

## **Interrupciones del suministro eléctrico: Una revisión de su impacto y de las técnicas de mantenimiento preventivo**

**Carmen Vásquez**

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Barquisimeto, Venezuela,  
[cvasquez@unexpo.edu.ve](mailto:cvasquez@unexpo.edu.ve)

**Marisabel Luna**

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Barquisimeto, Venezuela,  
[mlunacar@gmail.com](mailto:mlunacar@gmail.com), [luna@unexpo.edu.ve](mailto:luna@unexpo.edu.ve)

**Rómulo Pérez**

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Barquisimeto, Venezuela,  
[rperez@unexpo.edu.ve](mailto:rperez@unexpo.edu.ve)

**William Osal**

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Barquisimeto, Venezuela,  
[wosal@unexpo.edu.ve](mailto:wosal@unexpo.edu.ve)

**Carolina Blanco**

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Barquisimeto, Venezuela,  
[cblanco458@gmail.com](mailto:cblanco458@gmail.com)

### **RESUMEN**

Los efectos de las interrupciones del suministro son variados y en este sentido resalta la importancia de aplicar planes que permitan disminuir la frecuencia de ocurrencia y su tiempo de duración. Entre las técnicas que se dedican a este propósito resaltan las de mantenimiento preventivo que permiten determinar, posterior a una evaluación de la condición de los equipos, las alternativas a ser implementadas y, de esta manera, garantizar la confiabilidad y la eficiencia de los sistemas eléctricos. En este sentido el presente trabajo tiene como propósito mostrar una revisión de las principales pérdidas que se introducen en los sistemas eléctricos debidos a las interrupciones y de las nuevas técnicas utilizadas para prevenir estos efectos.

**Palabras claves:** Interrupciones, pérdidas, mantenimiento preventivo.

### **ABSTRACT**

The effects of supply interruption are varied and highlight the importance of plans that may decrease the frequency of occurrence and its duration. Among the techniques that are dedicated to this purpose highlights the preventive maintenance can determine, after evaluating the condition of the equipment, alternatives to be implemented and, thus, ensuring the reliability and efficiency of electrical systems. In this sense, this paper aims to show a review of the major losses that are introduced in power systems due to interruptions and new techniques used to prevent it.

**Keywords:** Interruptions, losses, preventive maintenance.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los efectos de las interrupciones del suministro eléctrico son variados y van desde el deterioro de la calidad de vida de la sociedad hasta las pérdidas económicas, no sólo al sector industrial sino, adicionalmente, de las empresas dedicadas a prestar este servicio. Dentro de las alternativas que se muestran para incrementar la confiabilidad y disminuir estos efectos están las nuevas técnicas de mantenimiento que buscan predecir de manera prematura e incipiente la ocurrencia de una falla para corregirla, con un menor nivel de inversión y de efectos negativos posibles. El propósito de este trabajo es presentar una revisión de las principales pérdidas debidas a las interrupciones del suministro y de las nuevas técnicas dedicadas al mantenimiento preventivo, que han logrado disminuir los costos dedicados a su implementación e incrementar la confiabilidad de los equipos y de los sistemas eléctricos.

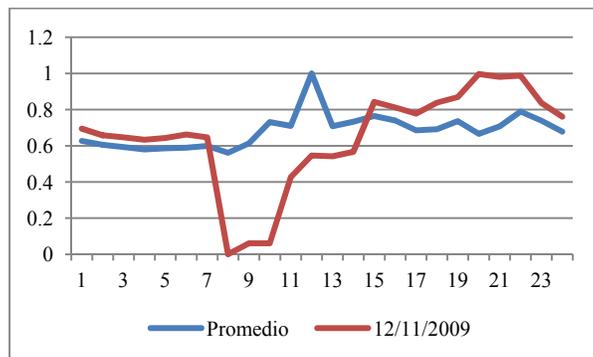
## 2. PÉRDIDAS DEBIDAS A LAS INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO

Las pérdidas asociadas a las interrupciones del suministro eléctrico pueden ser de diferente naturaleza, desde las económicas de las empresas de bienes y servicios, que al detener sus procesos disminuyen sus ingresos por los productos no terminados y no pueden ser colocados en el mercado o servicios no prestados, incremento de los costos debido a la fuerza laboral inactiva en esos momentos, de los recursos económicos y humanos adicionales necesarios para poner a punta estos procesos y hasta daños a los equipos. Adicionalmente las empresas del servicio eléctrico reportan pérdidas por concepto de pago de horas extras a sus empleados y por la reposición de equipos para restablecer el sistema, energía y consumos dejados de facturar y sanciones contempladas en las normas de calidad, entre otros. Estos efectos se pueden clasificar en:

