



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Soporte a la operación de
Corporativo en el ramo del
diagnóstico clínico y
molecular**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero en Computación

P R E S E N T A

Luis Manuel Rodríguez Contreras

ASESOR DE INFORME

Ing. Alberto Templos Carbajal



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

Agradecimientos

A mi Mamá

Quién siempre creyó en mí y aún me sigue motivando a seguir adelante, ahora como mi ángel de la guarda.

A mi Papá

Con su ejemplo y su aliento para no dejarme vencer.

A Marina

Por ser mi motivación para ser mejor persona y ser la luz en mis momentos más oscuros.

A mis Hermanas Doris y Elisa, a mi Hermano César

Por su cariño y apoyo incondicional.

A la QFB Rebeca Miramontes y al QFB Héctor Delgado

No hay palabras para decir lo que significan para mí. Agradecer su comprensión, apoyo y confianza durante tantos años.

A todos los miembros de mi familia, que me han brindado su cariño y que no han dejado de creer en mí: mis hijos Alain y Aline; mis sobrinos Paola, Hugo, Edgar, Fer, Elisita y Danielita; mis nietos Alain, Omar, Nina, Saúl y Emilio. Tía Ema, Laura, Laurita y Memo, Aida, Tía Estela, Nando, Jorge, Miguel, Víctor y Daniel.

Y todos los que faltan, a todos Gracias.

Al Ing. Alberto Templos, sin su apoyo y comprensión simplemente este trabajo de titulación no hubiera sido posible.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería, que me exigieron y sentaron las bases para que pudiera asimilar y entender las nuevas tecnologías, así como las plataformas con las que me fui encontrando a través de mi ejercicio profesional.

Contenido

Introducción	1
Capítulo I.	4
DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. y su entorno en México.....	4
1.1 Historia	4
1.2 Misión.....	5
1.3 Visión.....	6
1.4 Departamento de Informática en DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.	6
Capítulo II.	7
Departamento de informática.....	7
2.1 Gerencia de informática	8
2.2 Ingeniero sistemas.....	9
2.3 Auxiliar sistemas.....	9
Capítulo III.	11
Desempeño del alumno en DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.	11
3.1 Descripción del problema.....	11
3.2 Tecnologías utilizadas.....	12
3.2.1 GNU/LINUX.....	12
3.2.2 Servidor Web Apache	13
3.2.3 Gestor de base de datos MySQL	13
3.2.4 Lenguaje de programación PHP.....	14
3.2.5 Modelo Espiral.....	15
3.2.6 Uso de script Shell para automatización de tareas	17
3.3 Implementación del Sistema HelpDesk	18
3.3.1 Arquitectura	18
3.3.2 Requerimientos de hardware	23
3.3.3 Requerimientos de infraestructura de red	25
3.3.4 Requerimientos para desarrollo	25
3.3.5 Desarrollo	26

3.3.6	Licenciamiento	27
3.3.7	Liberación	27
3.3.8	Manejo de respaldos	29
Capítulo IV.....		30
Análisis final		30
4.1	Situación después de la implementación del sistema HelpDesk	30
4.2	Resultados	30
Conclusiones		31
Anexo 1. Pantallas de la aplicación en dispositivo móvil		32
Anexo 2. Pantallas de Código de la aplicación.....		34
Glosario		36
Bibliografía		37

Introducción

Con el advenimiento de nuevas tecnologías en el campo de la biología molecular y el reto de integrarlas en las instituciones de salud en México, surge en el año 2010 una alianza integrada por tres empresas que llamare **Diagnóstico Clínico S.A. de C.V.** (especializada en diagnóstico clínico), **Diagnóstico Molecular S.A. de C.V.** (especializada en diagnóstico utilizando biología molecular) y **Laboratorio de Alta Especialidad S.A. de C.V.** (laboratorio que realiza las pruebas tanto de diagnóstico clínico como molecular).

