

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SCADA WEB PARA UN PROBADOR PORTABLE DE MEDIDORES DE GAS

Yésica Tatiana Zárate García, Christian Alexander Rovira Quijano, Oscar Yazit Salab García *

Grupo de Investigación en Fluidos y Energía GIFE. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de Gas. Parque Tecnológico UIS Guatiguará. Km 2 vía El Refugio. Piedecuesta. Santander. Colombia

Resumen: La Corporación CDT de GAS desarrolló un probador portable con el propósito de realizar verificación de medidores de gas in situ. Con base en la experiencia adquirida por el Centro de Desarrollo, se ha brindado a este prototipo nuevos atributos respecto a modelos comerciales existentes, que le dan al dispositivo mayor portabilidad, confiabilidad y agilidad en las prácticas de verificación. Una de las innovaciones consistió en dotar el probador con un sistema SCADA que opera en entorno web, permitiendo el control, la supervisión, la adquisición y el análisis de datos desde cualquier dispositivo móvil, como computadores portátiles, tablets y celulares, sin requerir instalación de una aplicación de software; simplemente accediendo desde el navegador web que venga instalado por defecto en el dispositivo. Este objetivo se logra a partir de algunos cambios sobre la arquitectura básica del SCADA y del uso de herramientas de software especializadas.

Este artículo presenta los detalles de este desarrollo que incrementa la portabilidad del probador, eliminando la necesidad de instalar y configurar un conjunto de herramientas licenciadas para operarlo. Así mismo, proporciona la opción de publicar el SCADA en internet, para que los interesados en la verificación auditen el proceso desde la comodidad de su oficina.

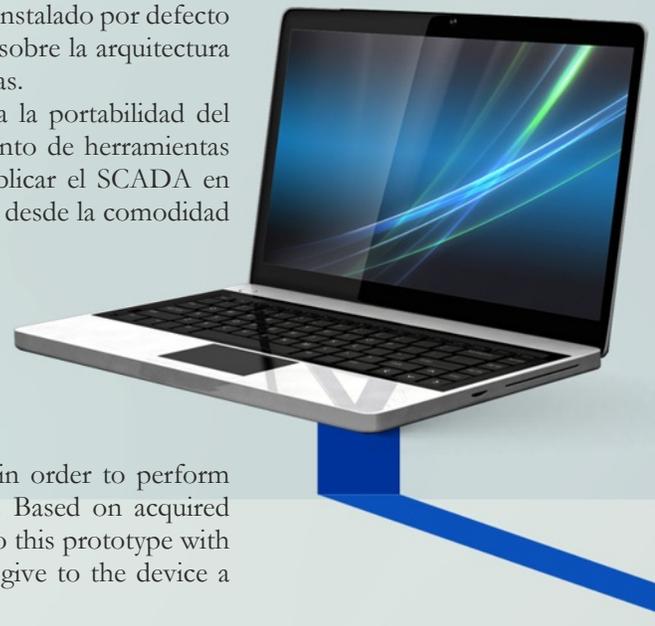
Palabras clave: Metrología, Probador, Verificación, Portabilidad

Abstract: CDT de GAS Corporation developed a portable prover in order to perform verification to metrological performance to field gas meters in-situ. Based on acquired experience of this Technological Development Center has provided to this prototype with new features with respect exists commercial models, in order to give to the device a better portability, reliability and agility in verification practices.

One of the new features consisted to endow the prover with SCADA system that works in web environment, allowing to do Supervisory, Control, Acquisition and Analyses of data since any mobile devices as laptops, tablets and smart phones, without require software app installation; only accessing from web browser installed by default in the device. This objective is accomplished after to do some changes over basic architecture of the SCADA and of use of specialized software tools.

This paper presents details of this develop that increase the prover portability, by eliminating the need of install and configure a group of licensed software tools. Furthermore, it provide the option of publish the SCADA in internet in order to whose interested in the verification can audit the process from comfort of his office.

Keywords: Metrology, Prover, Metrological Performance, Verification, Portability



* osalab@cdtdegas.com



1. INTRODUCCION

Existe la necesidad de garantizar que los medidores de volumen de gas industriales instalados en campo, en los puntos de transferencia de custodia del gas natural, mantengan sus indicaciones con errores de medición dentro de los máximos permisibles establecidos en normas o regulaciones vigentes [1][2]. Para dar cumplimiento a este requerimiento es importante mantener prácticas de aseguramiento metrológico en las que se prevean no solo calibraciones de los medidores, sino también verificaciones periódicas en intervalos de tiempo convenidos por las partes involucradas en la transacción que se está cuantificando con el sistema de medición, o cuando alguna de ellas lo requiera.

A nivel nacional e internacional el aseguramiento metrológico se garantiza, principalmente, mediante calibraciones en laboratorio con niveles de incertidumbre inferiores a los valores exigidos en normas aplicables. Esta solución implica complicadas operaciones logísticas, con inconvenientes tales como riesgos de daños del medidor durante transporte, costos de envío, la existencia de periodos considerables de comercialización de gas sin medición, y costos asociados a la verificación en laboratorio.

