

# NOVA MIRON

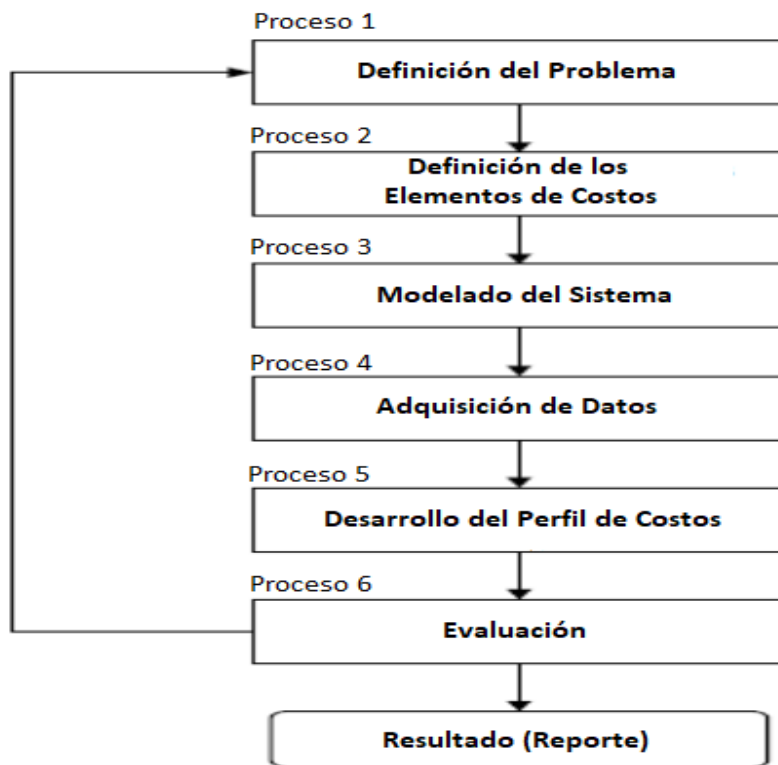
## Nota técnica: “Modelo del Costo del Ciclo de Vida para Transformadores. Parte 3”

### Introducción

En esta Parte 3 continuaremos describiendo las etapas que conforman el modelo de los 6 procesos, correspondiente al Análisis LCC (ALCC), tal cual comenzamos a detallar en la Parte 2.

Con el fin de seguir la numeración correlativa de la parte previa, se comenzará a describir el proceso, “Modelado del Sistema”, a partir de la identificación numérica “6” y así en forma subsiguiente con las otras etapas del modelo.

A continuación, se muestra el esquema del modelo, tal cual vimos en la Parte 2, de forma tal de tener a disposición los 6 procesos que lo conforman y las relaciones secuenciales en la aplicación del mismo, para implementar el ALCC.



### NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

## 6. Modelado del Sistema

- En esta etapa, se plantea el establecimiento de un modelo, cuyo objetivo será el de cuantificar los costos comprendidos en el ALCC (ALCC).
- En tal sentido, las tareas primarias serán las de encontrar todas las relaciones apropiadas entre los parámetros de entrada del sistema y los Elementos de Costos, que conforman al mismo.
- En estas condiciones se deberá utilizar un modelo apropiado para proceder a estimar los Elementos de Costos.
- Importante será tener en cuenta que, un sistema podrá modelarse a partir de distintos puntos de vista, entre los que podemos encontrar:
  - Disponibilidad.
  - Mantenibilidad.
  - Logística.
  - Riesgos.
  - Error Humano.
- Para poder desarrollar el modelo, se asume que la Disponibilidad y la Mantenibilidad de los activos serán los vectores de costos más significativos en el ALCC, ya que estos parámetros poseen un alto impacto en los Elementos de Costos, los cuales se encuentra categorizados como “operativos” y de “soporte”.
- Además, será importante tener en cuenta que, éstos serán parámetros que podrán ser controlados en la fase de Diseño del Ciclo de Vida, por el área de Ingeniería de Diseño.
- A continuación, procedemos a describir los ítems más significativos del modelado.

