NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

Costos asociados a la confiabilidad de los transformadores

1. Introducción

En el artículo “Evaluación del Costo del Ciclo de Vida en Transformadores”, vimos, en el ítem 4, una introducción conceptual a los costos asociados a la confiabilidad del transformador en el sistema de Gestión de Mantenimiento de la compañía.

En el presente, vamos a extender el desarrollo de esta componente, asociada a los costos asignables a los de “propiedad” del correspondiente ciclo de vida de la máquina.

Como ya habíamos comentado en el primer artículo de costos ya citado, el objetivo principal de la aplicación del modelo CCV será el de apuntalar a la Gestión de Activos de la organización, con el fin de lograr, en todo momento, el balance entre los costos, los riesgos y el desempeño del transformador, a lo largo de todo su ciclo de vida.

De la mano de lo anterior, la Confiabilidad de un transformador será un elemento clave, tanto para la Gestión de Activos y de Mantenimiento, como así también en la determinación y evaluación de los costos, por parte del sector de Control de Finanzas (elaboración y aprobación de los presupuestos).

Veremos como la Confiabilidad impactará, en el modelo de gestión de mantenimiento de un transformador, indirectamente a través de las componentes Fiabilidad, Mantenibilidad y Logística de Mantenimiento.

Para finalizar haremos una breve descripción de los costos asociados al Mantenimiento Correctivo y Preventivo de un transformador.

2. Principios

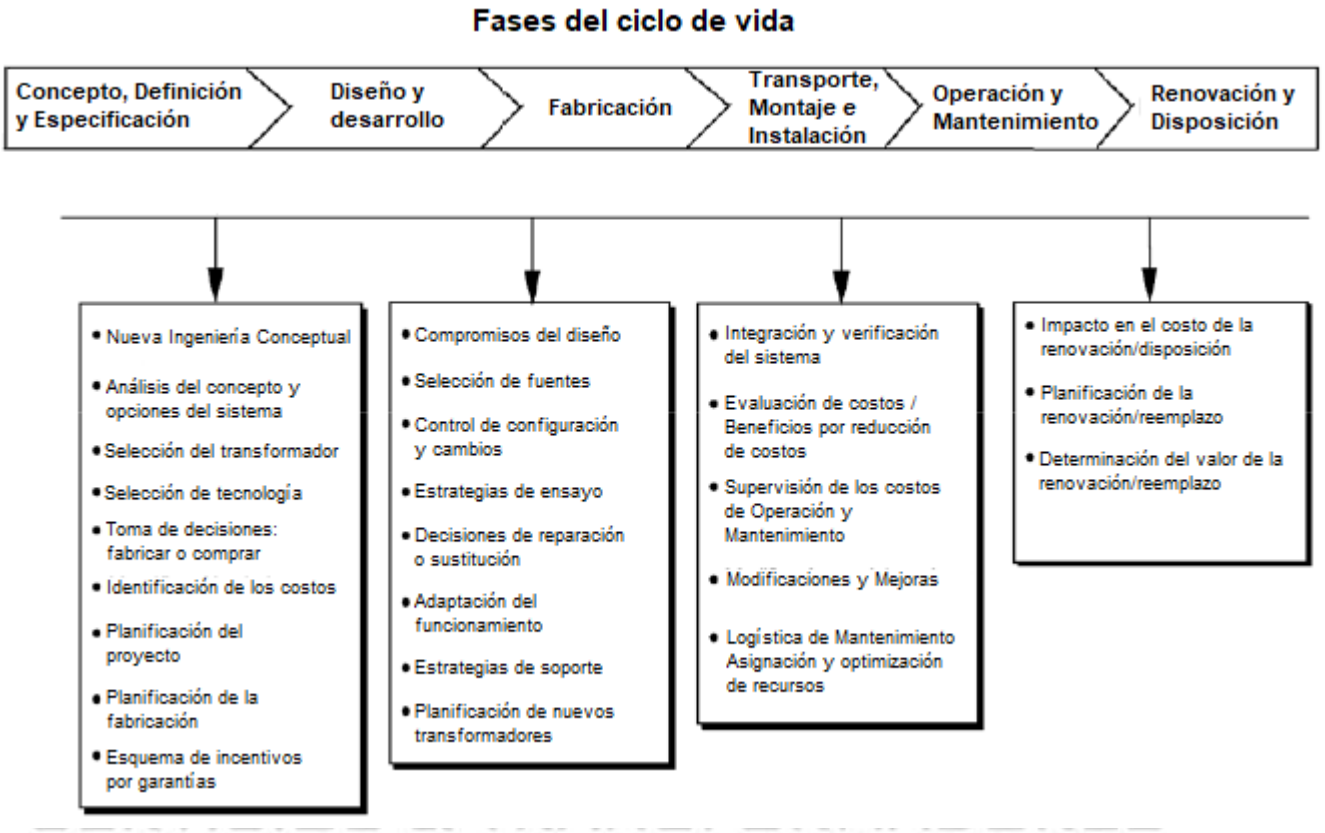
En base a lo visto en el artículo “Evaluación del Costo del Ciclo de Vida en Transformadores”, podemos establecer que la identificación temprana de los costos de adquisición, propiedad y renovación/disposición, permitirá al área de Gestión de Activos adoptar decisiones que llevarán a equilibrar los factores asociados a la confiabilidad del transformador, en relación a los costos de su ciclo de vida.

