

Web mobile en el soporte a actividades de muestreo en laboratorios de análisis de muestras

Web mobile supporting the sampling activities for sample testing laboratories

Javier Enrique De la Hoz Freyle^{1*}, Herman Ramírez Gómez², Luis Carlos Gómez Florez³
Ingeniería de Sistemas, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

javierdlahoz@gmail.com

hermanrago@gmail.com

lcgomezf@uis.edu.co

Resumen— Los sistemas de información (SI) en los laboratorios de análisis de muestras facilitan la gestión para la obtención de la acreditación según la norma ISO 17025. Sin embargo, existen procesos que dificultan el uso de SI convencionales, como lo es el muestreo. La implementación de un sistema de información móvil (SIM) como apoyo a los SI en los laboratorios puede resultar en una solución para soportar el muestreo. En este artículo se ilustra el desarrollo de un SIM usando *web mobile* para el apoyo al muestreo en un laboratorio de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Palabras clave—ISO 17025, laboratorios de análisis de muestras, sistemas de información móviles, *web mobile*.

The information systems in testing labs facilitate the management to obtain the accreditation according to ISO 17025. However, there are processes that hinder the use of conventional SI, like the sampling. Implementing a mobile information system (MIS) to support the SI in laboratories may result in a solution to support the sampling. This article illustrates the development of a MIS using *web mobile* for supporting the sampling in a specific lab of the Universidad Industrial de Santander (UIS)

Key Word — ISO 17025, sample testing laboratories, mobile information systems, *web mobile*

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de la calidad ha surgido en las cuatro (4) últimas décadas prometiéndole generar mejores productos y servicios, reducción de costos, más clientes y empleados satisfechos, y mejor rendimiento financiero [1, 2]. Así mismo, las entidades internacionales que se encargan de regir los estándares organizacionales, han publicado normas de calidad, para garantizar la calidad en los productos y servicios de las organizaciones que se acrediten según ellas. Por tal razón, organizaciones a nivel mundial han visto la necesidad de ser acreditadas de acuerdo a dichos estándares y normas, con el fin de ampliar la cantidad de clientes, así como obtener ventajas competitivas en los mercados que las rigen [3, 4].

Los laboratorios de análisis de muestras regidos según la norma ISO 17025 no son la excepción, y por medio del uso

de SI soportados en tecnologías de información TI han encontrado la manera de facilitar la gestión de procesos, información y control de calidad [5]. Los laboratorios de análisis de muestras de la UIS cuentan con un SI llamado HSLAB que soporta la gestión de información de los según la norma ISO 17025. El laboratorio de estudios ambientales CEIAM, es una de esas organizaciones que cuenta con el sistema, sin embargo, no todos sus procesos eran soportados por el sistema. Uno de esos procesos es el de muestreo, el cual de acuerdo a las especificaciones tecnológicas propias de un SI en ambiente web, dificultaba el soporte de gestión de información, debido al desplazamiento de los analistas, que deben ir a diferentes puntos geográficos a colectar las muestras necesarias para iniciar el proceso de análisis de muestras.

La anterior situación y la necesidad de agilizar los procesos, resguardar y evitar la duplicidad de datos en el sistema de gestión de calidad del laboratorio según la norma ISO 17025 motivaron el desarrollo de un SIM que permitiera tomar datos de muestreo en lugares remotos y transmitirlos vía 2/3G a HSLAB, funcionando como un módulo de muestreo para el SI.

El desarrollo de un SIM, como lo fue el caso del módulo de muestreo de HSLAB, plantea tomar decisiones en el aspecto tecnológico que pueden resultar críticas en el despliegue y funcionamiento del mismo. El uso de tecnologías *web mobile* facilita la integración de los SIM con las bases de datos de los SI [6], a su vez, permite el acceso a las aplicaciones desde cualquier dispositivo móvil con capacidad de explorar internet, limitando el uso de los recursos locales, lo que impulsó, entre otras razones, la selección de esta tecnología para el desarrollo del SIM para el soporte a las actividades de muestreo del CEIAM.

