

# Sistema administrativo de nodos para el soporte técnico y mantenimiento de redes



## Colaboración

Isaac Neftali Molina Cepeda; Marlene Luna Garcia; Lilia Margarita Mena Castillo; Rolando Flores Sigala, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes

**RESUMEN:** En el presente artículo se describe el proceso con el que se desarrolló un sistema administrativo de nodos de red en PHP, HTML5 y CCS3, que tiene la facultad de ubicar a través de la infraestructura telemática de red, todos los nodos que se encuentran disponibles en las diferentes áreas de una empresa, además de conocer su estado actual de operación. Permitiendo almacenar toda la información recopilada, en una base de datos de MySQL, con el propósito de mejorar el tiempo de respuesta y de atención del departamento de Tecnologías de la Información, en caso de que el servicio de Internet y de la red local falle, para evitar que la producción de una empresa se vea comprometida. A diferencia de otras aplicaciones de monitoreo de redes, con las pruebas realizadas con el sistema, este permite al usuario final realizar una clasificación por área para localizar más rápidamente errores y la ubicación exacta del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** FCAPS, infraestructura de red, intranet, mantenimiento de redes, sistema administrativo de nodos, scrum, software.

**ABSTRACT:** This article describes the process by which an administrative system of network nodes was developed in PHP, HTML5 and CCS3, which has the faculty to locate, through the telematic network infrastructure, all the nodes that are available in the network. The different areas of a company, in addition to knowing its current state of operation. Allowing to store all the information collected, in a MySQL database, in order to improve the response time and attention of the Information Technology department, in case the Internet service and the local network fail, to avoid that the production of a company is compromised. Unlike other network monitoring applications, with the tests performed with the system, this allows the end user to perform a classification by area to locate errors more quickly and the exact location of the same.

## KEYWORDS:

FCAPS, network infrastructure, intranet, network maintenance, administrative system of nodes, scrum, software.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las redes cableadas e inalámbricas son una parte fundamental en el funcionamiento y operación de una institución o empresa, que ofrecen una amplia gama de posibilidades al desarrollar aplicaciones y soluciones enfocadas a las nuevas tecnologías de la información y comunicación. [1]

Por lo cual, es importante considerar en el desarrollo del software, una metodología de trabajo que permita controlar de la manera más eficiente el ciclo de vida de un sistema, debido a que las metodologías tradicionales al ser lineales, no permiten desarrollar lo que realmente necesita la empresa, por lo que en base a eso se determinó que la ingeniería de software ágil representaba una alternativa rápida para cierto tipo de proyectos, que requieren poco tiempo para su elaboración y aplicación.

Motivo por el cual se optó por utilizar la metodología de desarrollo ágil scrum en la realización del sistema de administración

de redes para el soporte técnico y mantenimiento de redes, para la empresa de Buenaventura Autopartes S.A de C.V. debido a que la metodología permite realizar revisiones progresivas sobre el trabajo que se ha ido realizando con cada iteración, permitiendo realizar pruebas de rendimiento y sistemas desde el principio. De este modo, defectos críticos como problemas de integración se descubren antes y la calidad general del producto es mayor y el equipo funciona de manera más productiva durante el ciclo de desarrollo. [2].

El objetivo del sistema, es permitir al departamento de Tecnologías de la Información, el identificar a través de la infraestructura telemática de red, todos los nodos de los dispositivos que están interconectada a ella, para poder ubicar y conocer el estado operacional del nodo.

### Planteamiento del problema

Durante una práctica profesional de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales que se realizó en el semestre julio - diciembre 2016, en la empresa de Buenaventura Autopartes S.A de C.V., se detectaron varias áreas de oportunidad en las que el Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, podría colaborar directamente con el supervisor y coordinador del departamento de tecnologías de la información de la empresa anteriormente mencionada. Donde en su momento se notificó por parte del supervisor del departamento de TI, que no se contaba con algún tipo de sistema que les ayudara a desempeñar correctamente sus funciones de una manera más eficiente, esto debido a que la mayoría de las veces, cuando las áreas se comunicaban con el departamento, únicamente les reportaban que no tenían conexión a internet o que ya no podían comunicarse en red con el servidor y otras computadoras de la empresa para transferir archivos, algo que afectaba en la mayoría de las veces las líneas de producción. Donde se pudo identificar que el principal problema, era que el departamento de TI, al no contar con un manual de red y con los constantes cambios que sufrían las áreas en su organización de mobiliario y equipo, no sabían específicamente que dispositivo de red, es el que causaba la falla principal.

Provocando que se tuviera que revisar cada dispositivo, cableado y conectores hasta dar la raíz de problema, algo que en la mayoría de los casos consumía de una o dos horas de tiempo.

