

IMPLEMENTAR SISTEMAS DE MONITOREO DE CONDICIONES AMBIENTALES (TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRESIÓN BAROMÉTRICA), PARA LOS LABORATORIOS, EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y CALIFICACIÓN OPERACIONAL DE MEDIOS ISOTERMOS, ADAPTADOS A LAS NECESIDADES DEL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIA FORENSES.

Información de autores: **Jeisson Andrés Molano Cortés, Daniel Ramírez Palacio, Daniel Segura Tamayo, Néstor Hurtado Correa, Mario Murcia Fandiño.**
Grupo al que pertenece: **Grupo Nacional de Metrología (GNMET)**
Correo electrónico: **metrologiabogota@medicinalegal.gov.co**
Palabras clave: **Monitoreo ambiental, Registros, Automatización, Software libre, Calificación.**

Introducción

Resumen



Los laboratorios del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF) requieren registros precisos y periódicos de condiciones ambientales, temperatura de refrigeradores y medios isotermos para garantizar la validez de los ensayos y la preservación de reactivos, EMP, entre otros. Actualmente, estos registros se realizan manualmente, lo que puede generar errores y comprometer la calidad de los resultados. Para mejorar este proceso, el Grupo Nacional de Metrología ha desarrollado prototipos automáticos de monitoreo (utilizando tecnologías como Arduino y Python) que permiten la recolección automática y remota de datos. Esta automatización reduce la carga laboral, mejora la precisión de los registros y fortalece la trazabilidad metrológica, reduciendo el riesgo de no conformidades en auditorías.

Objetivos

- **Mejorar la calidad de los registros metrológicos:** Implementar sistemas automáticos de monitoreo de condiciones ambientales y de refrigeración para garantizar registros precisos y sin errores.
- **Reducir el riesgo de no conformidades en auditorías:** Minimizar el riesgo de hallazgos de no conformidad durante las auditorías al contar con registros automáticos, que aseguren la integridad y precisión de la información recopilada en los laboratorios.
- **Asegurar la trazabilidad metrológica de los ensayos:** Fortalecer la trazabilidad metrológica mediante el uso de dispositivos calibrados que registren automáticamente los datos relevantes, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.



Investigación

Metodología

Para optimizar los registros de condiciones ambientales y de temperatura en los laboratorios del INMLCF, se implementaron tres prototipos automáticos basados en tecnologías de bajo costo y herramientas de software y hardware libre (Arduino, Python, NodeMCU). El proceso metodológico incluyó los siguientes pasos:

- Desarrollo de Prototipos:**
 - Monitoreador de condiciones ambientales:** Mide temperatura, humedad y presión barométrica (termobarohigrómetro).
 - Sistema de monitoreo de refrigeradores:** Utiliza un datalogger multicanal de temperatura para registrar las condiciones dentro de los sistemas de refrigeración.
 - Dispositivo para calificación de medios isotermos:** Emplea un datalogger multicanal de temperatura para garantizar el adecuado funcionamiento de los medios isotermos.
- Calibración de Equipos:** Los dispositivos fueron calibrados conforme a los métodos acreditados de calibración GNMET, asegurando que se ajustaran a las necesidades específicas de cada laboratorio de ensayo y organismo de inspección.
- Instalación y Configuración:** Se instalaron los dispositivos en los laboratorios del INMLCF, configurando cada sistema para la recolección automática de datos, con la capacidad de realizar monitoreo en tiempo real y de manera remota.
- Recolección y Monitoreo de Datos:** Los dispositivos comenzaron a recolectar datos automáticamente, eliminando la necesidad de registros manuales. Los datos se registran en los respectivos formatos, lo que facilita su análisis y consulta.
- Evaluación de Resultados:** Se realizó seguimiento para evaluar la eficiencia y precisión de los sistemas, así como la reducción de errores en los registros metrológicos y la carga de trabajo del personal.



Resultados

- **Automatización exitosa:** Los prototipos fueron implementados con éxito y recolectaron datos automáticamente, lo que permitió un monitoreo constante y en tiempo real de las condiciones ambientales y la temperatura de los sistemas de refrigeración.
- **Reducción de errores:** La automatización redujo significativamente los errores de digitación y la omisión de registros, que eran comunes en el proceso manual. Los registros ahora son precisos, completos y almacenados digitalmente.
- **Mejora en la eficiencia:** El tiempo dedicado a la recolección manual de datos disminuyó, permitiendo que los funcionarios se enfocaran en otras tareas relacionadas con la calidad y precisión de los ensayos.
- **Mayor y mejor trazabilidad:** La calibración de los dispositivos conforme a los métodos acreditados aseguró una trazabilidad metrológica precisa.
- **Monitoreo remoto:** La capacidad de monitoreo en tiempo real y de forma remota permitió a los responsables de los laboratorios tener acceso inmediato a los registros, facilitando la supervisión y la toma de decisiones oportunas.

Conclusiones

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos a partir de la implementación de los diferentes sistemas podemos concluir:



Optimización del proceso metrológico:
La implementación de los sistemas automáticos ha optimizado significativamente los procesos de monitoreo y registro en los laboratorios del INMLCF, mejorando la eficiencia y reduciendo el margen de error humano.



Aumento en la fiabilidad de los resultados:
La automatización ha mejorado la fiabilidad de los registros metrológicos, garantizando la trazabilidad y la validez de los ensayos, lo cual es crucial para el sistema de justicia en el ámbito forense.



Reducción de riesgos durante auditorías:
El uso de registros automáticos ha minimizado el riesgo de hallazgos de no conformidad durante auditorías, ya que los datos son más precisos, completos y almacenados de manera segura.



Mejora continua:
La experiencia obtenida con los prototipos ha demostrado que la integración de tecnologías accesibles y abiertas puede ser altamente efectiva en la optimización de procesos técnicos y administrativos en el INMLCF, abriendo la posibilidad de futuros desarrollos y mejoras en los sistemas de monitoreo y control metrológico.