

“APLICACIÓN DE MODELOS DE SIMULACION EN TECNICAS DE BENCHMARKING INTERNACIONAL DE COSTOS EN EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE GAS Y ELECTRICIDAD”

Ing. Efraín Voscoboinik

Mercados Energéticos S.A

evoscoboinik@mercadosenergeticos.com

Alicia Moreau de Justo 350 - 3er piso – Sector Norte

(C1107AAH) Buenos Aires, Argentina

Tel. +54 11 4314 4799 - Fax +54 11 4314 4917

1. SINOPSIS-RESUMEN Y CONCLUSIONES

Dado que el negocio de transporte es un monopolio natural resulta necesario que los costos que se calculan e incorporan a tarifas sean aquellos que permitan la prestación del servicio en condiciones de eficiencia ajustándose a los niveles de calidad establecidos por el organismo regulador y cubriendo adecuadamente sus costos operativos

En Panamá (Referencia 1) la metodología seleccionada por el organismo regulador para el calculo de los costos de eficientes es la denominada “empresa comparadora” o “empresa de referencia”.

Esta metodología se basa en identificar una empresa de transmisión (empresa comparadora) y validarla como eficiente a partir del benchmarking internacional, y luego aplicar sus estándares eficientes de costo a la empresa comparada.

La denominación benchmarking se refiere a la comparación de los indicadores representativos de la eficiencia de una empresa con los de otras empresas consideradas modelo o de referencia para la industria en el contexto internacional.

La principal desventaja del método consiste en que las empresas del cual se dispone información para el benchmarking presentan diferencias (“asimetrías”) con la empresa objeto del estudio por lo que los indicadores de la empresa de referencia no son directamente trasladables a la empresa en estudio.

El aspecto clave en un benchmarking internacional de costos resulta la evaluación de las asimetrías por los márgenes de costos que las mismas introducen.

En efecto dado que la empresa de referencia y la empresa comparada generalmente operan en países diferentes, los indicadores de gestión de la empresa de referencia deben ser adecuados al país de la empresa comparada debido a la existencia de asimetrías que generan importantes diferencias entre los indicadores de gestión.

Entre las asimetrías relevantes se destacan:

- Asimetrías regulatorias: niveles de calidad, tasas a pagar al regulador, etc.
- Asimetrías macroeconómicas: tipo de cambio, política de aranceles, costos del mercado laboral, etc.
- Asimetrías en las leyes: legislación laboral y seguridad social, legislación impositiva, etc.
- Asimetrías físicas del área de operación: clima, orografía, etc.
- Asimetrías de red: niveles de tensión, estructura de redes, etc.

Estas asimetrías deben ser tenidas en cuenta en la aplicación de método motivo por el cual resulta necesario homologar los estándares de eficiencia de la empresa comparadora a la empresa comparada donde los mismos serán aplicados.

Para realizar la homologación se desarrolló un modelo matemático que permite calcular los costos eficientes de la empresa de referencia simulando las condiciones de operación de la empresa comparada.

Los estándares de costo de la empresa de referencia homologados a través del modelo pueden ser utilizados para el cálculo de los costos eficientes de la empresa comparada. El benchmarking internacional de costos realizado en Panamá demostró que es posible una evaluación adecuada de las asimetrías con un modelo de simulación que permita:

- Adaptación de los estándares eficientes al país de aplicación.
- Trazabilidad dado que permite identificar los costos asociados a cada actividad y en consecuencia hacer totalmente trazable el proceso de cálculo. De esta manera los inputs y outputs pueden ser descriptos y justificados.
- Encuadre de la discusión de las discrepancias. Permite encuadrar y acotar la discusión de las discrepancias en el cálculo de costos. En efecto al tratarse de un cálculo por procesos es posible la discusión de las discrepancias a nivel de procesos, actividades y de tareas si fuera necesario, focalizando las diferencias en las productividades, tecnología o los costos unitarios de los recursos insumidos
- Analizar la sensibilidad del impacto de las asimetrías.

Por último las características anteriores demostraron la rigurosidad del método que permitió la aprobación del estudio por parte del organismo regulador de Panamá.

2. INTRODUCCIÓN

En Panamá la determinación de la tarifa de transmisión de energía eléctrica requiere del cálculo de los costos operacionales de administración, operación y mantenimiento eficientes. La metodología seleccionada por el organismo regulador para el cálculo de los costos de eficientes es la denominada “empresa comparadora”.

Esta metodología se basa en un proceso sistemático de comparación y evaluación de procesos y costos de organizaciones que son reconocidas como eficientes y son tomadas como referencia para la comparación.

La metodología consiste en:

- a) Identificar una empresa de transmisión (empresa comparadora) y validarla como eficiente a partir del benchmarking internacional.
- b) Adoptar los estándares de costo de la empresa comparadora como valores referenciales.
- c) Aplicar los estándares de costo eficiente de la empresa comparadora para calcular los costos eficientes de la empresa comparada.

Este método es relativamente sencillo de implementar y tiene la ventaja que se concentra en los aspectos claves del negocio (outputs claves) dado que se comparan indicadores globales de eficiencia.

Las principales dificultades que presenta la aplicación de esta metodología están relacionadas con asimetrías que existen con la empresa de referencia.

En efecto dado que la empresa de referencia y la empresa comparada generalmente operan en países diferentes, los indicadores de gestión de la empresa de referencia deben ser adecuados al país de la empresa comparada debido a la existencia de asimetrías que generan importantes diferencias entre los indicadores de gestión.

Entre las asimetrías relevantes se destacan:

- Asimetrías regulatorias: niveles de calidad, tasas a pagar al regulador, etc.
- Asimetrías macroeconómicas: tipo de cambio, política de aranceles, costos del mercado laboral, etc.
- Asimetrías en las leyes: legislación laboral y seguridad social, legislación impositiva, etc.
- Asimetrías físicas del área de operación: clima, orografía, etc.
- Asimetrías de red: niveles de tensión, estructura de redes, etc.

Estas asimetrías deben ser tenidas en cuenta en la aplicación de método motivo por el cual resulta necesario homologar los ratios de eficiencia de la empresa comparadora a la empresa comparada donde los mismos serán aplicados.

Para realizar la homologación se dispone de un modelo matemático que permite calcular los costos eficientes de la empresa comparadora simulando las condiciones de operación de la empresa comparada. A partir de dichos costos eficientes se calculan los estándares de costo eficientes de la empresa de referencia ajustada a las condiciones económicas, de calidad de servicio, y climatológicas del área donde opera la empresa comparada.

El objeto de este trabajo es presentar el modelo matemático de simulación que permite calcular los costos de la empresa de referencia operando en el país/región de la empresa comparada a los efectos de obtener indicadores representativos y confiables que puedan ser tomados como metas de eficiencia para la gestión de la empresa comparada.

3. DESARROLLO

En este punto se presentan los objetivos del modelo, premisas de diseño, metodología aplicada y proceso de calculo seguido.