DIAGNÓSTICO CLÍNICO S.A. DE C.V. nace el año 1989 y se especializa el diagnóstico clínico convencional como proveedor de equipos, reactivos, y asesoría en el uso e implementación de metodologías para ensayos de laboratorio en los campos de biología molecular, química clínica, hematología, histocompatibilidad y carga viral. DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. surge en el año 2002 con el objetivo de brindar asesoría técnica y capacitación de alta especialidad para el diseño, construcción y equipamiento de laboratorios para el diagnóstico molecular, diagnóstico fitosanitario y huella génica. LABORATORIO DE ALTA ESPECIALIDAD S.A. DE C.V. se establece en 2008 como un laboratorio de alta especialidad clínica y molecular, integrando la tecnología de vanguardia de DIAGNÓSTICO CLÍNICO S.A. DE C.V. y DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.

Es en DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V., donde recibo la oportunidad de desempeñarme desde el año 2009 como Gerente de Informática, y en donde he venido desarrollando diferentes actividades relevantes para mi ejercicio profesional, tales como soporte de cómputo general, servicios de hosting, administración de servidores Windows y Linux, administración de bases de datos MySQL y SQL Server, administración y soporte del sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) Sap Business One, así como desarrollo de aplicaciones en plataforma LAMP (Linux – Apache, MySQL – PHP) para soporte a la operación de la empresa. Es esta última actividad la que abordo como tema principal en este informe ya que el desarrollo de aplicaciones utilizando software libre, significa para la pequeña y mediana empresa (PyME) en México un medio para ahorrar en costos de licenciamiento, además de solventar sus necesidades operativas. Es de esta manera que las PyME pueden afrontar retos que involucran a las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), aprovechando al máximo la infraestructura con la que cuentan y sin que esto signifique un desembolso económico que con otras plataformas se puede tornar prohibitivo o bien significar un gasto que ponga en riesgo los procesos principales de las empresas.

El proyecto llamado **HelpDesk** comenzó a desarrollarse en 2010 como un sistema de seguimiento de casos levantados por incidencias que se presentaban en la

construcción y mantenimiento de los laboratorios de diagnóstico fitosanitario de una institución de salud del gobierno federal.

En 2011, la Gerencia de Servicio de DIAGNÓSTICO CLÍNICO S.A. DE C.V. externa su necesidad de un sistema que le permita dar seguimiento a las diferentes incidencias como parte de su soporte preventivo y correctivo, así como tener una base de clientes, sedes y equipos que le permitiera identificar la ubicación de los diferentes equipos de diagnóstico instalados en las diferentes instituciones que forma parte de la cartera de clientes de DIAGNÓSTICO CLÍNICO S.A. DE C.V. Es así como el sistema de seguimiento de incidencias evoluciona a un sistema **HelpDesk**, que ha permanecido en evolución continua y comprende el proyecto del informe del ejercicio profesional que aquí presento.

Periodo	Puesto	Institución/Empresa	Funciones
1996 - 2004	Técnico	Facultad de Medicina, UNAM	Configuración de red para equipos de cómputo de la Unidad de Información para Investigación y Posgrado de la Facultad de Medicina, así como de las aulas de cómputo de Fundación UNAM ubicadas en los Institutos que tenían convenio con la Facultad. Desarrollo del sitio web de la Facultad de Medicina, así como Institutos que tenían convenio con la Facultad, utilizando HTML y programación en javascript, perl, php. Soporte técnico a usuarios de la UIIP. Docencia, impartiendo y apoyando en cursos impartidos en el aula de cómputo de la Facultad de Medicina.
2000 - 2009	Gerente de TI	Internet Sales Systems	Administración de servidores Linux RedHat y FreeBSD para proveer servicios de hosting web, correo electrónico, FTP, base de datos MySQL y aplicaciones perl y php. Configuración de servidor web apache y sendmail y Qmail para correo electrónico. Administración de servidor Windows 2000 para proveer servicio web, FTP, base de datos MySQL y SQL Server y aplicaciones ASP y PHP. Configuración de IIS. Desarrollo de aplicaciones Web e interfaces varias utilizando lenguajes asp, php, perl, y utilizando bases de datos SQL Server, Oracle, DB2, MySQL. Uso en general de tecnologías relacionadas con Internet, como SSH, OpenSSL, desarrollando soluciones varias.