1. Pérdidas en empresas de bienes y servicio debido a:
  - Atraso en la producción o productos no terminados.
  - Personal inactivo en horario laboral.
  - Ingresos dejados de facturar.
  - Perjuicios por parte de sus clientes.
  - Pérdidas de material por producción incompleta.
  - Daños de equipos.
  - Multas por retraso de entrega.
  - Actividades comerciales afectadas.
  - Otros.
2. Pérdidas en empresas del servicio eléctrico debido a:
  - Ingresos dejados de facturar.
  - Pagos de equipos dañados a usuarios o de las multas estimadas para resarcir los inconvenientes causados.
  - Pago por la adquisición de equipos y restablecimiento del sistema.
  - Otros.
3. Efectos negativos en la población:
  - Aumento de la inseguridad.
  - Malestar por labores no realizadas.
  - Paradas de servicios de transporte.
  - Congestionamiento por falla de semáforo.
  - Otros.

Para determinar la energía dejada de servir es necesario llevar un registro del perfil de carga de los usuarios del servicio. Giménez y Espinoza (2011) determinaron esta energía en base a los perfiles de carga promedio y el del día 12/11/2009, cuando ocurre una falla de un circuito de distribución, como muestra la Figura 1, en colores azul y rojo, respectivamente. Se puede observar que a partir de las 7 am hubo una interrupción y el restablecimiento total del suministro ocurre a las 2 pm (14 horas en la hora militar), punto donde ambas curvas se cruzan. A partir

de este cruce, la potencia demandada es superior al promedio y se explica debido a que los equipos, que basan su funcionamiento en ajustes a través de termostatos, necesitan un mayor consumo para llegar al nivel solicitado por su control, lo que nos podría llevar a concluir que un racionamiento de energía no necesariamente logra los ahorros significativos de la energía que se suministra a un sistema, comparativamente con sus efectos. Con el uso de la herramienta *Script* de MATLAB®, se pudo obtener que en promedio el sistema suministra al circuito 30.754 MWh y el día de la interrupción fue de 27.666 MWh, cuya diferencia es la energía dejada de suministrar que corresponde a 3.088 MWh, es decir, aproximadamente de un 10%.



**Figura 1. Curvas de demanda promedio y del 12/11/2009.**

Según Zerpa (2010) a manera de ejemplo, una empresa dedicada a la fabricación de cables, con un sistema altamente automatizado, refleja costos de las pérdidas ocasionadas por una interrupción de Bs. 10.000, por cada evento de duración superior a los 280 ms. Si este tiempo es superior a una (1) hora de parada a este costo es necesario sumarle Bs. 2.700 por cada hora adicional. Para determinar los costos por la energía dejada de suministrar y de facturar por la empresa de servicio eléctrico se utiliza el procedimiento descrito anteriormente, en función de los registros históricos. La Tabla 1 muestra un resumen de las pérdidas económicas debidas a la energía no suministrada, por ende no comercializada, a la empresa por causa de las interrupciones del suministro. Según esta tabla, por cada interrupción de la empresa de servicio eléctrico, en un promedio de dos (2) horas, se deja de facturar en promedio Bs. 83,78. Los datos calculados son estimaciones pero, dado el costo de la energía en Venezuela, lo que se deja de facturar debido a interrupciones en condiciones habituales podría ser no significativo, sin embargo deben ser enmarcados en el análisis de las fallas. Finalmente al comparar las pérdidas en las empresas del sector industrial y de servicio eléctrico se demuestra que es significativamente mayor las que ocurren en la primera.