En base a esa necesidad que se pudo identificar, se optó por utilizar la metodología scrum, con el fin de aplicar el desarrollo ágil de software, que es mucho más viable para desarrollar en poco tiempo un sistema que permitiera identificar los nodos de red de toda la empresa.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema fue desarrollado con el lenguaje de programación PHP, utilizando como gestor de bases de datos MySQL, que son software libre. Además de implementar HTML5, CSS3 y JavaScript para el diseño y para mejorar la funcionalidad. Este sistema se enfocó en la empresa Buenaventura Autopartes S.A. de C.V. dentro del departamento de sistemas de tecnologías de la información, con el propósito de realizar pruebas del sistema, se seleccionaron 6 áreas de la empresa: producción, oficinas de producción, caseta, capacitación, obeya y pasillos durante el semestre agosto - diciembre 2016, además de la participación del encargado de área de sistemas y personal administrativo, los cuales son parte esencial del funcionamiento de la empresa.

Para desarrollar el sistema se manejó el método de desarrollo ágil de software Scrum, el cual se utiliza para minimizar los riesgos que se puedan presentar en el desarrollo de un proyecto, pero haciéndolo de manera colaborativa. Entre las ventajas que ofrece, es que es flexible y operativo al permitir la introducción de cambios en cada revisión que se realiza, manteniendo la productividad y calidad, al mantener un seguimiento diario de los avances del proyecto, respetando el trabajo del equipo de desarrollo.

Los principios de Scrum son congruentes con el manifiesto ágil y se utilizan para guiar actividades de desarrollo dentro de un proceso de análisis que incorpora las siguientes actividades estructurales: requerimientos, análisis, diseño, evolución y entrega. Dentro de cada actividad estructural, las tareas del trabajo ocurren con un patrón del proceso llamado sprint. El trabajo realizado dentro de un sprint se adapta al problema en cuestión y se define -y con frecuencia se modifica- en tiempo real por parte del equipo Scrum. [1]

En la figura 1, se muestra el flujo de trabajo que sigue este método.

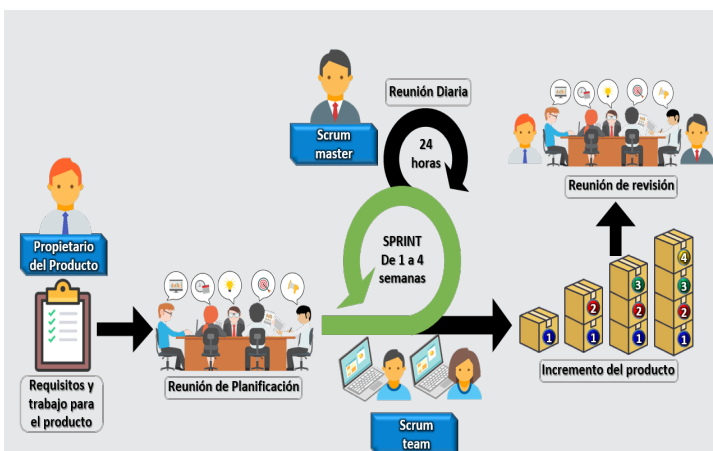


Figura 1. Método de Desarrollo Ágil Scrum.

## Desarrollo del Proyecto con Scrum

### 1. Requerimientos.

Dentro del departamento de sistemas de tecnologías de la información, se desarrolló una bitácora de las actividades que se llevaban a cabo por parte de los empleados, para dar atención y soporte técnico a las diferentes áreas de la empresa. Con el propósito de poder identificar las necesidades del área y detectar el problema a resolver. En esta etapa se tuvieron que desarrollar encuestas a los empleados de las diferentes áreas de la empresa, para conocer a fondo su opinión sobre el servicio, la forma y la rapidez de atención que les era proporcionado por parte del personal del departamento de sistemas de TI. Después de analizar las respuestas de los empleados, se tuvieron que realizar varias entrevistas al supervisor y coordinador del departamento de TI, para poder comprender algunas de las problemáticas que se presentaban comúnmente, al acudir a las áreas de la empresa, para resolver algún problema con la infraestructura de la red telemática. También fue necesario implementar el trabajo de campo, para poder observar a los empleados del departamento de sistemas de TI, para conocer el proceso que seguían para atender y brindar soporte a los empleados de la empresa.

### 2. Análisis.

En base a lo que se pudo percibir y detectar en la etapa anterior, se pudo determinar exitosamente la problemática del departamento y el impacto que se generaba en las otras áreas de la empresa. Además, se tuvo que realizar también un análisis de factibilidad técnico, operacional y económico, para ver la viabilidad del proyecto. Lo que permitió desarrollar una propuesta de solución basada en software, aprovechando la infraestructura telemática actual de la empresa, para poner en marcha dentro del proyecto, el desarrollo de un sistema. Para lo cual se determinaron las actividades a desarrollar con la propuesta que se recomendó al departamento de sistemas de TI, y se diseñaron los diagramas de caso de uso necesarios.

