respecto de las mejores practicas por área funcional, generalmente las referencias que dan son muy buenas.
- *Informes independientes*: Informes especiales preparados por organizaciones profesionales que buscan llamar la atención hacia organizaciones identificadas como especiales o ejemplares.

²⁹ Ibid, p. 178.

- *Comentarios profesionales*: La buena reputación aumenta cuando un profesional le habla bien a otro de una organización. Este reforzamiento es muy efectivo en grandes grupos, en un tiempo relativamente corto. Esto se logra mediante redes formales e informales, siendo respaldados por boletines, bases de datos, etc.
- *Los asesores*: Suelen especializarse en dar la información mas reciente desarrollada en las áreas funcionales y estas están comenzando a especializarse en servicios de benchmarking.

Se debe tener especial cuidado con clasificar a los individuos demasiado bajo o demasiado alto sobre la base de un rasgo muy sobresaliente, por ejemplo de una persona muy inteligente, decir que es callado o reservado. Hay dos tipos de reputación el positivo y el negativo y hay que evitar ambos al hacer el equipo de benchmarking.

- Halo positivo: Es cuando una organización se gana la reputación de que hace una cosa bien, así la gente cree que como se gana un premio de calidad por lo que hace tan bien, entonces todo es perfecto en el resto de la organización.
- Halo negativo: Es cuando una empresa entra en una crisis, se considera que no es fuente de algún tipo de benchmarking, aunque algunas actividades funcionales representen las mejores practicas.

- *Búsqueda de socios de benchmarking cooperativos*

Quizá el mayor obstáculo que la gente tiene que enfrentar a medida que se familiariza con el proceso de benchmarking es la barrera psicológica de tener que ir a hablar con individuos de otras organizaciones, especialmente con competidores. Para la mayoría de las personas, fraternizar con la competencia no es una actividad normal, la gente puede encontrar pretextos para no hacer benchmarking , como por ejemplo, que los datos son confidenciales.³⁰ Lo que la gente más teme al enfrentar el proceso de benchmarking es ir a hablar con otra gente y más cuando es el competidor. El temor de los empleados de ponerse en contacto con empleados de otras organizaciones puede ser por:

- *Tradicón*: El competidor es el malo y el enemigo es difícil de vencer.
- *Confabulación*: Temen que sea una confabulación ponerse en contacto con gente de la competencia. Si se le da un buen uso a la información no es confabulación.
- *Incomodidad*: Se sienten incómodos visitándolos y más si es la competencia, pero esto se elimina después de un tiempo de trato.

Lo bueno es que después de la primera experiencia, quedan satisfechos de la facilidad para recolectar información y se asombran de la cooperación que llegan a encontrar.

¿Por qué cooperan los empleados de las otras compañías en dar información? (pregunta a los practicantes de benchmarking)

³⁰ Ibid, p. 184.

- *Afiliación profesional*: generalmente se hace entre colegas, que pueden ya haberse conocido anteriormente en conferencias.
- *Curiosidad*: es muy interesante por su naturaleza, hay una natural curiosidad por saber que están haciendo las otras organizaciones.
- *La oportunidad de aprender algo*: hay un elemento de aprendizaje profesional y personal que puede tener lugar como parte del proceso de benchmarking.
- *Reciprocidad*: Hay un elemento de tome y deme en el proceso de recopilación de información de benchmarking. Los empleados suelen acceder a dar información si creen que pueden recibir algo a cambio de información de igual forma, como un ejemplar del informe de benchmarking que se va a producir.
- *Cortesía*: Cooperan en los esfuerzos de recopilación de datos por un sentido de cortesía personal y profesional.

La relación de benchmarking persona a persona es fuente de mucho debate y especulación, pero cuando lo experimentan, empieza una curiosidad de cómo van a ser recibidos con su solicitud de información, lo complicado es comenzar, por lo cual generalmente hacen como un análisis previo y saber si es factible o no en una organización. En algunas organizaciones, los proyectos piloto de benchmarking, comienzan como una manera de probar las aguas y demostrar que el proceso es factible en el ambiente de una organización particular.³¹

- *Redes de benchmarking: Un grupo clave de socios del benchmarking*

Un fenómeno mas reciente es la creación de redes formales de benchmarking o consorcios. Esto ayuda a identificar potenciales socios del benchmarking. Los miembros de la red representan una fuente valiosa de información para hallar los candidatos potenciales. Algunas de estas redes de benchmarking están formadas por organizaciones que son miembros de un grupo industrial particular, es decir se unen por ejemplo 18 corporaciones de la industria de telecomunicaciones y así estimulan actividades de benchmarking en diversas áreas genéricas. Otras redes se componen de especialistas funcionales de diversas organizaciones que representan diferentes industrias. Estas redes son un medio eficaz para investigaciones de benchmarking y aprovechar recursos de algunas organizaciones cooperativas. Las compañías que participan en estas redes ya han utilizado el proceso de benchmarking.

- *Otras redes de información de benchmarking*

Hasta ahora solo hemos hablado de los socios del benchmarking, en el sentido de los socios y empleados, quienes son la fuente directa de información que proporcionan ejemplos de las mejores prácticas y otros datos comparativos. De igual forma existen otras formas de encontrar las compañías de mejores prácticas y otra información aplicable a su investigación.

³¹ Ibid, p. 188.

Según las compañías de benchmarking de mejores practicas, uno puede encontrar recursos validos y confiables que le ayuden a identificar y contactar socios potenciales del benchmarking en las siguientes categorías claves:

- Recursos gubernamentales
 - Gobierno federal: agencias federales, informes anuales, contratos federales, publicaciones federales, forma 10-k.
 - Gobierno estatal: directorios de negocios y documentos legales.
- Expertos en la materia
 - Instituciones académicas.
 - Asesores.
 - Analistas de inversión.
- Grupos de interés especial.
 - Conferencias y reuniones.
 - Redes de profesionales.
 - Servicios de apoyo a la investigación.
 - Publicaciones de especialistas.
- Medios de comunicación.
 - Servicios de información de negocios.
 - Estudios de investigación de mercado
 - Bases de datos en línea
 - Publicaciones privadas de negocios.
 - Directorios e índices de publicaciones.
- Empleados, clientes y proveedores
 - Distribuidores.
 - Personal de investigación interna.
 - Expertos en materias internas.
 - Minoristas.
 - Proveedores.
- Socios del Benchmarking
 - Bases de datos de benchmarking
 - Organizaciones de mejores prácticas.
 - Referencias, presentaciones.
- Fuentes extranjeras de recursos.
 - Bancos.
 - Consulados.
 - Cámaras de comercio extranjeras.
 - Bibliotecas extranjeras.

- Comisión/Asociación internacional de comercio.
- Comisionistas de valores.
- Bases de datos especializadas.
- Asociaciones comerciales.

- *Fuentes gubernamentales*

Las fuentes gubernamentales, es especial las agencias federales, han sido particularmente útiles, sobre todo por las publicaciones escritas que el gobierno desarrolla, recopila, cataloga y pone a disposición del público.

- Agencias federales
- Informes anuales:
- Forma 10-k:
- Contratos federales
- *“U.S industrial Outlook”*:
- *Servicio Nacional de Información Técnica (NTIS)*.
- *Instituto Nacional de Normas y Tecnologías (NIST)*:

- *Gobiernos estatales*

- *“State Executive Directory”*: Esta guía suele encontrarse en las bibliotecas públicas más grandes, proporciona un índice útil de varias agencias y oficinas de cada estado.
- *Archivos de corporaciones estatales*: Algunas escrituras de constitución que describen detalles de operaciones de negocios, de estructura e información financiera general suele exigirlas es estado para archivarlas.

- *Expertos en la materia*

Son los individuos que están específicamente capacitados e informados y que son reconocidos como autoridades con respecto al tema específico que se va a someter al proceso de benchmarking

- Instituciones académicas
- Bibliotecas académicas.
- Asesores.
- Analistas de inversión.

- *Organizaciones y redes profesionales de comerciales*

Las organizaciones y las redes profesionales son las fuentes de información de benchmarking más accesibles. Estas organizaciones reúnen individuos que a menudo tienen historiales similares y comparten intereses comunes. Estas organizaciones ofrecen dos oportunidades distintas, la primera si la red de profesionales es extremadamente grande, los miembros de las organizaciones de mejores prácticas también podría formar parte de esa red. La segunda ventaja es que otros

miembros de la red profesional pueden tener guías para las organizaciones de mejores prácticas y estar dispuestos a compartir estas guías.

- *Publicaciones*

Además de los materiales impresos producidos por las fuentes de información ya mencionadas, hay una enorme cantidad y variedad de publicaciones que cubren prácticamente cualquier tema que se pueda someter a benchmarking. Estos impresos generalmente los producen las publicaciones de negocios privadas, las compañías de servicios de información y las organizaciones de investigación de mercado.

- *Directorios e índices de publicaciones:* Encontrar los nombres y las fuentes de las publicaciones bien conocidas no es difícil, pero quizá para hallar publicaciones pequeñas o extranjeras se requieran más esfuerzos.
- *Base de datos en línea:* Estas bases de datos resumen, hacen índices y almacenan vastas cantidades de información a la cual se puede tener acceso digitando las palabras específicas que definan el área del tema, los autores, las fechas y las ubicaciones.
- *Servicios de información de negocios:* Estos proporcionan una amplia variedad de información acerca de las organizaciones, incluyendo la información relacionada con las clasificaciones crediticias, historia de la compañía, información de estructura, productos y servicios, y datos financieros.
- *Estudios de investigación de mercado:* Habitualmente los realizan organizaciones e instituciones privadas, y generalmente cubren tópicos específicos, como el de la industria automovilística o petrolera.
- *Empleados, clientes y proveedores*

Son los individuos y las organizaciones con que uno tiene las relaciones más frecuentes e intensas. Como recursos de información, ellos deben ser de muy fácil acceso y proporcionar información útil a muy bajo costo y con muy pocas molestias.

- *Su propia organización:* Los empleados de su propia organización pueden darle a usted una información muy valiosa acerca de otras organizaciones.
 - *Planificación estratégica:* Los empleados responsables de la planificación estratégica suelen actuar como practicantes de benchmarking de hecho aunque desempeñen trabajos normales.
 - *Personal de compras y contacto con los proveedores:* Con frecuencia, estos empleados pueden dar valiosa información sobre precios competitivos, niveles de calidad y capacidad de distribución.
 - *Personal de ingeniería:* Los empleados de ingeniería y diseño suelen estar enterados de los más recientes avances en diseño y en prácticas de desarrollo en su grupo industrial.

- *Los clientes:* Pueden ser una fuente de excelente de información respecto de las preferencias de productos y experiencias de servicios. La información de los clientes a menudo se recopila por medio de encuestas o grupos de enfoque.
- *Fabricantes y proveedores:* Pueden ser una fuente muy valiosa al hacer un benchmarking industrial competitivo, porque es probable que negocien con otras organizaciones cuyos procesos o servicios son similares a los de usted. Suelen ser muy serviciales en las investigaciones de benchmarking, sin embargo puede ser complicado que den alguna clase de información.
- *Minoristas y distribuidores:* Si vende sus productos por medio de minoristas, pueden ser una fuente importante de información acerca de las organizaciones de su industria, y particularmente acerca de sus competidores, La persona clave en el ambiente de las ventas al por menor generalmente es el comprador. Los distribuidores también suelen ser excelentes fuentes de información sobre los tipos y volúmenes de despachos que están haciendo compañías específicas.
- *Socios de benchmarking*

Si llevo a cabo una investigación a conciencia en busca de compañías de mejores practicas para que sean socias del benchmarking y usted cree que realmente identifico un grupo de organizaciones de optimas practicas que representan competidores, organizaciones similares o socios funcionales genéricos, entonces una de las preguntas mas productivas que se puede hacer es si ellos realizan cualesquiera análisis de benchmarking a medida que desarrollan y mejoran sus propios productos y servicios.

- *Fuentes de datos extranjeros*

Uno de los retos de realizar investigaciones de benchmarking sobre las mejores prácticas es ampliar el alcance de sus esfuerzos para incluir organizaciones que estén fuera de los límites de su país nativo.

- *Los bancos:* Los empleados de estos bancos pueden dar una información útil acerca de las organizaciones de sus propios países, bien directamente, o bien por medio de sus bibliotecas de información o bases de datos que suelen ser accesibles a través de sus sucursales mas grandes en el extranjero.
- *Los corredores de valores:* Las casas de corredores que emplean especialistas que se concentran en compañías extranjeras, a menudo están dispuestas a compartir información.

El proceso de benchmarking brinda una excelente oportunidad para aprender de las compañías de mejores prácticas. En la mayoría de los casos, esas compañías cooperaran con usted en sus esfuerzos de benchmarking, particularmente si usted las aborda en una forma organizada y profesional. Una falla en el esfuerzo del benchmarking es no aprovechar las oportunidades que les ofrecen las compañías excelentes.

3.4.4 Cuarta etapa: recopilar y analizar la información de benchmarking

Esta cuarta etapa comprende la recopilación y análisis de la información del benchmarking, sabiendo que ya se tiene claro cuales son las necesidades y los clientes, los factores críticos de éxito y ya se seleccionó y capacitó a los miembros y socios del equipo de benchmarking. Una de las reglas fundamentales del benchmarking es conocer uno sus propios procesos, productos y servicios, antes de intentar comprender los de otra organización.³² Es decir, “Conócete a ti mismo”. Si las etapas de planificación y preparación del proceso no se hacen correctamente, este proceso de recopilar y analizar la información puede ser improductivo.

- *Recopilación de la información*
 - i. Entrevistas Telefónicas: bajos costos, fáciles de implementar. Tardan mucho tiempo, las personas no gastan mucho tiempo en el teléfono.
 - ii. Entrevistas Personales o Visitas de Campo producen buena cantidad de información pero son costosas, consumen mucho tiempo.
 - iii. Encuestas fáciles de estructurar, muy económicas, fácil de analizar pero son impersonales, deben ser cortas.
 - iv. Publicaciones en Medios de Comunicación fácil aplicación, poco costosa, acceso publico y grandes cantidades de información, consume mucho tiempo traducir el material extranjero.
 - v. Investigación de archivos: fácil recopilación, poco costosa pero hacen falta datos, gasta mucho tiempo.
 - vi. Además, existen algunos factores que determinan los métodos para recopilar esta información según algunas empresas expertas: limitación del tiempo y recursos, experiencia y filosofía.
- *Protocolo de benchmarking*

Se deben considerar ciertos asuntos que se pueden considerar como de protocolo. Las siguientes guías se basan en recomendaciones de compañías que hacen benchmarking, y a las cuales se les solicita participar en proyectos de otros.

- i. Planifique previamente; programe de manera realista.
- ii. Prepare un resumen de su proyecto.
- iii. Facilite el proceso de abordar a sus fuentes de información.
- iv. Emplee la estrategia de arriba hacia abajo, aproximándose a la organización de acuerdo a los puestos jerárquicamente.
- v. Cíñase a su bosquejo ó solicitud inicial.
- vi. Limite el tamaño de la delegación visitante.

³² Ibid, p.232.

- Organización de la información

Es importante organizar la información recopilada con el fin de que sea útil. Para ello hay que generar una estrategia de organización antes de comenzar a recopilar la información. Las siguientes recomendaciones ayudaran a planificar estas actividades:

- i. Haga un bosquejo de lo que se quiere lograr.
- ii. Lleve a cabo una matriz de información para identificar la información.
- iii. Analice por fases
- iv. Resuma sus datos.

- Análisis de la información

El próximo paso es analizar la información, a continuación hay algunas recomendaciones para cuando se comience este proceso de determinar el significado de la información:

- i. Verifique para saber si la información es errónea
- ii. Identifique patrones (tendencias generales)
- iii. Identifique omisiones y desplazamientos (detectar si faltan datos o hay datos que no sirven)
- iv. Detecte la información fuera de lugar.
- v. Saque conclusiones (la meta es entender como piensan las organizaciones y como manejan los negocios).

Para este proceso se deben encontrar las vías por las cuales usted se va a hacer entender, por lo tanto conviene hacer gala de sus mejores tácticas para comunicarte hacerse entender, ya sea por medio de tablas, gráficos de tendencia, como el que se visualiza en la figura 22, ó cualquier proceso gráfico que ayude en su proceso de argumentación ya sea a la gerencia ó a sus colaboradores y colegas.

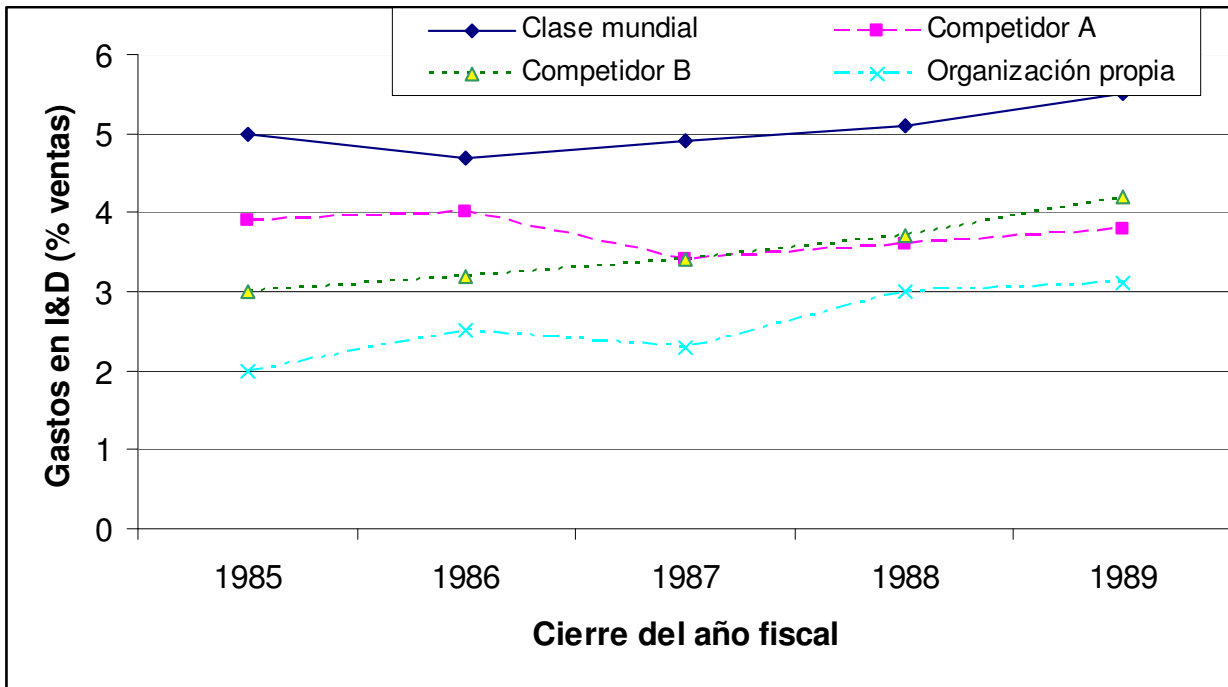
3.4.5 Quinta etapa: actuar

El objetivo primario del Benchmarking es ponerse en acción. Esta etapa es considerada la mas fácil de todas. Sabemos que el Benchmarking es un proceso de investigación, pero mas que todo este proceso, el benchmarking es un estímulo y apoyo para el cambio.

Hay varias clases de acciones básicas de actividades que tienen lugar en esta etapa, las cuales son:

- Producir un informe de benchmarking: Después de completar el análisis básico se hace un informe. Este informe debe cumplir los siguientes propósitos:
 - i. servir de informe para entregar a los clientes del benchmarking
 - ii. servir de resumen de toda la información recopilada
 - iii. servir de registro para las organizaciones que solicitaron el cambio

Figura 22. Las diferencias en el desempeño.



Fuente: Benchmarking.

- iv. servir de producto de comunicación entre empleados y otros departamentos de la organización.
- v. Servir de base de comunicación con las partes externas
- vi. Servir de registro para la base de datos y archivos de benchmarking de la organización.
- Pautas para el contenido del informe:
 - i. Declaración de necesidad/propósito: Datos o incidentes que hayan contribuido a estimular el esfuerzo de benchmarking
 - ii. Los clientes del proyecto: identificar los clientes del proyecto. El nombre es opcional
 - iii. Necesidades del cliente: necesidades, alcance del proyecto, temas de benchmarking identificados, cantidad y calidad de la información.
 - iv. Equipo del proyecto: identifique a cada uno de los miembros con toda su información (nombre, cargo, organización, etc.). El proceso de selección es opcional
 - v. Proceso del equipo: descripción del proceso de orientación, capacitación, cantidad de tiempo que cada uno dedica a la tarea. Identificar responsabilidades y el papel que tienen.
 - vi. Calendario del proyecto: establecer todas las fechas sobre todo fechas importantes de reuniones y entregas.

- vii. Temas para hacer el benchmarking: presentación del bosquejo de datos con las categorías generales de información y las medidas para su recolección.
 - viii. Fuentes de información: hace una lista de fuentes de información por tipo, referencias de material escrito, nombres de individuos contactados.
 - ix. Metodología: métodos para la recolección de datos, copias de sondeos o cuestionarios y una copia del calendario del proyecto.
 - x. Resultados/resumen: resumen de datos en forma de relato, matrices de resúmenes o ambas cosas.
 - xi. Relatos: datos adicionales recogidos durante el proceso, dificultades controladas o hechos sobresalientes.
 - xii. Análisis: analizar por medio de cuadros y relaciones. Incluir cuadros comparativos y gráficos que ilustren los resultados.
 - xiii. Resultados: en forma resumida y un relato adicional de ser necesario. referirse a las necesidades originales, se debe basar en datos. Se hace un resumen general en el que se dan los resultados clave en pocas palabras.
 - xiv. Próximos pasos: se dan los próximos pasos y se establecen fechas de las actividades y límites del proyecto.
- Presentación de resultados a los clientes del Benchmarking: el equipo de Benchmarking puede presentarse a la reunión todo el grupo, un grupo seleccionado o enviando un vocero. La presentación se le hace a los clientes, ya sea a un grupo de gerentes, grupos de la organización etc. Si es necesario que los demás grupos o personas se enteren y no estén presentes en la reunión, esto se debe hacer por medio de cualquier medio de comunicación.
 - Identificación de posibles mejoras de productos y procesos: estos se basan en los siguientes factores: una de las actividades clave del benchmarking es el mejorar los productos y procesos, dar nuevas ideas, y tentar a los de la organización para que lleven a cabo de inmediato el plan de acción. Se vuelve sobre las necesidades originales de los clientes y se reevalúa planes de implementación y mejoras basándose en:
 - i. Nuevas necesidades del cliente: sigue teniendo las mismas necesidades, o han surgido nuevas?
 - ii. Fondos: Nivel de apoyo financiero
 - iii. Tiempo: con cuanto tiempo se dispone, que presiones ejerce la organización sobre el equipo de benchmarking?
 - iv. Nivel de interés/energía: sigue el mismo nivel de entusiasmo? Puede llevarse a cabo?

- v. Suposiciones de mejoras para el producto/proceso original: ha mejorado la organización?, sigue la misma necesidad? Ha aumentado o disminuido esta necesidad?, se han enfrentado a nuevos desafíos?

Con base en lo anterior el equipo sigue con su plan o hace modificaciones

- Resultados de las mejoras: estas pueden llegar a producir uno o más de los siguientes resultados:
 - i. Mejoramiento de productos/procesos: basados en la información obtenida se hacen las modificaciones respectivas (procesos, productos) pueden ser drásticos o leves. Se deben considerar tiempo y costos.
 - ii. Aprender: aprender algo nuevo y aportar a la organización algo nuevo.
 - iii. Formar redes funcionales: las partes y personas de la organización empiezan a interactuar entre ellos a nivel profesional ya que esto ayuda a enriquecer a la misma organización.
 - iv. Reciclar esfuerzos: mejora del proceso mismo de benchmarking, Mejora continúa del proceso/producto del trabajo

- Visión del proyecto en su totalidad

El diagnóstico de la quinta etapa:

- Se produce un informe o resumen
- Los clientes reciben un análisis/informe de la investigación
- El equipo hace el esfuerzo para capitalizar los resultados de mejora de procesos o productos, oportunidades para aprender, formación de redes funcionales.
- El equipo fomenta los esfuerzos por reciclar:
- El equipo propone mejora del proceso mismo de benchmarking
- Mejora continua del proceso/producto del trabajo

Por último se encuentran algunos consejos ó recomendaciones para que el estudio de benchmarking sea más provechoso y útil para la organización, que fueron recopilados según Spendolini³³, entre otros se resumen así:

- Busque el cambio y oriéntese hacia la acción.
- Sea abierto a nuevas ideas.
- Conózcase a sí mismo antes de intentar conocer a otros.
- Concéntrese en la mejora de las prácticas.
- Introduzca y mantenga la disciplina.
- Coordine bien sus recursos para hacer que el trabajo se realice correctamente.

³³ SPENDOLINI, Michel. Benchmarking. Bogotá: Editorial Norma, 2005. p. 308.

3.5 BENCHMARKING PARA PLANTAS TÉRMICAS TENIENDO EN CUENTA COSTOS AOM

La optimización de las plantas de generación térmica se puede resumir en las siguientes áreas:³⁴

- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Potencia máxima entregada
- Eficiencia
- Costo de potencia
- Protección ambiental

Debido a que las comparaciones ó en este caso un benchmarking debe ser realizado teniendo criterios de referencia claros y comparables, dichas comparaciones se realizan tomando índices que reflejen las realidades y en el sector que se está estudiando sea influyente y globalizado, en el sector que estamos tratando serían índices como:

- Costos por megavatio (\$/MWh).
- %.
- Días

En conclusión se debe enfatizar que los costos de operación y mantenimiento son específicos y no es razonable generalizar ni establecer niveles de pago basado arbitrariamente en un grupo supuestamente típico. En este estudio por efecto de ilustración se hace generalizaciones, pero siempre escogiendo clases homogéneos para minimizar los errores consecuentes.³⁵

Para poder tener argumentos claros y firmes en cuanto a benchmarking, se tratará de explicar en detalle, cada uno de los costos que pueden ó no ser comparables y su explicación detallada del mismo.

3.5.1 Benchmarking para costos de Administración.

Los costos administrativos se tratan como sigue:

- Mano de obra interna administrativa: Debido a que las plantas normalmente quedan fuera de las grandes ciudades, y a que se requiere de informes tanto estatales como corporativos y que la cantidad de informes y su detalle dependen de las leyes y de los lineamientos corporativos; no es posible realizar una comparación pues la cantidad de

³⁴ CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII– Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004. p.7.

personal no va a depender del tamaño de la planta ó de la generación realizada, como ya se puede detectar. Una planta de 50 MW de capacidad puede requerir de la misma cantidad de informes que una de 150 MW, y por tanto un índice de Número de personal por MW no sería representativo ni comparable.

- Impuestos vehículos, ambientales y de propiedad: Se encuentra una argumentación similar a la del anterior punto. Los precios internacionales reflejan el costo total de operación y mantenimiento, pero no incluyen impuestos u otros costos incurridos en Colombia, tales como el IVA y el arancel, que en promedio son de un 26%.³⁶
- Auditorias y consultorías técnicas y administrativas: Los costos de las mismas, dependen más de las exigencias y lineamientos corporativos que de la capacidad de la planta, por tanto no es posible encontrar un índice comparable.
- Seguros terrorismo, Vigilancia y seguridad: Considerando las particulares condiciones de orden público que ha vivido el país, es importante mencionar el costo que representan las pólizas de seguros y vigilancia de las plantas de generación. Estos aumentan los gastos de forma significativa.³⁷ Este rubro no es posible comparar por las diferencias en condiciones de orden público entre países.
- Seguros terrorismo, terremoto, confiabilidad operativa, incendio: Estos rubros dependen de los lineamientos y requerimientos corporativos, por tanto no son fácilmente comparables.
- Transporte de personal: Depende más de la cantidad de personal y de la distancia de la planta a la ciudad más cercana, por tanto no es fácilmente comparable.
- Aseo y limpieza: Es un rubro que impacta muy levemente los costos, motivo por el cual no se encuentran índices en los estudios para su comparación.
- Materiales de oficinas.
- Costos de administración de software y mantenimiento de hardware: Dependen de la modernidad informática con que cuente la compañía.
- Costos de licencias de operación y medio ambiente: Estos dependen de los lineamientos estatales de cada país.

Debido a que ninguno de los costos de administración mencionados anteriormente son “comparables”, se proponen tres que tienen que ver con administración del personal y uno que tiene que ver con desviación, estos son:

- Horas extras del personal: el cual se expresa en porcentaje total de horas laboradas y mundialmente se habla de un máximo de 3%.
- Ausentismo del personal: el cual se expresa en porcentaje, normalmente se dice que puede expresar el grado de motivación.

³⁵ POWER PLANNING ASSOCIATES LTD. Estudio Técnico Sobre Costos De Generación De Plantas Térmicas En Colombia. En: ACOLGEN, 2002. p. 16.

³⁶ Ibid, p.27.

- Accidentes: Entrega el grado de capacitación y compromiso que se ha dado al personal, se evalúa en cantidad por cada 1000 trabajadores.
- Periodos desviados: Es un parámetro que indica la calidad de entrega de energía para un generador de energía.

3.5.2 Benchmarking para costos de Operación.

- Costos de combustibles: Se divide en consumo de combustible principal y auxiliar:
 - Combustible principal: se evalúa con el consumo térmico de la planta ó eficiencia de la planta, se mide en kJ/kWh ó BTU/kWh. Debido a que depende de la capacidad máxima de la planta, de la tecnología y de la temperatura y presión ambiente de la misma, se evalúa como el porcentaje de aumento ó disminución del consumo térmico con respecto al garantizado por el fabricante a las condiciones de la ubicación de la planta.
 - Combustible auxiliar: Analizando el componente de daño de costos directos de arranque y parada para plantas eléctricas, se acostumbra considerar tres tipos de condición; fría, tibia y caliente. Típicamente, un arranque frío causaría un efecto equivalente a 2 a 3 arranques calientes³⁸. Los diferentes componentes del costo de un arranque para una planta térmica a carbón para cada condición son el consumo de combustible auxiliar ó para el arranque, el costo por daño ó consumo de vida útil principalmente. Debido a que depende también del diseñada la planta y del tiempo que ha estado fuera de sincronismo, se propone como el porcentaje de cantidad del combustible utilizado real con respecto al nominal consumido con base en las curvas de arranque de la planta para cada tipo de arranque.
- Mano de obra interna operativa: Estaría incluido en los índices propuestos en el anterior numeral.
- Químicos: Debido a que la cantidad de químicos depende de la calidad del agua que se toma del río, no sería fácilmente comparable.
- Energía eléctrica: Hay un índice mundial que se calcula como el porcentaje de consumo de auxiliares sobre la energía generada.
- Agua: Existe un índice en m³/MWh. Agua consumida por cada megavatio generado.
- Lubricantes: El costo es despreciable y no se tienen un índice comparable.
- Consumibles técnicos: Idem del anterior.
- Manejo de residuos industriales: El costo es oneroso en el caso que se requiera disposición, sin embargo en el área ambiental más adelante se definirá un índice.

³⁷ Ibid, p.28.

³⁸ Ibid, p. 33.

- Factor de carga: Debido a que es un índice que influye sobre los demás índices operativos se evalúa y se calcula, está definido como el factor de utilización de carga.

3.5.3 Benchmarking para costos de Mantenimiento.

Teniendo en cuenta los diferentes costos que influyen sobre el mantenimiento:

- Mano de obra interna de mantenimiento
- Mano de obra externa para mantenimiento (aplica principalmente durante las paradas mayores de unidad u overhaul)
- Materiales consumibles
- Herramientas
- Repuestos
- Contratos y servicios

Todos estos se pueden comparar y controlar con los dos siguientes índices:

- Índice de costos de mantenimiento: todos los rubros incluidos anteriormente están incluidos en este y es manejado mundialmente. Se calcula como el costo total en el año dividido por el costo de los activos totales.
- Índice de planeación de mantenimiento: Ya que la planeación optimiza todos los costos que impactan sobre mantenimiento, se controlan los costos con el grado de planeación de las órdenes de mantenimiento.

Otros índices en los que mantenimiento impacta, pero que por ser muy importantes ya que son los que al final influyen en la facturación de energía y cargo por disponibilidad ó confiabilidad se toman en este estudio en un numeral adicional.

3.5.4 Benchmarking para índices que influyen sobre los ingresos por venta de energía y potencia.

- Disponibilidad: Es el índice más importante en cuanto a la facturación del cargo por disponibilidad (en el último año cargo por confiabilidad). Su cálculo está definido en muchos estudios y es el índice más reconocido mundialmente en este ramo de la energía. Depende en gran parte de la gestión de mantenimiento y en otra medida de la gestión de operación.
- Horas por paradas forzadas: También impacta directamente sobre la facturación, y dice mucho de la gestión de mantenimiento. Se calcula como el número de horas que la planta estuvo fuera de operación por mantenimiento de emergencia. Con este índice también se calcula la confiabilidad.
- Horas por parada programada: Igual que el anterior, impacta sobre la facturación. Depende de la estrategia y gestión de mantenimiento. Se mide igual que el punto anterior. Con este índice también se calcula la confiabilidad.