**Tabla 1. Cálculo de la energía dejada de facturar y las pérdidas a causa de las interrupciones**

Fecha	Energía no suministrada (kWh)	Costo de la tarifa (Bs/kWh)	Pérdidas (Bs)
19/01/2010	1.533,31	39,81	61,04
20/01/2010	3.312,08		131,85
24/01/2010	2.904,23		115,62
30/01/2010	1.282,49		51,06
08/02/2010	1.705,19		67,88
09/02/2010	2.606,77		103,78
10/02/2010	<b>14.728,48</b>		<b>586,34</b>
<b>TOTAL</b>			

Fuente: Zerpa (2010)

### 3. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento debe garantizar, en todo momento, la reducción de las fallas y de los tiempos de interrupciones del sistema, cuya ocurrencia puede provocar una disminución en la disponibilidad de la instalación, y con esto, no conseguir cubrir la demanda de energía en un período determinado. Según la norma COVENIN 3049 (1993) se entiende por mantenimiento al “conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer a los sistemas productivos a un estado específico, para que puedan cumplir con un servicio determinado”. Su objetivo es mantener este sistema operativo de forma adecuada para que pueda lograrse una producción a unos costos mínimos.

En el siglo XX, la actividad de mantenimiento ha evolucionado constantemente. En su desarrollo se distinguen cuatro (4) generaciones, como muestra la Figura 2. En el primer período, anterior a la Segunda Guerra Mundial, el mantenimiento se limitaba a la reparación cuando ocurrían las fallas, las cuales eran impredecibles y podían llegar a ser catastróficas y, por eso, es conocido como *Mantenimiento Correctivo* (CM, por sus siglas en inglés). Buscando una mayor disponibilidad de los equipos, se pasa al concepto de mantenimiento preventivo y se asumen que las fallas deben ser evitadas, mediante la introducción acciones previas a su ocurrencia. El primero de este tipo, conocido como *Mantenimiento Basado en el Tiempo* (TBM, por sus siglas en inglés), se basa en programar intervenciones periódicas a tiempos fijos, en los cuales se realizan sustituciones y/o mantenimientos a equipos y componentes, independientemente de su estado o condición de deterioro, y con esto se logra disminuir el número de fallas, a través de un estricto cumplimiento del programa establecido, lo que incrementa sus costos.

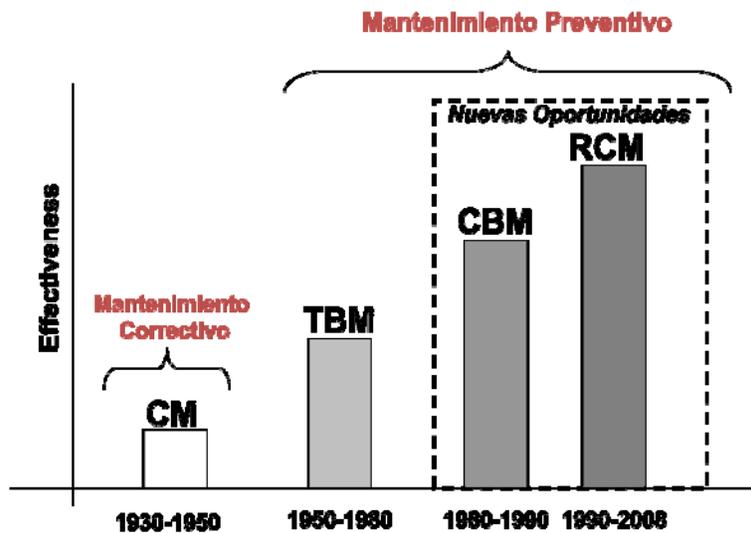


Figura 2. Evolución de las técnicas de Mantenimiento

Fuente: Vásquez, 2011

Posterior a la década de los 80, con el fin de optimizar los costos operativos del mantenimiento preventivo e incrementar los niveles de disponibilidad de los equipos, aparecen las nuevas técnicas, basadas en la predicción del momento en que ocurren las fallas para, realizar las actividades necesarias, de forma anticipada, para disminuir su probabilidad de ocurrencia. En este tipo de mantenimiento surgen varios movimientos como son el *Mantenimiento Basado en la Condición* (CBM, por sus siglas en inglés) y el *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad* (RCM, por sus siglas en inglés), los cuales han tenido un desarrollo continuo hasta el momento actual. Las ventajas significativas que introducen las técnicas de mantenimiento preventivo, en cualquiera de sus versiones, ha hecho que hoy en día sea importante su implementación en pro de disminuir la probabilidad de la ocurrencia de interrupciones del suministro por causa de fallas en equipos o sistemas.

Sin embargo, datos reportados por la CIER (2010), demuestran que sólo el 43% de las distribuidoras en Latinoamérica han brincado la brecha de realizar sólo mantenimiento correctivo a cualquiera de las técnicas

utilizadas en el preventivo. En este sentido, las secciones siguientes desarrollan CBM y RCM. Finalmente es de resaltar que estas técnicas no sustituyen totalmente al mantenimiento correctivo, sino que con el tiempo disminuyen la probabilidad de falla, el número y tiempo de duración de las interrupciones y, por tanto, también la necesidad y los costos de su implementación.