### a) Modelado de la Disponibilidad

- Sobre los activos de producción, el parámetro Disponibilidad posee un efecto significativo en la categoría de costos, ya que determina la función Producción. Por ejemplo, podemos encontrar una relación a través del “Costo de la Producción Diferida”.
- Como regla de análisis, se tendrá en cuenta que, cuanto mayor sea el valor de venta del producto o servicio, más importante será tener una alta Disponibilidad de los activos. Esto es así, ya que el objetivo será el de reducir el LCC Total.

---

## NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

- Este método será aplicable si se dispone de abundantes datos de los sistemas de activos (tanto históricos como actuales). La gestión de esta etapa corresponde a Ingeniería de Confiabilidad.
- Entre los métodos convencionales a adoptar, podemos tener:
  - RBD = Diagrama de Bloques de Confiabilidad.
  - FTA = Análisis del Árbol de Fallas.
  - Markov = Estados o Cadenas de Markov (en variable continua y en variable discreta).
- Muy importante será tener en cuenta que no existe un método general para el modelado de la Disponibilidad. Ingeniería o Ingeniería de Confiabilidad, deberá seleccionar el que mejor se ajuste al sistema.

## b) Modelado del Mantenimiento y la Inspección

- Tanto la frecuencia del Mantenimiento como de la Inspección, influye sobre el “Desempeño de la Disponibilidad” y en los “Costos de Operación” (a través del costo de la mano de obra, el costo de consumo de repuestos, etc.).
- A la hora de modelar el sistema, tener en cuenta que la Frecuencia y Calidad del Mantenimiento y las Inspecciones, afectará a los resultados derivados del cálculo del LCC Total.
- En base a lo dicho previamente, en particular se tendrá que, para la evaluación del Costo de Propiedad, se han desarrollado varias estrategias para la mejora del Mantenimiento e Inspecciones. Por ejemplo: **RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)**, **RBI (Inspecciones Basadas en el Riesgo)**.
- Se considerará, con mucha atención en el desarrollo del modelo, que las actividades de Mantenimiento deberán ser cuidadosamente gestionadas ya que pueden derivar en accidentes del personal o sobre las mismas instalaciones.

## c) Modelado de la Logística

- Para el tratamiento y desempeño de la función Logística, podemos evaluarla a través de la medición de indicadores, como ser: “Soporte de Logística” y “Soportabilidad”.
- Será importante considerar en el modelado que, los elementos que lo conforman, así como las mediciones de la Logística, dependerán del tipo de sistema logístico implementado.

---

### NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

- Además, se deberá tener muy en cuenta que no se podrán especificar elementos y métricas en forma general, sino que será en particular para cada sistema.
- El análisis de los repuestos de los activos será importante como aporte en el análisis de la Soportabilidad.
- En tal sentido, la cantidad de repuestos almacenados podrá influir en el tiempo de reparación y en el costo operativo, por lo que se han desarrollado métodos para predecir el Costo de Soporte asociado.

## d) Modelado de la Regularidad de la Producción

- La Regularidad describe cómo un sistema es capaz de satisfacer la demanda de entrega o de desempeño.
- La Capacidad de Entrega será la relación entre las entregas realizadas y las planificadas, sobre un período de tiempo especificado.
- La Disponibilidad del sistema establecerá la relación entre el período de tiempo operativo efectivo del activo sobre el tiempo operativo planificado del activo.
- La Disponibilidad de la producción se define como la relación entre la producción realizada sobre la planificada. Puede tomarse como una medida simple de la Regularidad.
- Considerar que, por lo general, se prefiere medir la Regularidad con la Capacidad de Entrega.

## e) Modelado del Riesgo

- Si el riesgo está cuantificado será muy útil para implementar la toma de decisiones en el desarrollo de los sistemas de activos.
- Podemos gestionar el riesgo a lo largo del Ciclo de Vida del sistema, o bien determinar condiciones de seguridad al adquirir un activo.
- Se recomienda considerar un Costo de Responsabilidad (Liability Cost), derivado del análisis de los riesgos, implementado en el ALCC.
- Además, se recomienda incorporar los Costos de Garantía en la estructura de costos (CBS) del ALCC.

