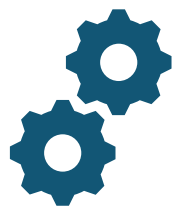


Desafíos tecnológicos en el Sistema de Medición Comercial (SMEC)



Automatización en el proceso de Calibración.



Gestión Automatizada de Datos y Análisis Predictivo.



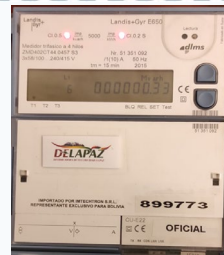
Proceso (estado anterior)

Ejecución Campaña SMEC

PTS 400.3 Plus (EMH)



Caligración



Proceso Manual



10
(min/medidor)
60 (min) total

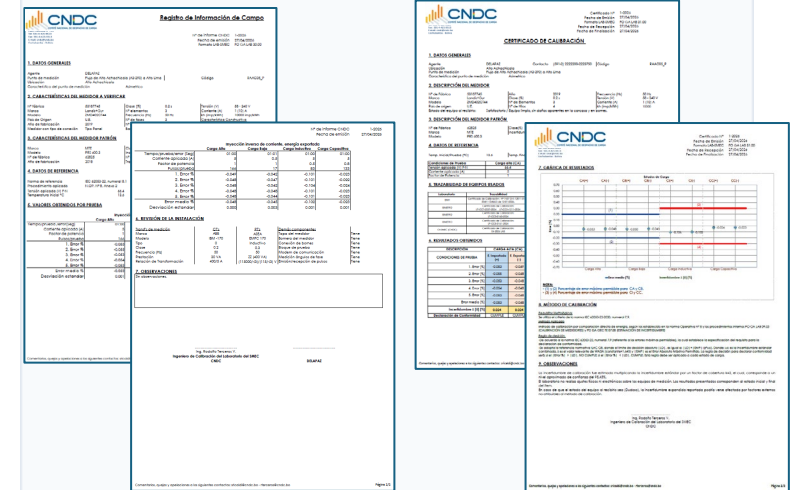


Datos
Homologados
Manualmente



Error
Humano

Generación manual de informes y BD



Corrección
de la BD



Manual

“Siempre hay una forma más eficiente de hacer las cosas”

Proceso (estado actual)

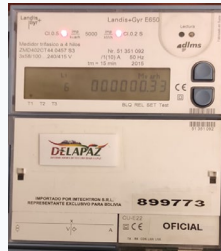


Ejecución Campaña SMEC



Calibration

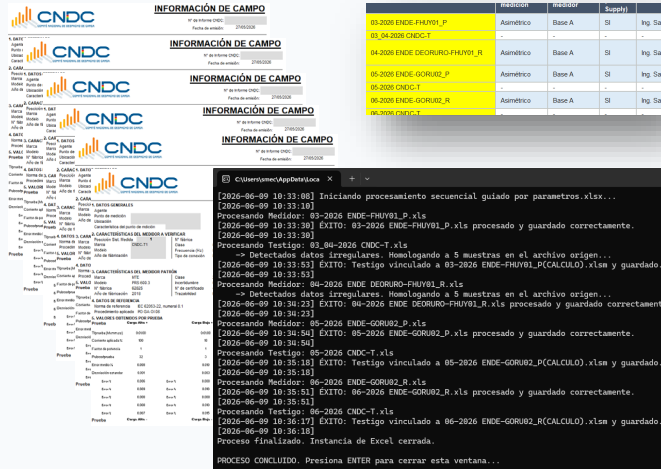
PTS 400.3 Plus (EMH)