#### 4. MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN

El CBM requiere de monitorear una variable estrechamente relacionada con la falla del equipo o sistema y, en este sentido, es necesario identificar el parámetro a medir. La Tabla 2 muestra una serie de técnicas de diagnóstico, publicadas en la literatura científica, como referencia para el monitoreo de los sistemas eléctricos. Según esta tabla, las variables a medir dependen si son para la detección de fallas internas o externas y de las características de los equipos. Por ejemplo, para la detección de fallas internas de transformadores de potencia, la variable a monitorear más frecuentemente son químicas (gases disueltos en el aceite, furanos y otros), eléctricas (rigidez dieléctrica y respuesta en frecuencia), térmicas (temperatura) y otros (ruidos) y, a través de su análisis, permiten conocer la condición del equipo y, de esta manera, prevenir una falla.

#### 5. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

En la búsqueda de optimizar los costos del mantenimiento preventivo, de manera significativa el destinado en el pago de servicios para evaluar la condición de los equipos, al CBM se le incorpora técnicas de análisis estadísticas de las fallas, que permitirán establecer el momento de evaluar las actividades de este tipo de mantenimiento.

La confiabilidad se basa en evaluar el tiempo entre fallas en cualquier sistema sujeto a fallar, como muestra la Figura 3. Para los sistemas de distribución se consideran que estas fallas provocan una suspensión o interrupción del servicio. El TMEF representa el intervalo de tiempo más probable entre la ocurrencia de fallas consecutivas y se determina con la ecuación (1).

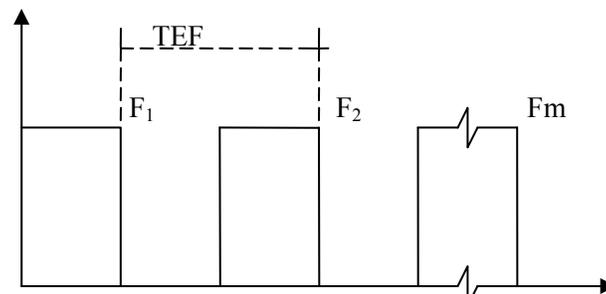


Figura 3. Tiempo Entre Fallas (TEF)

$$TMEF = \frac{\sum_{i=1}^m TEF_i}{m} \quad (1)$$

El RCM se basa en el análisis estadístico de las fallas en función de las variables que muestra la Figura 4. El análisis técnico considera la importancia de las fallas ocurridas que sobre el sistema. En este sentido, se han establecido indicadores en función, por ejemplo, para categorizar las actividades de mantenimiento. La Tabla 3 contiene, para tres (3) sistemas de distribución de hasta 34,5 kV el índice de importancia establecido por componente de los sistemas analizados con las estadísticas de fallas de dos (2) empresas eléctricas diferentes, desde el período 2006-2008. Estos sistemas coinciden en su tiempo de operación, superior a los 30 años y en las características de las zonas geográficas. Para los mismos se analizaron las probabilidades de ocurrencia de 925 fallas, caracterizando su distribución Weibull con el programa software *Reliasoft Weibull ++ 7* ®. Esta tabla muestra el índice de importancia establecido para los planes de mantenimiento de los equipos de las líneas de distribución, donde el conductor y conectores, en los tres (3) casos de estudio, son prioritarios.