### 3. Diseño.

En esta etapa del proyecto, se consideró viable desarrollar 3 subsistemas que se describen a continuación:

#### A. Subsistema de Interfaz Web.

El propósito de este subsistema es permitirles a los usuarios autorizados del área de Tecnologías de la Información, que puedan acceder a un servidor web por medio de la red interna (Intranet) a través de cualquier dispositivo que cuente con un navegador de última generación.

Para ello, se realizaron pruebas en parte de la red cableada de la empresa Buenaventura Autopartes

S.A de C.V., para para identificar los diferentes nodos de red que se encuentren presentes. En la figura 2 se puede apreciar como esta estructura la red de la empresa y parte de los dispositivos intermedios de la misma.

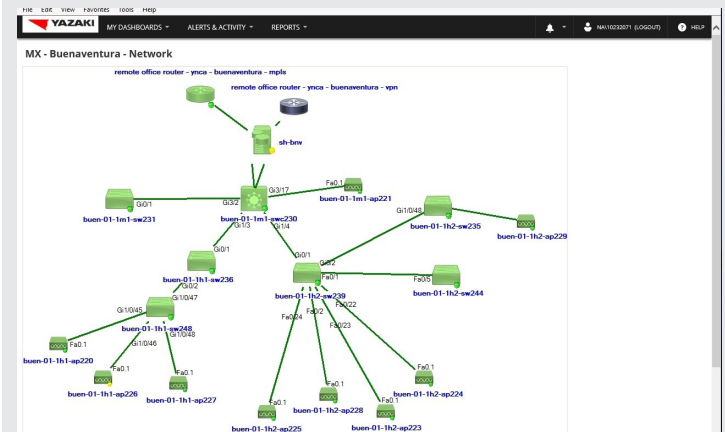


Figura 2. Diagrama de Red de Buenaventura Autopartes S.A. de C.V.

El sistema se desarrolló haciendo uso de los siguientes lenguajes: PHP, HTML5, CSS3 y Javascript. Dando flexibilidad para hacer mejoras constantes y adecuar la aplicación en los roles de usuario en base al diagrama de casos de uso que se puede apreciar en la figura 3.

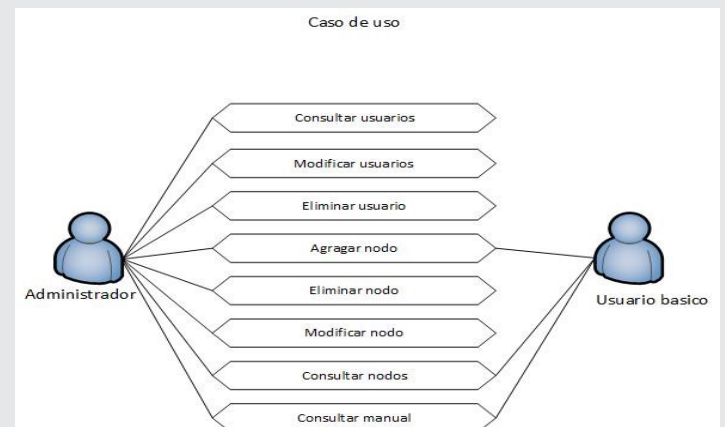


Figura 3. Diagrama de Casos de usos de los roles de usuario.

Posteriormente se tuvo que realizar un inventario físico de todos los nodos existentes de la empresa en cada una de las áreas, debido a que dentro de la empresa no se contaba con un manual de red que proporcionara la información necesaria y precisa. En la figura 4 se puede apreciar cómo están conformadas cada una de las áreas:

Una vez finalizado el inventario físico, se prosiguió con la creación del Esquema de Direccionamiento de los dispositivos intermedios más importantes de la infraestructura de red y de los que dependen la mayoría de las áreas.