---

### NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

- A veces se incorpora, en el CBS, el Costo de Pérdida debido a la ocurrencia de eventos de accidentes

## f) Modelado del Error Humano

- Este enfoque se basa en que en la operación de un proceso, un eventual error humano podrá inducir un evento peligroso.
- Se puede clasificar en tres ítems:
  - 1) Por Omisión = falla para realizar una actividad requerida.
  - 2) Por Acción = falla para realizar una actividad adecuadamente, por una actividad realizada sin la precisión requerida o con mucha/poca dedicación, por una actividad realizada en el tiempo equivocado, o por actividades realizadas en las secuencias incorrectas.
  - 3) Por Extracción = realizar una actividad no requerida en vez de o aportar a la actividad requerida.

## g) Modelado de la acción medio ambiental

- Se requieren enfoques flexibles de resolución de problemas, derivados de: pérdida de biodiversidad, cambio climático, efectos múltiples de químicos sobre el ambiente.
- Se deberán establecer requerimientos y procedimientos para reducir el impacto en el ambiente, debido a las operaciones de los sistemas.
- Cuantificar el impacto sobre el ambiente, debido a emisiones (ej. CO<sub>2</sub>), como un factor adicional de costo en el ALCC.
- También se deberán integrar metodologías de análisis financiero, relacionadas con sucesos que se manifiestan en el ambiente.

## 7. Adquisición de Datos

- Como toda formulación de cálculo basado en estimaciones, se requerirán de datos precisos para lograr una predicción lo más cercana posible a la realidad, del valor del LCC.
- Por lo tanto, se deberán identificar los requerimientos de los datos de entrada al modelo, así como el acceso confiable a las fuentes de datos, relacionadas con el ALCC.

---

### NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

- Si el dato actual se encuentra disponible para cuantificar los Elementos de Costos, éstos podrán ser calculados aplicando los datos actuales al modelo LCC.
- Si los datos actuales no se encuentran disponibles, los Elementos de Costos asociados deberán ser estimados (por ej. a través del aporte experto).

## a) Preparación de los datos

- Se parte del precepto de que existe una amplia variedad de datos disponibles: de Confiabilidad, de Mantenibilidad, de Operación, de Costos, etc. Todos estos requeridos en el proceso de ALCC.
- Para el acceso a datos de Confiabilidad y Mantenibilidad, existe un conjunto de estándares para las fuentes de datos y la adquisición (OREDA Handbook, IEEE Std 500, ISO 14224, etc.).

## b) Estimación de datos

- Cuando no se dispone de los datos, se debe proceder a estimarlos (en particular los datos de costos). Existen métodos de estimación para los datos de costos:
  - 1) Estocásticos = estos métodos tienen en cuenta la naturaleza aleatoria de los eventos y se basan en técnicas estadísticas especializadas.
  - 2) Paramétricos = se basan en análisis estadísticos de datos históricos. Resultan en una estimación de costos o en una relación factor costo.
  - 3) Análogos = se basan en la relación entre datos actuales y previos similares. Se requiere de aporte especializado para ajustar los datos previos, con el objetivo de reflejar las características de los que se encuentran bajo consideración.
- Tener en cuenta que, atendiendo a la formulación del modelo, se han desarrollado varios métodos para estimar los datos de Confiabilidad de activos.
- Por ejemplo, se puede implementar un método basado en la Teoría de la Confiabilidad Bayesiana, la cual deriva información a posteriori (estimada) a partir de información a priori (conocida). En tal sentido, este método permite la predicción de datos de Confiabilidad.
- También se han desarrollado métodos para predecir tasas de fallas de sistemas de activos envejecidos o que ya han entrado en la etapa de Fin de la Vida.

---

## NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72

# NOVA MIRON

En la Parte 4 vamos a seguir desarrollando los procesos que conforman el Modelo LCC.

Departamento de ingeniería.  
Nova Mirón S.A

---

## **NOVA MIRON S.A.**

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • [www.novamiron.com.ar](http://www.novamiron.com.ar)

**SERVICIO DE ATENCION PERMANENTE** Cel.: 15 4945 1170 / 71 / 72