



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE MANTENIMIENTO EN MEDIA TENSIÓN, CON ÉNFASIS EN LA MEJORA CONTINUA CON EL “MÉTODO POR FASES”, EN LA AGENCIA REGIONAL ITAPÚA.

Ing. Hugo Alberto Rolón Fernández -Ing. Diego Manuel Rondelli González.

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD (ANDE)

Paraguay

RESUMEN

La prestación del servicio de energía eléctrica se ha constituido en recurso imprescindible en el desarrollo de los países, así como en la calidad de vida de las personas. Las altas exigencias en cuanto a calidad y confiabilidad en la prestación del servicio, conlleva la sustentación sobre dos bases fundamentales: inversión en infraestructura y mantenimiento de los componentes del sistema eléctrico [1]. La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo [2]. Los esquemas de mantenimientos tradicionales en ANDE, con enfoques orientados al mantenimiento preventivo, por sectores, cuentan con controles superficiales de los procesos, que reflejan resultados e indicadores de desempeños no satisfactorios para la empresa. La Agencia Regional Itapúa, con el objeto de mejorar su gestión en los indicadores de desempeño de redes de distribución, implementa desde el año 2017, el Sistema Integral de Mantenimiento en Media Tensión, con la metodología de mejora continua en sus procesos, mediante el control en sus etapas, retroalimentando las diferentes etapas para obtener mejores resultados y mayor eficiencia en la utilización de sus recursos, así también impulsar una cultura de mantenimiento en la institución que fortalezcan los valores de los recursos humanos de la empresa. El trabajo presenta la experiencia de la Agencia Regional Itapúa en ámbitos del Mantenimiento de Redes de Distribución, con una metodología que se adecua a los principios fundamentales del mantenimiento y empleo tecnología apropiada. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, en materia de aplicación de la metodología, y los resultados de las acciones efectuadas en el desempeño de los alimentadores mantenidos.

PALABRAS CLAVES

Mantenimiento Preventivo - Redes de Distribución - Alimentador - Sistema Integral de Mantenimiento - Método por Fases - Averías - GIS



1. INTRODUCCIÓN

Toda empresa eléctrica debe brindar un servicio confiable debido a las altas exigencias de sus clientes [2], por lo que es trascendental contar con un sistema de mantenimiento de Redes de Distribución.

El Sistema Integral de Mantenimiento de Redes de Media Tensión (SIM MT), desarrollado por la División de Gestión Regional Sur, es una herramienta de gestión, que permite optimizar los recursos disponibles y mejorar los controles en los procesos asociados.

La Agencia Regional Itapúa, implementa el SIM MT, con un enfoque de mejora continua en los procesos, además de instaurar una nueva cultura de mantenimiento y el agregado de valores sustanciales a los recursos humanos: Trabajo en Equipo, cumplimiento de objetivos y compromiso.

En este trabajo se presenta la experiencia desarrollada en el ámbito de la Agencia Regional Itapúa, dependiente de la División de Gestión Regional Sur, con la implementación del Sistema Integral de Mantenimiento en Media Tensión, donde se aplica el método de fases, para una mejora continua en el desarrollo de los procesos mediante el empleo de tecnología y mecanismos de control que permiten medir la calidad del trabajo en el mantenimiento, así como el cumplimiento de la programación y ejecución previamente establecida.

2. OBJETIVO GENERAL

Exponer la experiencia de la Agencia Regional Itapúa, en la implementación del Sistema integral de Mantenimiento en Media Tensión, con énfasis en la Mejora Continua en los procesos de ejecución.

3. EXPERIENCIA

En el año 2017, se inicia en la Agencia Regional Itapúa, un proceso de cambio de paradigma, con utilización de herramienta y tecnología asociada al mantenimiento de redes de Media Tensión. Esta experiencia radica en la implementación del SIM MT, con el método de fases de mejora continua en su aplicación, que ha permitido el desarrollo de habilidades y competencias del personal de mantenimiento, el logro de resultados y objetivos relacionados con el proceso.

El objetivo establecido en cada interacción de mantenimiento sobre un alimentador, se fundamenta en la ejecución del 100 % (cien por ciento) de las tareas previstas, empleando el método de fases, para la planificación, ejecución, supervisión y actuación.