Todas las decisiones adoptadas en las etapas tempranas del ciclo de vida de la máquina, tendrán una significativa influencia sobre la función CCV, comparadas con aquellas decisiones tardías.

En este sentido, se ha demostrado que al final de las fases de la Ingeniería Conceptual (Concepto, Definición y Especificación), aproximadamente más del 50 % del CCV quedará más limitado, a medida que avanza el proyecto del transformador en su ciclo de vida.

En la figura N° 1 recordamos las fases de las distintas etapas del ciclo de vida del transformador

Figura N° 1



Se concluye que todo el proceso inherente al cálculo del CCV podrá orientarse a una parte del mismo, o bien a su totalidad, pero siempre teniendo en cuenta que este cálculo deberá implementarse a la medida de un proyecto de transformador.

Lo anterior se justifica, en el sentido de obtener el máximo beneficio invertido en el proyecto.

A modo de definición conceptual, podemos establecer que la confiabilidad de un producto en general y de un transformador en particular, es un término utilizado para describir la disponibilidad del activo y sus factores de influencia.

Los factores de influencia que afectan la confiabilidad del transformador serán:

- Fiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Logística de Mantenimiento.

Es decir, el desempeño efectivo sobre las áreas del ciclo que determinan estos factores, tendrá un efecto significativo sobre la función CCV y su proceso de optimización.

Por ejemplo, un mayor costo inicial en el proyecto del transformador, podrá resultar en una mejora apreciable de la fiabilidad y de la mantenibilidad, lo cual llevará a devengar menores costos en las fases de Operación y Mantenimiento, como consecuencia de una mejora en la confiabilidad operacional de la máquina.

3. Costos asociados a la confiabilidad

Todos los aspectos relacionados con la confiabilidad del transformador deberán integrarse en la fase de diseño y de las evaluaciones del CCV del mismo.

Lo anterior requiere una revisión general al elaborar las Especificaciones del transformador y en forma consecuente durante toda la fase de diseño, con el objetivo de optimizarlo, así como integrar en esta revisión la función CCV asociada.