3.1. Objetivo y premisas de diseño del modelo.

El objetivo del modelo matemático es que represente todos los procesos y actividades que requiere una gestión eficiente de una empresa de transmisión y calcule los costos asociados basados en precios de mercado considerando la operación en el territorio de la empresa comparada.

Por lo tanto, el diseño del modelo se realiza considerando que los Procesos de Explotación deben ser realizados con el fin de lograr un muy buen nivel de “Calidad en el Servicio” de acuerdo a las normas vigentes, las prácticas internacionales y adecuados costos de operación y mantenimiento. Para ello se consideraron que las grandes actividades de explotación de una Red de Transporte son:

- a) Operación y Mantenimiento de las Instalaciones
- b) Ingeniería
- c) Actividades de apoyo, administración, organización y control.

Una empresa de transporte debe poder efectuar la gestión de sus actividades en condiciones semejantes a las que a continuación se describen.

Actividades de Mantenimiento

Para lograr un alto grado en el desempeño del equipamiento, se debe brindar una adecuada atención a los mismos, lo cual implica.

- a) Obtener un óptimo desempeño del Equipamiento
- b) Optimizar los Recursos Humanos y Técnicos
- c) Minimizar Tiempos de Intervenciones
- d) Lograr Costos Adecuados de Mantenimiento
- e) Programar las Tareas de Rutina
- f) Incrementar las Técnicas de Mantenimiento Predictivo
- g) Brindar rápida respuesta ante emergencias
- h) Asegurar la Integridad de las Personas
- i) Contemplar Aspectos del Medio Ambiente

Una explotación eficiente debe tener una única metodología de trabajo para todo el ámbito de la empresa. Esta metodología, volcadas en Procedimientos, debe cubrir todo el espectro del equipamiento de la Red. En ellas se detallan modalidades de atención para los diferentes equipos; esto es: intervalos de realización de mantenimientos, grados de intervención, consignación de equipos, registros, etc.

Los Procedimientos deben ser obtenidos a partir del procesamiento de:

- a) Experiencia propia de los especialistas y sus colaboradores
- b) Recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos
- c) Normas y metodologías aplicadas en otras empresas
- d) Nuevas técnicas de mantenimiento y monitoreos
- e) Regímenes de trabajo y entorno de cada equipo

Actividades de Ingeniería de la transmisión

Participa en los procesos ligados al Mantenimiento debiendo realizar de manera eficiente las siguientes tareas típicas:

- a) Definición de Políticas de Mantenimiento
- b) Planificación del Mantenimiento
- c) Coordinación, Seguimiento y Control de Gestión del Mantenimiento
- d) Análisis de Fallas
- e) Atención a Solicitudes de Acceso

Actividades de Operación y Maniobra

Estas actividades obedecen a necesidades de:

- a) Restablecer el servicio
- b) Disponer de instalaciones o partes de ellas para mantenimiento
- c) Reponer instalaciones al servicio
- d) Realizar cambios de configuración de la Red

Algunos de los aspectos a tener en cuenta para evaluar la gestión de Operaciones eficiente son:

- a) tiempos de reposición (tomas de decisiones y maniobras)
- b) errores en las operaciones
- c) violaciones a la normativa vigente

Organización.

La organización eficiente debe ser la adecuada para llevar a cabo de manera eficaz y eficiente las funciones antes enunciadas. Para ello debe contar con personal idóneo en cada una de sus respectivas responsabilidades, eficientes sistemas informáticos, de comunicaciones y movilidad.

Registros.

La empresa debe registrar lo relevante de las actividades operativas. Qué, cómo y dónde registrar está debidamente indicado en cada Procedimiento e Instructivo.

Documentación.

La empresa debe contar con toda la documentación necesaria para llevar a cabo adecuadamente sus actividades

Recursos.

La empresa debe contar con Instrumentos, Herramientas, Equipos especiales, vehículos y equipamiento pesado, en cantidad, calidad y estado de conservación adecuados como para atender las instalaciones de manera segura y en todo de acuerdo al nivel de calidad del servicio deseado.

Repuestos.

Se debe contar con una política de repuestos que surge de las recomendaciones del fabricante de equipos, de la experiencia propia y de la criticidad del equipamiento en cuestión.

Los equipos deben ser estibados respetando instructivos específicos que aseguren su conservación y debidamente identificados.

3.2. Metodología empleada.

La metodología de cálculo empleada para la construcción del modelo está basada en el cálculo de los recursos necesarios para la ejecución eficiente de los procesos requeridos para operar, mantener y administrar los activos de la transportista.

Los costos de manutención, operación y administración de la transmisora se determinan como el valor eficiente que resulta de considerar el costo anual requerido para operar y mantener las instalaciones en cumplimiento de las condiciones de calidad y seguridad del servicio establecido en la normativa.

Los pasos seguidos son los siguientes:

- Definir los procesos eficientes requeridos para la operación, manutención y administración del tramo,
- Calculo de los recursos requeridos para el desarrollo de los procesos.

La metodología antes descrita es de uso común para el cálculo de los costos eficientes, correspondiente a instalaciones de empresas de transporte de energía eléctrica. Estas instalaciones son muy dependientes del tipo de mercado y condiciones físicas de las zonas en que se realiza la prestación del servicio.

En la tabla siguiente se muestra los componentes de costo que integran los costos de Operación y mantenimiento y los de administración:

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES DE COSTO

<u>Clasificación</u>	<u>Componentes</u>
Costos de Operación y Mantenimiento (O&M)	- Costos de O&M Directos - Costos de O&M de Líneas - Costos de O&M de Subestaciones - Estructura Central - Gerencia Mantenimiento - Gerencias Regionales - Gerencia Operaciones - Gerencia de Ingeniería
Costos de Administración y Finanzas	- Estructura Central - Dirección, Estrategia y Control - Administración y Finanzas

Figura 1: Clasificación y Componentes de Costo.

Adicionalmente a esta clasificación de costos, los mismos se pueden clasificar en:

- ♦ **Costos Directos** a los emergentes de las actividades que son directamente asignables al tramo que se calcula tales como los costos de OyM (Operación y Mantenimiento) de líneas y subestaciones.
- ♦ **Costos Indirectos** a aquellos que “indirectamente” afectan a los primeros tal como los costos de Administración y Finanzas y los costos de Estructura de OyM.

Sumados los costos directos con los indirectos se obtienen los costos totales requeridos para la operación, mantenimiento y administración de los tramos del sistema de transmisión.