2001 -	Director	Ahaw Networks	Proveedor de servicios Web y Correo electrónico utilizando Parallels PLESK. Registro de dominio en NIC México (Akky) y Network Solutions.
2009 -	Gerente de Informática	DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.	Desarrollo de aplicaciones web en plataforma LAMP para soporte a la operación. Configuración y soporte a usuarios de correo electrónico del corporativo. Desarrollo de los sitios web del Corporativo. Administración y soporte técnico a usuarios del sistema ERP SAP Buisness One. Administración de servidor Windows 2008 para plataforma SAP Business One, SQL Server 2008, Servicios de acceso remoto, servicios de archivo y respaldos. Administración de servidor Windows 2012 para proveer servicio virtual mediante Hyper-V. Adminstración de servidor Windows 2008 virtual para disponer clientes remotos a SAP Business One. Administración de servidor Windows 2008 para proveer servicios virtuales mediante Hyper-V Administración servidor Linux Virtual con Fedora Redhat para proveer servicio de FTP y servicios Web para soporte a la operación. Adminstración red local en locación San Jerónimo del Corporativo, utilizando router en modo bridge Huawei y router NetGear. Switch Dell y Cisco para servicio internet redundante.

Cuadro 1. Funciones durante el ejercicio profesional

Capítulo I.

DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. y su entorno en México

1.1 Historia

DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. surge en el año 2002 con el objetivo de brindar asesoría técnica y capacitación de alta especialidad para el diseño, construcción y equipamiento de laboratorios para el diagnóstico molecular, diagnóstico fitosanitario y huella génica.

En sus inicios se convierte en distribuidor exclusivo de marcas estratégicas para el mercado de biología molecular, siempre poniendo especial énfasis en su servicio postventa, como asesoría, además de contar con personal altamente calificado siempre en busca de propuestas que permitan dar solución a los diferentes problemas de investigadores a nivel nacional.

Es en 2009 durante el brote del virus H1N1 en México, que el Gobierno Mexicano urge la necesidad de contar con laboratorios de construcción rápida que cumpla con los estándares y normativas de seguridad BSL2 y BSL3¹. Es durante este tiempo que DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. gana licitación debido a su innovador concepto de construcción y de laboratorios mediante paneles, derivado de esta innovadora solución DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. ve su mayor crecimiento durante esta etapa.

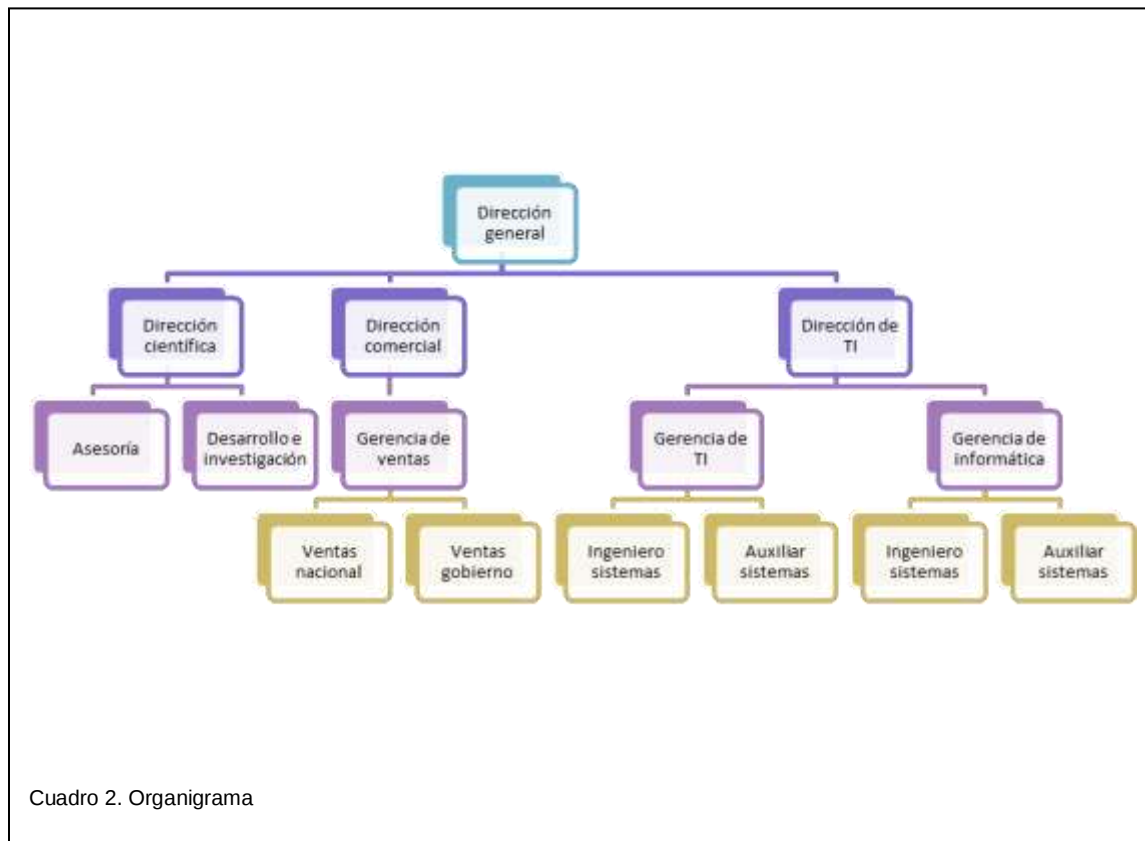
De 2011 a la fecha, DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. ha participado en diferentes proyectos que van desde construcción de laboratorios especializados para hematología, hasta bancos de leche.