Como una alternativa para disminuir de manera apreciable dichos costos y riesgos debidos a la logística para la verificación en un laboratorio, así como la optimización de los periodos de calibración de los medidores, la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT de GAS) ha diseñado y desarrollado un probador portable para verificación *in situ*.

Tradicionalmente, los probadores portables se han adquirido en nuestro país a fabricantes de origen extranjero, obteniendo de éstos soluciones tecnológicas adecuadas, pero que con el tiempo han evidenciado algunas desventajas como bloqueo sobre el origen de la información, imposibilidad de evaluar la transparencia en la presentación de los datos, y dificultades con el soporte técnico. A partir de un continuo proceso de apropiación del conocimiento en medición, y de los detalles propios de los procesos de verificación automatizados, se ha venido desarrollando este tipo de infraestructura a nivel local, con modelos de probadores para laboratorio con el sello del CDT de GAS.

Continuando con el proceso de desarrollo de probadores, el CDT de GAS ha construido un nuevo modelo de probador portable, diseñado para facilitar los procesos de verificación de medidores en campo. Para lograr dicho propósito, se orientó el diseño para que el

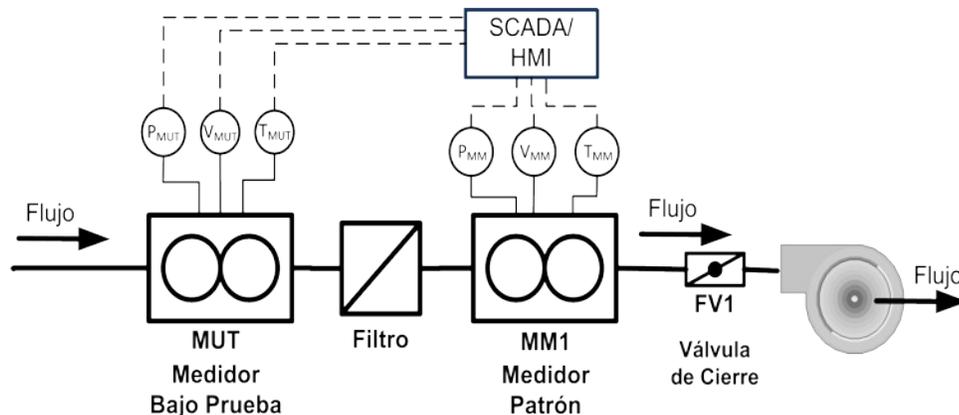


Figura 1. Probador de transferencia

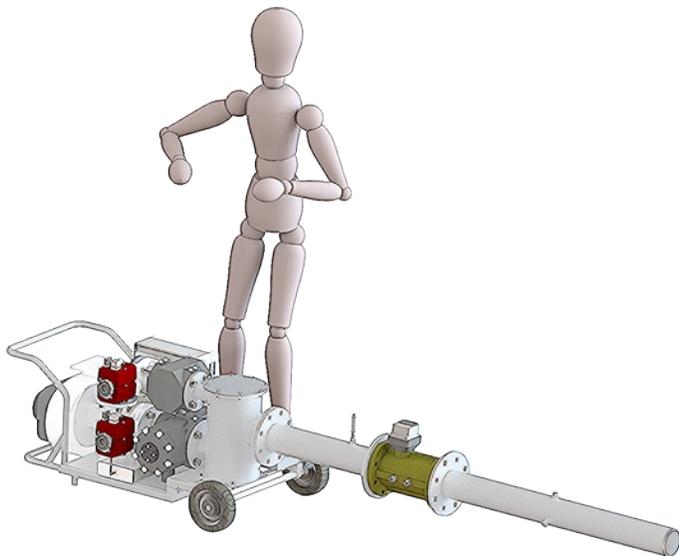


Figura 2. Probador Portable GMP250

dispositivo sea compacto y liviano, así como robusto; que entregue resultados altamente confiables con niveles de incertidumbre acordes a las exigencias del proceso; que posea un alto nivel de automatización; y que como característica especial ofrezca la posibilidad de supervisar, controlar, adquirir los datos y visualizar el proceso de verificación desde un sistema *Supervisory Control And Data Acquisition* en entorno **web** (SCADA Web). De esta manera, la información puede ser accedida desde cualquier computador o dispositivo móvil, incluyendo portátiles, *smartphones* y *tablets*. El presente artículo describe el proceso de diseño e implementación de este sistema SCADA web.

A. Antecedentes

Existen diferentes métodos para la verificación de medidores volumen *in situ*, como lo son:

- Determinación del flujo mediante la instalación medidores no intrusivos, tales como ultrasónicos *clamp-on*, sobre la línea[6].
- Determinación del flujo usando gases trazadores, método que se basa en la inyección de gas de una composición

conocida, aguas arriba del medidor para luego inferir el caudal de la línea a partir de los datos de composición obtenidos por un analizador aguas abajo[4].

-Uso de medidores máscos-térmicos de inserción, los cuales miden velocidad de gas y permiten inferir flujo.

-Comparación directa de las indicaciones entre un medidor de respaldo instalado en ramificación del sistema de medición y el medidor instalado.