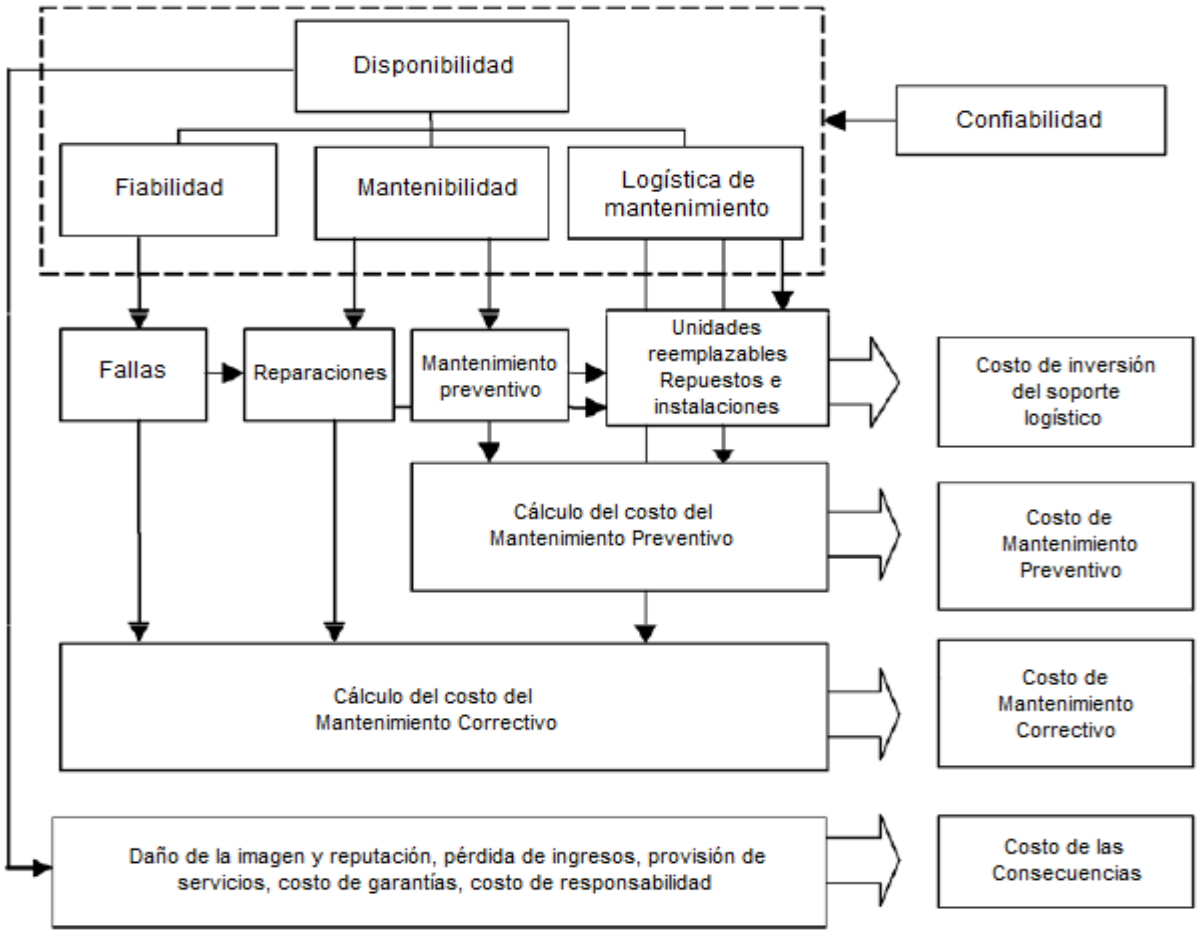
Como ya habíamos visto en el artículo “Evaluación del Costo del Ciclo de Vida en Transformadores”, los costos asociados con la confiabilidad del transformador podrán contener los siguientes:

- Costo de restablecimiento del transformador, incluyendo el costo del Mantenimiento Correctivo.
- Costo del Mantenimiento Preventivo.
- Costo de inversión del soporte logístico del mantenimiento.
- Costo de las Consecuencias.

En la figura N° 2 se despliega un esquema en donde se detallan los flujos de los costos, junto a los factores asociados a la confiabilidad.

Figura N° 2

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES



SERVICIOS & TRANSFORMADORES

Se observa la relación directa entre la confiabilidad del transformador con la disponibilidad del mismo en el sistema eléctrico de potencia y los factores de influencia asociados (Fiabilidad, Mantenibilidad y Logística de Mantenimiento).

En este caso, nuestro interés se centra en la configuración de los costos obtenidos de este proceso de Gestión del Mantenimiento.

Destacamos:

<u>Costos relativos a la confiabilidad</u>

- Costo de restablecimiento del sistema. Se incluye en este ítem el costo de Mantenimiento Correctivo del transformador.