En 2012, derivado del crecimiento y de nuevas exigencias para poder licitar, DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. consigue su certificación ISO 9001:2008². Identificar procesos, generar formatos e instructivos, permitieron a DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V., además de agilizar su distribución de equipo y reactivo, le permitieron identificar problemas, así como oportunidades de mejora, de forma que optimizó el desarrollo de proyectos, así como la atención a clientes.

¹ Center for Disease Control and Prevention. [Online] 05 23, 2016.
http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/bmbl5_sect_iv.pdf#x2013.

² International Organization for Standardization. [Online] [Cited: 12 03, 2015.]
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486.

Los retos en salud, tales como diagnóstico oportuno de diversas enfermedades tanto conocidas como nuevas, hacen que DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. esté en permanente evolución, integrando innovadoras tecnologías y apoyando a los investigadores en México, no solo a conocerlas sino a utilizarlas.



Es labor del personal de DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. capacitar y asesorar para explotar al máximo el potencial de los equipos adquiridos por sus clientes y estos se vean beneficiados en su aplicación en diferentes proyectos de salud en México.

1.2 Misión

La misión de DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V., es atender las necesidades y desarrollar las oportunidades de transferencia de tecnología, vinculación académica y científica, impulsando el crecimiento de áreas de trabajo especializadas en los diferentes campos de acción de la Biología Molecular, proporcionando a nuestros clientes servicios y productos de calidad generando un alto nivel económico a sus accionistas, promoviendo un ambiente laboral de desarrollo tanto profesional como personal; con un sentido de ética y responsabilidad hacia la sociedad y el medio ambiente.

1.3 Visión

Hacer de DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. la empresa líder en el diseño, desarrollo e innovación de soluciones integrales para ensayos de biología molecular de alta especialidad, con estándares internacionales en instituciones de salud humana, investigación y agropecuaria, así como, en la industria farmacéutica, alimentaria y de biotecnología

1.4 Departamento de Informática en DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.

En sus inicios DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V., cuenta con un departamento de tecnologías de información y comunicaciones, básicamente como soporte técnico para personal de la empresa, infraestructura de red, antivirus, ofimática y telefonía.

En 2009, derivado del crecimiento de la empresa, surge la necesidad de hacer desarrollos de software a la medida de la empresa, es así como nace el Departamento de informática, enfocado al desarrollo de software en su mayoría aplicaciones web en plataforma LAMP³. En un principio el Departamento constaba de 2 personas, actualmente cuenta con 5 personas. En el cuadro 2 se muestra al departamento de informática dentro del organigrama de la empresa

³ Professional LAMP, Linux, Apache, MySQL and PHP5 Web Development. [Online] [Cited: 11 17, 2015.] <http://shop.oreilly.com/product/9780764597237.do>.

Capítulo II.