3.5.5 Benchmarking para índices que influyen sobre el medio ambiente.

Ya que en los últimos tiempos se nombra mucho el desarrollo sostenible, ningún estudio en el que están las plantas térmicas incluidas, se puede realizar sin dejar de nombrar el impacto de las mismas sobre el medio ambiente, máxime si en todos los estudios a nivel mundial nombran a las mismas como las más influyentes sobre el cambio climático; además que en los casos que las normas ambientales no sean cumplidas elevarían los costos inminentemente y en algunos casos llegaría hasta a la suspensión de la operación de la planta. Los índices que principalmente se proponen para las plantas a carbón y que se conocen a nivel mundial son los siguientes:

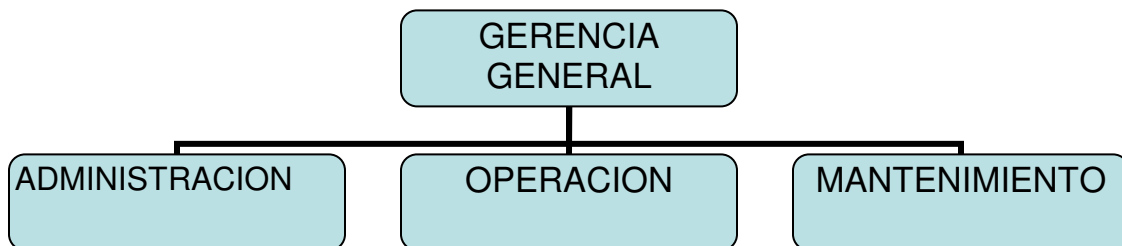
- Material particulado emitido: Este índice es manejado mundialmente y está reglamentado por la EPA.
- Emisión de NOx y SOx: Estos índices son manejados mundialmente y están también reglamentados por la EPA. Son los más criticados y los que más influyen sobre el cambio climático.
- Utilización de cenizas e inquemados: Se aplican sobre las plantas a carbón, para el desarrollo sostenible son muy importantes, ya que la utilización de las cenizas del carbón en otras industrias como la cementera es relevante para evitar la contaminación tanto de aguas como de aire. De igual manera, los inquemados son importantes debido a que las industrias cementeras sólo utilizan las cenizas con muy bajos niveles. Estos índices se tratan mundialmente en porcentajes.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROCESO DE BENCHMARKING

Debido a que esta herramienta ha entrado a ser aplicada en las últimas dos décadas, y a que en la gran mayoría de estudios realizados está de barrera la confidencialidad, ó el benchmarking interno entre áreas de diferentes áreas de cubrimiento y por tanto la gran mayoría de estudios no se encuentran publicados esta clase de estudio y por tanto ha sido muy complicado conseguir información del tema y más específicamente de la aplicación del benchmarking en plantas térmicas. Lo anterior debido principalmente a que inicialmente las compañías ven este estudio más como un espionaje a las mejores prácticas ó como una comparación para encontrar falencias en los procesos internos y entrar a intervenir externamente y corregir ó cambiar lo que está mal ó ya sea para encontrar las rutas para reducción de costos y que los socios ó las juntas directivas de la compañía ponga en cintura los gerentes de ocasión, sin detenerse a ver los beneficios que trae consigo esta clase de estudios.

Con base en las indicaciones y estudios realizados tanto por Acolgen como por la CREG, se ha propuesto un modelo gerencial para las plantas térmicas del país, ver figura 23, por un lado para detectar los diversos factores críticos de éxito, como también para encontrar si los diferentes índices deben ser optimizados ó modificados, qué jefatura ó área está implicada.

Figura 23. Modelo gerencial implantado por la CREG



Fuente: Propia.

Este estudio tratará de plantear los principales índices que por ser básicos , críticos para los costos y universales en este sector merecen ser identificados, documentados, formulados, monitoreados y comparados para encontrar puntos de mejora y referencias para estudios futuros ya sea de índole reglamentario gubernamental como en Colombia es la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), El Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) ó cualquier otro ente regulador ó ya sea para que con un ente de control interno en la compañía que lo utilice se consiga encausar los diferentes autores del proceso hacia un mejoramiento continuo y una búsqueda de la optimización en todos los niveles de las diferentes compañías del sector. Con base

en la teoría de los capítulos anteriores realizaremos el proceso de benchmarking de acuerdo a las etapas planteadas para su realización.

4.1 BENCHMARKING PARA DOS PLANTAS TÉRMICAS DE COLOMBIA

Debido a la relación de los autores de la monografía con el sector, los conocimientos adquiridos y la experiencia se plantea realizar un estudio de benchmarking a las dos plantas en las que han laborado, ellas son Termopaipa IV y Termosierra.

4.1.1 Determinar las necesidades de información

Para esta clase de actividad en plantas térmicas se fundamentará el estudio en búsqueda de índices para determinar el desempeño en los procesos de trabajo en Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) concatenado con su respectiva relación en los costos y gastos a los que afectan. Se identifican los factores críticos de éxito con base en los índices que afectan los costos AOM.

4.1.2 Expectativa de informes y alcance del Benchmarking.

Los informes serán básicos con conclusiones y recomendaciones, complementado con gráficas de seguimiento de los diferentes índices en las que se referenciarán los márgenes en los que trabajan las plantas de talla mundial. A corto plazo se realizará un primer estudio y a mediano plazo se planteará a la gerencia los beneficios de tener este estudio con una frecuencia de un año tratando de concatenarlo con las plantas del mismo género de la casa matriz de las dos compañías. Los factores críticos a los que le apuntará el estudio se fundamentarán en la calidad del producto que para este sector son los índices de desempeño de los diferentes procesos y se enfocaron al modelo gerencial propuesto de Administración, operación y mantenimiento.

4.2 FORMAR EL EQUIPO DE BENCHMARKING

El equipo de trabajo a corto plazo serán los autores de la monografía, a mediano y largo plazo se plantea tener como mínimo un ingeniero de soporte técnico para el control interno de los diferentes índices que pertenezca al departamento técnico de la planta el cual liderará equipos de trabajo interfuncionales de mejoras para las áreas que requieran de acuerdo a los resultados obtenidos durante el estudio.

4.3 ESCOGER FUENTES CONFIABLES DE LAS MEJORES PRÁCTICAS.

Para este estudio se encontraron como fuentes de estudios confiables y aplicables los artículos “MANUAL ON BEST PRACTICES IN INDIAN POWER GENERATING UNITS” y “ESTUDIO TÉCNICO SOBRE COSTOS DE GENERACIÓN DE PLANTAS TÉRMICAS EN COLOMBIA”.

4.3.1 Fuente 1: Manual on best practices in indian power generating units

Realizado durante el año 2004 por la “Confederation of Indian Industry” con el propósito de facilitar a las plantas térmicas de la India alcanzar estándares de clase mundial para el año 2008, y preocupados por el déficit de potencia disponible que para el año 2005-2006 alcanza el 8.3% y hasta el 12.5% en horas pico. Además en la India se encuentra que la generación térmica, a diferencia de Colombia tiene una participación del 74.8% en el mercado energético, cifra que hace que este sector sea crítico y tenga que ofrecer una enorme fortaleza en cuanto a disponibilidad de potencia.

En este estudio se realizó un completo estudio de Benchmarking:

- Inició por definir los objetivos, los grupos de trabajo
- Grupos de trabajo para escoger fuentes de información de clase mundial que en este caso tuvo plantas de Australia, Alemania y Japón.
- Selección de plantas de la India que estuvieran dispuestas a intervenir en el estudio.
- Recolección de datos y selección de las áreas para su incorporación en los análisis de datos.
- Análisis de datos e implantación de una matriz con el fin de identificar y calificar el estado de tecnología ó del índice para su respectiva comparación.
- Estudios e implementaciones que se han llevado a cabo para mejorar el desempeño de las plantas en la India.
- Grupo especializado para recomendar a las plantas de la india que tengan que implementar sistemas y tecnologías para mejorar el desempeño de las mismas.
- Ponderación de los diferentes índices claves seleccionados para cada planta y comparación con los mejores de clase mundial extraídos de algunas plantas de Alemania, Japón y Australia.
- Definición y formulación de los diferentes parámetros para tener el mismo punto de referencia.

4.3.2 Fuente 2: Estudio técnico sobre costos de generación de plantas térmicas en Colombia

Realizado en el año 2002 por la firma Británica Power Planning Associates LTD, con el propósito de identificar las características de las plantas térmicas que operan en Colombia; determinar la estructura de costos de las plantas de generación térmica para los diferentes tipos de tecnología, niveles de operación y tipos de combustible que consumen y comparar los costos por tipo de tecnología determinados con los valores reconocidos por las resoluciones de la CREG 034, 038 y 094 de 2001. En síntesis el estudio determina la estructura de costos para los diferentes tipos de tecnología de las plantas térmicas que operan en el país y compara los mismos con los valores reconocidos por las resoluciones mencionadas para cada uno de los siguientes rubros: costos de suministro de combustible, costos de transporte de combustible, costos de operación y

mantenimiento, costos de arranque y parada y otros costos variables. También se hace una comparación de los costos reconocidos por la CREG con los costos de las plantas térmicas instaladas en Colombia y los costos de plantas similares instaladas en otros países.

En el momento de ser realizada esta monografía a criterio de los autores han encontrado que son estas las fuentes más recientes ó completas del sector, por lo menos publicadas ó disponibles para ser consultadas, además de que son estudios muy completos y serios del mismo sector y serán la base de comparación para este estudio, sin embargo no debe descartarse que hay algunos índices que no fueron tratados por este estudio y se referenciará en el momento que sea necesario las otras fuentes de datos.

4.4 RECOPIACION Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para poder realizar las comparaciones que requiere un estudio de Benchmarking se debe tener cifras y criterios claros de referencia con el fin de dar conceptos confiables de una planta ó proceso con respecto a otro. Debido a esto se plantean índices de desempeño que son conocidos a nivel mundial y se toman y calculan dependiendo de la rama ó sector estudiado. En este numeral se tratará de recopilar las diferentes fórmulas e índices que se proponen para tener en cuenta en este estudio, además de investigar los de clase mundial y poner su punto de comparación.

En las plantas térmicas hay diferencias apreciables que se pueden resumir en las siguientes variables:

- Ubicación de la planta
- Tipo de planta
- Tipo y calidad de combustible
- Tamaño de planta
- Modo de operación (de base o de operación intermitente depende del despacho)
- Criterio de diseño (de base o de operación intermitente depende del despacho)
- Ubicación física de la planta
- Edad e historia de operación

Con base en las anteriores variables se proponen índices comparables para cada planta. Los precios internacionales reflejan el costo total de operación y mantenimiento, pero no incluyen los costos de administración que tienen que ver con impuestos u otros costos incurridos en Colombia, tales como el IVA y el arancel, que pueden llegar a aumentar los costos hasta en un 40%. Esto en conjunto con la tasa representativa del mercado que en el último año ha sido muy volátil y poco predecible ha incrementado los costos planeados ya que la tasa ha variado hasta en un 20 %.

Además por las condiciones de orden público que ha vivido el país, es importante mencionar el costo que representan las pólizas de seguros y vigilancia de las plantas de generación, así como también en los casos que se tienen recursos humanos extranjeros el costo que incurre para los traslados de los mismos y la seguridad personal que se debe contratar. Estos aumentan los gastos de administración de forma significativa.

Los costos de mantenimiento en cuanto a de mano de obra y materiales básicos en Colombia son inferiores en general a los de Estados Unidos y Europa, pero los costos variables de mantenimiento de las plantas térmicas en Colombia operando por razones de seguridad dependen de contratos de recursos sofisticados del exterior, así como también de repuestos importados y asesorías que vienen casadas con el contrato de adquisición de la planta ó de los equipos críticos. Por lo anterior son muchos los puntos que deben tenerse en cuenta cuando se quiere realizar un benchmarking basado en costos exclusivamente, por tanto se trata de realizar el estudio basado en índices de consumo de los diferentes procesos de operación y mantenimiento, ya que los costos administrativos dependen en su gran mayoría de cada país por los subsidios, aranceles gubernamentales e impuestos que los hacen poco comparativos con respecto a otros países. Para complementar cada índice propuesto se denotará el objetivo del mismo y el rubro de costo al cual influye ya sea de operación, mantenimiento ó administración. Además se toma un aspecto adicional como lo es el medio ambiente que en los últimos años se ha venido incrementando el interés por el desarrollo sostenible y por la gran influencia que tiene sobre el medio ambiente la generación de energía a partir de combustibles fósiles principalmente. Para los índices que se calculen de la misma manera tanto para plantas térmicas a gas como para plantas térmicas a carbón, sólo se planteará la ecuación. Para el caso contrario se denotará con viñetas las diferencias entre los cálculos.

4.4.1 Parámetros para plantas térmicas a carbón ó gas que influyen sobre los ingresos por ventas de energía y potencia.

a) Factor de disponibilidad de planta:

- Objetivo: Encontrar la disponibilidad real entregada al sistema interconectado, traducida como la cantidad de energía que la planta efectivamente estuvo en capacidad de entregar a la red. Es el índice más importante en plantas de generación de energía ya que está directamente relacionado con las entradas ó facturación por disponibilidad de potencia en el informe de pérdidas y ganancias de la compañía.