El probador portable usa la configuración denominada “probador de transferencia”, que está compuesto por al menos un medidor patrón, un conjunto de instrumentos de medición de presión y temperatura, y una unidad que realiza el control, registro de datos y permite realizar supervisión del proceso a través de un PC. Estos dispositivos se han desarrollado para uso en laboratorios, pero también para uso en campo. La Figura 1 presenta un esquema de la distribución de componentes en un probador de transferencia.

A nivel nacional, el desarrollo de estos probadores para medidores de gas ha evolucionado lentamente, y el proceso de apropiación de conocimientos y experiencia en este tema inició hace tan solo 10 años atrás. Debido a esta limitante tecnológica, los probadores que poseen hoy en día diferentes empresas transportadoras y/o distribuidoras de gas han sido mayormente adquiridos a marcas extranjeras por medio de sus representantes autorizados.

La Corporación CDT de GAS ha podido adelantar procesos de desarrollo de tecnología gracias a la ejecución de proyectos auspiciados por COLCIENCIAS, con los cuales ha desarrollado infraestructura para el fortalecimiento propio y para la industria del gas natural, y ha generado conocimientos y experiencia. Soportado en éstas sólidas bases,

hoy en día se cuenta con la capacidad de diseñar y desarrollar bancos de verificación de medidores de gas *in situ*, con la suficiente robustez para enfrentar los diferentes fenómenos físicos que pueden presentarse en dichas infraestructuras, y acogiendo nuevas tecnologías de información.

B. Descripción del Prototipo del Probador Portable

El probador portable tiene la capacidad de realizar verificaciones en diferentes zonas geográficas, y puede evaluar medidores de volumen de gas de tipo rotativo y turbinas, pues son los más comunes [5][6]. El intervalo de verificación del probador portable va desde 1 m³/h hasta 250 m³/h. La Figura 2 es una representación en perspectiva del probador portable.

El método usado en el probador portable corresponde a la comparación directa entre la indicación de volumen del *Master Meter* (MM), que se denota por V_{MM} , y la del *Meter Under Test* (MUT), que se representa como V_{MUT} . El modelo de medición del probador portable se presenta en la Ecuación 1.

La comparación entre los medidores se realiza usando aire a condiciones atmosféricas, y el resultado obtenido es el porcentaje de error del MUT (%E). El probador portable se diseñó para que el valor de la incertidumbre de la verificación fuera igual o menor al 0,5 %, teniendo en cuenta la naturaleza *in situ* del proceso, el propósito del probador y las recomendaciones de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) para verificaciones subsecuentes [8]. Algunos datos adicionales sobre el probador se presentan en la Tabla 1.

II. METODOLOGÍA

A. Requerimientos para el sistema SCADA del probador

En los probadores, las herramientas de *software* revisten gran importancia ya que son estas las que permiten la configuración, supervisión, control, registro de datos y finalmente la realización de cálculos, estimación de incertidumbre y emisión de un informe de resultados a partir de los datos obtenidos. Es importante que estas herramientas brinden un alto nivel de automatización, y que orienten al operario en cada una de las etapas del proceso de forma tal que se minimicen posibles errores humanos y se dé mayor rapidez a su ejecución. Por tanto se requiere para que el probador opere de forma totalmente automatizada que conste, como mínimo, de dos aplicaciones:

- Un sistema SCADA
- Una Herramienta para el Análisis de Datos (HAD)

Las Tabla 1 y 2 recopilan las funciones que deben cumplir el SCADA y la HAD, respectivamente.

Tradicionalmente, el software SCADA, está supeditado a ser usado en un PC, al cual se le instala la plataforma para con la cual se logra ejecutar el sistema. Para estas plataformas se requiere licencias de uso, para cada PC en el que se requiera implementar. Junto a la instalación, estas plataformas requieren un conjunto de configuraciones adicionales. En la mayoría de los casos, por ejemplo, el diseño de la HMI, queda fijado a una única resolución de pantalla, restringiendo el uso en otros dispositivos de resolución diferente. En otros casos se requiere configurar para este PC una IP fija. En cuanto al hardware, la mayoría de los SCADA, requiere de

$$\%E[\%] = \left[\left(\frac{V_{MUT}}{V_{MM}} \cdot \left(\frac{P_{MUT} \cdot (T_{MM} + 273.15)}{P_{Mm} \cdot (T_{MUT} + 273.15)} \right) \cdot \left(1 + \frac{\%ep}{100} \right) \right) - 1 \right] \times 100 \quad (1)$$

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Medidores objetivo	Rotativos y turbinas de DN 50 mm -100 mm
Medidores patrón	El probador usa dos medidores patrón, tipo rotativo. Un medidor rotativo de doble lóbulo para eliminar efectos por pulsaciones sobre medidores bajo prueba en altos caudales.
Intervalo de operación	1 m ³ /h a 250 m ³ /h Estabilidad de ±2% de cada caudal de prueba.
Temperatura de operación	10 °C a 40 °C
Presión atmosférica de operación	500 hPa a 1200 hPa
Incertidumbre relativa al error de medición	U = 0,50% (k=2) para 1 m ³ /h = Q = 6,5 m ³ /h
	U = 0,50 % (k=2) para caudales entre 6,5 m ³ /h = Q = 250 m ³ /h
Hardware de automatización	Controlador PAC (<i>Programmable Automation Controller</i>)
Adquisición de Pulsos	Se adapta a todos los tipos de señal de pulsos disponibles en la actualidad: NAMUR, Contacto Seco, Colector Abierto y Activas.
Alimentación eléctrica	1Φ /110 VAC/60 Hz – 8A
Peso aproximado	Aprox. 70 Kg