Departamento de informática

El departamento de informática consta de 3 perfiles de puesto, es el de Gerencia de informática en el que me he desempeñado desde 2009, en dicho puesto he realizado diferentes funciones propias del soporte a la operación que incluyen desde soporte técnico hardware y software, hasta desarrollo de aplicaciones a la medida solicitadas por las diferentes áreas.

Hasta el año 2009 la empresa contaba con una gerencia de TI, enfocada al soporte técnico a nivel hardware, a los usuarios en aplicaciones de ofimática, y a la continuidad de mantener la infraestructura de red y comunicaciones, cabe mencionar que el soporte técnico también incluye a clientes. En ese mismo año que se abrió la gerencia de informática, con el fin de cubrir las necesidades en cuanto a desarrollo de aplicaciones a la medida y de soporte a sistema ERP SAP Business One.

La inversión en el sistema ERP implicó un gasto fuerte a la empresa, por lo que Dirección decidió ya no adquirir cualquier otro software, en su lugar las solicitudes de software se canalizaron al Departamento de informática para su desarrollo, fue así que definí como directrices, seguir el uso de software Open Source⁴ bajo licenciamiento GNU o equivalente, por lo que todos los desarrollos se hicieron bajo plataforma LAMP:

- LINUX
- APACHE
- MySQL
- PHP

A continuación, una descripción de dichos perfiles que precisé para el personal a contratar y poder desarrollar en dicha plataforma, así como cubrir las tareas del día a día de soporte a usuarios, en dichos perfiles incluyo la formación necesaria en cuanto a conocimientos y las funciones a realizar dentro de la empresa.

⁴ Open Source Initiative. [Online] [Cited: 06 22, 2015.] <https://opensource.org/about>.

2.1 Gerencia de informática

Formación:

- Interpretación básica de la Norma ISO 9001:2008.
- Manejo eficiente de paquetería Microsoft Office.
- Manejo de sistemas operativos (Windows, Windows Server 2003-2008, Linux, Mac OS)
- Inglés 70%. Tener conocimientos suficientes para traducir inglés a español.
- Dominar al 100% al menos un lenguaje de Programación.
- Conocimiento lenguaje PHP
- Conocimiento lenguaje SQL
- Administración de servicio Web
- Administración de bases de datos SQL Server y MySQL
- Administración de servicio FTP
- Administración de servicio de correo electrónico QMAIL
- Conocimiento de plataforma de desarrollo LAMP (Linux Apache MySQL PHP)
- Administración de dominios.
- Conocimiento plataforma SAP Business One
- Conocimiento básico en comunicaciones (conmutadores, routers, switch, etc.)

Funciones:

- Soporte a Usuarios Internos. Desarrollo de consultas, configuración, parametrización de Sistema SAP Business One.
- Desarrollo de Sistemas. Desarrollo de aplicaciones requeridas por los departamentos del Corporativo que sean necesarias como parte del soporte a la operación.
- Administración de Servidores. Administración Servidores Windows 2003-2008, Servidores Linux (DNS, DHCP, Correo, Web, FTP, etc.), monitoreo de procesos, *logs*, configuraciones varias, manejo y administración de respaldos.
- Administración de servicio hosting. Programación del contenido de página Web, administración de cuentas FTP y correo electrónico.
- Soporte Equipos, Redes y Comunicaciones en Oficina San Jerónimo
- Revisión de equipos de los usuarios que requieran soporte.
- Revisión y configuración de equipos en red local.
- Revisión y configuración básica de equipos de telefonía.
- Revisión periódica planta de luz.
- Supervisión de equipo de impresión, administrar toners y botes residuales.
- Revisión de sistema de seguridad CCTV.
- Supervisión de operación adecuada del **site**.

2.2 Ingeniero sistemas

Formación:

- Interpretación básica de la Norma ISO 9001:2008.
- Manejo eficiente de paquetería Microsoft Office.
- Manejo de sistemas operativos (Windows, Windows Server 2003-2008, Linux, Mac OS)
- Inglés 70%. Tener conocimientos suficientes para traducir inglés a español.
- Dominar al 100% al menos un lenguaje de Programación.
- Conocimiento lenguaje PHP
- Conocimiento lenguaje SQL
- Administración de servicio Web
- Administración de bases de datos MySQL
- Conocimiento de plataforma de desarrollo LAMP (Linux Apache MySQL PHP)
- Conocimiento básico de sistema ERP SAP Business One
- Conocimiento básico en comunicaciones (conmutadores, routers, switch, etc.)