La metodología de mejora continua es un proceso de acción cíclica que permite el éxito en la ejecución y logro de los resultados esperados [3], así también integra todo el conocimiento y las mejores prácticas cuya experiencia en la aplicación es evaluada constantemente y permite la retroalimentación, la medición e identificación de aspectos claves en los procesos vinculados.

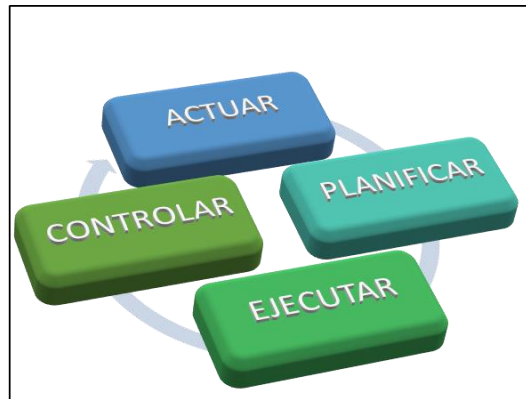


Figura 1: Etapas del Método por Fase

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SIN MT CON ÉNFASIS EN LA MEJORA CONTINUA

El Sistema Integral de Mantenimiento de Redes de Media Tensión (SIM MT), es una herramienta de gestión, que permite optimizar los recursos disponibles y mejorar los controles en los procesos asociados. Integra elementos de tecnología, para el levantamiento de datos y averías para el mantenimiento de redes, asociado a coordenadas georreferenciadas, que son procesadas en medios informáticos para la programación de trabajos. Por otra parte, brinda un soporte para los trabajos de supervisión en el mantenimiento, y actualización en sistemas de base de datos, que permiten disponibilizar históricos de mantenimientos, trabajos efectuados, cuadrillas y tipos averías en redes de distribución.

El esquema de Mejora Continua incorporado en la Agencia Regional Itapúa, emplea como base el SIN MT, cuyo desarrollo en cada etapa del método de fases, se describe a continuación:

4.1. Planificación: Parte de la programación anual de mantenimiento de alimentadores de la Agencia Regional Itapúa, donde se inicia el relevamiento de averías y necesidades de mantenimiento. Esta actividad permite la disponibilidad de datos e información a efectos del análisis, planificación y programación de la ejecución.

Esta etapa del proceso se realiza con las siguientes actividades:

- **Evaluación de averías y diseño de Red:** se realiza un análisis de los tipos de averías, la cantidad de horas padronizadas, las características y particularidades del alimentador (Seccionadores y recursos de Red).

<i>Año</i>	<i>Alim.</i>	<i>Ítem</i>	<i>Horas de corte</i>
2017	CAL 1	114	9,5
2017	PPO 3	97	8
2018	NAT 1	107	9
2018	NAT 4	428	18
2018	AYO 3	324	22
2018	SPP 1	347	16
2018	ENC 22	135	7
2018	ENC 19	400	9

Tabla I: Averías Relevadas por Alimentador y Horas de Cortes Programados

- **Evaluación de Cargabilidad:** se estudian las cargas con mayor impacto como ser Hospitales e Industrias, con comunicación a las autoridades y empresas afectadas.
- **Integración del Equipo Coordinador:** se designa al Coordinador General y Coordinador Operativo de la actividad.
- **Programación de Trabajos:** Se define la modalidad de ejecución y el tiempo de corte necesario de acuerdo a la cantidad de averías (Trabajos con tensión, trabajos con canasta o trabajos para contratistas). Se establecen los recursos humanos necesarios, recursos materiales y logística de apoyo.
- **Distribución de trabajos:** En la programación de trabajos se asignan las cuadrillas, móviles y encargado de cuadrilla.
- **Socialización de trabajos:** Consiste en la comunicación efectiva al personal de mantenimiento sobre las tareas y actividades a efectuar, que incluye: alcance, coordinación, seguridad, responsabilidad y actividad de cada cuadrilla, comunicación y control de las tareas.
- **Entrega de Órdenes de Trabajo (OET):** Impresas y en formato digital georreferenciados disponibles en Tablets/Smartphone.
- **Entrega de materiales:** consiste en la provisión de materiales necesarios para la ejecución de las tareas asignadas.
- **Socialización con medios de comunicación:** remisión de boletín informativo a los medios y a la población afectada en general.