.XLS

Automatización

.XLS



INFORMACIÓN DE CAMPO

Medidor	Proveedor	Supply
05-2026 ENDE-FH9V1_P	Asimetric	Base A
03-04-2026 CNDC-T	-	-
04-2026 ENDE-DEGRU01-FH9V1_R	Asimetric	Base A
05-2026 ENDE-GORU02_P	Asimetric	Base A
04-2026 CNDC-T	-	-
06-2026 ENDE-GORU02_R	Asimetric	Base A
04-2026 CNDC-T	-	-

```

[2026-06-09 10:33:08] Iniciando procesamiento secuencial guiado por parametros .xlsx...
[2026-06-09 10:33:10]
Procesando Medidor: 03-2026 ENDE-FH9V1_P.xls
[2026-06-09 10:33:38] ÉXITO: 03-2026 ENDE-FH9V1_P.xls procesado y guardado correctamente.
[2026-06-09 10:33:38]
Procesando Testigo: 03-04-2026 CNDC-T.xls
-> Detectados datos irregulares. Homologando a 5 muestras en el archivo origen...
[2026-06-09 10:33:53] ÉXITO: Testigo vinculado a 03-2026 ENDE-FH9V1_P(CALCULO).xlsx y guardado.
[2026-06-09 10:33:53]
Procesando Medidor: 04-2026 ENDE-DEGRU01-FH9V1_R.xls
[2026-06-09 10:34:23] ÉXITO: 04-2026 ENDE-DEGRU01-FH9V1_R.xls procesado y guardado correctamente.
[2026-06-09 10:34:23]
Procesando Medidor: 05-2026 ENDE-GORU02_P.xls
[2026-06-09 10:34:50] ÉXITO: 05-2026 ENDE-GORU02_P.xls procesado y guardado correctamente.
[2026-06-09 10:34:50]
Procesando Testigo: 05-2026 CNDC-T.xls
[2026-06-09 10:35:12] ÉXITO: Testigo vinculado a 05-2026 ENDE-GORU02_P(CALCULO).xlsx y guardado.
[2026-06-09 10:35:12]
Procesando Medidor: 06-2026 ENDE-GORU02_R.xls
[2026-06-09 10:35:51] ÉXITO: 06-2026 ENDE-GORU02_R.xls procesado y guardado correctamente.
[2026-06-09 10:35:51]
Procesando Testigo: 06-2026 CNDC-T.xls
[2026-06-09 10:36:17] ÉXITO: Testigo vinculado a 06-2026 ENDE-GORU02_R(CALCULO).xlsx y guardado.
[2026-06-09 10:36:17]
Proceso Finalizado. Instancia de Excel cerrada.
PROCESO CONCLUIDO. Presiona ENTER para cerrar esta ventana...
    
```

(mediante Python).



3 (min)
Todo

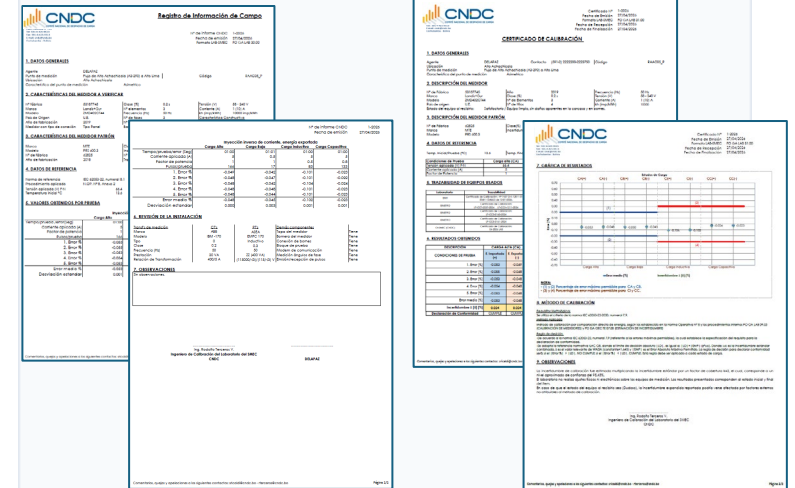


Datos
Homologados
Automáticamente



Auditoría y
trazabilidad total
del proceso.

Capacidad de generación de informes y BD



Resúmenes de Información de Campo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN



BD Limpia



Automático

“Control desde el origen de los datos a la entrega final, libre de errores humanos”

Ecosistema digital integrado



Se logró el Control y la Automatización de los Trabajos de Campo



El reto era analizar y mostrar resultados en menos tiempo.

“La pregunta no es si funciona, sino cómo puede funcionar mejor”

Ecosistema digital integrado



Panel Central

Interfaz unificada para la gestión de Información.



Análisis Estadístico

Motor de procesamiento basado en Python para la evaluación de normalidad, sesgo e incertidumbre.



Capacidad predictiva

Algoritmos de regresión lineal por mínimos cuadrados para la derivas metrológicas en los medidores comerciales del SMEC.