- Costo del Mantenimiento Preventivo.

- Costo de inversión del soporte logístico.

- Costo de las consecuencias. Esta componente se encuentra asociada al daño ocasionado en la imagen o reputación de la organización por la falta de disponibilidad del transformador. También incluye la pérdida por ingresos, falta de provisión de servicios (servicio alternativo).

También se agrega, en los costos de las consecuencias, dos componentes fundamentales, a saber:

a) Costos de garantía

Comprende los gastos asociados a la corrección de las fallas del transformador, en especial en las primeras fases de operación.
Se caracterizan por tener una dependencia con la fiabilidad, mantenibilidad y la logística de mantenimiento del transformador.
La garantía se aplica por un período de tiempo limitado y con un conjunto de condiciones asociadas, en donde raramente se incorpora la protección contra los costos incurridos por el dueño del transformador, ante la indisponibilidad del mismo.

b) Costos de responsabilidad

Esta componente contempla el caso en que el proveedor del transformador deje de cumplir con las obligaciones legales, representando así una compensación por incumplimiento.
En forma general y desde el punto de vista de la Gestión de Activos, este costo adquiere especial relevancia cuando se trata de activos que poseen una alta capacidad de daño a las personas y/o al medio ambiente.

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

4. Costo de las consecuencias

A continuación, vamos a detallar las características de los costos asociados con las "consecuencias", tal cual vimos en forma conceptual en el ítem 3.

Estas componentes devienen al momento en que un transformador queda en estado de indisponibilidad, como consecuencia de su salida de servicio ante un evento adverso (por ej. una falla en el propio transformador o en el sistema eléctrico en que se encuentra instalado).

Se destacan las siguientes componentes:

- Costo de Garantía.

- Costo de Responsabilidad.

- Costo debido a las Pérdidas de Ingresos.

- Costo para proporcionar un servicio alternativo.

Además, para lograr una mayor descripción de la realidad del modelo CCV, deberán incorporarse en el análisis otros costos relacionados con las consecuencias, los cuales tienen su relación de ser con los resultados derivados de la Gestión de los Riesgos (en especial la obtenida de la etapa de Análisis de los Riesgos).

Estos costos adicionales tienen asignados un alto valor de impacto negativo en la formulación del modelo CCV. Podemos destacar:

- Costo por Pérdida de Imagen.

- Costo por Pérdida de Reputación.

- Costo por Pérdida de Prestigio.

Deberá tenerse muy en cuenta de incorporar, en el análisis del costo de confiabilidad, a los correspondientes costos de recuperación o de atenuación de los riesgos, identificados en la etapa de Gestión de los Riesgos.

Es decir, estos costos estarán directamente relacionados con las decisiones adoptadas en la fase de Tratamiento de los Riesgos.

Consideraciones a tener en cuenta:

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

- Por lo general, estos costos son de difícil valorización.

- En algunas ocasiones es posible cuantificarlos e incorporarlos en el modelo analítico del CCV.

- La no disponibilidad de un transformador en el SEP puede impactar significativamente, en forma negativa, en la función CCV.

- Lo anterior nos obliga a optimizar la disponibilidad operativa del transformador, junto a los costos asociados del ciclo de vida.

- Como se comentó en el artículo de “Evaluación del Costo del Ciclo de Vida en Transformadores”, tomar la decisión de incrementar la fiabilidad del transformador, con la condición de mantener todos los otros factores a un nivel constante, llevará a aumentar los costos de adquisición, pero conllevará a una disminución importante de los costos de Operación y Mantenimiento.

- El CCV del transformador se optimiza cuando el incremento de los costos de adquisición, como consecuencia de la mejora en la fiabilidad, iguala matemáticamente al ahorro incremental en los costos de Operación y Mantenimiento, junto a los costos de las consecuencias.

- Muy importante será tener en cuenta que los resultados obtenidos del cálculo CCV, podrán no ser iguales a los costos reales u observados. Esto se debe a que existe un conjunto de factores, de naturaleza aleatoria, que influyen directamente sobre el sistema modelado.