- Plantas a carbón $PAF_1 = \frac{\sum_i \text{Potencia disponible en MW en el periodo } i}{\sum_i 3600 \frac{\text{MWh}}{d} * \text{número de días para periodo } i}$

- Plantas a gas

$$PAF_1 = \frac{\sum_i (HD) \text{ en el periodo } i}{\sum_i (HT) \text{ para periodo } i} * 100$$

Donde: HD: Horas declaradas disponibles

HT: Horas totales del periodo

b) Horas por paradas forzadas:

- Objetivo: Encontrar la cantidad de horas durante las cuales la planta no estuvo disponible para el sistema interconectado por fallas en equipos operativos críticos, también influye sobre el índice PAF. Está directamente relacionado con los costos de mantenimiento. Además es la base para calcular la confiabilidad de la planta para el sistema eléctrico nacional, lo cual es base para las facturaciones del cargo por confiabilidad .

c) Horas por paradas programadas ó planeadas:

- Objetivo: Encontrar la cantidad de horas que la planta requiere para realizar mantenimiento preventivo u overhaul, también influye sobre el índice PAF y puede dar un indicio de la eficiencia del área de mantenimiento que en algunos casos puede ser excesivo, puede asimilarse a la mantenibilidad de los equipos. Está directamente relacionado con los costos de mantenimiento. Además es la base para facturar el cargo por confiabilidad, debido a que mientras más tiempo utilice para mantenimiento programado, menos tiempo factura como tiempo disponible para el sistema interconectado.

4.4.2 Parámetros para plantas térmicas a carbón ó gas que influyen sobre los costos de mantenimiento.

a) Índice de costos de mantenimiento:

- Objetivo: Detectar los costos en que se incurre para mantener los diferentes equipos de la planta y entregar una disponibilidad y confiabilidad. Como su nombre lo indica influencia el rubro de costos de mantenimiento.

$$MCI = \frac{\sum_i \text{Costos de mantenimiento en el período } i}{\sum_i \text{Activos totales de la compañía}}$$

b) Índice de planeación del mantenimiento

- Objetivo: Detectar la planeación que se realiza para las diferentes órdenes de trabajo de mantenimiento y que por tanto afectan los costos de mantenimiento.

$$IM01 = \frac{OT's PLANEADAS}{OT's EJECUTADAS} \times 100$$

4.4.3 Parámetros para plantas térmicas a carbón ó gas que influyen sobre los costos de operación

a) Eficiencia de la planta ($\eta\%$):

- Objetivo: Se detecta calculando el consumo térmico específico, en otras palabras este índice es la cantidad de energía química que el combustible debe suministrar a la planta para generar un MWh de energía, es el segundo índice más importante

de cualquier planta por reflejar la eficiencia de la planta. Afecta directamente los costos de operación ya que es un índice del mayor ó menor consumo de combustible. Debido a que debe ser un índice normalizado para cualquier planta, se debe tener en cuenta de corregir el consumo térmico por los diferentes factores que mencionaremos a continuación y además para tener puntos de referencia debe compararse con el consumo térmico garantizado por el fabricante de la planta.

- Plantas a carbón: Los factores que deben tenerse en cuenta para corregir el consumo térmico específico real (CTR) son:

$$CTR = \frac{\sum_i \text{Consumo carbón } i(t) * \text{Poder calorífico neto} + \sum_i \text{ACPM } i(t) * \text{Poder calorífico}}{\sum_i \text{Energía neta generada en periodo } i \text{ (MWh)}}$$

Factor de carga (CTPLF): Como ya se mencionó anteriormente, el consumo térmico específico varía con el factor de carga, cada planta tiene su propia curva entregada por el fabricante ó levantada directamente por el área de operación, un ejemplo es la figura 24.

La curva de la figura 24 también puede ser expresada con una ecuación logarítmica así:

$$CTPLF \text{ (kJ/kWh)} = 13293 - 733 * \ln(PLF - 20)$$

Para calcular PLF, se debe buscar en el literal g de este numeral.

Consumo de energía durante arranques (ARR): Cada planta térmica tiene tiempos y por tanto procedimientos de arranque diferentes, en las plantas a carbón se pueden resumir en:

- arranques en frío, tibio y caliente dichos arranques tienen, dependiendo del diseño de la planta consumos de carbón y combustible auxiliar para cada tipo de arranque. Un ejemplo de esto es la tabla 5.

Tabla 5. Consumo de energía por arranque durante arranques.

Tipo de arranque	Consumo combustible		Energía
	Carbón (t)	Fuel oil (t)	GJ
Frío	40	33	2500
Tibio	17	15	1100
Caliente	12	7	600

Fuente: CES

- Consumo de energía durante operación bypass: Debido a que los programas de carga dependen del sistema interconectado nacional, algunas veces son despachadas las plantas saliendo de red y entrando al

cabo de 3 ó 4 horas, para lo cual entrega menos pérdidas continuar con la caldera en servicio, con el generador y la turbina fuera de servicio, a esta operación se le denomina operación bypass y como es un fenómeno externo a la planta se sugiere tener una corrección para dichos eventos. En una planta a carbón como Termopaipa se toma un índice de 300 GJ/h/bypass.

$$BYP(GJ)=N^{\circ} \text{ horas operación bypass} * 300 \text{ GJ/h/bypass}$$

Finalmente la ecuación para tener un consumo térmico corregido queda así:

$$CFLE = CTPLF(kJ / kWh) + \frac{(ARR(GJ) + BYP(GJ) * 1000)}{\sum_i \text{Energía neta generada en periodo } i \text{ (MWh)}}$$

Y para obtener la eficiencia de una planta térmica corregida en %, y así poder comparar con cualquier planta térmica se obtiene lo siguiente:

$$(\eta\%) := \frac{CTR(KJ / kWh)}{CFLE(KJ / kWh)}$$

- Plantas a gas: Para el caso de la generación de energía en plantas térmicas con combustible principal el gas, es más sencillo el cálculo y se reduce a la siguiente ecuación:

$$(\eta\%) := \frac{CTR(KJ / kWh)}{CFLE(KJ / kWh)}, \text{ donde CTR es el consumo específico normal a plena}$$

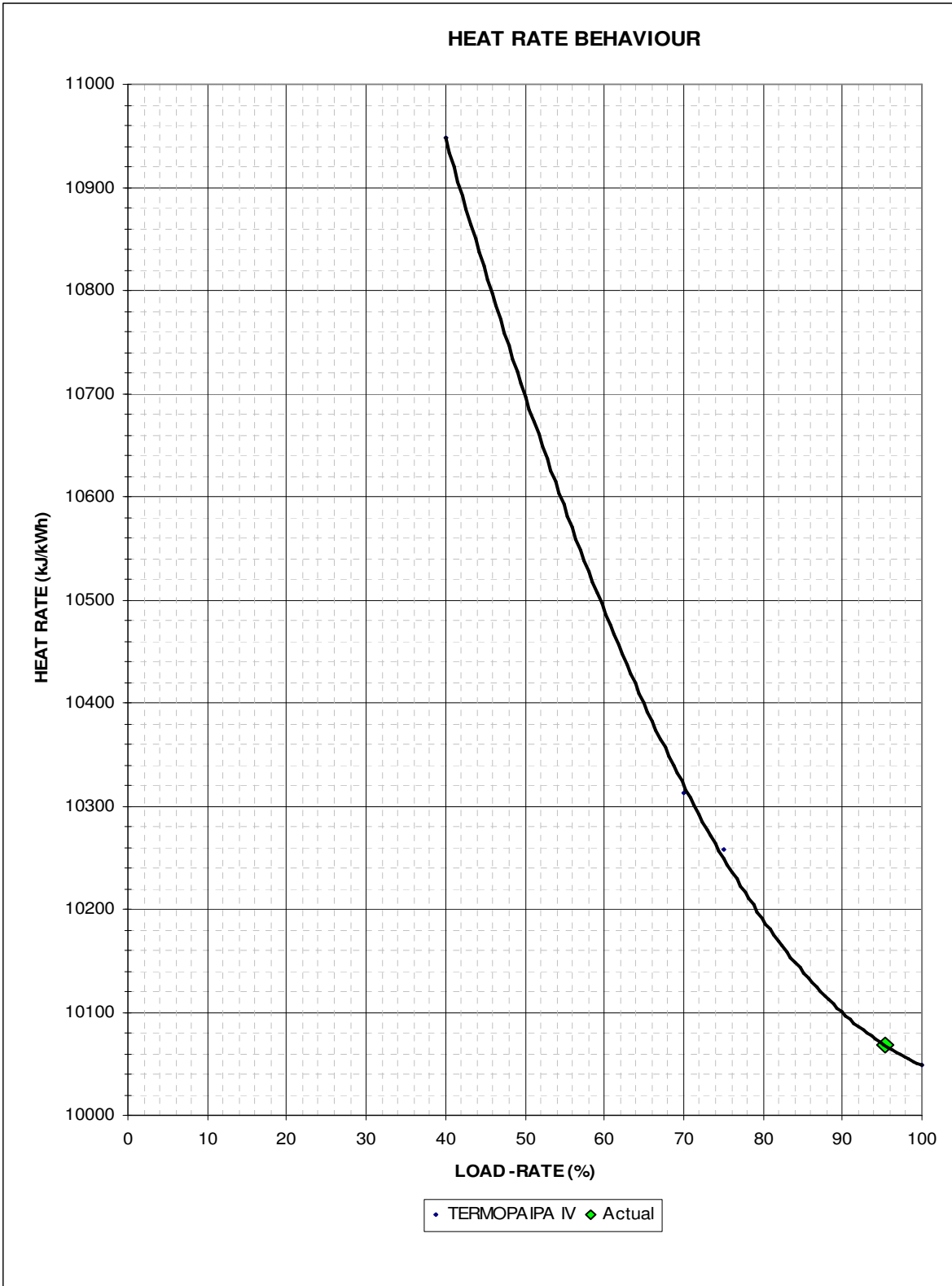
carga en una prueba de dicho tipo y CFLE es el consumo específico garantizado para dicha planta, ya sea por el fabricante ó por el propietario de la planta para el sistema interconectado nacional.

b) Índice para consumo de energía de equipos auxiliares:

- Objetivo: Encontrar la cantidad de energía consumida por los equipos auxiliares con el fin de detectar aumentos en los mismos ó pérdidas internas ya sea de los transformadores ó de la red antes del punto de entrega al sistema interconectado. Está directamente relacionado con los costos de operación.

$$Aux\% = \frac{\sum_i \text{Energía bruta generada en periodo } i - \sum_i \text{Energía neta generada en periodo } i}{\sum_i \text{Energía bruta generada en periodo } i}$$

Figura 24. Consumo térmico específico neto.



Fuente : CES.

c) Índice para consumo de agua cruda:

- Objetivo: Tener la cantidad de agua cruda que requiere la planta para generar una unidad de energía, esto con el fin de detectar aumentos en los mismos, fugas ó pérdidas internas en los procesos. Después de los costos de combustibles, y la energía consumida es el parámetro de mayor impacto en los costos de operación, afecta los costos operativos ya que se cancela a las corporaciones por cada m3 consumido. Se calcula de manera similar a la eficiencia de la planta

El consumo de agua cruda depende directamente de la energía producida, los arranques realizados y la operación de la caldera durante periodos en que la planta no está sincronizada con la red del sistema interconectado nacional.

Con base en lo anterior, se corrige el consumo total de agua cruda consumida teniendo en cuenta la tabla 6 que ha sido sacada debe ser tomada del histórico de las plantas, esto para tener puntos de referencia claros:

Tabla 6. Índices de corrección para consumo de agua cruda.

Item	Símbolo	Unidad	Índice
Consumo por Megavatio generado	ERWC	m ³ /MWh	2,2
Consumo por hora operando la caldera en bypass	BRWC	m ³ /h	200

Fuente:CES

$$CCAC = \frac{\sum_i \text{Consumo corregido de agua cruda } m^3}{\sum_i \text{Energía bruta generada en periodo } i} = \frac{CRWC(m^3)}{EB(MWh)}$$

$$CRWC = RRWC - EB * ERWC - N_B * BRWC$$

- Donde N_B es el número total de horas con la caldera en servicio, restando el número total de horas con el generador sincronizado. Esto debido a que a cambio de los arranques la caldera consume una cantidad similar de agua cruda por cada hora que dura antes de estar sincronizado el generador.
- EB es la cantidad total de energía bruta generada.
- RRWC es la cantidad de agua cruda extraída del río.

d) Factor de utilización de carga:

- Objetivo: Calcular la carga promedio durante el tiempo que la planta fue despachada. Sirve para encontrar las posibilidades que la planta tiene dentro del mercado para ser despachada. Afecta directamente los costos de operación ya

que toda planta térmica consume más combustible generando durante cargas parciales.

$$PLF\% = \frac{\sum_i \text{Energía neta entregada al sistema en MWh en el periodo } i}{\sum_i \text{Capacidad neta instalada MW} * \text{número de horas generando para periodo } i}$$

e) Eficiencia del Consumo de combustible auxiliar (%): Sólo aplica para plantas a carbón.

- Objetivo: Monitorear el consumo de combustible auxiliar, es decir la energía química que se utiliza en el combustible para arrancar. En los últimos años los precios del petróleo han aumentado a precios impensables, un ejemplo es el costo de ACPM que este año subió para los grandes consumidores en aproximadamente un 40%. Por lo anterior, se hace indispensable tener un parámetro que mida la eficiencia con que se utiliza este preciado combustible. Este parámetro debe ser medido y verificado para cada planta ó tomarlo de las curvas ó manuales del fabricante. Para esto se tiene que medir los siguientes parámetros:
 - Consumo de ACPM durante arranques: Para una planta como Termopaipa IV se tienen los datos de la tabla 5.
 - Consumo de ACPM para derrateo de la unidad, es decir para sacar molinos durante los despachos variables de bajada y subida de carga. Para una planta como Termopaipa IV se tienen los datos de la tabla 7.
 -

Tabla 7. Consumos de ACPM para operación de la unidad.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cantidad (t)
Arranque en frío	CFC	t/N _C	33
Arranque en tibio	WFC	t/N _W	15
Arranque en caliente	HFC	t/N _H	6
Molino en servicio	CMISFC	t/CMIS	0,4
Molino fuera de servicio	CMOSFC	t/CMOS	0,3

Fuente: CES.

Encontramos la cantidad nominal de combustible que se debería consumir durante el periodo:

$$CFOC = FC + CMIS * CMISFC + CMOS * CMOSFC$$

FC (t) = Se calcula con base en el número y tipo de arranque y se multiplica por el índice de la tabla 4.

CMIS= Cantidad de veces que se ponen los molinos en servicio.

CMOS= Cantidad de veces que se sacan los molinos de servicio.

Finalmente la eficiencia se calcula como sigue:

$$(\eta_{ACPM} \%) := \frac{RFOC(t)}{CFOC(t)}$$

Donde RFOC= Cantidad real de combustible auxiliar consumido durante el periodo.

Para plantas a gas no se relaciona este índice.

4.4.4 Parámetros para plantas térmicas a carbón ó gas que influyen sobre los costos de administración

a) Tiempo de ausencia del personal:

- Objetivo: Detectar la cantidad de horas de ausencia del personal , ya sea por enfermedad ó por incapacidad. Este índice refleja también la motivación del personal. Se calcula con la cantidad de horas de ausencia sobre la cantidad real de horas trabajadas por el personal.

$$Ausentismo = \frac{\text{Tiempo real de ausencia en el periodo}}{\text{Tiempo real de trabajo}} = < 3,0 \%$$

b) Horas extras laboradas:

- Objetivo: Encontrar la cantidad de horas extras ó porcentaje de horas laboradas fuera del periodo ordinario que pueden ser causadas por mala planeación de los trabajos de mantenimiento ó por las ordenes de trabajo de emergencia, es decir el mantenimiento reactivo. En algunas plantas estos costos afectan los costos de mantenimiento y en otras los costos operativos. Se deja en este ítem ya que es labor administrativa la que hace que se trabajen en horas fuera del horario habitual.

$$\text{Horas extras} (\%) = \frac{\text{Tiempo real horas extras}}{\text{Tiempo real de trabajo}} =$$

c) Número de accidentes por cada 1000 empleados:

- Objetivo: Encontrar la tasa de accidentalidad dentro de los empleados de la compañía. Para ser normalizada se multiplica el número de accidentes por 1000 y se divide por el número de empleados. Afecta directamente tanto los costos de personal como administrativos, debido a que las Administradoras de riesgos profesionales (ARP) aumentan el porcentaje que cobran a medida que este índice aumenta.

d) Cantidad de periodos desviados del programa de carga programado por el centro de despacho (PDC):

- Objetivo: Medir la calidad con la que un generador contribuye al sistema interconectado nacional. De acuerdo a las auditorías técnicas, a los agentes generadores se les mide la calidad entregada al cliente externo por la cantidad de periodos en los que la carga programada se desvía más del 5% de la carga real

entregada a la red. Se calcula monitoreando las cargas programadas hora a hora y comparando con la carga entregada real, el número de periodos que se registra desviaciones superiores a 5% se divide por el número total de horas en que la planta estuvo generando.

$$PDC = \frac{\sum_i \text{Número de periodos desviados en el periodo } i}{\sum_i \text{Número de horas de operación del generador en el periodo } i} = 2\%$$

4.4.5 Parámetros para plantas térmicas a carbón ó gas que influyen sobre el medio ambiente

Debido a la importancia que ha tomado el medio ambiente en todo el mundo, y a pesar que directamente algunos de estos no influyen en costos hasta el momento en que esta monografía se realizó, se proponen los índices más importantes que afectan el aire atmosférico ya que Colombia está comprometida en cumplir el protocolo de Kyoto, estos son:

- a) Partículas polvo emitidas:
 - Objetivo: Entrega el nivel de emisión de partículas al medio ambiente. Se debe calcular con base en las emisiones medidas durante una medición de emisiones ambientales bajo el método Environmental Protection Agency (EPA) 17, dividido por la cantidad máxima permisible emitida según el banco mundial. Para las plantas térmicas a carbón ó gas es de 100 mg/Nm³.³⁹
- b) Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx)
 - Objetivo: Entrega el nivel de emisión de óxidos de nitrógeno al medio ambiente. Se debe calcular con base en las emisiones medidas durante una medición de emisiones ambientales bajo el método 7 de la (EPA), dividido por la cantidad máxima permisible emitida según el banco mundial. Para las plantas térmicas a carbón es de 750 mg/Nm³² y para las plantas a gas es de 320 mg/Nm³².
- c) Emisiones de óxidos de azufre (SOx)
 - Objetivo: Entrega el nivel de emisión de óxidos de azufre al medio ambiente. Se debe calcular con base en las emisiones medidas durante una medición de emisiones ambientales bajo el método 8 de la EPA, dividido por la cantidad máxima permisible emitida según el banco mundial. Para las plantas térmicas a carbón es de 2000 mg/Nm³² y para gas es de 2000 mg/Nm³⁴⁰.
- d) Inquemados en la ceniza (%): Sólo aplica para plantas a carbón.
 - Objetivo: Tener los quemados que se entregan en la ceniza debido a la combustión incompleta del carbón en la caldera. Es un índice muy importante debido a que por un lado es un valor restrictivo para la utilización de ceniza en

³⁹ WORLD BANK GROUP, Summary of fair emission and effluent discharge requirements presented in the industry guideline. July, 1998, p. 195.

la industria cementera y por otro lado influye en la eficiencia de la caldera. Es el resultado de análisis en el laboratorio de la ceniza que se entrega a las pipas de la industria cementera, este debe ser menor que 7%. Afecta en parte los costos operativos debido a que si los inquemados superan el 9%, los costos de extracción y transporte de la ceniza hacia los patios de ceniza serían por parte de la empresa.

- e) Utilización de la ceniza en la industria (%): Sólo aplica para plantas a carbón.
- Objetivo: Obtener la cantidad en porcentaje de ceniza que es utilizada por la industria y que se evita que sea almacenada en patios de ceniza. Afecta en parte los costos operativos debido a que si los inquemados superan el 9%, la cantidad de ceniza hacia el patio de cenizas aumenta y por tanto los costos de extracción como el transporte de la ceniza hacia los patios de ceniza serían por parte de la empresa.

4.5 REPORTE DEL ESTUDIO DE BENCHMARKING PARA LAS DOS PLANTAS

Con base en las diferentes fuentes de información, principalmente de artículos de internet, conferencias del mercado energético a nivel mundial, estudios realizados a plantas en diferentes países, libros de la materia y primordialmente la experiencia de los autores, los criterios de los mismos y los dos estudios mencionados en el numeral 4.4; se ha recopilado la información para ser comparada y dar un diagnóstico preliminar de dichas plantas. Se realizará en tablas donde se plantearán metas a corto plazo (1 año), mediano plazo (3 años) y largo plazo (7 años) con el fin de tratar de tener las plantas comparables de clase mundial. Todos los índices de clase mundial fueron extraídos del estudio “Indian on best practices in Indian Thermal Power Generating Units”, debido a los argumentos expuestos en el numeral 4.3.1. Se debe anotar que algunos de estos índices que se toman para este benchmarking son tomados del “Maximum score possible” y otros son tomados de niveles inferiores dependiendo de las condiciones reales de las plantas comparadas.

4.5.1 Benchmarking de índices que influyen sobre los ingresos por ventas de energía y potencia para plantas a carbón

Estos son los índices de mayor incidencia en el aspecto financiero de una planta, ya que por un lado es la facturación de ventas de energía generada, por el otro la facturación del “cargo por confiabilidad” de la planta y por último los costos que pueden ser reducidos dependiendo de la gestión de mantenimiento. Ver tabla 8.

1. Disponibilidad, que es la potencia que la planta ha declarado que está disponible para generar en el sistema interconectado nacional, por tanto es directamente influyente en la

⁴⁰ IDEM.

facturación. Debido a los términos contractuales, no es posible alcanzar clase mundial, pero a largo plazo se plantea una mejora.

2. Horas por paradas forzadas, este índice es inversamente proporcional a la disponibilidad, si la planta está parada, no está disponible y por tanto no hay retribución para estos periodos. Este índice favorece ampliamente a esta planta, lo que indica un mantenimiento de clase mundial.

Tabla 8. Índices de gestión financiera a carbón.

Índice	Unidad	Clase mundial ⁴¹	Valor recomendado	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Disponibilidad	%	>98	92-94	87	87	87	92-94
Horas por paradas forzadas	h	<130	<130	120	110	96	72
Horas por paradas programadas	h	<168	720-501	960	960	720	501

Fuente: Propia.

3. Horas por paradas programadas, ídem al anterior, sólo que estas paradas son programadas y solicitadas al sistema interconectado nacional. Debido a los términos contractuales, el contrato obliga a que la planta tenga las paradas forzadas mínimas, por lo tanto esta planta realiza bastante mantenimiento programado, sin embargo a largo plazo es susceptible de ser reducido.

4.5.2 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de mantenimiento para plantas a carbón

A pesar que hay otros índices técnicos que pueden ser monitoreados en el área de mantenimiento, dichos índices son los que en las jerarquías inferiores influyen para que los que se muestran a continuación se mantengan en niveles de clase mundial. Ver tabla 9.