**Tabla 2. Técnicas de diagnóstico de equipos de potencia**

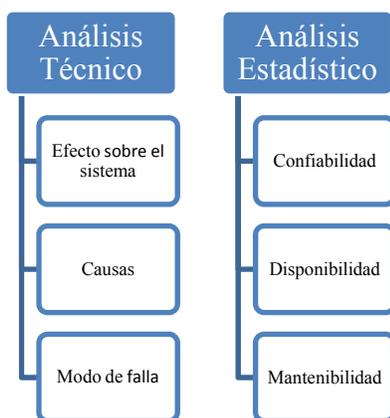
<b>Autor (es)</b>	<b>Año</b>	<b>Equipo</b>	<b>Falla típica</b>	<b>Variable a monitorear</b>
Bolhuis y otros	2002	Transformadores de potencia	Fallas en su aislamiento	Gases disueltos en el aceite. Temperatura.
Wang y otros	2002	Transformadores de potencia	Fallas en su aislamiento	Gases disueltos y rigidez dieléctrica del aceite.
Hoof Larid	2003	Generadores	Fallas internas	Descargas parciales en el estator.
Saha	2003	Transformadores de potencia	Fallas internas	Análisis de gases disueltos, de furano, el grado de polimerización, rigidez dieléctrica del aceite, papel de celulosa, de corriente de polarización y despolarización.
Setayesh mehr y otros	2004	Transformadores de potencia	Fallas en el interior	Gases disueltos en el aceite, descargas parciales, temperatura y otros.
Nunes y Gasperin	2009	Transformadores de potencia	Fallas en el interior	Emisiones acústicas.
Nava y otros	2009	Cables y subestaciones en SF <sub>6</sub>	Fallas incipientes durante la puesta en servicio.	Tensión aplicada en CA y descargas parciales.
Maya	2009	Líneas de transmisión	Corrosión de los herrajes en los aisladores	Inspección visual.
Linares y otros	2009	Subestación y línea de transmisión	Corrosión en los conductores de aluminio	Polvo atmosférico sedimentable depositado.
Ramírez y otros	2009	Cables aislados con el polietileno entrecruzado	Fallas en su aislamiento	Carga espacial acumulada por el método de pulsos electroacústicos.
Jordan y otros	2009	Aisladores	Fallas externas	Nivel de contaminación.
Blanco y otros	2009	Aisladores de líneas de transmisión	Fallas en su aislamiento	Campo eléctrico.
Aponte y otros	2009	Aisladores	Fallas externas	Nivel de contaminación.

**Fuente:** Vásquez (2011)

La función de probabilidad de falla de un sistema tiene diferentes comportamientos, según sea el periodo de vida del equipo, ya que puede adaptarse a fallas decrecientes, constantes o crecientes, según el tipo. Debido a la diversidad de comportamientos de las fallas de los diferentes componentes, la distribución Weibull se ajusta a los tiempos de fallas cuando sus razones crecen o decrecen con el tiempo, siendo recomendada para estos casos. Las ecuaciones (2) y (3) permiten determinar la Confiabilidad ( $R_{(t)}$ ) y Probabilidad de Falla ( $F_{(t)}$ ), respectivamente.

**Tabla 3. Índice de importancia de equipos de líneas aéreas de distribución**

Equipo	Índice de Importancia (%)		
	13,8 kV	24 kV	34,5 kV
<b>Cortacorriente</b>	6,9	16	0
<b>Conector</b>	37	20	40
<b>Transformador</b>	2	12,9	0
<b>Descargador de sobretensiones</b>	9	0	20
<b>Seccionador</b>	13	0	0
<b>Aislador</b>	12,6	13	0
<b>Conductor</b>	39	51	40



**Figura 4. Componentes de un análisis de fallas**

$$R_{(t)} = \ell \left( \frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta \quad (2)$$

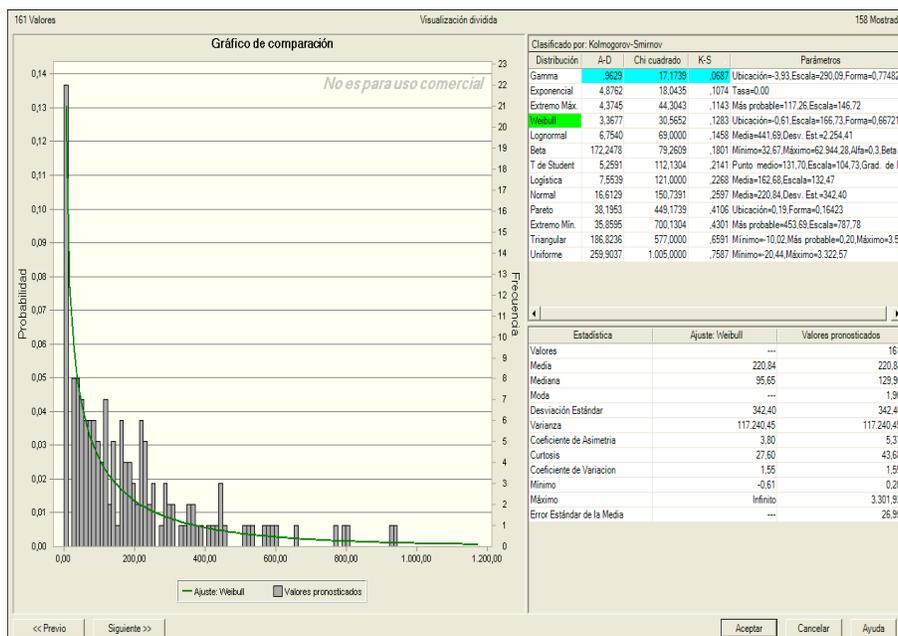
$$F_{(t)} = 1 - \ell \left( \frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta \quad (3)$$