- Como ejemplo de factores aleatorios que influyen en los resultados del CCV, podemos nombrar las condiciones ambientales de operación del transformador, así como los errores operativos humanos. Se destaca que éstos son de difícil, por no decir imposible, cuantificación, a la hora de incorporarlos en el modelo CCV.

- Deberán tenerse en cuenta consideraciones sobre el impacto ambiental, en los cálculos del CCV. En tal sentido, tendrán que adoptarse métodos que permitan evaluar y jerarquizar los efectos ambientales en la operación del transformador.

5. Costo de Mantenimiento Correctivo y Preventivo

En este ítem vamos a detallar los componentes asociados a los costos inherentes del Mantenimiento Correctivo y Preventivo, dejando de lado, por el momento, a los correspondientes al área operativa del transformador.

Tendremos:

a) <u>Costos del Mantenimiento Correctivo</u>

- Costos no recurrentes, los cuales se encuentran asociados a los costos de los equipos de ensayos, herramientas, repuestos iniciales, de capacitación inicial del personal, documentación inicial e instalaciones.

- Costos recurrentes, asociados a los costos de la mano de obra, repuestos y consumibles, capacitación continua del personal y documentación.

- Costos de las consecuencias, debido a pérdidas de producción o capacidad, incluyendo los costos por compensación y pérdidas de ingresos por salida de servicio del transformador.

b) <u>Costos del Mantenimiento Preventivo</u>

- Costos no recurrentes, en donde encontramos a los costos de adquisición de los equipos de ensayos y herramientas, repuestos iniciales y consumibles, capacitación del personal y documentación inicial.

- Costos recurrentes, comprendiendo los costos de mano de obra, repuestos consumibles, formación continua del personal y documentación.

- Costos por sustitución de piezas/componentes, con vida limitada (puede ser recurrente o no recurrente)

Es importante destacar que también pueden incorporarse los costos indirectos, debido a los niveles significativos que eventualmente adquieren, a lo largo de todo el ciclo de vida del transformador.

6. Conclusiones

- Cada etapa del ciclo de vida de un transformador, comprende un conjunto de actividades que contribuyen a los costos parciales. Es importante identificar desde el principio del proyecto todas estas actividades principales y también las adicionales, con el fin de modelar una función CCV que refleje lo más fielmente la realidad.

- El plan de análisis del CCV será oportuno que se documente al principio del proceso, de forma tal que proporcione una referencia para el resto del trabajo.

- En base a lo anterior, el personal de Gestión de Activos deberá revisar el plan, tanto desde la perspectiva del fabricante del transformador, como del usuario final. De tal forma se podrá asegurar que todos los requerimientos y necesidades se hayan interpretado y considerado correctamente en el modelo.

- Los resultados derivados del análisis del CCV deberán documentarse en un informe, el cual debe permitir al personal de Gestión de Activos entenderlos claramente. También será importante que se comprendan las limitaciones e incertidumbres asociadas con estos resultados documentados.

- El costo de las consecuencias es una componente fundamental, muchas veces subestimada, del modelo CCV. Tiene en cuenta, principalmente, el impacto negativo que se ocasiona sobre la imagen o reputación de la organización por la indisponibilidad del transformador. Además comprende la pérdida por ingresos y la falta de provisión de servicios alternativos.

- Los proveedores y contratistas, tanto de productos como de servicios asociados al transformador, deberán prestar especial atención a las consecuencias del impacto ambiental, así como a las actividades logísticas involucradas en cada uno de sus procesos. En tal sentido, tienen que considerarse cuidadosamente las ventajas que pueden otorgar actividades de bajo costo, pero perjudiciales a los fines deseados.

- Importante será tener en cuenta que, si los costos de las acciones que deberán adoptarse para cumplir con las reglamentaciones medioambientales están incluidos en el modelo CCV, se podrá contar con información clave para la toma de decisiones en las fases de diseño y fabricación del transformador.

- Los costos relacionados con componentes del CCV también se pueden clasificar entre costos recurrentes y no recurrentes, de forma tal que la suma de ambos sea el valor total del CCV. También pueden estimarse en términos de costos fijos y variables.

Ingenieria Nova Mirón S.A.

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES