

# Criterios técnicos para la modernización e independización del patrón de carga directa de 100 kN del laboratorio de fuerza

Subdirección de Metrología Física

Bogotá D.C

2025-07-31

## CONTENIDO

1. REQUISITOS	3
1.1. Requisitos de hardware	3
1.2. Requisitos de software	4
1.2.1. Sistema de control y operación (mínimo viable)	4
1.2.2. Requisitos funcionales del software	6
1.2.3. Requisitos técnicos del software	7
2. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS	7

## 1. REQUISITOS

A continuación, se presentan los requisitos de hardware y software del proyecto de modernización e independización del patrón primario de 100 kN del laboratorio de fuerza.

### 1.1. Requisitos de hardware

- Se debe realizar una ingeniería inversa completa del patrón de 100 kN, documentando todos los subsistemas mecánicos, electrónicos y de control existentes, su lógica de operación y esquemas eléctricos. El objetivo es asegurar una transición técnica segura, completa y compatible.
- Se deberá suministrar e instalar hardware completamente nuevo, conforme a estándares internacionales (IEEE, UL, IEC). No se aceptarán equipos usados, remanufacturados ni de segunda línea.
- El sistema deberá permitir operación independiente y actualización futura, evitando dependencias rígidas con hardware propietario o plataformas cerradas.
- El hardware debe garantizar:
  - Modularidad y mantenibilidad.
  - Facilidad de adquisición nacional e internacional.
  - Garantía de soporte a largo plazo (mínimo 10 años).
- Componentes mínimos requeridos:
  - PLC o PAC moderno, abierto y programable.
  - HMI industrial compatible con múltiples sistemas operativos.
  - Tableros eléctricos actualizados.
  - Paradas de emergencia físicas y lógicas.
  - Sistemas de protección contra sobretensiones y ruido.
- El hardware implementado debe ser de fácil adquisición en el mercado nacional e internacional, de tal manera que en caso de requerirse se pueda realizar un cambio de piezas de manera sencilla.
- Se deben realizar las adecuaciones necesarias en los tableros existentes, así como añadir un sistema de paradas de emergencia.
- Se debe contar con la garantía de los componentes utilizados en el desarrollo.
- Los insumos suministrados deben completamente nuevos, no se aceptan instrumentos usados o remanufacturados de primera línea garantizados y que cumplan con la normativa pertinente.
- Las marcas propuestas para el hardware y software deberán ser reconocidas y con más de 20 años de trayectoria en el mercado.

- Los elementos utilizados deben ser aptos para usarse con las especificaciones eléctricas dispuestas por el laboratorio para el funcionamiento actual de los patrones.
- El sistema de control deberá incluir un sistema de protección contra sobretensiones transitorias y protección contra ruidos según Norma IEEE y UL 1446, para evitar daños en los equipos electrónicos ante un evento eléctrico no controlado.
- El contratista deberá expedir certificación directa del fabricante de los elementos que se usen en el desarrollo, en la que se especifique que los equipos y componentes de la solución no están en la etapa final de la existencia del producto. La fecha de expedición deberá ser anterior y no mayor a dos meses a la fecha de cierre de recepción de la propuesta.

El hardware de cómputo requerido para la instalación del software HMI para operación y control, software de adquisición, procesamiento de imágenes (visión artificial con IA) y datos, sobre el cual se desarrollará la solución con tecnologías de metrología digital, entre otros, debe estar compuesto por:

- a) Se requiere una estación de trabajo con las siguientes características mínimas:
- b) Procesador: Intel i12 o AMD Ryzen™ AI Max+ 395 (últimas generaciones).
- c) Memoria: 32 GB de RAM.
- d) Almacenamiento: SSD de mínimo 1 TB.
- e) Sistema operativo: Windows 11 (Pro/Enterprise)
- f) Requisitos gráficos: GeForce RTX Series 50.
- g) Pantalla: 2 Monitores LED mínimo 21.5", resolución Full HD.
- h) Otros: Acceso a red (Ethernet/WiFi).

## **1.2. Requisitos de software**

### **1.2.1. Sistema de control y operación (mínimo viable)**

- Desarrollar un nuevo HMI centrado exclusivamente en la automatización y control del patrón de 100 kN.
- Interfaz gráfica minimalista, intuitiva y segura.
- El software debe adquirir y usar en todo momento el registro de condiciones ambientales obtenidos desde la API de Condiciones Ambientales desarrollado por el INM.
- Debe permitir monitorear gráficamente las condiciones ambientales durante la calibración.
- Detectar y notificar en caso de variaciones significativas en las condiciones ambientales o en caso de que estas se salgan del intervalo aceptable.

- Debe permitir el ingreso manual de las condiciones ambientales en caso de que se requiera.
- Debe crear un registro del tiempo de uso de la máquina patrón de 100 kN.
- El ingreso al programa debe ser con usuario y contraseña, deben existir diferentes tipos de usuario cada tipo con diferente nivel de acceso a la configuración del software.
- Debe permitir crear usuarios con niveles de acceso según sea el caso. Así como permitir asociar correo electrónico para cada usuario donde reciba las notificaciones generadas durante la calibración.
- Implementación de una API robusta (RESTful, OPC UA, etc.) que permita integración posterior por el INM con sistemas propios.
- Multiplataforma: debe ejecutarse en Windows sin necesidad de licencias propietarias ni hardware específico.
- El software de operación y control debe realizar al menos las tareas que se realizan con el software actual, descrito en el anexo de este documento "Funcionamiento y operación de patrones".

- Compatible con entornos virtualizados o contenedores.

**Nota:** es importante tener en cuenta que, con la evolución tecnológica de los PLC, actualmente existen soluciones SCADA o HMI basadas en web (Web-Based). Este tipo de sistemas permiten que la aplicación se instale y ejecute directamente en un servidor físico o virtual, eliminando así la necesidad de contar con un computador dedicado dentro del laboratorio.

En este esquema, el PLC puede conectarse a través de protocolos como **Modbus, OPC UA, Ethernet/IP**, entre otros, utilizando la red del INM. Esto habilita el acceso al sistema mediante una **URL desde cualquier punto del INM** e incluso desde fuera, si se cuenta con conexión por **VPN**.

Sin embargo, esta arquitectura implicaría que tanto el sistema SCADA/HMI como las **APIs, bases de datos y demás componentes del backend**, se encuentren alojados y gestionados en servidores administrados por la **OIDT**. Para ello, sería necesario que:

1. El cliente especifique los **requisitos técnicos y de hardware** que demanda la solución, o
2. Desde infraestructura OIDT se indique cuál es la **infraestructura disponible**, incluyendo servidores, motores de base de datos y plataformas soportadas.

### **1.2.2. Requisitos funcionales del software**

- Crear, editar y guardar rutinas de calibración.
- Operación manual o automatizada de cargas.
- Validación de cada serie de medición.
- Registro completo de eventos y parámetros por sesión.
- Registro de usuario y niveles de acceso diferenciados.
- Registro de errores, alertas y fallos de operación.
- Base de datos local con almacenamiento de calibraciones anteriores.
- Debe incluir un sistema de seguridad orientado a evitar la sobrecarga de los ítems de calibración.

### 1.2.3. Requisitos técnicos del software

- Modular, escalable y basado en arquitectura abierta.
- Ejecutable en computadoras existentes del laboratorio.
- Licenciamiento perpetuo y sin límites de clientes, tags o conexiones.
- Código fuente comentado y entregado al INM en su totalidad.
- Manual técnico, de instalación y de operación en español.
- No se aceptan desarrollos monolíticos con dependencias cerradas (e.g., Siemens TIA Portal), salvo justificación técnica.

Se aceptan configuraciones de software que cumplan o excedan los requisitos mínimos antes mencionados.

## 2. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS

- Garantizar que ningún otro patrón del laboratorio sea afectado en su integridad física o metrológica.
- Conservar las propiedades metrológicas del patrón de 100 kN mediante pruebas o calibraciones antes y después de la intervención.
- Realizar pruebas FAT, precomisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha, documentadas y firmadas por ambas partes.
- El sistema debe contar con su propio panel HMI pero también ser controlable vía API externa, para habilitar el desarrollo de soluciones en paralelo desde el INM.
- Capacitar integralmente al personal técnico del INM en uso del nuevo sistema (software y hardware), incluyendo:
  - Agenda.
  - Material técnico.
  - Evaluación de aprendizaje.
  - Lista de asistencia.
  - Acta firmada de cierre.
- El patrón de carga directa de 100 kN, debe tener un puesto de trabajo para su operación, debe contar silla y puesto de trabajo adaptables al usuario ergonómico.
- Entregar toda la documentación técnica en medio físico y digital:

- Manuales, planos, licencias, instructivos, listas de materiales, código fuente.
- El software desarrollado, debe ser validado por el proveedor en cuanto a su funcionalidad durante el desarrollo proyecto y al momento de la entrega, asegurando que cumple con los requisitos para el uso previsto, atendiendo los protocolos del proveedor, que comprobará por el mecanismo previsto por el laboratorio.
- El contratista debe suministrar al laboratorio el informe de validación sustentando el correcto funcionamiento del software y del patrón de carga directa de 100 kN en los diversos escenarios, es decir con diferentes pruebas y carga.
- Todo el hardware y software utilizado deberá ser totalmente nuevos y en su última versión de fabricación para evitar obsolescencia en los próximos 10 años.
- El sistema se debe proveer con la posibilidad de escalar, aumentar o mejorar los servicios que han sido desarrollados. Para esto debe estar basado en un servicio modular y expansible que permita agregar módulos, servicios, usuarios, diseños HMI y tags tanto como se requiera.
- El sistema debe ser operable desde su HMI local y también remotamente mediante la API (desde equipos de la red INM).
- Debe tener servicio Post-venta a través de mantenimientos preventivos presenciales en el laboratorio de fuerza, por lo menos uno semestral, de tal manera que se garantice el correcto funcionamiento del desarrollo implementado.
- El desarrollo debe tener soporte, por vía telefónica o por acceso remoto, en los días hábiles de lunes a viernes en el horario de 07:00 a 19:00 para atención de emergencias, en tiempo de respuesta no mayor a 4 días hábiles.

Fecha: 2025-09-30