En el presente artículo se ilustra la metodología aplicada para el desarrollo del SIM de muestreo, así como los resultados obtenidos a través de este.

II. METODOLOGÍA

En el desarrollo del SIM para el apoyo a actividades de muestreo en el laboratorio del CEIAM se optó por usar una metodología de tipo evolutivo que constó de cinco (5) fases tomando como referencia el desarrollo de HSLAB [5]. Dichas fases fueron: Planeación; Análisis; Diseño; Codificación; Implantación. La ilustración de la metodología se puede observar en la Figura 1.

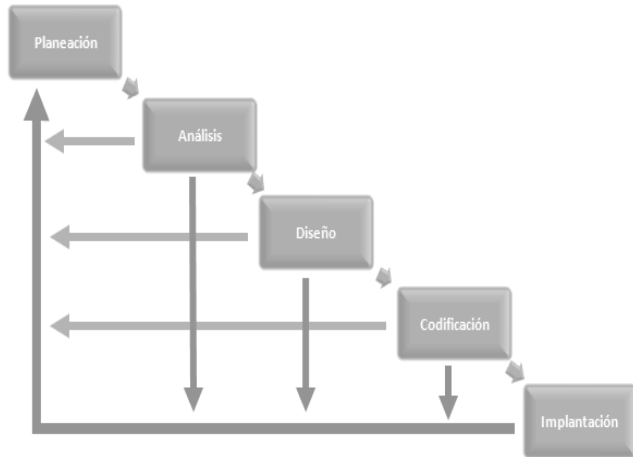


Figura 1. Metodología utilizada en el desarrollo del SIM para el apoyo al muestreo. Tomada de [5].

A continuación se detalla el trabajo realizado en cada una de las fases de la metodología, así como las consideraciones que guiaron el desarrollo del SIM.

1) Planeación. En esta fase se realizó la planeación de todas las siguientes fases, con el fin de establecer un plan de trabajo, que sirviera como guía para el desarrollo del SIM, no solo teniendo en cuenta las consideraciones tecnológicas, sino también los aspectos humanos.

2) Análisis. Como se menciona en la fase de planeación, se debían considerar aspectos tecnológicos, sin dejar a un lado los humanos. Por lo tanto gran parte del análisis de la situación se realizó utilizando el enfoque metodológico propuesto por Peter Checklan, denominado metodología de sistemas blandos (SSM), el cual se centra en capturar la esencia de los aspectos sociales y políticos de cada organización para guiar el diseño y desarrollo de SI que puedan servir para dar mejoras a las situaciones consideradas problemáticas [7, 8].

Basándose en lo anterior, se realizó un análisis de la organización desde el punto de vista social y político, según la SSM. El análisis de los aspectos sociales del CEIAM permitió dar como resultado la siguiente tabla, que ilustra los roles, normas y valores a ser considerados en el desarrollo del SIM.

Investigadores	Magister en Ingeniería de Sistemas informáticos (estudiantes)	Indagar con objetividad, teniendo en cuenta las subjetividades, y tomar acción en la situación considerada problemática para generar cambio
Personal administrativo	Ingenieros químicos, químicos puros, ingenieros industriales, o afines, ISO 9001 y 17025	Con seriedad, objetividad, compromiso, talento, procurando la mejora organizacional.
Personal Técnico	Ingenieros químicos, químicos puros, ISO 9001 y 17025	Con seriedad, objetividad, compromiso, talento, excelencia.
Auditores	Ingenieros químicos, químicos puros, ingenieros industriales, o afines, ISO 9001 y 17025	Con objetividad, experiencia, excelencia, procurando la mejora organizacional.
Clientes	Profesionales, empresarios	Responsables, puntuales, y con intereses en los resultados
Proveedores y subcontratistas	Empresarios, distribuidores, prestadores de servicios, ISO 9001	Responsables, puntuales, con excelencia.
Vicerrector de Inv. y Ext.	Doctor o Magister en Ingenierías o Ciencias	Con seriedad, objetividad, compromiso, talento, procurando la mejora institucional UIS.