Tabla 1. Especificaciones técnicas probador

una conexión cableada. En los casos en los que la planta automatizada es estática, las anteriores actividades no representan un problema, sin embargo limitan la operación de un SCADA para un dispositivo portable como el que se desarrolló.

Las herramientas de análisis de datos están desarrolladas, en la mayoría de casos sobre software de cálculos, para las cuales se requiere un instalador y una licencia de usuario, representando así un costo adicional.

Con el fin de facilitar el acceso, se planteó, para el software de control y de análisis de datos, el requerimiento de poder ser ejecutado desde cualquier dispositivo móvil y con el mínimo de procedimientos previos a su uso.

B. Selección de Hardware del SCADA

La selección del hardware para el SCADA Web se basó en el reconocimiento de las diferentes actividades que debe realizar el SCADA para llevar a cabo un proceso de verificación de un medidor, así como el flujo de información que existe entre las diferentes etapas. La estructura operativa resultante del SCADA Web se presenta en la Figura 3, y la Tabla 4 incluye la descripción de las actividades de dicha estructura. La información de los procesos de verificación se almacena en una base de datos con el fin de centralizar, organizar y facilitar las labores de consulta, y tener la posibilidad de integrar el probador a un Sistema de Ejecución de Manufactura (MES) o Sistema de Planeación de Recursos (ERP) de la empresa.

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
Interfaz de Usuario	Permite realizar la Configuración y la supervisión del proceso de verificación.
Secuencia de verificación	Ejecuta el procedimiento de verificación de medidores de gas de manera automática
Diagnóstico de aptitud de instrumentos de medición de magnitudes secundarias	Evalúa automáticamente que los instrumentos de temperatura, presión y humedad relativa se encuentren conectados y en condiciones aptas para iniciar el proceso de verificación.
Selección de patrón a usar	Selecciona el patrón de forma automática por medio de válvulas de control.
Ajuste de caudal	Ajusta cada caudal de la verificación de manera automática.
Evaluación de Hermeticidad	Prueba de fugas automática de acuerdo a método reconocido.
Corrección del error de los instrumentos de medición de magnitudes secundarias	Ejecuta algoritmo de corrección del error de los instrumentos de temperatura, presión y humedad relativa se encuentren conectados.
Registro de Datos del Proceso	El SCADA debe registrar la información obtenida del proceso de calibración
Visualización de gráficos de tendencias	Permite visualizar en ejes coordenados los valores de las diferentes variables del proceso de verificación de medidores de gas.

Tabla 2. Funciones del SCADA

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
Organización de Datos	Organizar y adecuar los datos para facilitar labores de análisis.
Ejecución de Cálculos	Todos los cálculos necesarios para la determinación del %E y la estimación de incertidumbre asociada.
Visualización de los datos	Presentación de los datos usados en los cálculos.
Emisión de resultados	Informe generado automáticamente

Tabla 3. Funciones de la HAD

Para cumplir con los requisitos operativos definidos, se estableció una estructura de *hardware* como la que se presenta en la Figura 4. Esta configuración hace posible que el PAC ejecute la rutina de verificación automatizada, la adquisición de datos, el control del caudal y accionamiento de válvulas. Se incluyó un dispositivo procesador que se denomina “Servidor SCADA”, el cual permite alojar la base de datos, gestionar los datos provenientes del controlador y ejecutar la aplicación SCADA Web.

Para dar acceso desde cualquier dispositivo móvil, es indispensable un dispositivo de comunicaciones. Para esto se integró un dispositivo *Gateway* que genera una pequeña red local (*Ethernet*) para comunicar el controlador con el Servidor SCADA de forma tal que los datos del proceso sean transportados hacia la base de datos con la confiabilidad que ofrece una red cableada.

Este mismo *Gateway* permite generar una red local wifi para que los dispositivos móviles se