Donde  $\beta$  es el parámetro de la forma que caracteriza el TEF y la tasa de falla específica en el tiempo  $t$ . A mayor valor de  $\beta$  aumenta la tendencia de la ocurrencia de las fallas en el mismo momento. El tiempo  $t_0$  es el parámetro de posición y representa el tiempo de aparición de la primera falla o inicio del deterioro del equipo, produciendo que la tasa instantánea incremente luego de  $t = t_0$ . Finalmente,  $\eta$  es el parámetro de la escala y representa la vida característica del equipo, refiriéndose al tiempo en el cual se espera que el 63% de las fallas ocurran. En el estudio de la distribución se pueden dar las combinaciones de los parámetros de Weibull con equipos o sistemas con fallas particulares, mostrados en la Tabla 4. Finalmente la Figura 5 muestra un ejemplo de una aplicación para determinar los parámetros de esta distribución en función de los TEF.

En base a las estadísticas de fallas llevadas por las empresas en las bitácoras de las subestaciones y circuitos se determinaron la cantidad causadas por componentes que provocaron interrupciones temporales y, para estos casos, se calcula la probabilidad de falla y confiabilidad para cada componente en niveles de tensión de 13,8, 24 y 34,5 kV, según Briceño (2010). La Tabla 6 muestra el número de fallas totales analizadas y las de componentes dañados para este estudio.

**Tabla 4. Combinaciones de los parámetros de la distribución Weibull con elementos con fallas**

to	$\beta$	Característica
0	<1	La tasa de fallas disminuye con la edad, sin llegar a cero. Se supone que el componente se encuentra en la etapa de juventud con un margen de seguridad bajo.
	1	La tasa de fallas se mantiene constante, indicando una característica de fallas aleatoria o pseudo-aleatoria. En este caso, la distribución Weibull coincide con la exponencial.
	$1 < \beta < 3,44$	La tasa de fallas se incrementa con la edad de forma continua, lo que indica que las interrupciones comienzan en el momento en que el equipo es puesto en servicio.
	>3,44	Se cumple que la media es igual a la mediana y la distribución Weibull es sensiblemente igual a la normal.
>0	<1	Hay fatiga u otro tipo de desgaste y la tasa de fallas disminuye con el tiempo después de un súbito incremento de to.
	>1	Hay erosión o desgaste similar al anterior y la constante de duración de la carga disminuye continuamente con su incremento.
<0	<1	Hay fatiga u otro tipo de desgaste y la tasa de fallas disminuye con el tiempo después de un súbito incremento de to.
	>1	Hay erosión o desgaste similar al anterior y la constante de duración de la carga disminuye continuamente con su incremento.



**Figura 5. Ejemplo de obtención de los parámetros de la distribución Weibull con el programa software crystal ball 7.2 ®**

**Tabla 6. Número de fallas por componente dañado**

Componente	13,8 kV	24 kV	34.5 kV
<b>Conductor</b>	35	16	2
<b>Cortacorriente</b>	6	5	0
<b>Conector</b>	21	4	2
<b>Transformador</b>	2	0	0
<b>Descargador</b>	3	0	1
<b>Seccionador</b>	1	1	0
<b>Aislador</b>	3	5	0
<b>Total</b>	34	31	5

La Tabla 7 muestra el TMEF calculado para cada componente. Este tiempo no fue determinado para el caso del sistema de 34,5 kV debido a la insuficiencia de datos. Además la Tabla 4.13 muestra los parámetros para el cálculo de la confiabilidad para los niveles de 13,8 y 24 kV, los cuales se determinaron con el programa estadísticos *Reliasoft Weibull ++ 7* ®. Finalmente la Tabla 8 contiene la confiabilidad y la probabilidad de falla determinada para un (1) mes, es decir, 720 h.