Funciones:

- Soporte a Usuarios Internos. Desarrollo de consultas, configuración, parametrización de Sistema SAP Business One.
- Desarrollo de Sistemas. Desarrollo de aplicaciones requeridas por los departamentos del Corporativo que sean necesarias como parte del soporte a la operación.

2.3 Auxiliar sistemas

Formación:

- Manejo eficiente de paquetería Microsoft Office.
- Manejo de sistemas operativos (Windows, Windows Server 2003-2008, Linux, Mac OS)
- Tener conocimientos suficientes para traducir inglés a español.
- Conocimiento lenguaje PHP
- Conocimiento lenguaje SQL

Funciones:

- Soporte a Usuarios Internos. Desarrollo de consultas, configuración, parametrización de Sistema SAP Business One.

- **Desarrollo de Sistemas.** Desarrollo de aplicaciones requeridas por los departamentos del Corporativo que sean necesarias como parte del soporte a la operación.

El departamento ha desarrollado distintas aplicaciones web que se han integrado a la intranet del corporativo, desde gestión de documentos, hasta aplicaciones para análisis de datos.

En 2009 se desarrolla sistema **HelpDesk** para el manejo de casos de soporte solicitados por proyecto de implementación de 10 laboratorios para una dependencia de gobierno.

En 2011 el Departamento de soporte técnico a clientes de la empresa urge la necesidad de un sistema que le permita llevar un control de mantenimientos preventivos y correctivos, así como tener indicadores de tiempos de respuesta a los casos reportados al centro de atención telefónica.

Debido al costo de los sistemas **HelpDesk** en el mercado, el gerente de dicho departamento se reúne conmigo y se establece un plan de trabajo para integrar las funcionalidades que requeridas por dicho departamento al sistema **HelpDesk** existente, es así como este evoluciona de un sistema de seguimiento de incidencias, a un sistema **HelpDesk** que permite el control de tiempos de respuesta, reporte de indicadores, alertas a clientes e ingenieros, inventario, programación automática de mantenimientos preventivos entre otras funcionalidades.

Capítulo III.

Desempeño del alumno en

DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V.

3.1 Descripción del problema

Debido al crecimiento de la empresa, así como la importancia de cumplir con los compromisos establecidos en los diferentes contratos con instituciones de salud, la gerencia de servicio post venta, urge la necesidad de llevar un registro de los casos de mantenimiento preventivo y correctivo, que le permitan llevar un control que le permita planear, programar y cumplir en tiempo y forma los trabajos a realizar con los diferentes clientes. El objetivo es cumplir con la total satisfacción del cliente, y para ello se debe contar con una base de datos donde se registre cada uno de los casos, donde se identifique el tipo de incidencia y tiempos de solución, de forma que al final pueda obtener indicadores que le permitan identificar patrones en los problemas que se presentan, erradicarlos, o bien corregir y mejorar procesos que ayuden a que nuestros clientes sepan que cuentan con una atención profesional especializada y personalizada, siempre con el objetivo de solucionar los problemas que se les presenten.

El sistema comercial **HelpDesk** evaluado por la gerencia de soporte técnico, cuya cotización se estimó en aproximadamente \$300,000.00 podría ser justificación suficiente, no era posible para la empresa hacer un desembolso de esa magnitud, por dos situaciones, la primera era que acababa de invertir una cantidad mucho mayor para la implementación del sistema ERP Sap Business One, y la otra es que se vivía un periodo de cautela a nivel financiero.

Otros dos aspectos, justificarían por completo el desarrollo “in house” del sistema **HelpDesk**:

- Ingeniería del software.
- Norma ISO 9001:2008

El enfoque de la ingeniería del software, en cuanto a reutilización de código fue sin duda un punto importante, el desarrollo del sistema **HelpDesk** no partía de cero, se contaba con una base que además estaba estructurada de forma modular, lo que permitiría agregar los módulos que fueran necesarios sobre esa misma estructura. Además, aprovechar la infraestructura tecnológica con la que contaba la empresa,

así como la plataforma LAMP ya establecida, ayudaría a tener listo el sistema en tiempo y forma.