En el siguiente flujograma se ilustra la metodología:

Metodología de Cálculo

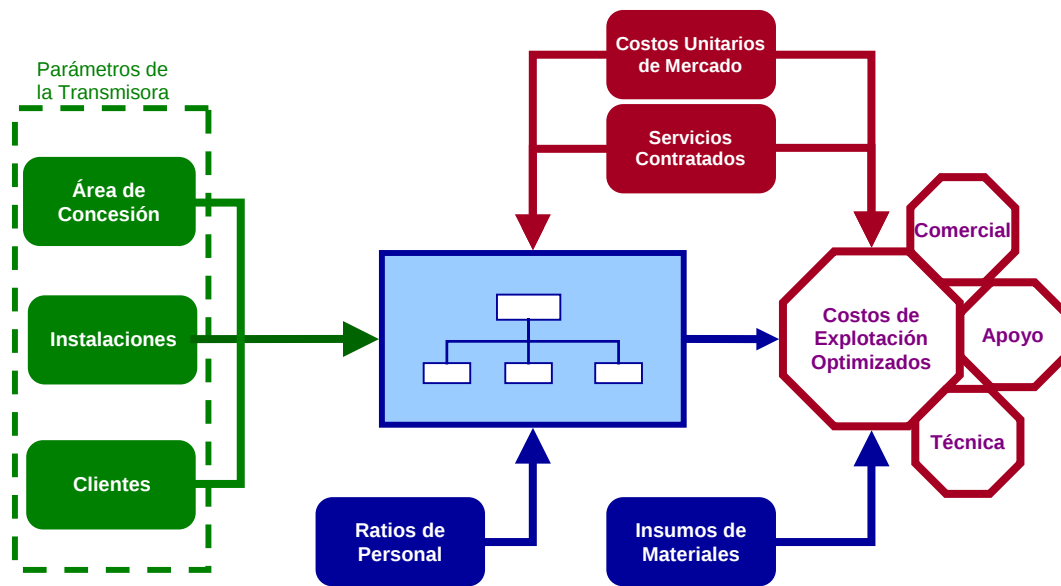


Figura 2: Metodología de cálculo

3.3. Definición de los procesos requeridos

Definida la clasificación de costos se requiere identificar los procesos requeridos para la operación, mantenimiento y administración conjunta de las instalaciones de la transportista. Para determinar los procesos, se parte de reconocer que la misión del sistema de transmisión es transportar la energía eléctrica desde las plantas de generación hasta los distintos puntos de recepción por parte de las empresas distribuidoras o grandes clientes, incluyendo las interconexiones internacionales.

El sistema de transmisión está conformado por Líneas de Alta Tensión, Subestaciones, puntos de Transformación, sistemas de comunicaciones, protecciones y control y elementos de maniobras, mediciones, compensación, servicios auxiliares, etc., necesarios para cumplir con su cometido.

Todas las actividades de cada proceso serían realizadas de manera de prestar el servicio público de transmisión de electricidad, con un nivel de calidad satisfactorio acorde con los parámetros establecidos en las normas regulatorias que fija la autoridad competente.

Esa provisión eficiente del servicio requiere el funcionamiento armónico de una estructura organizativa adecuadamente diseñada e implementada, contemplando la adaptación de los recursos y costos asignados al desempeño de cada proceso y actividad.

Se describe a continuación los principales procesos y subprocesos que requiere el funcionamiento eficiente del sistema transmisión de energía eléctrica y que considera el modelo de simulación.

3.3.1. Dirección, Estrategia y Control

Las tareas de Dirección, Estrategia y Control incluyen las siguientes actividades:

- **Dirección y Gerenciamiento General**, que incluye la representación de la empresa, elaboración y seguimiento de las estrategias globales, establecimiento de las medidas correctivas tendientes a que la gestión esté orientada a lograr los objetivos establecidos, y la estrategia de las relaciones institucionales.

- **Control de Gestión**, referidas al seguimiento y control del desempeño de la gestión global de la empresa tanto en aspectos económicos como en parámetros de gestión, elaboración de los reportes de gestión para la dirección y reportes de comunicación institucional.
- **Asesoramiento Legal**, que incluye el asesoramiento en materia de contratos y conflictos, en asuntos de tipo laboral, accidentes, etc.
- **Relaciones institucionales**: desarrollo y administración de las relaciones con los medios ,relaciones con la comunidad, y entes gubernamentales.
- **Auditoria**: planificación y ejecución de auditorías internas.

3.3.2. Administración y Finanzas

Las tareas asociadas con la Administración y Finanzas contemplan las siguientes actividades:

- **Contabilidad y Finanzas**, se refieren a la gestión financiera y contable de corto y largo plazo, incluyendo, entre otros, la actividad de registro y cierres contables, la planificación y obtención de los recursos financieros, control del endeudamiento de la empresa, pagos a proveedores, pagos de sueldos, liquidación y pago de impuestos.
- **Gestión Comercial**: facturación del servicio al cliente, recaudo, negociación y administración de contratos, verificación de las sanciones impuestas por la autoridad competente.
- **Gestión de Recursos Humanos**, incluyen el reclutamiento, la capacitación y la administración de los integrantes permanentes y eventuales (si corresponde) de la organización, liquidación de sueldos, liquidación de aportes a la seguridad social y otros.
- **Gestión de la higiene, seguridad y asuntos ambientales**: elaborar, ejecutar y monitorear el plan de seguridad y de manejo ambiental de la empresa.
- **Compras y Contratos**, se refieren a la gestión de procesos de compra, aprovisionamiento y logística (almacenes, transporte) de los productos y servicios necesarios para el funcionamiento.
- **Sistemas Informáticos**, se refieren al soporte y administración de los sistemas informáticos corporativos y de las bases de datos, administración del hardware, redes y equipos de comunicaciones, gestión de la seguridad informática, mantenimiento de los computadores centrales, soporte técnico a los usuarios,
- **Gestión de los servicios generales**: desarrollar y administrar programas para el manejo documental, servicios de mensajería, fax, servicios de comunicaciones y el servicio de vigilancia.

3.3.3. Planificación Técnica, Ingeniería, Operación y mantenimiento

La estructura para los procesos y actividades de O&M incluyen los siguientes grupos de trabajo:

- **Operación**, que incluye la operación de las instalaciones en forma programada o intempestiva, con la participación de operadores en campo, supervisores y centros de control. También incluye el planeamiento de la operación y la coordinación de la operación con los agentes del mercado.
- **Mantenimiento**, ejecutar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, y efectuar el control de gestión de la actividad de mantenimiento a través de estadísticas de fallas de líneas y subestaciones.

- **Planificación Técnica e Ingeniería de la Explotación**, referida a la planificación de las actividades de O&M, control y supervisión de las mismas, manejo de los sistemas de apoyo, provisiones de materiales y herramientas, seguimiento de calidad de servicio. Desarrollar proyectos de expansión del sistema de transmisión mediante el planeamiento, diseño y ejecución de obras.

3.4. Cálculo de los recursos requeridos

Presentada la clasificación de los costos y los procesos de la empresa, se requiere en primer lugar calcular los recursos físicos requeridos para la ejecución eficiente de los procesos definidos y en segundo lugar su valorización a precios de mercado.

El cálculo de los recursos físicos requeridos se realiza mediante estándares eficientes de productividad adaptados a la realidad de la empresa.

La valorización de los recursos se realiza sobre la base de los precios de mercado ya sea para los materiales, insumos y servicios contratados a terceros.

Con relación al costo de los insumos y materiales necesarios para la ejecución de las tareas, se utilizan precios de mercado representativos de las modalidades de adquisición más eficientes teniendo en cuenta los descuentos derivados de las economías de escala propios de la magnitud de la empresa.

Para el cálculo de los costos se construyó un modelo integral que permite calcular la totalidad de los costos eficientes.