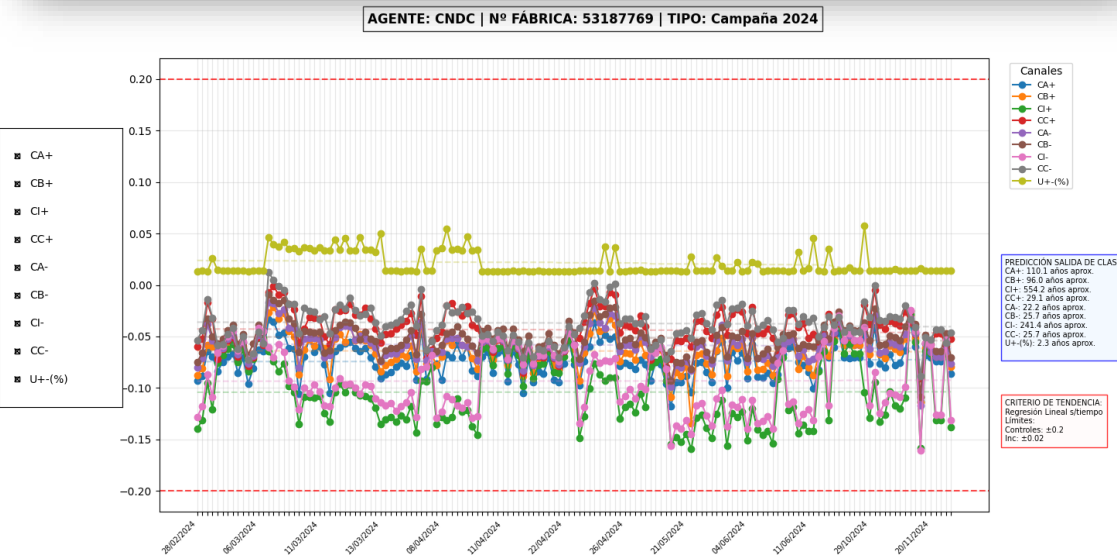
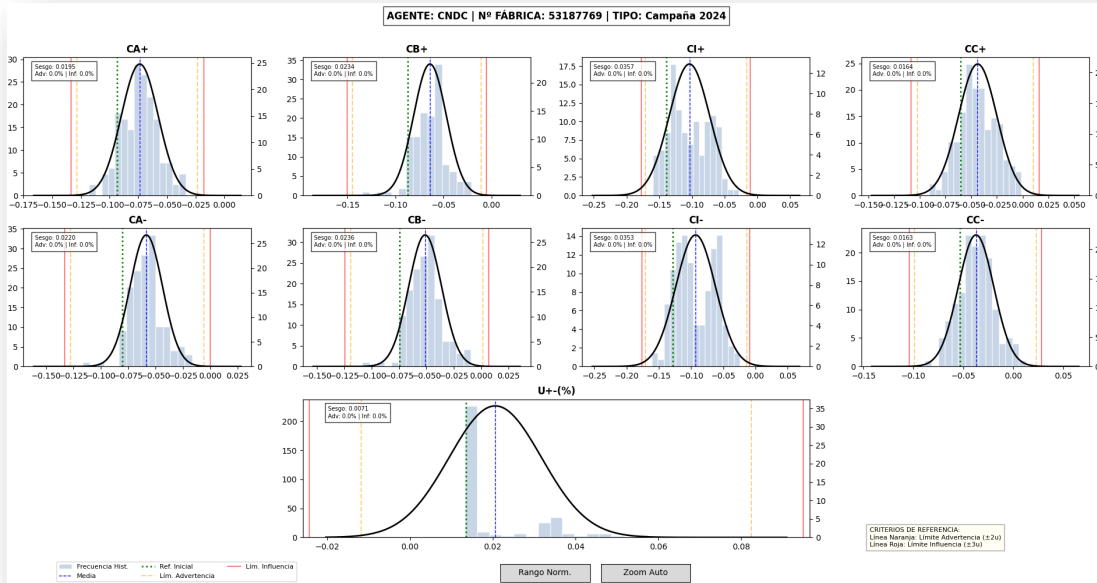
Análisis estadístico

Aseguramiento de la Validez de los Resultados

- ✓ **Control de Normalidad:** Variación normal esperada por causas aleatorias: Resultados dentro de ± 2 uc (nivel de confianza del 95.4%).
- ✓ **Límites de Advertencia:** Variación posiblemente anormal: Resultados entre ± 2 uc y ± 3 uc (Advertencia).
- ✓ **Límites de Influencia:** Variación altamente anormal: Resultados fuera de ± 3 uc (Acción).

- ✓ **Análisis de Sesgo:** Comparación dinámica contra la clase ± 0.2 del medidor testigo.

uc=es la mejor estimación de la incertidumbre total de una medición considerando todas las fuentes relevantes de error



Capacidad predictiva



√x Proyección de la deriva histórica

Modelado del comportamiento histórico para determinar la tasa de cambio anual de los errores de medición.

⌚ Estimación "Out-of-Class"

Determinación matemática de los años restantes antes de que un equipo exceda su clase de exactitud (Ej: Clase 0.2).

Eficiencia cuantificable

OPTIMIZACIÓN

80%

Reducción en el tiempo de procesamiento de datos históricos de 5 días a 1 día.

La automatización de las pruebas, el proceso de los certificados y el análisis de datos, garantizan una transparencia absoluta en el estado metrológico del SMEC.



Innovación tecnológica

La innovación tecnológica impulsada por el **CNDC** integra automatización, análisis de datos y modelos predictivos para anticipar posibles derivas metrológicas en los medidores comerciales del **SMEC**.

Esta gestión fortalece la **transparencia, confiabilidad y eficiencia** de las transacciones económicas del mercado eléctrico boliviano.

AUTOMATIZACIÓN

ANÁLISIS DE DATOS

MODELOS PREDICTIVOS