4.2. Ejecución:

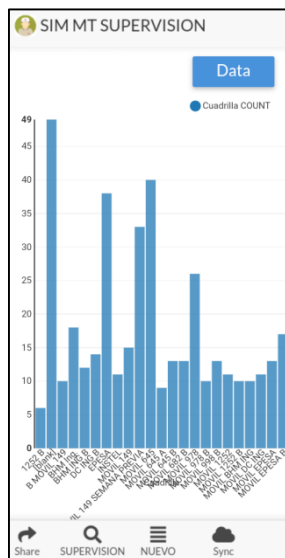
- **Realización de trabajos con cuadrillas de mantenimiento según su OET:** ejecución de tareas asignadas en los órdenes de trabajo.
- **Apoyo logístico:** equipo auxiliar de provisión de materiales e insumos necesarios, durante el desarrollo de la ejecución, en situaciones imprevistas.
- **Trabajos y tareas adicionales (GIS):** asignación de tareas que se generan de manera imprevista o adicional y que surjan durante el desarrollo de la ejecución.
- **Reasignación de trabajos:** reorientar tareas de mantenimiento asignados a otras cuadrillas, por inconvenientes que puedan surgir en el desarrollo de los trabajos (accesibilidad, equipo con canasta).

4.3. Control: Se efectúan tareas de verificación de ejecución de los trabajos asignados, actualizando el sistema supervisor del SIM MT, con el objeto de determinar el avance de ejecución de los trabajos, los inconvenientes que puedan generarse, y definir los apoyos necesarios, con el objetivo de cumplir el 100 % (cien por ciento) de ejecución de los trabajos previstos en la programación.



Figura 2: Esquema de Supervisión durante la Ejecución de Trabajos

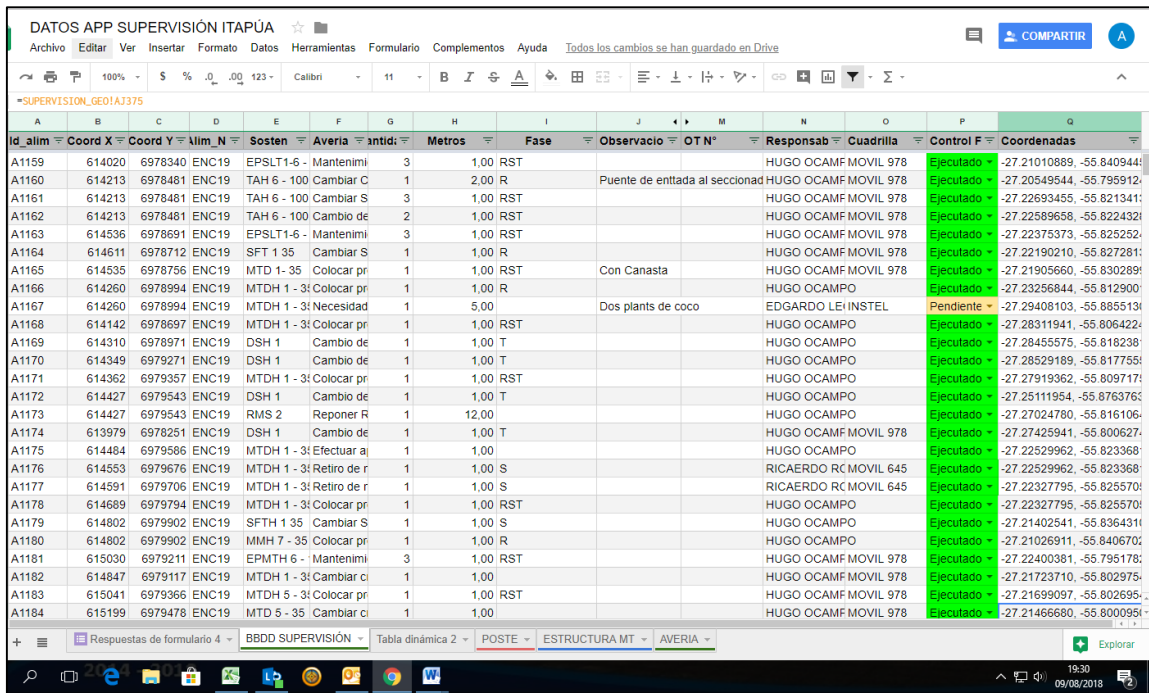
- **Control Final sobre cada Ítem de OET:** Verificación In Situ de ejecución de los trabajos asignados.
- **Supervisión de avance de trabajos On Line:** Actualización del sistema Supervisor (SIM MT) sobre la ejecución de trabajos controlados y ejecutados por cada cuadrilla. (Dispositivo Tablet)




XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018

Figura 3: Sistema Supervisor On Line - SIN MT

- **Actualización On Line de BBDD del Sistema Supervisor (SIM MT):** consiste en la recopilación de los datos actualizados del terreno en tiempo real, en el DRIVE de la Agencia Regional.