El proceso de cálculo del modelo comprende las siguientes etapas:

- a) Identificar cada proceso de operación y mantenimiento, lo que se basa fundamentalmente en la experiencia en el análisis de la gestión de empresas transportistas y también en los antecedentes de trabajos similares.
- b) Asignar a cada evento de OyM una frecuencia promedio de ocurrencia y un tiempo de resolución, que se basa en la experiencia estadística de procesos similares.
- c) De acuerdo a la característica de cada evento de OyM se asignan para su resolución una “cuadrilla tipo” predefinida en cantidad de operarios y calificación, y los materiales y recursos requeridos.
- d) Con la frecuencia de ocurrencia de cada evento (fallas intempestivas o acciones preventivas), la duración de la intervención de la cuadrilla más los tiempos de desplazamiento, y los costos de materiales y equipos requeridos se calcula el costo anual de OyM para cada categoría de instalaciones.

Finalmente, la suma de los costos anuales de todos los procesos para todas las categorías de instalaciones será el costo anual de O&M.

A continuación se indica la descripción de las diferentes etapas que integran la metodología de cálculo.

Análisis y definición de tareas.

A los efectos del costeo se consideran las siguientes tareas:

- a) Operación (op)

Las tareas de operación consisten en maniobrar la red frente a emergencias o en forma programada. Estas maniobras serán de consignación de instalaciones para realización de intervenciones y de reposición del servicio luego de las intervenciones programadas o por aperturas intempestivas.

- b) Reparaciones (rep)

Comprende las tareas de mantenimiento que derivan principalmente de las fallas intempestivas del equipamiento por envejecimiento, factores climáticos, vandalismo, accidentes, etc. Estas tareas son básicamente el mantenimiento correctivo de las instalaciones.

- c) Revisiones (rev)

Comprende las tareas de inspección periódica de equipos que realiza el personal de O&M de acuerdo a los planes de mantenimiento preventivo.

- d) Adecuaciones (ad)

Comprende las tareas programadas de acondicionamiento de las instalaciones, surgidas de la planificación del mantenimiento y que derivan de las inspecciones de carácter preventivo.

Definición de las frecuencias de intervención.

A cada una de las tareas básicas identificadas se le asigna la frecuencia de ocurrencia, la que toma en consideración los siguientes aspectos:

- Tasas de fallas de equipos considerando factores tales como nivel isocerámico, presencia de aves, vandalismo, etc.
- Inspecciones periódicas que surgen de los planes de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante de equipos.
- Normativa de calidad de servicio vigente.
- Aspectos de seguridad y medio ambiente.
- Características de diseño y constructivas de instalaciones.
- Arquitectura de la red (topología).

Todos estos factores se corresponden con instalaciones típicas de una red correctamente diseñada y con el equipamiento adecuado.

El modelo toma en consideración que la frecuencia y calidad con que se ejecuten las tareas del mantenimiento preventivo, tienen un impacto directo sobre las probabilidades de ocurrencia de averías y, en consecuencia, sobre las acciones del mantenimiento correctivo. A continuación se presentan algunas de las principales tareas que integran los procesos de OyM:

Operación:

Código	Tarea
op-01	Consignaciones de Instalaciones (Mant.)
op-02	Maniobras para reposición del Servicio

Tabla 1: Tareas de operación

Reparación:

Código	Tarea
Rep-01	Cambio aisladores de retención
Rep-02	Cambio aisladores de suspensión
Rep-03	Cambio de estructuras
Rep-04	Empalme con manguito
Rep-05	Cambio tramo de conductor
Rep-07	Cambio de aisladores de retención con línea viva
Rep-08	Cambio de aisladores de suspensión con línea viva
Rep-09	Cambio de morsetería y herrajes
Rep-10	Cambio de morsetería y herrajes con línea viva

Tabla 2: Tareas de reparación

Revisión:

Código	Tarea
Rev-01	Inventario-Inspección terrestre
Rev-02	Revisión Termográfica
Rev-03	Inspección aérea y análisis de informe
Rev-04	Medición de puesta a tierra
Rev-05	Perfilado de la cadena de aisladores de retención
Rev-06	Perfilado de la cadena de aisladores de suspensión

Tabla 3: Tareas de revisión

Adecuación:

Código	Tarea
Ad-01	Enderezado de estructuras
Ad-02	Adecuar estructuras
Ad-03	Adecuar puestas a tierra
Ad-04	Retensado de conductores
Ad-05	Lavado de aisladores
Ad-06	Limpieza de la faja de servidumbre

Tabla 4: Tareas de adecuación

Definición de recursos humanos.

En lo referido a los costos de mano de obra (considerando las calificaciones funcionales que correspondan en cada caso) y de servicios de apoyo (transporte, maquinaria, etc.), ambos conceptos se agrupan en los costos unitarios de una “cuadrilla típica”. Ésta se define como la unidad operativa conformada y equipada adecuadamente para realizar con eficiencia la tarea en análisis.

A continuación se indican las principales categorías de operarios que se definen para el costeo:

Código	Descripción
o1	Oficial
o2	1/2 Oficial
o3	Ayudante
o4	Operador de grúa
o5	Técnico de alta tensión

Tabla 5: Categorías de personal técnico

Los vehículos definidos para la integración a las cuadrillas son los siguientes:

Código	Descripción
v1	Automovil
v2	Camioneta
v3	Camión
v4	Elevador
v5	Grúa chica (8Tn)
v6	Grúa Grande (15 Tn)
v7	Camión Busca-faltas
v8	Carro lavado aisladores

Tabla 6: Tipos de vehículos

Una vez que se han determinado los costos de mano de obra y vehículos se integran las cuadrillas típicas que se asignarán a cada proceso. El cuadro siguiente muestra la integración de dichas cuadrillas con personal y vehículos.

CODIGO	OPERARIOS DE LA CUADRILLA						VEHÍCULOS Y GRÚAS	
	O1	O2					V4	
C1	O1	O2					V4	
C2	O1	O3					V2	
C3	O1	O3	O4				V5	
C4	O1	O1	O2	O3	O3		V2	V4
C5	O1	O2	O3	O4			V3	V6
C6	O1	O3	O3	O4			V2	V5
C7	O1	O2	O3				V4	
C8	O1	O2	O3				V3	
C9	O1	O3	O4				V8	
C10	O5	O1	O2	O4			V5	V2 -V3
C11	O5	O2					V2	
C12	O1	O2					V7	

Tabla 7: Conformación de las cuadrillas

Para las cuadrillas de trabajos con tensión y por razones de especialización se ha considerado un costo adicional de mano de obra y equipos respecto a las cuadrillas con línea desenergizada.

Características físicas de los activos.

Se ingresan al modelo los datos de los activos tanto en cantidad como en tipo constructivo. Sin ser taxativo y a manera de ejemplo para líneas y por nivel de tensión se ingresan:

- Longitud
- Cantidad de estructuras de suspensión
- Cantidad de estructuras de retención.
- Cantidad de aisladores
- Km de línea sometidos a polución salina o industrial.
- Para estaciones transformadoras por nivel de tensión y tipo constructivo (intemperie, protegidas, etc):
- Cantidad de campos de línea por tipo (simple, interruptor y medio, etc).
- Cantidad y potencia de transformadores.
- Protecciones eléctricas
- Servicios Auxiliares
- Equipos de medida y telemando.
- Cantidad de estaciones sometidas a polución salina o industrial.