Tabla 1. Análisis social de la situación.

En donde, el rol es la posición social reconocida como significante por personas en la situación considerada problemática. Los roles son regidos bajo normas, que son el comportamiento esperado por las personas involucradas en los roles, y esas son juzgadas de acuerdo a estándares locales o valores [7].

Adicionalmente, al realizar el análisis político de la organización se encontró que todas las directrices del laboratorio estaban sujetas a la directora del laboratorio. Sin embargo, en ocasiones se daban directrices desde la vicerrectoría de investigación y extensión que debían ser tenidas en cuenta y obedecidas por el laboratorio.

Otro de los análisis de la situación que se realizó siguiendo los pasos de la SSM para el análisis, fue el nemotécnico CATWOE, en el cual busca el emparejamiento entre el proceso de transformación y la concepción del mundo que la hace

significativa [7]. El nemotécnico CATWOE tiene el siguiente significado, ilustrado en la tabla 2.

C	Clientes: Las víctimas o beneficiarios de la T
A	Actores: Aquellos que realizan la T
T	Proceso de transformación: La conversión de una entrada en salida
W	Weltanschauung: Concepción del mundo que hace que T tenga sentido
O	Dueños: Aquellos que pueden detener T
E	Restricciones de ambiente: Elementos externos que se dan por sentado

Tabla 2. Significado de CATWOE. Tomado de [7].

Basándose en las definiciones del CATWOE, se realizó dicho análisis según las indicaciones de la organización en cuestión. Como resultado se obtuvo la siguiente tabla.

C	Profesionales y personal administrativo de los laboratorios
A	Investigadores, y profesionales y personal administrativo de los laboratorios
T	Monitoreo desintegrado de HSLAB → Monitoreo integrado a HSLAB
W	A través del uso de un SIM para el soporte de la gestión de información en las actividades de muestreo se puede evitar la duplicidad de información, redundancia de datos, y reducir tiempos en el servicio.
O	UIS, vicerrectoría de investigación y extensión, y directivos de los laboratorios
E	Estructura de los laboratorios, programa de acreditación de laboratorios de la UIS

Tabla 3. CATWOE para el desarrollo de un SIM para apoyo a las actividades de muestreo en el CEIAM.

Según el autor de la SSM, la construcción de las definiciones raíz de los sistemas relevantes hace posible el modelado de los mismos teniendo en cuenta el CATWOE [7]. De acuerdo a lo anterior, la definición raíz del sistema relevante principal para el desarrollo del SIM de muestreo fue:

“Un sistema de información móvil que evite la duplicidad de información, redundancia de datos, y permita reducir tiempos en el servicio de muestreo en el laboratorio del CEIAM de la Universidad Industrial de Santander, para así integrar los datos de muestreo a HSLAB y de esa manera facilitar los procesos de gestión de la calidad según la norma ISO 17025”.

Teniendo en cuenta la definición raíz para el SIM, se prosiguió a ejecutar la fase de diseño.

3) Diseño. En esta fase la principal preocupación era la elección de las tecnologías a utilizar para el desarrollo del

SIM. Cuando se requiere desarrollar aplicaciones móviles existen dos (2) maneras de hacerlo: programando las aplicaciones de forma nativa; y desarrollando un sitio web con consideraciones especiales para ser accedido por dispositivos móviles. Ambas formas tienen ventajas y desventajas para los desarrolladores que opten por ellas [6, 9].

Las aplicaciones desarrolladas para ejecutarse de manera nativa en alguno de los sistemas operativos móviles que actualmente predominan en el mercado (Andorid, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone) pueden aprovechar al máximo los recursos tanto hardware como software de los dispositivos. Por lo tanto, existe una ventaja al usar aplicaciones nativas si se requiere usar datos del GPS, WiFi, cámara de fotos/vídeo, micrófono, etc [9]. Así mismo, estas pueden hacer uso de los recursos de procesamiento, así como de memoria, aumentando el rendimiento de las mismas. Sin embargo, la dependencia al sistema operativo para la aplicación fue diseñada dificultando la portabilidad de la misma a otros dispositivos móviles, haciendo de esto la mayor desventaja en el desarrollo de aplicaciones nativas.