Id_alim	Coord X	Coord Y	Alim_N	Sosten	Averia	anti:	Metros	Fase	Observacio	OT N°	Responsab	Cuadrilla	Control F	Coordenadas
A1159	614020	6978340	ENC19	EPSLT1-6 - Manteni		3	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.21010889, -55.840944
A1160	614213	6978481	ENC19	TAH 6 - 100 Cambiar C		1	2,00	R	Puente de entada al seccionad		HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.20549544, -55.795912
A1161	614213	6978481	ENC19	TAH 6 - 100 Cambiar S		3	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.22693455, -55.821341
A1162	614213	6978481	ENC19	TAH 6 - 100 Cambio de		2	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.22589658, -55.822432
A1163	614536	6978691	ENC19	EPSLT1-6 - Manteni		3	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.22375373, -55.825252
A1164	614611	6978712	ENC19	SFT 1 35 Cambiar S		1	1,00	R			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.22190210, -55.827281
A1165	614535	6978756	ENC19	MTD 1 - 35 Colocar pr		1	1,00	RST	Con Canasta		HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.21905660, -55.830289
A1166	614260	6978994	ENC19	MTDH 1 - 3 Colocar pr		1	1,00	R			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.23256844, -55.812900
A1167	614260	6978994	ENC19	MTDH 1 - 3 Necesidad		1	5,00		Dos plants de coco		EDGARDO LEH INSTEL		Pendiente	-27.29408103, -55.885513
A1168	614142	6978697	ENC19	MTDH 1 - 3 Colocar pr		1	1,00	RST			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.28311941, -55.806422
A1169	614310	6978971	ENC19	DSH 1 Cambio de		1	1,00	T			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.28455575, -55.818238
A1170	614349	6979271	ENC19	DSH 1 Cambio de		1	1,00	T			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.28529189, -55.817755
A1171	614362	6979357	ENC19	MTDH 1 - 3 Colocar pr		1	1,00	RST			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.27919362, -55.809717
A1172	614427	6979543	ENC19	DSH 1 Cambio de		1	1,00	T			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.25111954, -55.876376
A1173	614427	6979543	ENC19	RMS 2 Reponer R		1	12,00				HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.27024780, -55.816106
A1174	613979	6978251	ENC19	DSH 1 Cambio de		1	1,00	T			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.27425941, -55.800627
A1175	614484	6979586	ENC19	MTDH 1 - 3 Efectuar aj		1	1,00				HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.22529962, -55.823368
A1176	614553	6979676	ENC19	MTDH 1 - 3 Retiro de r		1	1,00	S			RICAERDO RC MOVIL 645		Ejecutado	-27.22529962, -55.823368
A1177	614591	6979706	ENC19	MTDH 1 - 3 Retiro de r		1	1,00	S			RICAERDO RC MOVIL 645		Ejecutado	-27.22327795, -55.825570
A1178	614689	6979794	ENC19	MTDH 1 - 3 Colocar pr		1	1,00	RST			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.22327795, -55.825570
A1179	614802	6979902	ENC19	SFT 1 35 Cambiar S		1	1,00	S			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.21402541, -55.836431
A1180	614802	6979902	ENC19	MMH 7 - 35 Colocar pr		1	1,00	R			HUGO OCAMPO		Ejecutado	-27.21026911, -55.840670
A1181	615030	6979211	ENC19	EPMT 6 - Manteni		3	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.22400381, -55.795178
A1182	614847	6979117	ENC19	MTDH 1 - 3 Cambiar ci		1	1,00				HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.21723710, -55.802975
A1183	615041	6979366	ENC19	MTDH 5 - 3 Colocar pr		1	1,00	RST			HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.21699097, -55.802695
A1184	615199	6979478	ENC19	MTD 5 - 35 Cambiar ci		1	1,00				HUGO OCAMF MOVIL 978		Ejecutado	-27.21466680, -55.800095

Figura 4: Actualización de BD On Line, durante la ejecución de trabajos.