De manera similar se ingresan los datos para el resto de los equipos tales como capacitores, reactores, etc.

Costos unitarios de materiales y servicios.

Son ingresados al modelo los datos de los materiales y servicios que intervienen en el proceso de OyM.

Por ejemplo se ingresan costos unitarios de:

- Aisladores por nivel de tensión y tipo (retención, suspensión).
- Herrajes y morsetería de líneas.
- Torres de suspensión y retención.
- Repuestos de equipos (interruptores, seccionadores, transformadores, protecciones).
- Insumos tales como aceite de transformadores, combustibles y lubricantes, etc.
- Costo de los servicios tercerizados tales como inspección aérea de línea mediante helicópteros, ensayos de aceite de transformadores, etc.

Con relación al costo de los materiales necesarios para la ejecución de las tareas, se utilizan precios de mercado representativos de las modalidades de adquisición más eficientes teniendo en cuenta los descuentos derivados de las economías de escala propios de la magnitud de la empresa.

Valorización de las tareas.

A partir de:

- La definición de todas las tareas que integran los procesos eficientes de OyM.
- El dimensionamiento de los recursos con estándares eficientes de productividad.
- La asignación de costos unitarios de mano de obra, materiales y equipos

Se valorizan la totalidad de las tareas para el cumplimiento eficiente del servicio requerido con los parámetros de calidad que fija la regulación.

Salidas del modelo.

Como resultado del proceso de cálculo el modelo brinda los siguientes resultados por nivel de tensión y tipo de activo (líneas, estaciones, reactores, capacitores, etc).

- Costos de OyM por tipo de activo y nivel de tensión:
- Costos de OyM para cada activo abierto en materiales y mano de obra.
- Cantidad de personal según categoría para la actividad de OyM(supervisores, técnicos, operarios, etc).
- Cantidad de personal según categoría para la actividad de Administración y Finanzas.
- Cantidad de vehículos por tipo (camionetas, camiones, grúas, etc).
- Costos de sistemas informáticos corporativos (técnicos y de administración y finanzas).

3.5. Modelo de simulación.

3.5.1. Flujograma del modelo

A continuación se realiza una descripción del modelo de cálculo mencionado para lo cual se presenta el flujograma de cálculo.

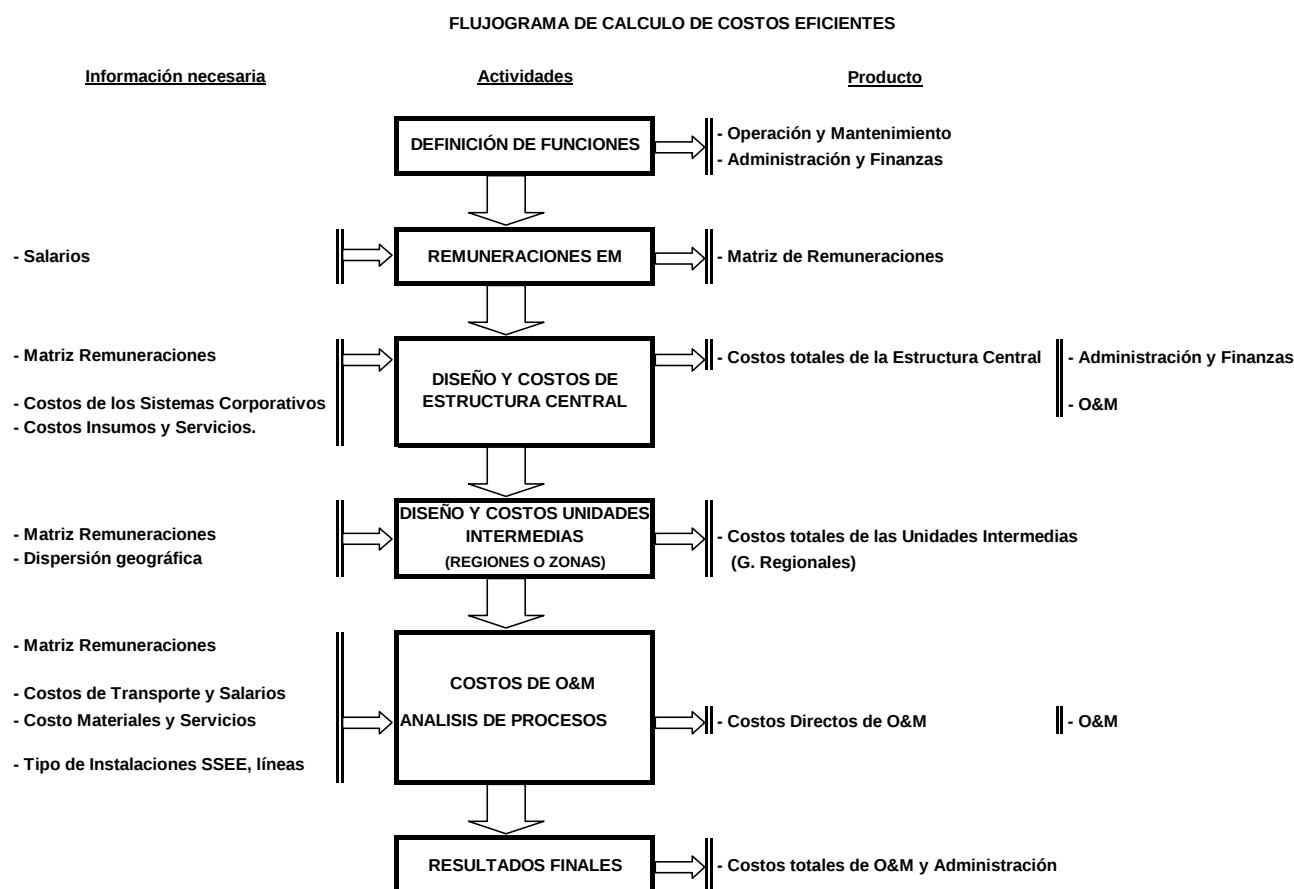


Figura 3: Flujograma de cálculo de costos eficientes

En lo que sigue se describe el proceso de calculo de los costos eficientes realizado por el modelo.

3.5.2. Recursos asociados a procesos Indirectos.

Los mismos son calculados para las áreas que intervienen en los procesos de Administración y Finanzas, la Gerencia General, y la gestión técnica de Operación y Mantenimiento.

Sobre la base de la cantidad de activos que componen el sistema de transmisión, la dispersión de las instalaciones, y la cantidad de agentes conectados, se define:

- La estructura organizativa y el personal requerido
- Infraestructura requerida: vehículos, sistemas informáticos, etc.
- Insumos y servicios: papelería, servicios generales, servicios externos, etc.