A diferencia de las aplicaciones desarrolladas de manera nativa, las aplicaciones basadas en *web mobile* poseen restricciones al acceso de los recursos locales de cada dispositivo móvil. A su vez, son independientes al sistema operativo, por lo tanto para su acceso solo es necesario contar con la capacidad de un explorador de internet en los dispositivos móviles [9-12]. Esto último supone una ventaja para el desarrollo de SIM, la cual fue considerada importante debido a la independencia de dispositivos, ya que los analistas poseen cada uno su propio teléfono celular con capacidad de navegación a internet con distintos sistemas operativos. Adicionalmente, para el futuro del SIM se espera replicar esta aplicación en otros laboratorios, donde es probable que existan escenarios similares en cuanto al uso de dispositivos móviles.

Al desarrollar en *web mobile*, se debe tener en cuenta que el sitio web que se diseña será consumido por dispositivos con ciertas limitantes en comparación de un computador de escritorio o laptop. La mayoría de los dispositivos móviles cuenta con poca capacidad de procesamiento y memoria, resolución de pantalla, redes de datos con baja velocidad de acceso a internet, así como teclados pequeños que dificultan la escritura por parte de los usuarios [13, 14]. Por lo tanto, el diseño de un SIM basado en *web mobile* debe tener consideraciones particulares. El *World Wide Web Consortium (W3C)* imparte una serie de consideraciones a tener en cuenta para el desarrollo de un sitio *web mobile* [15], las cuales fueron consultadas para el diseño del SIM para el apoyo a actividades de muestreo en el CEIAM.

Siguiendo las indicaciones del W3C el diseño de las interfaces, los menús, botones y formularios, dio paso a la codificación del SIM, de la misma manera que el análisis guio el diseño de controles de seguridad.

4) Codificación. Con el análisis y diseño previamente establecidos, se prosiguió con la codificación del SIM para el muestreo. Debido a que HSLAB fue codificado utilizando PHP 5 y MySQL como motor de bases de datos, y teniendo en cuenta que el SIM sería codificado como un sitio *web mobile*, se decidió utilizar las mismas herramientas tecnológicas.

5) Implantación. Esta fase se realizó por medio de capacitaciones a los funcionarios del laboratorio, y efectuando mejoras sugeridas por los mismos en la ejecución de pruebas con datos reales.

III. RESULTADOS

Como se menciona anteriormente, el diseño del SIM utilizando las consideraciones del W3C para el desarrollo de sitios *web mobile* permite que diferentes dispositivos móviles sin distinguir el sistema operativo puedan acceder a la aplicación. Esto agilizó la implantación, el uso y las capacitaciones al personal del laboratorio, que contaban con dispositivos móviles de diferentes marcas. Así mismo, se facilitó la integración entre los datos capturados por el SIM de muestreo con HSLAB, puesto que ambas herramientas tecnológicas acceden a la misma base de datos utilizando MySQL.

El SIM para apoyo de muestreo, posee cinco (5) funciones principales, que están ubicadas en la pantalla de inicio de la aplicación para que los usuarios puedan acceder a ellas rápidamente, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Pantalla inicial del SIM para apoyo a las actividades de muestreo

Como se puede observar en la anterior figura, la interfaz resulta sencilla, con pocas imágenes, e información para consumir la menor cantidad de recursos de los dispositivos móviles y hacer rápido el acceso a la misma, considerando la velocidad de las redes 2/3G en comparación con las redes de internet domésticas. A continuación se detallarán

cada una de las opciones del SIM de muestreo, y se ilustrarán cada una de sus pantallas principales.

1) Punto de muestreo. Esta función fue desarrollada para permitirle al usuario capturar, modificar y consultar información acerca del punto de muestreo, es decir, el lugar en donde se deben tomar las muestras. Esta función muestra un formulario en el cual el usuario ubica ya sea seleccionando uno de los más recientes, o buscándolo por su código, uno de los servicios de muestreo, para así proceder a consultar, modificar o incluir datos del punto de muestreo (ver figura 3).