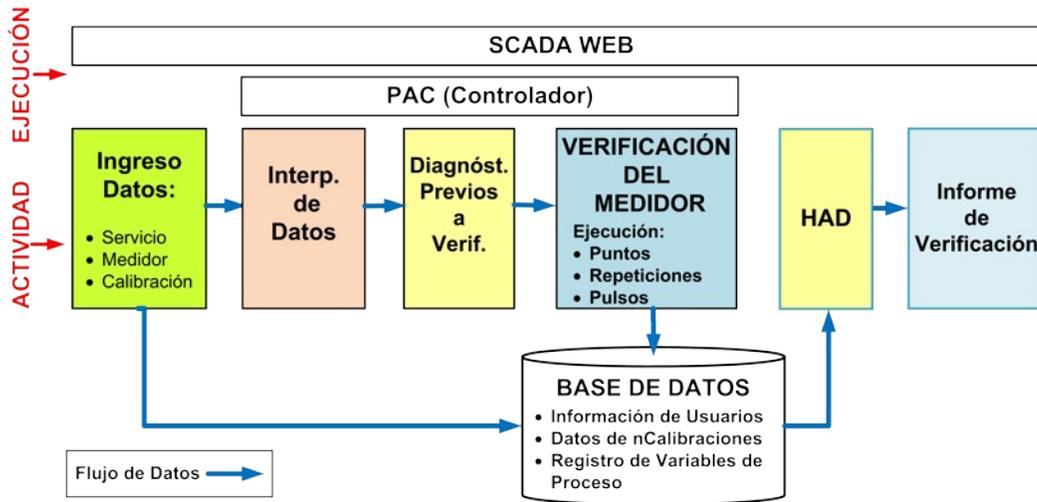


Figura 3. Actividades del proceso de verificación.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EJECUTA
1. Ingreso de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del medidor de identificación del medidor. • Especificaciones técnicas del medidor bajo prueba. • Datos de configuración de la prueba: valores de caudal, repeticiones y volúmenes. 	SCADA WEB + Base de Datos
2. Interpretación de datos	Proceso en el cual se interpretan y se adecuan los datos de forma tal que la plataforma de automatización ejecute el proceso de verificación de forma confiable.	SCADA WEB PAC
3. Diagnósticos previos	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la aptitud de los instrumentos de medición para iniciar una prueba. • Prueba de hermeticidad. • Diagnóstico de recepción de pulsos 	SCADA WEB PAC
4. Verificación de medidores	Ejecución de la rutina de verificación, la cual se resume en un bucle que realiza acciones de control con el fin de registrar volúmenes, presiones y temperaturas de los medidores MM y MUT a diferentes tasas de caudal.	SCADA WEB PAC + Base de Datos
5. Análisis de Datos	A partir de los datos registrados hacer cálculos y estimaciones de incertidumbre.	SCADA WEB + Base de Datos
6. Emisión de Informe	Generar un informe de resultados, acorde a requisitos especificados por normas aplicables.	SCADA WEB PAC

Tabla 4. Descripción de actividades del probador

puedan conectar y acceder al SCADA Web en el sitio. Este dispositivo *Gateway* también brinda al probador la posibilidad de acceder a la red 3G, y con esto la facilidad de dar acceso remoto desde una amplia variedad de lugares.

C. Desarrollo de aplicación SCADA Web

Tras integrar el hardware necesario, se procedió al desarrollo del SCADA Web. Se decidió implementar una configuración de software basada en cuatro elementos:

- Servidor OPC del fabricante del PAC
- IntegraXor (Servidor Web para desarrollo de SCADA)
- MySQL (Base de datos)
- Inkscape (Editor gráfico)

Estos elementos están instalados en el Servidor SCADA, e interactúan entre sí de acuerdo a las líneas de flujo de datos presentadas en la Figura 5.

El servidor OPC [9] [10] es una aplicación de software que cumple con unas especificaciones dadas por la organización *OPC Foundation*. Esta aplicación sirve como interfaz para comunicar

datos nativos del controlador, que vienen dados en protocolos propios del fabricante, para que sean usados bajo parámetros estándar por una aplicación “Cliente OPC”, para que ésta última, pueda tener acceso a los datos en tiempo real, monitorear alarmas y eventos, acceder a datos históricos, y otras aplicaciones. En este caso, el Servidor OPC sirve para transmitir datos entre la estrategia de automatización que opera en el controlador y el segundo elemento de software (IntegraXor).

IntegraXor es una plataforma para desarrollar SCADA basado en Web que cumple cuatro funciones específicas: (1) adquiere datos en protocolo OPC; (2) permite el desarrollo de las aplicaciones y páginas web en HTML, que comprenden las pantallas de la HMI y la HAD; (3) permite configurar y ejecutar una estructura de registro de datos obtenidos en la verificación en la base de datos; (4) posee una aplicación “Servidor Web” que lanza el SCADA como una página web en una red local o en internet.

Como último paso, se desarrolló la interfaz gráfica de usuario. Para este fin se integraron las aplicaciones de software IntegraXor y una versión adaptada para SCADA de la herramienta para edición gráfica Inkscape. Ésta última herramienta está enfocada en la edición de gráficos *Scalable Vector Graphics* (SVG), permitiendo que las pantallas de la interfaz se redimensionen sin pérdida de resolución, y se adapten fácilmente a pantallas de diferentes tamaños. Inkscape permitió desarrollar cada una de las pantallas y asociar los atributos (movimiento, color, visibilidad y valor, entre otros) de cada uno de los elementos que se muestran con cada una de las variables manejadas en IntegraXor.

El registro de los datos de proceso se hace en una base de datos realizada con MySQL, y administrada por IntegraXor.