3.5.3. Recursos asociados a procesos Directos.

El estudio de costos de Operación y Mantenimiento de las instalaciones se realiza bajo el enfoque del análisis de procesos, a través del relevamiento de todas actividades de operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas. Estos procesos son los necesarios para una correcta prestación del servicio, de acuerdo a las exigencias de calidad vigente.

El proceso de operación y mantenimiento tiene como principales cometidos:

- Garantizar la continuidad del suministro eléctrico

- Registrar y analizar en forma constante los parámetros de desempeño de las instalaciones
- Mantener las instalaciones de transmisión en buenas condiciones de funcionamiento
- Realizar las acciones para reparar las averías
- Relevar y registrar de forma constante el estado de las instalaciones
- Realizar una correcta planificación, programación y gestión del mantenimiento preventivo

3.5.4. Calculo de costos.

Para valorizar los costos de ejecución de las tareas que integran los procesos de Operación, Mantenimiento y Administración se consideraran los insumos requeridos para su ejecución. En lo referido a los costos de mano de obra (considerando las calificaciones funcionales que correspondan en cada caso) se realiza un estudio de remuneraciones por una empresa especializada.

Respecto de los servicios de apoyo (transporte, maquinaria, etc.), se considerara los precios que resulten de un relevamiento del mercado.

Con relación al costo de los materiales necesarios para la ejecución de las tareas, se utilizan precios de mercado representativos de las modalidades de adquisición más eficientes que puede emplear la empresa.

En todos los casos podrán contratar en el mercado la ejecución de las tareas de que se trata, ya sea por la existencia de proveedores o generando las condiciones para su creación en la medida que se demuestre la conveniencia de su tercerización.

Se realizara el costeo de la estructura necesaria para una prestación eficiente del servicio tanto a las áreas de OyM como de administración tales como camionetas, bodegas, edificios, sistemas informáticos y demás servicios requeridos para la prestación del servicio.

El objetivo fundamental fue desarrollar un modelo autocontenido, dado que resulta indispensable a la hora de asegurar la trazabilidad, la facilidad de seguimiento y la consistencia de los datos y resultados. La aplicación fue desarrollada en MS Excel®.

A modo de ejemplo a continuación se muestra una pantalla de este Software desarrollado:

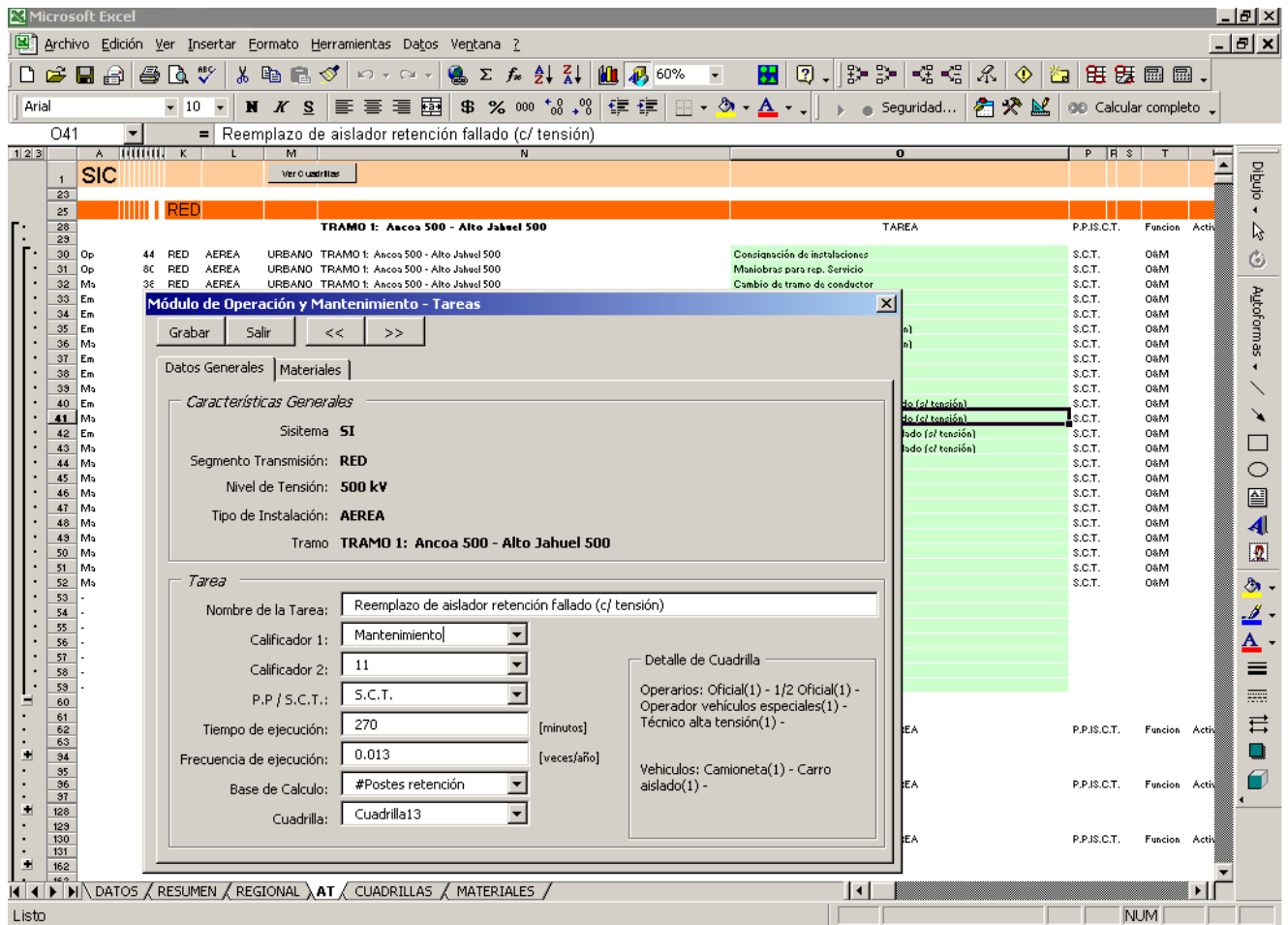


Figura 4: Pantalla del Software de aplicación.

3.6. Aplicación

3.6.1. Presentación del problema

En este punto se presenta el desarrollo de la aplicación del modelo de cálculo explicado al caso de una de transporte de energía eléctrica que opera en Centroamérica que con motivo de la fijación de su tarifa de transporte fueron calculados sus costos de administración, operación y mantenimiento comparando con una empresa considerada eficiente (empresa de referencia) que opera en Argentina.

En el cuadro siguiente se presentan las características principales de las empresas comparadora y la empresa comparada:

ITEMS RELEVANTES	UNIDADES	COMPARADA	COMPARADORA
Extensión del sistema (km)	km	766	5,901
En 220 kV	km	594	177
En 132 kV y menores	km	172	5,724
MVA instalados	MVA	1,504	4,473
Area de servicio	km ²	75517	282062
Pais donde opera	-	Panamá	Argentina
% Lineas con contam salina	%	32%	6%
% E.T con contam salina	%	50%	11%
Nivel isoceráunico	-	110-150	30-40
Terreno	-	Accidentado	Llano

Tabla 8: Características empresas comparadora y comparada.

Como se observa en la tabla existen asimetrías entre las empresas tales como:

- La estructura de redes y subestaciones
- Nivel isoceráunico
- Porcentajes de líneas con contaminación salina
- Características del terreno donde opera la empresa.

Las asimetrías en la cantidad de km de redes y subestaciones se resuelven considerando para la comparación los costos unitarios ya sea por km de línea o por MVA de potencia instalada. El resto de las asimetrías como las diferencias entre el nivel isoceráunico, el tipo de terreno y los diferentes porcentajes de contaminación salina dan por resultado costos unitarios en la empresa de referencia (comparadora) que si bien son eficientes no pueden trasladarse directamente a la empresa comparada dado la misma opera en condiciones diferentes. En el estudio de fijación de costos se resolvieron todas las asimetrías mediante la aplicación del modelo de simulación. En este trabajo y a modo de ejemplo se explicaran como se resolvieron dos asimetrías utilizando el modelo de simulación

Contaminación salina.

La contaminación salina exige tareas especiales de mantenimiento como el lavado de aisladores tanto de líneas como de estaciones transformadoras que originan mayores costos de mantenimiento.

En ambas empresas existen diferencias entre la cantidad de km de línea y estaciones sometidos a contaminación salina debido a las diferencias en la proximidad a la costa de los activos involucrados.

La empresa comparada tiene mayor cantidad de instalaciones sometidas a la contaminación salina respecto de la empresa comparadora por lo que resulta necesario reflejar este factor en los costos unitarios de la empresa de referencia.

Nivel isoceráunico.

El mayor nivel isoceráunico está asociada a una mayor cantidad de descargas atmosféricas por km² en el territorio de Panamá respecto de Argentina.

Dado que el nivel isoceránico no es controlable se trata de proteger adecuadamente los equipos contra las descargas atmosféricas.

Se debe evitar que la descarga directa alcance partes en tensión, que solicitarían la aislación en modo no admisible.

En consecuencia se trata de proteger las partes en tensión creando a su alrededor una "jaula" realizada con:

- cables de guarda.

- pararrayos de punta.

Cuando un rayo impacta en el cable de guardia o en una torre de una línea, el cable de guarda asume un potencial elevado pudiendo considerarse que los conductores se encuentran conectados a tierra, las cadenas de aisladores pueden no soportar esta tensión y se produce una descarga que se conoce con el nombre de contorneo inverso. La mayor cantidad de descargas implica mayores tareas de mantenimiento de las puestas a tierra tanto de las líneas como de las estaciones transformadoras.

La descarga atmosférica alcanza luego la estación conducida por los cables de la línea, y para proteger de los efectos de ésta, o de descargas que impacten directamente los conductores cuando falla el blindaje se instalan los descargadores.

Por otra parte un mayor nivel isoceráunico tiene como consecuencia una mayor cantidad de descargas sobre los descargadores que trae aparejado una reducción de su vida útil.

En consecuencia el mayor nivel isoceráunico implica mayores costos de mantenimiento relacionados con el mantenimiento intensivo de las puestas a tierra por el elevado nivel de descargas y la menor vida útil de los descargadores. Es necesario reflejar el mayor nivel isoceráunico en los costos unitarios de la empresa de referencia antes de trasladarlos a la empresa comparada.

3.6.2. Aplicación del modelo.

Para calcular los costos unitarios de la empresa de referencia considerando las condiciones reales en que opera la empresa comparada en Panamá se aplica el modelo matemático de simulación considerando las particularidades descriptas en el punto anterior.

El procedimiento empleado consiste en cargar al modelo matemático de simulación los siguientes parámetros:

- Las frecuencias de lavado de aisladores y los recursos asociados a esta tareas (tiempos estándares eficientes de ejecución, cantidad de personal y equipos).
- Las frecuencias mantenimiento y reparación de la puesta a tierra de las líneas y estaciones transformadoras y los recursos asociados a estas tareas.

Los estándares para el cálculo de los recursos asociados a cada una de las tareas son los que corresponden a la empresa de referencia.

El modelo matemático calcula para cada nivel de tensión y para los diferentes porcentajes de contaminación salina los factores por los que se debe afectar los costos unitarios de mantenimiento de las líneas para obtener los costos unitarios de mantenimiento de las líneas operando en Panamá.

En el gráfico siguiente se presentan las curvas que constituyen las salidas del modelo para el análisis de sensibilidad en lo que a contaminación salina se refiere:

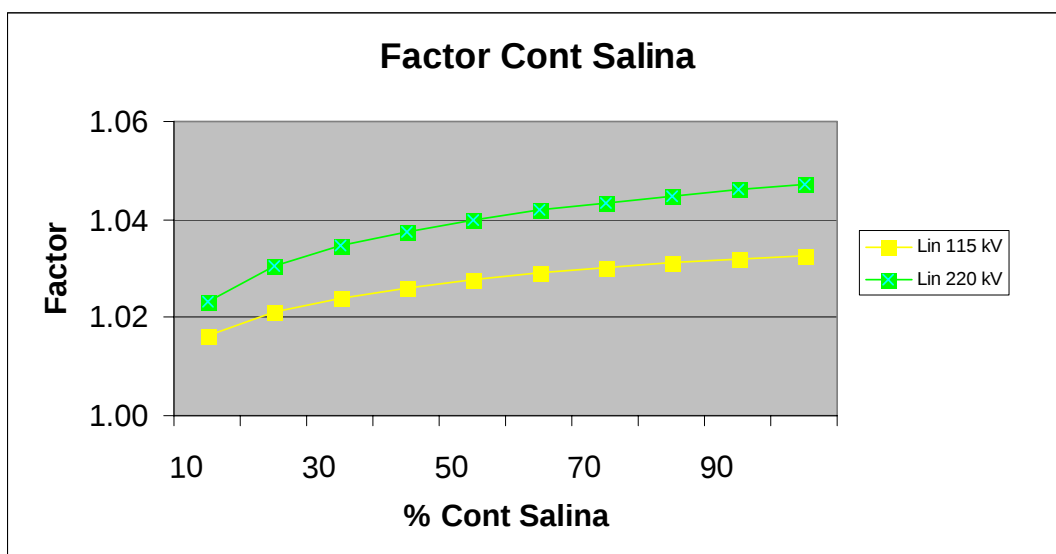


Grafico 1: Factor de sobre costo de contaminación salina

De la misma manera el modelo calcula para cada nivel de tensión y para los diferentes porcentajes de nivel isoceraúnico los factores por los que se debe afectar los costos unitarios de mantenimiento de las líneas para obtener los costos unitarios de las líneas operando en Panamá.