- **Centro de monitoreo:** Se monitorean y obtiene el reporte de avance de trabajos, y se provee información para reasignación de trabajos o asignación de tareas adicionales.

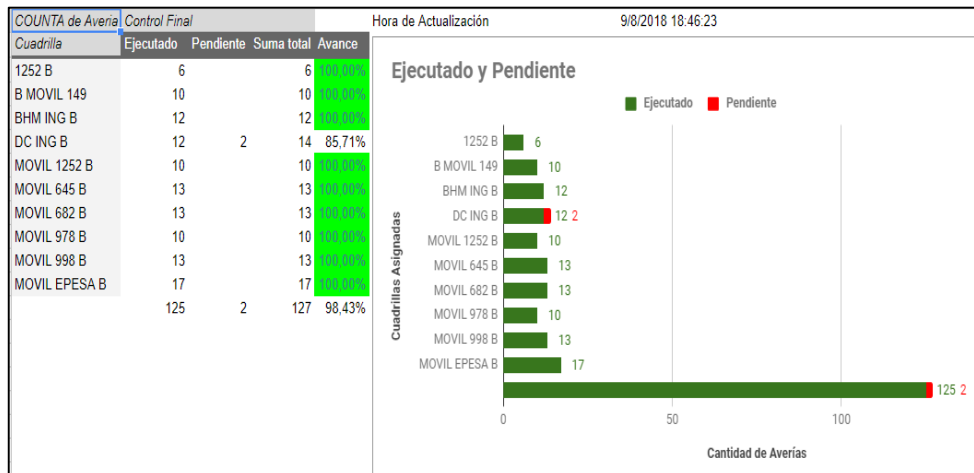


Figura 5: Monitoreo de Avance de Trabajos

- **Acción Operativa:** Se retroalimenta al Coordinador Operativo, sobre la situación y necesidades de apoyo o reasignación de trabajos, también en casos de trabajos adicionales se evalúan en esta etapa.

4.4. Actuación:

- **Evaluación de experiencia de mantenimiento:** mediante el grupo o equipo de trabajo conformado se evalúan las acciones emprendidas.
- **Rediseño de proceso:** Corrección de desviaciones entre objetivos prefijados y resultados obtenidos.
- **Retroalimentación de las etapas de planificación y control:** los resultados obtenidos en la ejecución se contrastan con la planificación inicial, y se fortalece el proceso de control.
- **Acompañamiento del desarrollo del trabajo:** monitoreo global del trabajo en su totalidad.
- **Evaluación de desempeño:** se analiza el perfil y desempeño del personal operativo interviniente, los equipos empleados, elementos y materiales, y se determinan las necesidades de capacitación o retroalimentación en aspectos de ejecución de tareas.
- **Evaluación de componentes y cuadrillas de mantenimiento:** monitoreo global para determinar debilidades en componentes de las redes, y necesidad de refuerzo de cuadrillas de mantenimiento en tareas más complejas.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

- **Reducción y optimización de tiempos de cortes.**
Se ha aumentado la cantidad de Items de trabajos ejecutados en la misma cantidad de horas de corte, en relación al sistema tradicional, con una mejora del 225 %, desde su implementación.

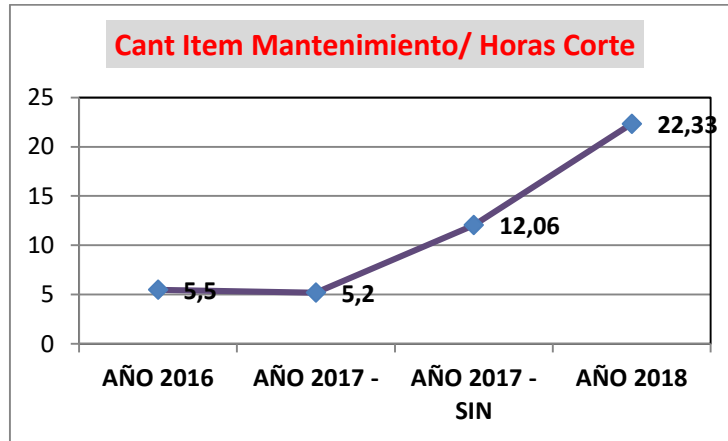


Figura 6: Gráfico de Cantidad de Trabajos por Horas de Corte por Año.