La certificación ISO 9001:2008, proceso por el cual tendría que atravesar las empresas DIAGNÓSTICO MOLECULAR S.A. DE C.V. y DIAGNÓSTICO CLÍNICO S.A. DE C.V. en el año 2012, justificaba el desarrollo. Tener control de la programación y la base de datos, sin tener que recurrir a terceros para cualquier adición al software, significaba que el sistema permitiría explotar la información para obtener indicadores mandatorios por la norma para el proceso de servicio post venta. Nuevamente aplicando la ingeniería del software, en cuanto a obtener un sistema escalable que permitiera crecerlo dependiendo de las necesidades.

En resumen, el ahorro en costos, aprovechar la infraestructura existente, la reutilización de código y tener un sistema escalable fueron los puntos fundamentales que justificaron el desarrollo del sistema **HelpDesk** que tratare en este informe y cuyos objetivos principales fueron:

- Desarrollo de sistema **HelpDesk** que permita el registro y trazabilidad de las diferentes incidencias reportadas por los clientes a través del departamento de atención a usuarios de la gerencia de servicio post venta.
- Uso de metodología que permita la escalabilidad del sistema de acuerdo al crecimiento de clientes y nuevas necesidades de la gerencia de servicio post venta o de la Dirección.
- Uso metodología que permita la interoperabilidad con otros sistemas de la empresa, en particular SAP Business One.
- Cumplir con el índice de satisfacción del cliente, de acuerdo al sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008 de la empresa.
- El sistema deberá observar lo especificado en la norma ISO/IEC 29110.

3.2 Tecnologías utilizadas

Todas las tecnologías utilizadas para el desarrollo del software **HelpDesk** fueron Open Source y se enlistan a continuación.

3.2.1 GNU/LINUX

GNU⁵ es un proyecto que inicio en 1984 y cuyo objetivo era obtener un sistema operativo libre de tipo UNIX, el núcleo de tal sistema fue LINUX el cual fue liberado por Linus Torvalds en 1992. Fue así como



⁵ El sistema operativo GNU. [Online] [Cited: 10 16, 2015.] <http://www.gnu.org/>.

empezaron a surgir diferentes distribuciones de sistema operativo GNU/LINUX, si bien la mayoría lo refiere como solo LINUX, LINUX es solo la parte que permite el arranque y asigna los recursos a los demás programas en ejecución. GNU/LINUX incluye diferentes librerías y programas que conforman el sistema operativo, tales como Glibc, OpenSSL, grub, etc.⁶

Derivado de mi experiencia para la implementación de servicios de correo electrónico y sitios web, utilizando PLESK⁷ bajo Red Hat, opte por para el ambiente de desarrollo por la distribución Fedora⁸ como sistema operativo, Fedora es la versión Open Source de Red Hat y tiene ya aproximadamente 15 años desde su lanzamiento inicial en 2003. Hay un gran número de repositorios que hacen de este sistema una buena elección para obtener servicios, funciones y conectores a base de datos sin costo.



La implementación en productivo se hizo en Red Hat Enterprise Linux Server.

3.2.2 Servidor Web Apache

Originalmente desarrollado como un demonio por Rob McCool en el Centro Nacional para Aplicaciones de Supercomputo de la Universidad de Illinois (NCSA), el servidor HTTP era el servidor web más popular en 1995. Este proyecto fue mantenido y actualizado por un grupo de voluntarios e integrado como parte del Apache Software Foundation⁹ en 1999.



Hay una gran variedad de servidores Web, nuevamente mi experiencia en los servicios de hosting me inclinó por el Apache HTTP Server, el cual cuenta con gran estabilidad y disponibilidad de parches de seguridad y documentación. Su sencillez para configurar, así como su manejo de logs fueron parte fundamental en la elección de este servidor web.

3.2.3 Gestor de base de datos MySQL



⁶ Redhat, Open source communities. [Online] [Cited: 06 27, 2015.] <https://www.redhat.com/en/open-source/communities>.