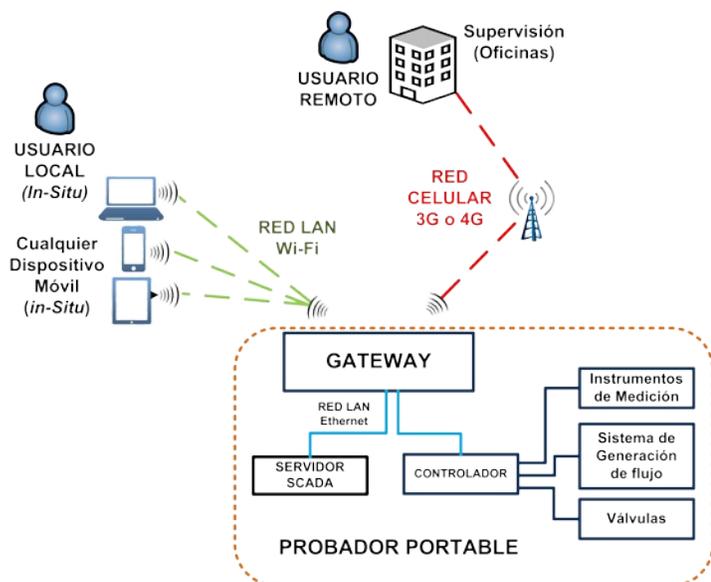


Figura 4. Estructura hardware

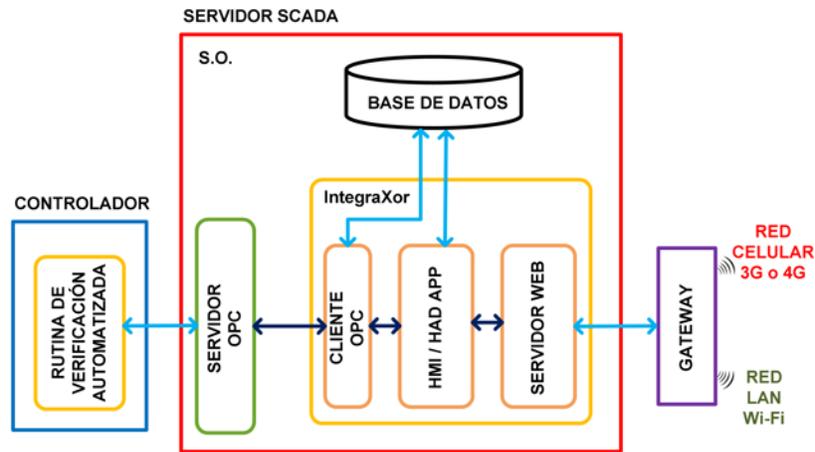


Figura 5. Configuración del software

III. RESULTADOS

Como resultado se obtuvo un sistema SCADA que opera de acuerdo a la secuencia de pantallas que se muestran en las siguientes figuras:

Para ingresar a la página del SCADA WEB, es necesario estar en red (para este caso la red local de wifi) y luego digitar la dirección en el navegador web (por ejemplo) : http://192.168.0.55:7131/SCADA_PROVER/; como se observa en la Figura 7 aparece la primera pantalla con el botón “Inicio”.

Al pulsar en “Inicio”, se presenta la primera ventana de configuración, en la que se solicita ingresar la información necesaria para la verificación como se observa en la Figura 8.

Una vez se han ingresado todos los datos, al pulsar siguiente se da acceso a la ventana de caudales (ver

Figura 9), en esta ventana se eligen los valores de caudal de la prueba que se ejecutarán de manera automática y en la secuencia seleccionada en la ventana anterior.

La siguiente ventana es la de verificación de instrumentos, está verificación se realiza de forma automática y se muestran los resultados al final, los cuales pueden ser de dos tipos: OK, tal como se muestra en la Figura 10 en la que se observa que la verificación de instrumentos ha sido exitosa, o como se muestra en la Figura 11, en la que se ha presentado una falla en un instrumento de presión.

A continuación de verificación de instrumentos, se realiza la prueba de hermeticidad del sistema (ver Figura 12), con la que se busca garantizar que no existan fugas en el tramo de tuberías comprendido entre el MUT y MM. Una vez se ha

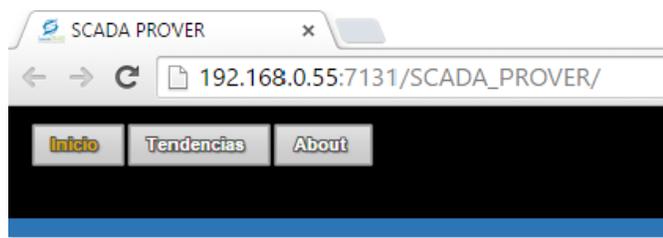


Figura 6. Dirección web del SCADA



Figura 7. Pantalla de inicio

Datos de Verificación 28 / 8 / 2015

Datos del Servicio

Solicitante: LAB. MÓVIL ID de Servicio: ID
 Dirección: Sede UIS Guatigará Calibrado Por: Yesica Zárate

Datos del Medidor

Fabricante: Dresser Número de Serie: 21200506
 Designación: IM-RM G100 Tipo de Medidor: Rotativo