Código	Empresa
1	ATR Almacen Tractore
26	ATR Almacen Tractore
28	ATR Almacen Tractore
29	ATR Almacen Tractore
24	Palmas Oleaginosas L

Figura 3. Formulario de selección y búsqueda de servicios de muestreo

Al seleccionar uno de los servicios de muestreo, el SIM despliega una pantalla con un formulario que permite la inserción o modificación, así como la consulta de los datos del punto de muestreo, incluyendo la asociación de una fotografía (ver figura 4).

Figura 4. Formulario de punto de muestreo

2) Mediciones. En esta función, el usuario puede asociar datos capturados de la muestra a un servicio de muestreo. Esto se realiza mediante la selección de un servicio, y posteriormente utilizando la opción “tomar datos”, haciendo esto, se despliega un formulario que le permite al usuario insertar o modificar

datos como pH, tiempo de duración de la captura de la muestra, volumen, entre otros (ver figura 5).

Así mismo, se pueden consultar los datos de las mediciones asociadas a un servicio de muestreo, seleccionando el servicio en cuestión y usando el botón “ver datos” (ver figura 6).

Figura 5. Formulario de toma de datos de mediciones del muestreo

HORA	PARAMETROS	TIEMPO	VOL A
08:16	pH: 33	34	44
	T. M: 234		
	T. A: 23		
	Cond: 4234		
	Otros: 23424		
10:30	pH: 0	0	0
	T. M: 0		
	T. A: 0		
	Cond: 0		
	Otros:		
	pH: 5.72		
	T. M: 27		
	T. A: 26		

Figura 6. Pantalla de consulta de datos de medición

3) Determinación caudal. Una vez los datos de las mediciones han sido capturados, para los analistas del laboratorio es indispensable determinar los datos del caudal los cuales son calculados automáticamente por el SIM para el muestreo. Para hacerlo seleccionan el servicio de muestreo sobre el que se esta trabajando y posteriormente la herramienta despliega una pantalla mostrando los datos de caudal, como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 7. Pantalla de consulta de datos de caudal

4) Listado de materiales. Los analistas cada vez que se desplazan a los lugares de muestreo deben llevar un conjunto de elementos y materiales que tienen ser devueltos a las instalaciones del laboratorio una vez el muestreo sea finalizado. Para evitar que los analistas olviden alguno de los materiales en el lugar del muestro, se desarrollo esta función, cuyo objetivo es recordar a los usuarios los elementos que deben regresar al laboratorio. Para tal propósito se desarrolló un formulario que despliega cada uno de los materiales con una caja de chequeo que debe ser llena solo cuando el analista prepare el material en cuestión para ser regresado al laboratorio (ver figura 8).

Figura 8. Pantalla de listado de materiales

5) Cálculos. Después que todas las mediciones son tomadas, los analistas deben consultar un conjunto de datos relevantes para los análisis. Para eso, se dirigen a la función “Cálculos” que despliega el cálculo automático de esos valores, lo que facilita la labor de los analistas y evita errores en obtención de los mismos (ver figura 9).

HSLAB móvil		Cerrar Sesión
<<Atras		
Cálculos (1)		
QPromedio Total	1.097	
Hora	Qi	V. Compuesta
08:16	1.29	1,415.13
10:30	0	0.00
15:23	0	0.00

Figura 9. Pantalla de cálculos de muestreo

Se puede decir, que haciendo uso de cada una de las funciones expuestas anteriormente, los usuarios del módulo de muestreo pueden gestionar todo lo relacionado con el servicio de toma de muestras del laboratorio a través de dispositivos móviles, facilitando la integración de datos entre el SIM y HSLAB.

IV. CONCLUSIONES

El desarrollo de las funciones del SIM para apoyo a las actividades de muestreo, así como las modificaciones realizadas a HSLAB para la integración de datos, permitieron al laboratorio incluir al proceso de muestreo dentro de los procesos gestionados por herramientas tecnológica, a su vez que se evitó la duplicidad y redundancia de datos, errores en los cálculos, así como se redujo el tiempo consumido por los servicios de muestreo.