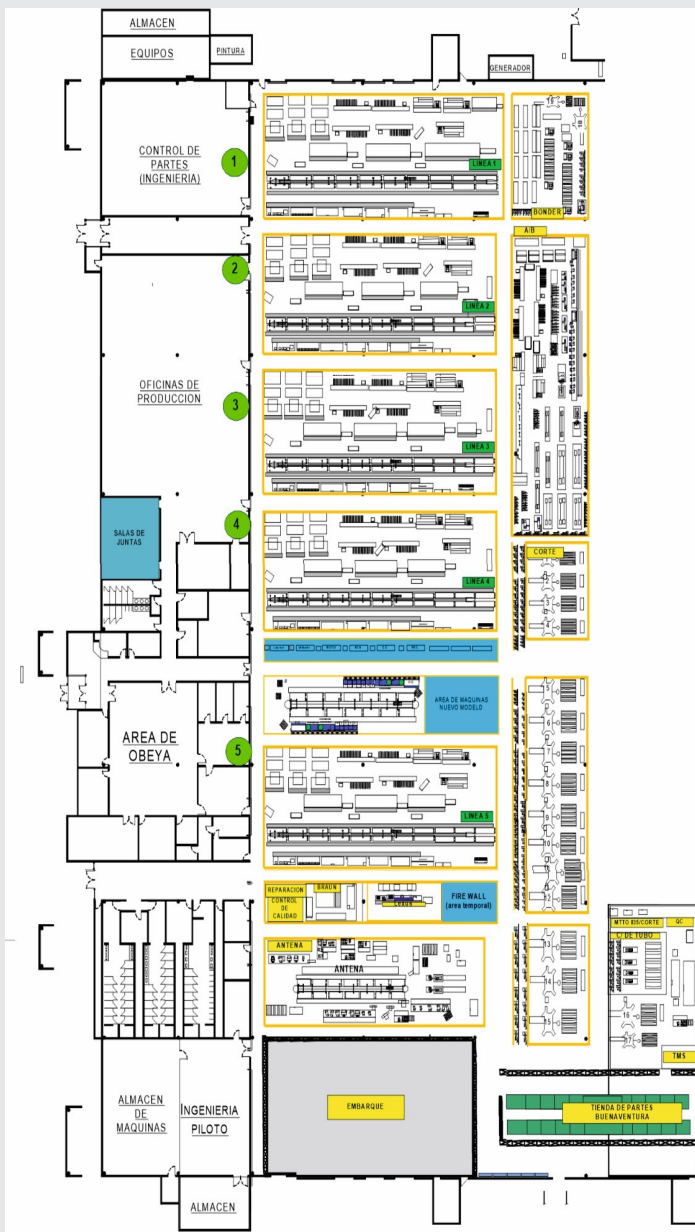


Figura 4. Plano de Planta Buenaventura Autopartes S.A de C.V.

En la Tabla 5, se puede ver el resultado obtenido:

## B. Subsistema de base de datos

El objetivo de este subsistema que fue creado con MySQL, es almacenar en una base de datos todos los nodos que se encuentran operativos de los diferentes dispositivos finales e intermediarios. Para facilitar el proceso de localización y clasificación de los nodos que se encuentran disponibles en las diferentes áreas de la empresa.

Otra de las funciones importantes de la base de datos es administrar y controlar las relaciones que existen entre las diferentes tablas que se clasifican de acuerdo al área de procedencia del nodo. En la figura 6, se puede apreciar cómo se estructuro y

relaciono la base de datos, para permitir distribuir la información de manera adecuada en base a la implementación y realización de las primeras pruebas.

Tabla 5. Esquema de direccionamiento del MDF, IDF1 e IDF2 de la Planta Buenaventura Autopartes S.A de C.V.

| Dispositivo                         | Etiqueta           | Interfaz | Dirección IP  |
|-------------------------------------|--------------------|----------|---------------|
| <b>MDF</b>                          |                    |          |               |
| Router CISCO 2911k9                 | Router-ynca        | FA0/1    | 172.31.100.3  |
| Riverbed Steelhead                  | Sh-bnv             | FA0/1    | 172.16.96.215 |
| Switch Cisco catalyst 4506-E        | Buen-01-1m1-swc230 | Gi3/2    | 172.16.96.230 |
|                                     |                    | Gi3/17   |               |
| <b>IDF1</b>                         |                    |          |               |
| Switch Cisco catalyst 2960-24tc-s   | Buen-01-1h1-sw236  | Gi0/1    | 172.16.96.236 |
|                                     |                    | Gi0/2    |               |
| Switch Cisco catalyst 29xxStack     | Buen-01-1h1-sw248  | Gi1/0/47 | 172.16.96.248 |
|                                     |                    | Gi1/0/45 |               |
|                                     |                    | Gi1/0/46 |               |
|                                     |                    | Gi1/0/48 |               |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP220  | FA0/1    | 172.16.96.220 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP226  | FA0/1    | 172.16.96.226 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP227  | FA0/1    | 172.16.96.227 |
| <b>IDF2</b>                         |                    |          |               |
| Switch Cisco catalyst 2960-24tc-s   | Buen-01-1h1-sw239  | Gi0/1    | 172.16.96.239 |
|                                     |                    | Gi0/2    |               |
|                                     |                    | FA0/1    |               |
|                                     |                    | FA0/2    |               |
|                                     |                    | FA0/22   |               |
|                                     |                    | FA0/23   |               |
|                                     |                    | FA0/24   |               |
| Switch Cisco catalyst 3550-24       | Buen-01-1h1-sw244  | FA0/5    | 172.16.96.244 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP225  | FA0/1    | 172.16.96.225 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP228  | FA0/1    | 172.16.96.228 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1210/1230 | Buen-01-1h1-AP223  | FA0/1    | 172.16.96.223 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1210/1230 | Buen-01-1h1-AP224  | FA0/1    | 172.16.96.224 |
| Switch Cisco catalyst 29xxStack     | Buen-01-1h1-sw235  | FA0/5    | 172.16.96.235 |
| ACCESS POINT Cisco AIR AP 1240      | Buen-01-1h1-AP229  | FA0/1    | 172.16.96.229 |