Especificaciones

Kfactor: 3773.58 Pulsos/m³ Tipo Señal: Contacto Seco
 Qmin: 2 m³/h Secuencia: Descenso
 Qmax: 100 m³/h Estado: Nuevo

Siguiente

Figura 8. Pantalla de ingreso de datos del servicio del MUT

Datos de Verificación

Caudales

	Caudal	Repeticiones	Pulsos	Volumen	Duración por Rep.
<input checked="" type="checkbox"/> Q1	160 m ³ /h	3	30189	8 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q2	74.26 m ³ /h	3	14013	3.71 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q3	34.47 m ³ /h	3	6504	1.72 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q4	16 m ³ /h	3	3019	.8 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q5	7.43 m ³ /h	3	1402	.37 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q6	3.45 m ³ /h	3	651	.17 m ³	3:00 min.
<input checked="" type="checkbox"/> Q7	2 m ³ /h	3	378	.1 m ³	3:00 min.
<input type="checkbox"/> Q8	m ³ /h			m ³	min.
<input type="checkbox"/> Q9	m ³ /h			m ³	min.
<input type="checkbox"/> Q10	m ³ /h			m ³	min.

Regresar **Continuar**

Figura 9. Pantalla de configuración de la prueba

Verificación de Instrumentos 28 / 8 / 2015

Estado de Instrumentos

Item	Detalle	Estado
TT1	OK	✓
TT2	OK	✓
TT3	OK	✓
TT4	OK	✓
PT1	OK	✓
PT2	OK	✓
DPT1	OK	✓
RHT1	OK	✓

Diagrama de Verificación: El diagrama muestra un sistema de tuberías con varios instrumentos de medición etiquetados con TT1, TT2, TT3, TT4, PT1, PT2, DPT1 y RHT1, todos con un estado de verificación exitoso (✓).

Figura 10. Verificación de instrumentos - exitosa

aprobado la hermeticidad del sistema, se procede con el diagnóstico de recepción de pulsos. En esta etapa se evalúa que las señales pulsos, que representan el volumen indicado tanto por los MM y del MUT, sean adquiridas de manera adecuada.

Superados los diagnósticos previos se ejecutan los puntos configurados para la verificación. La ejecución de cada punto comprende el ajuste de cada valor de caudal, y el registro de las variables medidas, durante cada repetición. Durante la prueba se pueden observar en tiempo real los valores de las variables del proceso así como el estado de los actuadores involucrados.

IV. DISCUSIÓN

Este desarrollo permitió incursionar en una aplicación de SCADA web a partir del uso de unos elementos específicos de software y hardware, así como de una configuración particular para la interacción de estos componentes, logrando con esto una primera versión que cumple con los

requerimientos especificados en su diseño, y que permitió llevar a cabo el proyecto dentro del tiempo establecido. Aun así, para brindar mayor robustez, confiabilidad y seguridad al proceso es necesario generar próximas versiones en las que se implementen varias mejoras. La primera de estas mejoras debe estar orientada a implementar una estrategia de seguridad para el acceso y la transmisión de datos; y en segundo lugar brindar mecanismos de redundancia que salvaguarden la integridad de los datos adquiridos, en procesos de verificación presentes como en los anteriores, cuando se llegasen a presentar fallas en el sistema.

También es importante mencionar dentro de este proceso de mejoramiento continuo para el SCADA del Probador, que se debe poner como punto el conocimiento adquirido en esta primera versión, para proponer, analizar y probar, nuevos elementos de software y hardware, con el fin de generar nuevas versiones con mejores capacidades a la vez que se optimicen los recursos invertidos.