La inclusión de TI en los procesos organizacionales traen consigo beneficios en cuanto al manejo de información. El SIM desarrollado para soportar las actividades y procesos de muestreo en el laboratorio en cuestión, permitió disminuir errores con los cálculos, a la vez que integraba la información con HSLAB, asistiendo a la rápida consulta, inserción y modificación de datos de muestreo en la organización.

En el caso del desarrollo del SIM mencionado, la elección de tecnologías *web mobile* facilitó la codificación y despliegue de las herramientas tecnológicas. De igual manera, la integración de los datos del SIM con HSLAB se realizó de una manera transparente al ser el primero un sitio web especialmente desarrollado para su acceso por medio de dispositivos móviles.

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la UIS, así como al CEIAM por permitir y

facilitar la ejecución del desarrollo del SIM para el apoyo a actividades de muestreo, y brindar todas las condiciones tanto materiales como humanas.

REFERENCIAS

- [1] M. Walton, *The Deming Management Method*. New York: Pedigree, 1986.
- [2] C. J. Corbett, M. J. Montes-Sancho, and D. A. Kirsch, "The Financial Impact of ISO 9000 Certification in the US: An Empirical Analysis," UCLA, UCLA Anderson School of Management 2004.
- [3] T. J. Douglas and W. Q. Judge, "Total Quality Management Implementation and Competitive Advantage: The Role of Structural Control and Exploration," *Academy of Management J*, vol. 44, pp. 158-169, 2001.
- [4] K. B. Hendricks and V. R. Singhal, "Firm characteristics, total quality management, and financial performance," *J. of Operation Management*, vol. 19, pp. 269-285, 2001.
- [5] H. Ramírez, J. De la Hoz, and L. C. Gómez, "HSLAB: Sistema de Gestión de Información de los Servicios de Ensayo de Laboratorios de Análisis de Muestras Según la Norma ISO 17025," *Revista Inge CUC*, vol. 7, 2012.
- [6] H. Ramírez, J. De la Hoz, and L. C. Gomez, "Cloud Computing como canal de comunicación entre plataformas: Caso de estudio de HSLAB," in *5to Congreso Académico UDI: Cloud Computing, un mundo de oportunidades*, Bucaramanga, Colombia, 2012.
- [7] P. Checkland and J. Scholes, *Soft Systems Methodology in Action*. Lancaster, UK: John Wiley & Sons, 1999.
- [8] P. Checkland and S. Holwell, *Information, Systems and Information Systems*. Lancaster: John Wiley & Sons, 1998.
- [9] A. Charland and B. LeRoux, "Mobile Application Development: Web vs. Native," *Communications of the ACM*, vol. 54, pp. 49-53, 2011.
- [10] F. O. Martínez, G. A. Uribe, and F. L. Mosquera, "OneWeb: plataforma de adaptación de contenidos web basada en las recomendaciones del W3C Mobile Web Initiative," *Ingeniería e Investigación*, vol. 31, 2011.
- [11] T. Schwanen and M.-P. Kwan, "The Internet, mobile phone and space-time constraints," *Geoforum*, vol. 39, pp. 1362-1377, 2008.
- [12] B. Andersson and S. Henningson, "Developing Mobile Information Systems: Managing Additional Aspects," in *18th European Conference on Information Systems*, Pretoria, South Africa, 2010.
- [13] D. B. Work and A. M. Bayen, "Impacts of the Mobile Internet on Transportation Cyberphysical Systems: Traffic Monitoring using Smartphones," presented at the High-Confidence Transportation Cyber-Physical Systems: Automotive, Aviation and Rail, Washington, USA, 2008.
- [14] S. Srirama, E. Vainikko, V. Šor, and M. Jarke, "Scalable Mobile Web Services Mediation Framework," in *Internet and Web Applications and Services (ICIW), 2010 Fifth International Conference on*, 2010.
- [15] W3C, *Mobile Web Application Best Practices*: W3C, 2008.