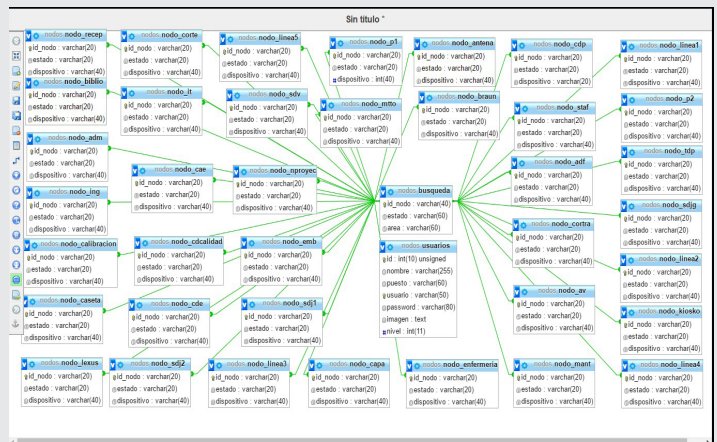


Figura 6. Modelo Entidad-Relación de la Base de Datos del Sistema Administrativo de Nodos de Red para el Soporte Técnico y Mantenimiento de Redes.

Permitiendo realizar búsquedas entre los diferentes nodos que se encuentran disponibles dentro de la empresa, mediante diferentes cuentas de usuario con la asignación de diferentes roles, para aplicar restricciones de búsqueda según el tipo de usuario

(Administrador, Soporte Técnico, Auxiliar, etc.) permitiendo tener un mejor control y seguridad de los datos.

Para poder cumplir con lo anterior, dentro de la base de datos se creó una tabla principal que contiene los datos más importantes de los usuarios que tendrán acceso exclusivo al sistema, estos datos son: id, nombre, puesto, usuario, password, imagen y nivel (permite identificar el rol con el que dispone el usuario)

## Los roles asignables son:

**Administrador:** Se le otorgan permisos para tener control total sobre el sistema para crear, modificar y eliminar cuentas, áreas, nodos, estado de los nodos, disponibilidad de nodos, etc.

**Soporte Técnico:** Se le asignaron permisos para permitir visualizar los nodos de las diferentes áreas de la empresa, generar reportes, realizar búsquedas avanzadas, reportar estado de los nodos y visualizar el Manual de Red.

**Auxiliar:** Se le asignaron permisos para realizar búsquedas avanzadas de cualquier nodo de red de las diferentes áreas y para consultar reportes.

Estos permisos pueden variar de acuerdo a las necesidades de la empresa. En el caso de este sistema, se creó una Tabla que permitiera filtrar las búsquedas en base al tipo de nodo, tipo de estado y el área correspondiente. Tal como se puede apreciar en el Modelo entidad-relación mostrado en la figura 6 que se utilizó para realizar las pruebas de aplicación y el diseño de la base de datos para el sistema.

En dicho modelo, podemos observar que hay varias tablas que corresponden a las diferentes áreas de la empresa, en la que se cuenta con un nodo de red, el estado en el que se encuentra y el dispositivo con el que se interconecta, con el fin de detectar rápidamente a través del sistema, donde se origina exactamente una falla y el área que en cuestión puede estar siendo afectada en sus operaciones, ya que el factor tiempo es sumamente importante para el desarrollo de las actividades de la empresa.

## C. Subsistema de GUI

Se realizó una interfaz gráfica de usuario, tomando en cuenta las sugerencias del supervisor del departamento de TI, con respecto al maquetado, estructura, colores, tamaño de letra e imágenes.

De forma inicial se contempló una pantalla de inicio de sesión, la cual aplicará un método de autenticación que permitirá el acceso para realizar acciones determinadas basadas en el rol que se le asignó a cada usuario en la base de datos, donde se encuen-

tran definidos los permisos y restricciones para tener ciertas opciones disponibles en el sistema.

El siguiente elemento es la pantalla del menú principal, la cual contendrá las opciones para realizar la búsqueda que será en base a los permisos que se asignaron a un determinado rol en base a cada usuario. Las pantallas de inicio de sesión y del menú principal se pueden observar en la figura 7 y la figura 8, respectivamente, en dichas secciones se analizó y determino como se llevaría a cabo el procesamiento de los datos, así como las interfaces para interactuar en lo relacionado a la etapa del diseño para generar la estructura del sistema y poder desarrollar la interfaz gráfica para permitir la fácil interacción con el usuario.

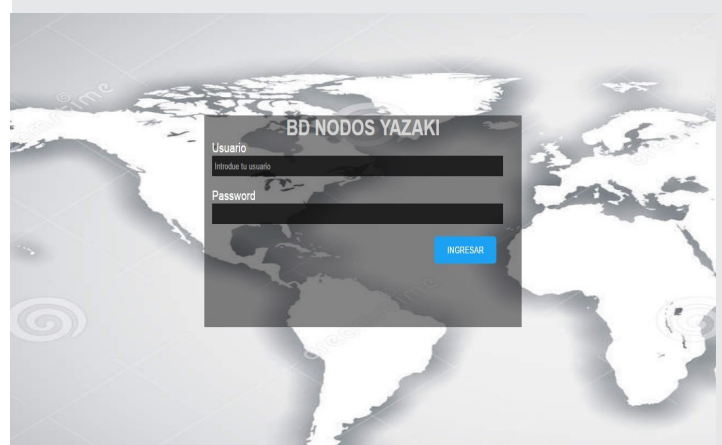


Figura 7. Pantalla de inicio de sesión del Sistema.

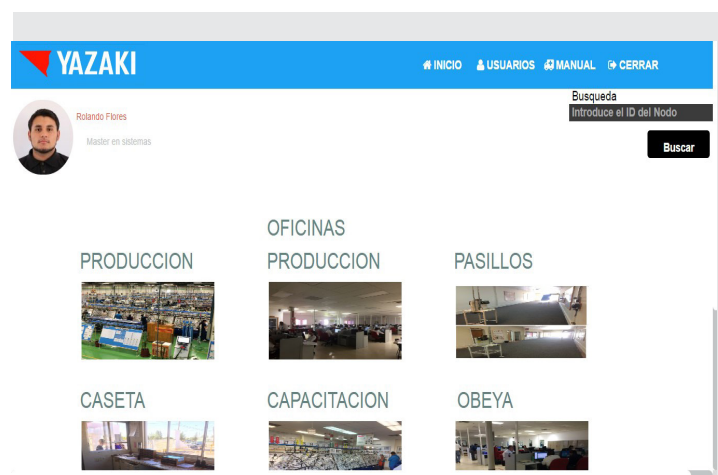


Figura 8. Pantalla del Menú Principal del Sistema

De esta forma el usuario, en base a su rol y privilegios, podrá utilizar el sistema para realizar rápidamente la búsqueda de cualquier nodo de red de la empresa, en las diferentes áreas o en caso de que exista una falla podrá tener conocimiento de donde específicamente proviene.

Hay que destacar que, durante el desarrollo de cada subsistema, se estuvieron realizando diversas pruebas, para poder validar y depurar el sistema.

#### 4. Evolución y Entrega.

Una vez finalizado un sprint, se muestra al cliente el resultado del trabajo realizado. Para generar una retroalimentación al respecto y volver al punto 2 hasta terminar el producto. En este caso se tuvieron que realizar 2 sprint y posteriormente se realizó la presentación del sistema al supervisor del departamento de TI, y jefes de las demás áreas de la empresa.

Posteriormente se realizó la capacitación de los empleados del departamento de TI durante el periodo de 1 semana, para verificar que el sistema estuviera funcionando correctamente. Por último, se entregó un Manual de Usuario y un Manual de Red Digital, para consulta.

### RESULTADOS

Para probar el funcionamiento del Sistema Administrativo de Nodos de Red para el Soporte Técnico y Mantenimiento de Redes, se implementó una computadora portátil Toshiba Tecra modelo C50 con sistema operativo Windows 10.

Después de haber puesto en funcionamiento el sistema dentro del departamento de TI, y de terminar con el periodo de capacitación del personal técnico, se pudo constatar que efectivamente se mejoró el tiempo de respuesta de atención en un 60%, gracias a que, a través del sistema, el personal técnico, podía identificar rápidamente que nodo de red es el que estaría presentando la falla, además de poder ubicarlo exactamente dentro del área que se vería comprometida.

Para llegar a ese resultado, fue necesario medir el tiempo de respuesta promedio que tardaba un técnico en identificar el nodo de red, ubicarlo y solucionar el problema, durante el periodo octubre – diciembre 2016 cuando aún no se contaba con el sistema y posteriormente repetir el proceso en el periodo enero – marzo 2017, pero esta vez, el personal estaría utilizando el sistema que se desarrolló. tal como se puede apreciar en la figura 9:

Posteriormente, el técnico podrá visualizar un área específica de la empresa, en donde podrá identificar a través de la simbología el mobiliario o equipo con el que cuenta el área. La figura 10 es un ejemplo de cómo se visualiza un área específica de la empresa cuando se ingresa con el rol de soporte técnico.

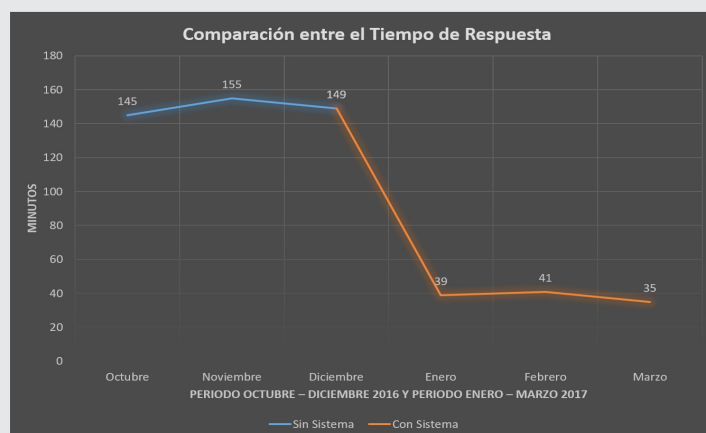


Figura 9. Gráfica Lineal donde se muestra la diferencia del tiempo de respuesta de un técnico que utiliza el sistema.

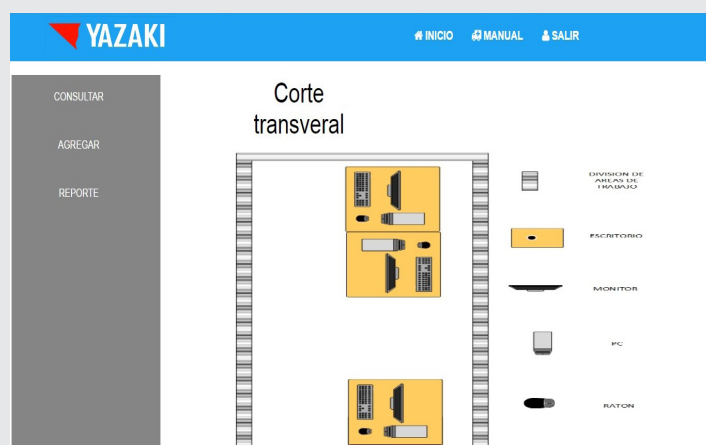


Figura 10. Pantalla del Área de Corte transversal con cuenta de usuario de soporte técnico.

En la figura 11, se puede visualizar la diferencia que existe en lo relacionado a los privilegios de administrador y en la cual se puede agregar, modificar, eliminar un nodo de red o generar un reporte.

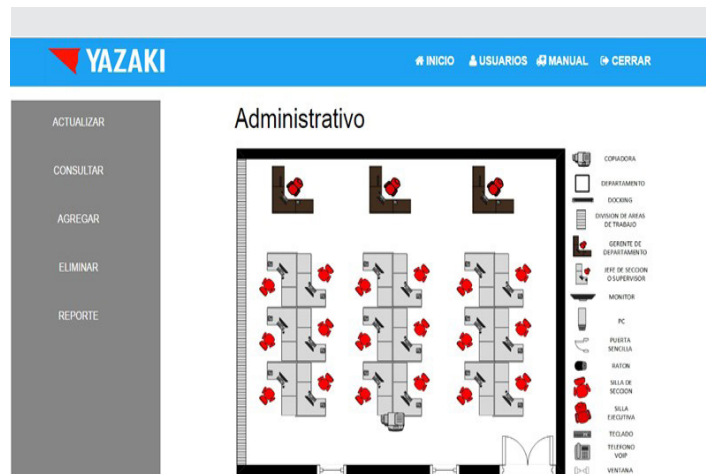


Figura 11. Pantalla del Área Administrativa cuando se utiliza la cuenta de administrador.

Por otro lado, se muestra en la figura 12 como el sistema muestra el resultado de la búsqueda de un



nodo en el área de corte transversal, especificándonos a que dispositivo pertenece y su estado actual de operación.

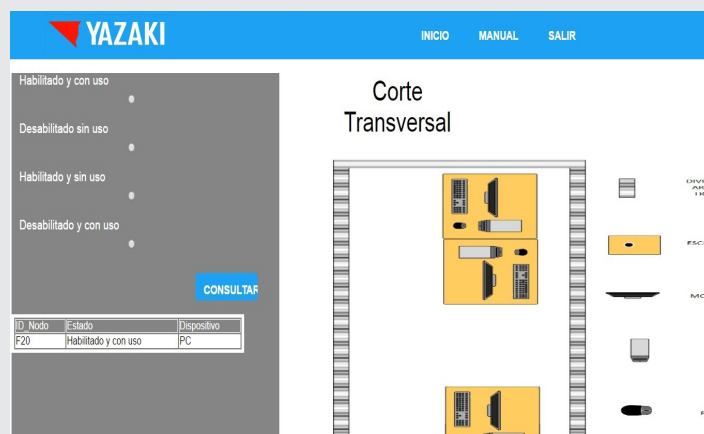


Figura 12. Pantalla del Área de Corte transversal donde se muestra la información del nodo.

Además, se puede observar en la figura 13 como se puede generar un reporte de un área específica para determinar que nodos se encuentran activos y cuáles no.