Figura 11. Verificación de instrumentos - fallo en instrumento de presión

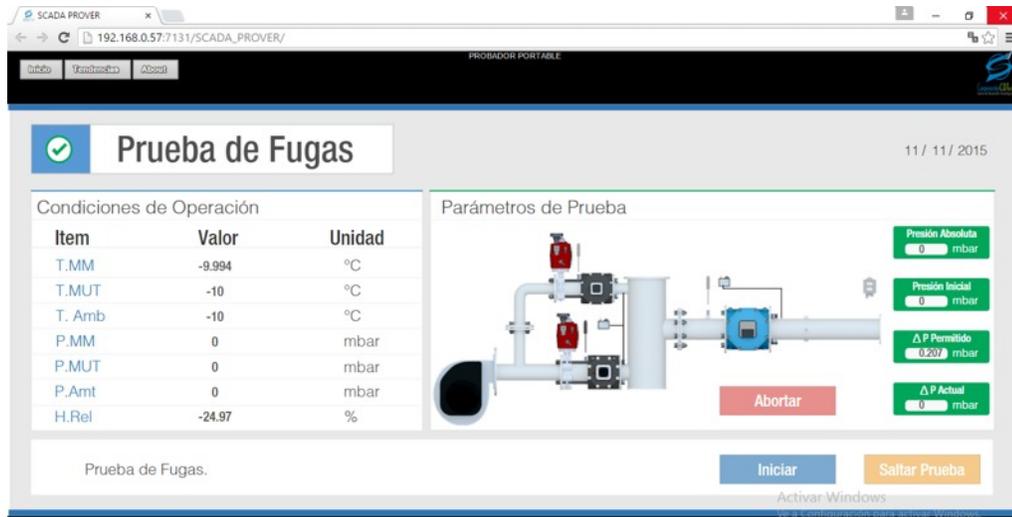


Figura 12. Prueba de fugas



Figura 13. Pantalla de la verificación

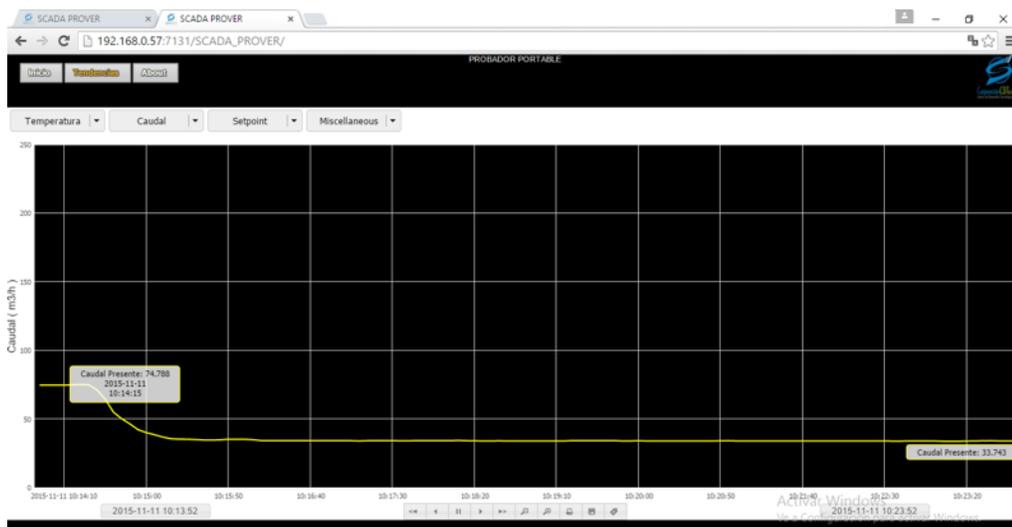


Figura 14. Ajuste de caudal - tendencia

V. CONCLUSIONES

La Corporación CDT de GAS logra desarrollar un nuevo equipo, "Probador Portable" orientado a facilitar las operaciones de evaluación del desempeño metrológico de los medidores de gas de campo, mediante verificaciones *in situ*.

Se logra dotar el Probador Portable de una aplicación SCADA Web a la medida que permite realizar las verificaciones de medidores de gas haciendo supervisión, control, registro y análisis de datos desde un dispositivo móvil, mediante el uso de su navegador web, sin la necesidad de instalar un aplicativo específico.

Este desarrollo ha sido posible a partir de la integración de tres aplicaciones de software específicas como lo son un servidor OPC provisto por el fabricante del PAC, un servidor web para generar la aplicación SCADA, un editor gráfico para generar la HMI y finalmente el registro de las variables de interés realizado en la base de datos MySQL, permite la fácil manipulación de los datos para la generación de los resultados de verificación. Este desarrollo cumple con requerimientos planteados, pero es importante brindar un producto más robusto pero a la vez más económico.

VI. REFERENCIAS

- [1] CREG, "Resolución CREG 071 de 1999 - Reglamento Único de Transporte." *Diario Oficial*, 1999.
- [2] OIML *Measuring systems for gaseous fuel*, OIML International Recommendation OIML R140-e07. 2007.
- [3] George, DL., *Evaluation of Clamp-On Ultrasonic Meters as In-Situ Meter Verification Tools*, Report to PRCI, Contract PR-015-05602, 2006.
- [4] Riezebos H, van Essen G, *New tools for In-Situ Checking of gas Flow Meter*. International Gas Union Conference. 2011. Seoul, Korea.

[5] Abril Blanco H, Ortiz Afanador JM. *Desarrollo de laboratorio móvil para Aseguramiento Metrológico de Calidad y Cantidad de Gas Natural tipo Transferencia Custodia en Colombia*. MET&FLU 2013; 8: 8-13.

[6] Abril Blanco H, Ortiz Afanador JM, Fuentes Osorio J. *Verificación de medidores ultrasónicos a baja presión como una solución eficiente para procesos de confirmación sugerido en la ISO 10012*. MET&FLU 2013; 8: 16-22.

[7] BIPM, "Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)." BIPM, 2008.

[8] OIML *Gas Meters*, OIML International Recommendation OIML R137-1-2 e12. 2012.

[9] MatrikonOPC. *Que es un Servidor OPC?*. Disponible en: <http://matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx>. Accedido: Octubre 30, 2015.

[10] OPC Foundation. *What is OPC?* Disponible en: <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/> Accedido: Octubre 30, 2015.

[11] IntegraXor Web SCADA .Disponible en: <http://www.integraxor.com/> Accedido: Octubre 30, 2015.

[12] Inkscape. *What is Inkscape?* Disponible en: <https://inkscape.org/en/about/> Accedido: Octubre 30, 2015.