1. Planeación del mantenimiento, entre más y mejor planeado estén las órdenes de mantenimiento los costos se reducirán sustancialmente. Es necesario un mejoramiento en la planeación y programación del mantenimiento, pero es notorio que existe la posibilidad a mediano plazo alcanzar clase mundial.
2. Costos de mantenimiento, su mismo nombre lo indica y en cualquier tratado es conocido como MCI (Maintenance costs index). Aunque en este caso también los términos

⁴¹ CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004, p. 165

contractuales influyen ya que las multas por indisponibilidad forzada son muy elevadas, se invierte muy bien en mantenimiento, es posible que a largo plazo sea alcanzado este índice de clase mundial.

Tabla 9. Índices de gestión de mantenimiento a carbón.

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Índice de planeación del mantenimiento	%	85 ⁴²	70	73	77	80
Índice de costos de mantenimiento	%	2,0 ⁴³	2,5	2,4	2,2	2,0

Fuente: Propia.

4.5.3 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de operación para plantas a carbón

Estos son los índices de mayor incidencia en los costos de operación de una planta, ya que afectan directamente las cuantías pagadas para operar los equipos durante los despachos programados de energía a través del centro de despacho del sistema interconectado nacional, en otras palabras son los insumos más influyentes. Ver tabla 10.

1. Eficiencia, entre más eficiente sea una planta, menos consumo de combustible principal consumirá y por tanto menos costos de operación. Este índice para esta planta es de clase mundial, ya que el personal se ha esmerado por conocer detalladamente los parámetros que pueden influir sobre la misma y por tanto estos parámetros se han mantenido y monitoreado continuamente.
2. Consumo auxiliares, si estos se reducen, la generación neta entregada al sistema es mayor y por tanto la planta es más eficiente. Este índice favorece ampliamente a esta planta para ser de clase mundial.
3. Consumo agua cruda, al reducirse se reducen los costos por materias primas de operación. Este es quizá uno de los índices de clase mundial que será más difícil de alcanzar para esta planta, debido al diseño de la misma y la calidad del agua tomada del río.
4. Factor de carga, es directamente proporcional a la eficiencia de la planta, por tanto al disminuirse la carga, es menor la eficiencia. Este índice es poco manejable, ya que

⁴² ACIEM. Seminario de entrenamiento en mantenimiento-Planta Termopaipa IV- Sochagota. 2004, p. 33.

⁴³ TABARES, Lourival Augusto. Benchmarking de Indicadores de Mantenimiento y sus tendencias en la Industria Brasileña. En: Congreso Internacional de Mantenimiento (2002: Bogotá). p. 14.

depende del entorno exterior a la planta como lo son el sistema interconectado nacional, la oferta y la demanda de las demás plantas.

Eficiencia consumo combustible Auxiliar, principalmente durante los arranques de la planta ó rampas de subida y bajada de carga se debe controlar y monitorear por los altos precios de los combustibles líquidos que tenemos mundialmente. Este índice es factible de ser alcanzado, especialmente por grupos de trabajo que se han adelantado para tratar este tema.

Tabla 10. Índices de gestión operativa a carbón.

Índice	Unidad	Clase mundial ⁴⁴	Valor Recomendado	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Eficiencia	%	>98	>98	98.8	99	99.5	100
Consumo auxiliares	%	<8	<8	7.5	7.5	7.5	8.0
Consumo agua cruda	M3/h/MW h	0.9	1.6-1.8	2.3	2.2	2.1	2.0
Factor de carga	%	>90	>90	76	80	83	90
Eficiencia consumo comb. Aux.	%	100	100	115	110	105	100

Fuente: Propia.

4.5.4 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de administración en plantas a carbón

Debido a que el criterio “Administración” es un poco subjetivo en el caso de plantas de generación eléctricas, se toman estos índices en este punto porque al fin y al cabo el recurso humano es administrado y cualquier costo que afecte pagar más se asume que es debido a que no se administró bien dicho recurso, un ausentismo de cualquier persona incurre posiblemente en horas extras que se deba laborar y también puede indicar un “Grado de satisfacción” del trabajador en la labor desempeñada. En el caso de los periodos que se cumple con la carga solicitada se toma como desempeño administrativo debido a que esta es labor administrativa a pesar de que el personal encargado directamente de que se cumpla con la generación establecida es de la parte operativa. Ver tabla 11.

1. Ausentismo, está ligado a tener que pagar más salarios para recuperar los periodos perdidos. Es de clase mundial.
2. Horas extras, ídem del anterior. Es de clase mundial.

⁴⁴ CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004, p.165-166.

3. Accidentes, además de incurrir en pago de horas a personal con las mismas competencias para recuperar la producción, aumenta el porcentaje que se debe cancelar a la administradora de riesgos profesionales cuando este índice es elevado. Este índice está por debajo de la clase mundial, sin embargo se plantea sea alcanzado a mediano plazo, implementando mejores prácticas de seguridad industrial.

Tabla 11. Índices de gestión administrativa a carbón

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Ausentismo	%	<3	3	3	3	2
Horas extras	%	<5	3	3	3	2
Accidentes	Nº/1000 trabajadores	21	80	60	40	21
Periodos desviados	%	2	3	2.5	2-2.5	2

Fuente: Propia.

4. Periodos desviados, Es claro que las desviaciones son multadas en el sistema interconectado nacional y descontadas de la facturación de potencia y energía. Es de clase mundial.

4.5.5 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de medio ambiente en plantas a carbón

Debido a que en los últimos años ha cogido una importancia relevante el tema ambiental a nivel mundial, y en Colombia este tema es tomado como de política nacional, además de que en el último año viene desarrollándose un borrador de un nuevo proyecto para restricción de emisiones de gases por parte de las térmicas. Por todo lo anterior, este tema debe ser tratado, medido, monitoreado y optimizado con el ánimo de seguir cumpliendo con las diferentes leyes y tratados y tratando de que no haya inconvenientes para cumplir con todas las restricciones y así evitar costos que en este ramo son muy elevados, incluso pueden llegar a la limitación total de operar la planta. Para estos valores se tomó como ya se mencionó anteriormente los índices de clase mundial sugeridos por el “World bank Group”. Ver tabla 12.

Es inminente tener en cuenta esta gestión en estos momentos de controversia con el desarrollo sostenible y de una nueva norma que puede afectar operativamente una planta, en el caso que no cumpla con los límites establecidos.

1. Partículas, es el material particulado que no es posible separar de los gases de combustión. Para esta planta es de clase mundial.
2. NOx, por la forma en que la combustión se da en el hogar de la caldera a carbón. Para esta planta es de clase mundial.

Tabla 12. Índices de gestión ambiental a carbón.

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Partículas	mg/Nm ³	100 ⁴⁵	70	100	70	50
NOx	mg/Nm ³	750 ⁷	650	650	650	650
SOx	mg/Nm ³	2000 ⁷	2600	2400	2400	2400
Inquemados	%	4	7	6	5	4
Utilización de cenizas	%	100 ⁴⁶	100	70	85	100

Fuente: Propia.

3. SOx, depende directamente de la cantidad de azufre en el carbón. Este índice es poco factible de ser alcanzado, ya que la calidad del carbón de la región no lo permite y por otro lado, la inversión que se requeriría sea cuantiosa.
4. Inquemados, es la cantidad de carbono que no es posible quemar por combustión incompleta. Para esta planta es de clase mundial.
5. Utilización de cenizas, como se mencionó si una planta no utiliza la ceniza para un proceso productivo debe pagar para disponer de la misma y para mantener los patios de cenizas en perfectas condiciones, por tanto también afectaría los costos operativos. Para esta planta es de clase mundial, toda la ceniza es utilizada por la industria cementera.

4.6 REPORTE DEL ESTUDIO DE BENCHMARKING PARA LA PLANTA A GAS

4.6.1 Benchmarking de índices que influyen sobre los ingresos por ventas de energía y potencia para plantas a gas

Estos son los índices de mayor incidencia en el aspecto financiero de una planta, ya que por un lado es la facturación de ventas de energía generada, por el otro la facturación del “carga por confiabilidad”. Ver tabla 13.

Este parámetro es similar a una planta a carbón, pues el producto que entrega es el mismo.

1. Disponibilidad, se plantea un valor menor a la clase mundial a largo plazo.
2. Horas por paradas forzadas. Es ampliamente de clase mundial.
3. Horas por paradas programadas, se plantea un valor menor a la clase mundial a largo plazo.

⁴⁵ WORLD BANK GROUP, Summary o fair emisión and effluent discharge requirements presented in the industry guideline. July, 1998, p. 195.

⁴⁶ CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004, p.167.

Tabla 13. Índices de gestión financiera a gas

Índice	Unidad	Clase mundial ⁴⁷	Valor recomendado	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Disponibilidad	%	98	92-94	87.6	89	90	92
Horas por paradas forzadas	h	<130	<130	7.3	30	30	30
Horas por paradas programadas	h	<168	720-501	1090	900	800	720

Fuente: Propia.

4.6.2 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de mantenimiento para plantas a gas.

Este parámetro es similar a una planta a carbón, pues el proceso de mantenimiento es similar en cualquier planta. Ver tabla 14.

1. Planeación del mantenimiento, es de clase mundial.
2. Costos de mantenimiento. Se plantea alcanzar a largo plazo categoría de clase mundial.

Tabla 14. Índices de gestión de mantenimiento a gas.

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Índice de planeación del mantenimiento	%	85 ⁴⁸	80	80	80	80
Índice de costos de mantenimiento	%	2,0 ⁴⁹	2,7	2,4	2,2	2,0

Fuente: Propia.

4.6.3 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de operación para plantas a gas

Los arranques son más rápidos que las de carbón, y el combustible para el arranque es el mismo gas, por tanto no hay combustible auxiliar. Para los demás índices aplican los mismos conceptos que para la planta a carbón. Ver tabla 15.

1. Eficiencia, se plantea alcanzar índices de clase mundial a largo plazo con mejoras en los procesos y optimizando parámetros de operación.
2. Consumo auxiliares, Se plantea un valor menor al de clase mundial a largo plazo.
3. Consumo agua cruda, este parámetro es quizá el que aventaja más ampliamente la categoría de clase mundial.

⁴⁷ Ibid., p. 162.

⁴⁸ ACIEM. Seminario de entrenamiento en mantenimiento-Planta Termopaipa IV- Sochagota. 2004, p. 33.

- Factor de carga, este índice es poco manejable, ya que depende del entorno exterior a la planta como lo son el sistema interconectado nacional, la oferta y la demanda de las demás plantas.

Tabla 15. Índices de gestión operativa a gas.

Índice	Unidad	Clase mundial ⁵⁰	Valor recomendado	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Eficiencia	%	>98	>98	96	97	97.5	>98
Consumo auxiliares	%	<2.9	3.5-3.2	4.3	4.0	3.5	3.2
Consumo agua cruda	M3/h/MW h	<0.9	<0.9	0.3	0.3	0.3	0.3
Factor de carga	%	>90	<80	35.64	45-55	55-65	>75

Fuente: Propia.

4.6.4 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de administración en plantas a gas

Este parámetro es similar a una planta a carbón, pues ya sea el talento humano ó las desviaciones, los costos son influyentes. Ver tabla 16.

- Ausentismo. Es de clase mundial.
- Horas extras. Es de clase mundial.
- Accidentes. Es de clase mundial.
- Periodos desviados. Es susceptible a corto plazo de alcanzar la categoría de clase mundial.

Tabla 16. Índices de gestión administrativa a gas

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Ausentismo	%	<3	3	3	3	2
Horas extras	%	<5	3	3	3	2
Accidentes	N°/1000 trabajadores	21	10	6	4	3
Periodos desviados	%	2	2.2	2	2	2

Fuente: Propia.

⁴⁹ TABARES, Lourival Augusto. Benchmarking de Indicadores de Mantenimiento y sus tendencias en la Industria Brasileña. En: Congreso Internacional de Mantenimiento (2002: Bogotá). p. 14.

⁵⁰ CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004, p.162-163.

4.6.5 Benchmarking de índices que influyen sobre los costos de medio ambiente en plantas a gas

Al igual que en las plantas a carbón se toman los índices recomendados por el “World bank Group”, ya que las plantas a gas son más amigables para el medio ambiente, por ser este combustible más puro y entregar menos contaminantes al medio, los gases que se controlan son sólo los emitidos por la posibilidad de que estén dentro de la composición química del gas ó del aire de combustión. Es claro que la emisión de partículas es mínima y muchas veces no detectable, y cenizas no son parte del gas, por tanto estos índices no aplican para estas plantas. Ver tabla 17.

Tabla 17. Índices de gestión medio ambiental a gas.

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
NOx	mg/Nm ³	320	28	<50	<50	<50
SOx	mg/Nm ³	2000	10	10	10	10

Fuente: Propia.

1. NOx, por la forma en que la combustión se da en el combustor. Es de clase mundial.
2. SOx, depende directamente de la cantidad de azufre en el gas. Supera ampliamente la categoría de clase mundial.

4.7 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Para entregar un valor agregado en este estudio, se puede calcular de una manera muy aproximada, los posibles mayores ingresos, así como los menores costos, si se tienen en cuenta los objetivos y metas planteadas en los numerales 4.5 y 4.6. Se resumirá en una tabla similar a la propuesta , pero en miles de dólares (TUSD). Se recalca el hecho, que a pesar de que estos factores incluidos en este estudio son los más críticos en el proceso, algunos no tienen una relación directa de costos, y por lo tanto no puede ser evaluado el beneficio económico en la propuesta, queda para la puesta en marcha e implantación de las metas, la tarea de evaluar dicho impacto sobre los costos. De igual manera habrá otros índices cuyos costos de optimización no es posible evaluar, ya sea por falta de información ó porque el beneficio de implantarlos no es tangible, como es el caso de los índices medio ambientales. También se establece que los costos que se incluyen en esta tabla son teóricos, toman la tasa representativa del mercado actual (aproximadamente 1850 COP/USD) y se referencia con base en que las condiciones actuales del mercado, del diseño actual de las plantas y de los precios actuales de los materiales, así como del valor de los activos de cada planta. En la tabla 18, se encuentran los valores para la planta a carbón y en la tabla 19, para la planta a gas.

Tabla 18. Análisis financiero para plantas a carbón

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Disponibilidad ⁵¹	TUSD	1879	0	0	0	854
Índice de costos de mantenimiento	TUSD	500	0	100	300	500
Eficiencia	TUSD	200	0	33.7	117	200
Eficiencia consumo comb. Aux.	TUSD	155	0	52	103	155
Consumo agua cruda	TUSD	320	0	23	46	69
Horas extras	TUSD	5	0	0	0	5
Aumento EBITDA	TUSD	3059	0	208.7	566	1783

Fuente: Propia

Tabla 19. Análisis financiero para plantas a gas

Índice	Unidad	Clase mundial	Actual	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Disponibilidad ⁵²	TUSD	5507	0	741	1270	2330
Índice de costos de mantenimiento	TUSD	1620	0	690	1157	1620
Eficiencia	TUSD	408	0	92	229	408
Consumo agua cruda	TUSD	0	0	0	0	0
Horas extras	TUSD	9	0	0	0	9
Aumento EBITDA	TUSD	7544	0	1523	2656	4359

Fuente: Propia

⁵¹ Debido a las condiciones del contrato sólo es posible mejorar ingresos a largo plazo.

⁵² Los costos por paradas programadas y paradas forzadas están incluidos en este ítem.

5. CONCLUSIONES

Aparte de los costos de administración, Operación y mantenimiento; se planteó la necesidad de entregar los factores claves de éxito en cuanto a ventas de energía y potencia, por ser punto neurálgico en el negocio, así como factores que afectan el medio ambiente, ya que en los últimos años han sido una continua amenaza para el sector de generación eléctrica, principalmente de las térmicas a carbón.

1. Se plantearon los índices más representativos del sector que son factores claves de éxito relacionados con los costos AOM.
 - a. Planta a carbón: TERMOPAIPA IV.
 - i. Índices que influyen sobre los ingresos por ventas de energía y potencia:
 1. Disponibilidad
 2. Horas por paradas forzadas
 3. Horas por paradas programadas
 - ii. Índices que influyen sobre los costos de mantenimiento:
 1. Índice de planeación del mantenimiento
 2. Índice de costos de mantenimiento
 - iii. Índices que influyen sobre los costos de operación:
 1. Eficiencia
 2. Consumo auxiliares
 3. Consumo agua cruda
 4. Factor de carga
 5. Eficiencia consumo combustible Auxiliar.
 - iv. Índices que influyen sobre los costos de administración:
 1. Ausentismo
 2. Horas extras
 3. Accidentes
 4. Periodos desviados
 - v. Índices que influyen sobre el medio ambiente:
 1. Partículas
 2. NOx
 3. SOx
 4. Inquemados
 5. Utilización de cenizas

- b. Plantas a gas: TERMOSIERRA
 - i. Índices que influyen sobre los ingresos por ventas de energía y potencia:
 - 1. Disponibilidad
 - 2. Horas por paradas forzadas
 - 3. Horas por paradas programadas
 - ii. Índices que influyen sobre los costos de mantenimiento:
 - 1. Índice de planeación del mantenimiento
 - 2. Índice de costos de mantenimiento
 - iii. Índices que influyen sobre los costos de operación:
 - 1. Eficiencia
 - 2. Consumo auxiliares
 - 3. Consumo agua cruda
 - 4. Factor de carga
 - iv. Índices que influyen sobre los costos de administración:
 - 1. Ausentismo
 - 2. Horas extras
 - 3. Accidentes
 - 4. Periodos desviados
 - v. Índices que influyen sobre el medio ambiente:
 - 1. NOx
 - 2. SOx

- 2. Se realizó un proyecto de benchmarking de los índices representativos a dos plantas térmicas de nuestro país, dando como conclusión, que las plantas de nuestro país son bien operadas, mantenidas y administradas. Sin embargo, son susceptibles de ser optimizados algunos aspectos y procesos para que en un mediano y largo plazo estemos liderando un proceso de clase mundial.
- 3. Se plantearon en las tablas del capítulo 4, los índices susceptibles de ser mejorados, y plantearon objetivos para optimizar el desempeño de los mismos.
- 4. Se tomaron datos confiables de comparación internos, para Termosierra del año 2007 y para Termopaipa IV de los últimos 3 años. Igualmente se tomó como datos externos los entregados por el estudio de las plantas de Alemania, Australia y Japón.
- 5. Se compararon los parámetros propios con las mejores prácticas “reportadas ó medidas”, en este caso el estudio mencionado.
- 6. Se expusieron factores de corrección con el fin de referenciar cada índice y hacer “comparables” los procesos en diferentes plantas, diferentes escenarios y diferentes cargas.

BIBLIOGRAFÍA

ABB/ALSTOM POWER, HCTC 690 478. Inspection document for Gas Turbine Type GT24/GT26. Rev D, 2000.

ACIEM. Memorias del IV congreso internacional de mantenimiento. Benchmarking de Indicadores de Mantenimiento y sus tendencias en la Industria Brasileña. 2002.

ACIEM. Seminario de entrenamiento en mantenimiento-Planta Termopaipa IV- Sochagota. 2004.

ACIEM, Seminario Internacional, Gerencia de Mantenimiento para las Empresas Competitivas, 1999.

ALARCON PALACIO, Felipe. Las cinco etapas del benchmarking. En línea. Disponible en Internet:<<http://www.monografias.com>.

ALEGRÍA, Gonzalo. Gestión empresarial. El exportador digital. Revista digital del ICEX [Revista digital en línea].

ARCINIEGAS, Carlos. Mantenimiento Productivo Total. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2002.

ÁVILA E, Rubén. Fundamentos del mantenimiento. México: Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega editores, 1995.

BORDA REYES, Diana Marcela. Introducción a la administración. Bogotá D.C., 2006,120p. Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. Facultad de ingeniería industrial.

BRUZINA, Bruce, JESSOP, Bill Y PLOURDE, Ron. AmerenUE Ameren Embraces Benchmarking as a Core Business Strategy. Disponible en Internet : <<http://www.pepei.pennnet.com./Articles>.

COLOMBIA. COMITÉ TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL. Criterios de evaluación y aprobación de proyectos de administración, operación y mantenimiento – AOM – realizados por el IPSE. 2004.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 143 de 1994 En línea. Disponible en Internet: http://www.secretariasenado.gov.co /leyes/L0143_94.HTM

COMITÉ TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL. Criterios de evaluación y aprobación de proyectos de administración, operación y mantenimiento. Disponible en Internet:<<http://www.ipse.gov.co>.

CONFEDERATION OF INDIAN INDUSTRY. Manual on best practices in indian power generating units. En: CII – Sohrabji Godrej Green Business Centre, 2004. 186 p.

COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS. Resoluciones y estadísticas. Disponible en Internet : <<http://www.creg.gov.co>.

DEPARTMENT OF ENERGY AND PROCESS ENGINEERING NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. Reliability and availability – a challenge of increasing importance for energy industry. Trondheim, Norway, 2003.

GE POWER SYSTEMS, SCHENECTADY. “Creating Owner’s Competitive Advantage Through Contractual Services”. NY, EE UU, 2001.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Seminario I: La Investigación Científica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Seminario IV: Evaluación de la Investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1998.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de Especialización. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1998.

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario III: Monografía de Especialización. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1998.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio – Servicio de Formación 2001 – Manuales de Calidad. Bogotá: ICONTEC, 2001.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio – Servicio de Formación 2001 – El Recurso Humano en ISO 9000. Bogotá: ICONTEC, 2001.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio – Servicio de Formación 2001 – Documentación de un Sistema de la Calidad ISO 9000:2000. Bogotá: ICONTEC, 2001.

POWER PLANNING ASSOCIATES LTD. Estudio Técnico Sobre Costos De Generación De Plantas Térmicas En Colombia. En: ACOLGEN, 2002. Disponible en Internet: <<http://www.acolgen.gov.co>.

SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION. Service Bulletin 36803-Combustion Turbine Maintenance and Inspection Intervals. 1999.

SPENDOLINI, Michel. Benchmarking. Bogotá: Editorial Norma, 2005. 312 p.

TABARES, Lourival Augusto. Benchmarking de Indicadores de Mantenimiento y sus tendencias en la Industria Brasileña. En: Congreso Internacional de Mantenimiento (2002: Bogotá).

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones del Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2002.

TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON POWER STATIONS. “ The Flexible Operation of Large Coal and Oil Fired Units” . Seminar organized by AIM, CEGB, EdF, FPE. Belgium, September 1989.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, Seminario - Mantenimiento Total Productivo. Bogotá, 2000.

WIREMAN, Terry. Desarrollo de indicadores de desempeño para administración de mantenimiento. 2 Ed. Colombia: Editorial ROJAS EBERHARD EDITORES Ltda., 2001

WORLD BANK GROUP, Summary of air emission and effluent discharge requirements presented in the industry guideline. July, 1998.

XM. Convergencia de los sectores electricidad y gas en Colombia. En: Portal xm, 2006. Disponible en Internet: <[http// portal.xm.com.co](http://portal.xm.com.co)

XM. Los expertos en mercados. Disponible en Internet: <[http//www.xm.com.co](http://www.xm.com.co).