- **Mejora en la confiabilidad y calidad del servicio de los alimentadores intervenidos.**
Reducción Importante en los Indicadores de FEP y DEP acumulados.

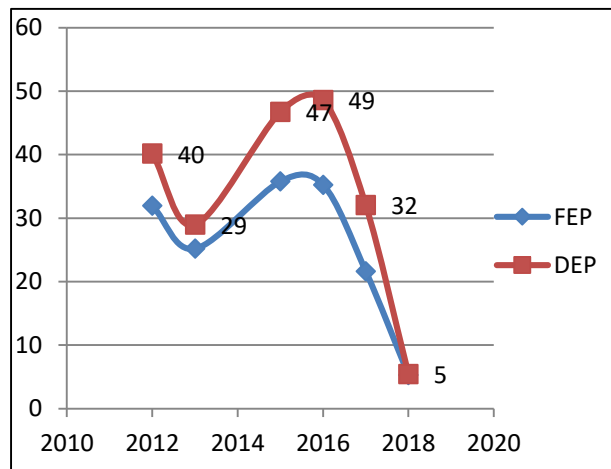


Figura 7: Gráfico de FEP y DEP por año - Agencia Regional Itapúa

- **Eficiencia en la Ejecución de Tareas Preestablecidas.**
Se ha logrado una ejecución en porcentajes muy importante sobre los trabajos programados en cada una de las programaciones establecidas con el SIM MT y los procesos de control asociados.

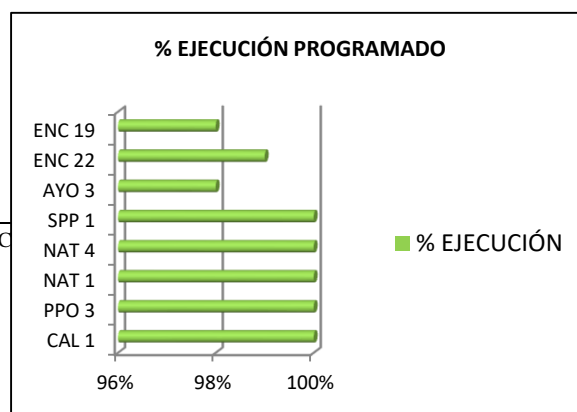


Figura 8: Porcentaje de ejecución de Trabajos Programados.

Otros Resultados

- Mayor Estabilidad del sistema.
- Cumplimiento de los objetivos fijados y el establecimiento de una cultura de Mantenimiento.
- Control del proceso de mantenimiento.
- Disminución de costos por mantenimientos correctivos.
- **Trazabilidad de trabajos de mantenimiento.**

Se ha logrado conformar un histórico de eventos, averías e intervenciones sobre las mismas, que fortalezcan las tareas del mantenimiento.

6. VALOR AGREGADO

- Cultura de Mantenimiento.
- Integración Laboral y Social.
- Imagen Corporativa de la Empresa.
- Responsabilidad Social y Ambiental.
- Sentido de Pertenencia.

7. CONCLUSIÓN

La metodología utilizada en este trabajo impacta positivamente en las tareas de mantenimientos encarados por la Agencia Regional Itapúa, con un enfoque de mejora continua que consolidan y afianzan los controles, fomenta los valores del mantenimiento, y permite una mejora continua en los procesos de mantenimiento.

Con este trabajo y por medio de un sistema de retroalimentación de procesos se logra disminuir los tiempos de cortes, ejecutar la totalidad de las tareas de mantenimientos requeridas en los alimentadores intervenidos, mejorar la confiabilidad del sistema, mejorar los indicadores de desempeño FEP y DEP.

Finalmente, en una buena planificación y ejecución del mantenimiento preventivo es necesario implementar el uso de tecnología que faciliten los procesos, así también facilitan el control, actualización y disponibilización de datos e históricos de mantenimiento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] NORMAS SOBRE CONSTRUCCIONES DE LÍNEAS AÉREAS VDE 0210/5.69.-
CATEDRA DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.
- [2] Luis Alberto Mora, Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. México, Editorial ALFAOMEGA, 2009, pág. 3.
- [3] Marcelic, P., Líneas y Redes Eléctricas, Editorial Ediar, 2006, pág.6.
- [4] Antoine Delers, La Filosofía del Kaizen, Editorial LEPETITLITTERAIRE, 2016, pág. 4.