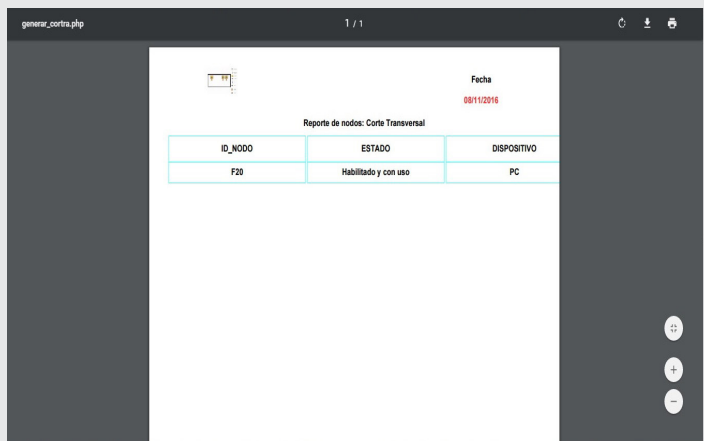


Figura 13. Visualización del Reporte de nodos que se generó del área seleccionada.

Gracias a esto, el área de soporte técnico podrá actuar de manera más eficiente en las diferentes áreas de la empresa, al tener conocimiento de donde se produce la falla exactamente y en qué tipo de dispositivo. Además, de permitir que el sistema se siga alimentando en su base de datos, de nuevas áreas y nodos de red que se requieran implementar e instalar en un futuro.

## CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentó un sistema administrativo de nodos de red, que permite ubicar rápidamente dentro de una empresa, donde se ubican exactamente los dispositivos finales e intermedios que forman parte esencial de la red de trabajo

y como se encuentra distribuida toda la infraestructura tecnológica.

Como bien sabemos, el factor tiempo es un punto crítico que impacta directamente en las actividades diarias de la planta Buenaventura Autopartes S.A. de C.V. debido a que es una maquiladora donde se fabrican arneses de grandes cantidades por día.

Y que, gracias a la implementación de este sistema, los tiempos de respuesta para ubicar y detectar fallas por parte del personal del área de soporte técnico, mejoraran considerablemente. Además de permitirles tener conocimiento de la red en general y ver áreas de oportunidad en caso de que se creen nuevas áreas.

Algo que podría ser aplicable dentro de otras instituciones o empresas que requieran tiempos de respuesta en soluciones de soporte técnico.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] S. Tanenbaum, A., & J. Wetherall, D. (2012). *Redes de Computadoras* (Quinta ed.). México: Pearson Educación.

[2] S. Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software un enfoque práctico* (Séptima Edición ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.

[3] Cobo Ángel, P. G. (2005). *PHP y MYSQL Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. España: Díaz de Santos.

[4] Barcelo Ordinas, J. M., Íñigo Grieria, J., Llorente Viejo, S., Marquès i Puig, J. M., Martí Escalé, R., Peig Olivé, E., & Perramon Tornil, X. (2008). *Protocolos y aplicaciones Internet*. Barcelona: Editorial UOC.

[5] España Boquera, M. C. (2008). *Servicios avanzados de telecomunicación*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

[6] Gauchat, J. D. (2012). *El gran libro de HTML5, CSS3 y Java Script*. Barcelona: Marcombo, S.A. 2012.

[7] Íñigo Grieria, J., Barceló Ordinas, J. M., Cerdà Alabern, L., Peig Olivé, E., Abella i Fuentes, J., & Corral i Torruella, G. (2008). *Estructura de redes de computadoras*. Barcelona: Editorial UOC.

[8] Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2014). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson.

[9] LANCKER, L. V. (2013). *HTML y CSS3 Domine los estándares de las aplicaciones web*. Barcelona: 2 edición.

[10] Lancker, L. V. (2014). *jQuery El framework JavaScript de la Web 2.0*. Cornellá de Llobregat (Barcelona): Ediciones ENI.

[11] López Quijado, J. (2007). *DOMINE PHP y MySQL Programación dinámica en el lado del servidor*. Alfaomega grupo editorial S.A. de C.V.

[12] McClure, S., Scambray, J., & Kurtz, G. (2003). *Hackers 4: secretos y soluciones para la seguridad de la red*. España: McGraw-Hill.

[13] Romero Ternerero, M. D., Barbancho Concejero, J., Benjumera Mondéjar, J., Rivera Romero, O., Ropero Rodríguez, J., Sánchez Antón, G., & Sivianes Castillo, F. (2014). *Redes Locales*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

[14] Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2006). *Fundamentos de bases de datos*. McGraw-Hill.

[15] Solís, I. E. (2015). *Programacion web con CSS, JavaScript, PHP y AJAX*.

[16] Spona, H. (2010). *Programación de Base de Datos con MySQL y PHP*. Marcombo.