En el gráfico siguiente se presentan las curvas que constituyen las salidas del modelo para el análisis de sensibilidad en lo que a nivel isoceraúnico se refiere:

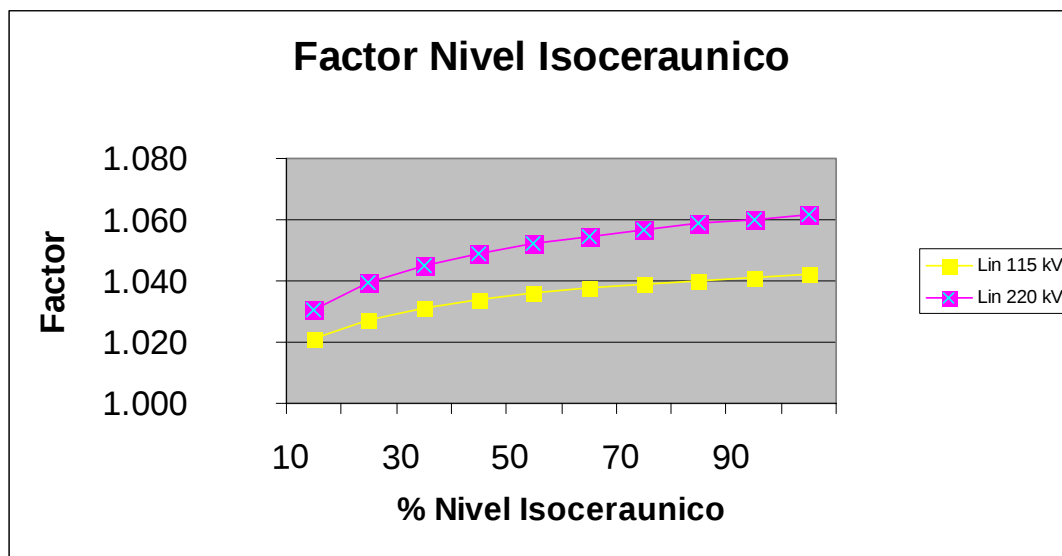


Gráfico 2: Factor de sobre costo de nivel isoceraúnico

Las curvas anteriormente mostradas fueron utilizadas para ajustar los costos unitarios de la empresa de referencia a las condiciones de operación de la empresa en estudio por los mayores niveles de contaminación salina y nivel isoceraúnico.

En forma similar a la anterior y utilizando el modelo se ajustaron todos los estándares de costo de la empresa de referencia teniendo en cuenta las particularidades del país donde serán aplicados. Finalmente con los estándares de costo eficiente aplicados a la empresa transportista de Panamá se calcularon los costos operacionales que fueron aprobados por el organismo regulador y utilizados para el cálculo de las tarifas de transporte.

4. **CONCLUSIONES**

La aplicación de los métodos de benchmarking internacional para el cálculo de costos eficientes presentan las siguientes ventajas:

Sencillez de aplicación

Es un método relativamente sencillo de implementar si se tiene una fuente de datos confiable de empresas consideradas eficientes en el contexto internacional.

Aspectos claves del negocio.

Otra ventaja es que se concentra en los aspectos claves del negocio (outputs claves) dado que se comparan indicadores globales de eficiencia.

La principal desventaja del método consiste en que las empresas del cual se dispone información para el benchmarking presentan diferentes diferencias (“asimetrías”) con la empresa objeto del estudio por lo que los indicadores de la empresa de referencia no son directamente trasladables a la empresa en estudio.

El aspecto clave en un benchmarking internacional de costos resulta la evaluación de las asimetrías por los márgenes de costos que las mismas introducen.

El benchmarking internacional de costos realizado en Panamá demostró que es posible una evaluación adecuada de las asimetrías con un modelo de simulación que permita:

- Adaptación de los estándares eficientes al país de aplicación.
- Trazabilidad dado que permite identificar los costos asociados a cada actividad y en consecuencia hacer totalmente trazable el proceso de calculo. De esta manera los inputs y outputs pueden ser descriptos y justificados.
- Encuadre de la discusión de las discrepancias. Permite encuadrar y acotar la discusión de las discrepancias en el calculo de costos. En efecto al tratarse de un cálculo por procesos es posible la discusión de las discrepancias a nivel de procesos, actividades y de tareas si fuera necesario, focalizando las diferencias en las productividades, tecnología o los costos unitarios de los recursos insumidos
- Analizar sensibilidad del impacto de las asimetrías.

Por ultimo las características anteriores demostraron la rigurosidad del método que permitió la aprobación del estudio por parte del organismo regulador de Panamá.

5. REFERENCIAS

El modelo presentado en este trabajo fue utilizado por el autor en estudio de costos y tarifas de empresas de distribución y transmisión de energía eléctrica. Estos trabajos fueron realizados en el marco de procesos de revisión tarifaria y para los organismos reguladores. Las principales referencias son las que se listan a continuación:

1. Revisión de costos y tarifas de una empresa de transporte de energía eléctrica realizado para el ERSP (Ente Regulador de Servicios Públicos de Panamá) realizado en el año 2003.
2. Revisión Tarifaria para la ANEEL (Agencia Nacional de Energía Eléctrica) del Brasil para 48 distribuidoras desde el año 2002 hasta diciembre de 2004, para concluir durante el año 2005 con las 16 distribuidoras restantes y una empresa de transporte.
3. Estudio para el Cálculo de los componentes del Valor Agregado de Distribución cuadrienio Noviembre 2004 – Noviembre 2008 para la CNE (Comisión Nacional de Energía) de Chile, para las 6 empresas representativas de los sectores típicos de Chile, tareas que fueron desarrolladas en el año 2004.
4. Cálculo de los costos de distribución y subtransmisión para la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas de Uruguay (UTE) durante los años 2000 y 2001.
5. Revisión de costos del año 2002 de tres empresas de Colombia en el proceso de revisión plurianual de tarifas del año 2002, que incluyeron la determinación de los costos de operación y mantenimiento y comercialización para la distribución de energía eléctrica por redes..
6. Determinación de costos de operación y mantenimiento y comercialización de empresas de distribución entre los años 2000 y 2002, para el Ente Regulador de Servicios Públicos (ERSP) de Panamá en la evaluación, actualización y aplicación del régimen tarifario para la transmisión, distribución y comercialización de electricidad a regir en el período 2003-2006,.
7. Costos del Valor Agregado de Distribución para el Sector Típico 2, en el año 2001, para la Comisión de Tarifas de Energía de Perú
8. Se determinaron los costos de OYM y comercialización eficientes para el Gobierno de Venezuela para la elaboración de un Pliego Tarifario a ser incluido en los futuros contratos de concesión de las empresas distribuidoras.

9. Calculo de costos de OYM para la Asociación Colombiana de Distribuidores de Energía Eléctrica (ASOCODIS) para quince empresas distribuidoras.
10. Determinación de los gastos de explotación usando el modelo para la Revisión tarifaria integral para una empresa de distribución eléctrica en la provincia de Zhejiang (China), entre Julio 2002 y Diciembre de 2004.
11. Cálculo de los costos de OyM con motivo de la elaboración del cálculo tarifario de una empresa de distribución que presta el servicio de distribución eléctrico en el estado de Uttar Pradesh (India). Este trabajo fue realizado para UTTAR PRADESH ELECTRICITY REGULATORY COMMISSION (UPERC).