**Tabla 7. TMEF, en horas, por componente dañado**

Componente	TMEF (h)	
	13,8 kV	24 kV
Conductor	758,7	1375,72
Cortacorriente	3027,53	3103,68
Conector	1242,66	2795
Transformador	2268,1	0
Descargador	2265,77	0
Seccionador	2400	0
Aislador	1819	5919,32

**Tabla 8. Parámetros de la distribución Weibull para cada componente**

Componente	13,8 kV			24 kV		
	$to$	$\eta$	$\beta$	$to$	$\eta$	$\beta$
Conductor	-37,1	894	1,4	-0,05	696	0,3
Cortacorriente	128,73	2495	0,3	-159	3646	0,7
Conector	11,9	1251	0,9	*	*	*
Transformador	*	*	*	-211	3406	0,5
Descargador	64,9	2118	0,8	*	*	*
Seccionador	3,2	3074	0,8	*	*	*
Aislador	25,5	1927	0,5	-	1349	37

\* No pudo ser calculado

**Tabla 9. Confiabilidad y probabilidad de falla para cada componente para un tiempo de 720 h**

Componente	13,8 kV			24 kV		
	$I_p$	R	Q	$I_p$	R	Q
Conductor	0,39	0,57	0,43	0,39	0,64	0,36
Cortacorriente	0,07	0,49	0,51	0,16	0,29	0,71
Conector	0,24	0,34	0,66	0,3	*	*
Transformador	0,02	*	*	0,02	0,39	0,61
Descargador	0,09	0,43	0,57	0,09	*	*
Seccionador	0,03	0,26	0,74	0,03	*	*
Aislador	0,12	0,43	0,54	0,16	0,14	0,86

\* No pudo ser calculado

## 6. CONCLUSIONES

Entre los impactos más significativos de las interrupciones del suministro eléctrico destacan las pérdidas debidas a la suspensión del suministro en las empresas del sector industrial y eléctrico y el deterioro de la calidad de vida de la sociedad. Generalmente estas interrupciones son debidas a las fallas de los equipos integrantes de los sistemas eléctricos y, en este sentido, se recomiendan las recientes técnicas de mantenimiento preventivo que permiten detectar fallas incipientes y corregirlas.

Dentro de las técnicas de mantenimiento que se pueden implementar se encuentra las basadas en la condición y las centradas en la confiabilidad. Las basadas en la condición incluyen una serie de pruebas que se deben realizar

para determinar la condición del equipo y decidir si es necesario ejecutar alguna acción de mantenimiento, esta lleva implícito los costos de las pruebas a realizar. Buscando reducir aún más los costos destinados a el mantenimiento preventivo, se incluyen el análisis estadísticos de las fallas del sistema, en este artículo se muestra una aplicación con una aproximación a la distribución Weibull, que busca incrementar el tiempo de valoración de la condición del equipo y, de esta forma, disminuir sus costos de implementación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Dirección de Investigación y Postgrado del Vicerrectorado Barquisimeto de la UNEXPO.

## **REFERENCIAS**

Giménez, América y Espinoza, Angélica (2011). Energía no suministrada debida a interrupciones permanentes. Trabajo presentado en el marco de la asignatura Calidad de la energía Eléctrica de la Maestría de Ingeniería Eléctrica de la UNEXPO. Barquisimeto, Venezuela. Pp 4.

Zerpa, Dacio (2011). Determinación de las pérdidas de energía debidas a las armónicas e interrupciones del suministro en el punto de conexión común entre un sistema industrial y la distribuidora. Trabajo Especial presentado ante la UNEXPO como requisito para optar al título de Ingeniero Electricista. Barquisimeto, Venezuela. Pp 223.

COVENIN 3049 (1993). Mantenimiento. Definiciones. Publicado por CODELECTRA. Pp 22.

CIER (2010). El Sector Eléctrico de la Región CIER y el Cambio Climático. Documento de Posición. Pp Documento en línea: <http://www.cier.org.uy>. 2010.

Vásquez, Carmen (2011). Criterios de eficiencia para disminuir las pérdidas debidas a la no calidad de la energía eléctrica. Trabajo presentado como requisito para optar a la categoría de profesora titular. UNEXPO. Pp 180.

Briceño, Francir (2010). Índice de importancia, probabilidad de falla y confiabilidad de los componentes de líneas eléctricas de distribución. Trabajo Especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electricista. UNEXPO, Venezuela. Pp 123

## ***Autorización y Renuncia***

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editors no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito*

## ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*