⁷ Plesk, The power controlled. [Online] [Cited: 01 18, 2016.] <https://www.plesk.com/>.

⁸ <https://getfedora.org/> Fedora. [Online] [Cited: 05 12, 2015.] <https://getfedora.org/>.

⁹ The Apache. Software Foundation. [Online] [Cited: 01 23, 2016.] <http://www.apache.org/>.

MySQL v3.11¹⁰ se libera en el año 1995 y es el resultado del esfuerzo de unir UNIREG, herramienta desarrollada por Michael Widenius en 1979 con mSQL desarrollado por David Hughes, como una iniciativa de la empresa sueca TcX que requería una base de datos robusta para el desarrollo de aplicaciones web.

Debido al éxito de esta base de datos en el desarrollo de aplicaciones web, en 2008 Sun Microsystems adquiere MySQL, y en 2009 Sun es adquirido por Oracle. Aún sigue disponible para descarga la versión open source llamada Mysql Community.

Al instalar, existen diferentes opciones de MySQL, opte por la MySQL MyISAM debido a que ser la opción básica no consume muchos recursos de memoria y cpu en servidor, además que para el desarrollo no se contemplaron store procedures, únicamente las 4 instrucciones básicas de SQL que son las mínimas suficientes para cualquier aplicación web y que son: SELECT, INSERT, UPDATE y DELETE.

3.2.4 Lenguaje de programación PHP



PHP¹¹ tiene sus orígenes en el año 1994 de un producto llamado PHP/FI en referencia a “Personal Home Page Tools”, proyecto personal realizado por Rasmus Lerdorf y que era conformado por ficheros binarios tipo CGI (Common Gateway Interface).

En 1995 Rasmus publica el código fuente lo que origina una extensa colaboración de desarrolladores de todo el mundo y cuyo esfuerzo da como resultado en 1998 la versión PHP 3.0, la cual se popularizó a finales de la década de los 90.

En 2004 se liberó la versión PHP 5, la cual tiene por núcleo el motor Zend 2.0 y un nuevo modelo orientado a objetos. Actualmente PHP 7, es la última versión disponible para descarga.

Era 1996 cuando el internet empezaba a ser una realidad en México, si bien solo instituciones de gobierno o educativas podían permitirse enlaces dedicados por los elevados costos, el usuario común ya podía disponer de una conexión vía modem de 28Kb/s, fue en esos tiempos cuando el Perl era de los pocos lenguajes que permitían hacer búsqueda sobre archivo plano dar una salida con formato HTM, ese fue el primer lenguaje que utilice durante mi servicio social en Unidad de

¹⁰ The History of MySQL. [Online] [Cited: 09 06, 2015.] http://docstore.mik.ua/oreilly/weblinux2/mysql/ch01_02.htm.

¹¹ Historia de PHP . [Online] [Cited: 12 03, 2015.] <http://php.net/manual/es/history.php.php>.

Información para Investigación y Posgrado, para el desarrollo de sitios web de instituciones de salud que tenían convenio con la Facultad de Medicina.

En el año 1998 cambio por el lenguaje PHP 3.0, y desde entonces lo adopte para todos mis desarrollos web debido a su sencillez y gran cantidad de funciones. Todo lo que parecía complicado con Perl con PHP se volvía más simple y sencillo, además de librerías para conectar con diferentes bases de datos, desde Oracle y DB2 vía ODBC hasta librerías nativas que permitían mejor desempeño y velocidad de respuesta como Postgres y MySQL. Todas estas razones más la experiencia adquirida en el lenguaje de 1998 a 2009 hizo que PHP fuera el lenguaje utilizado para el desarrollo del sistema **HelpDesk**.

3.2.5 Modelo Espiral

Propuesto originalmente por Barry Boehm¹² en 1988, es un modelo de proceso evolutivo cuya característica principal es que es iterativo, además de utilizar prototipos en sus primeras iteraciones.



Cuadro 3. Modelo espiral (poner la 13)

¹² **Pressman, Roger.** Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. [Online]
<http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH015f/ceb375c1.dir/33040073.pdf>.

El modelo espiral está conformado por iteraciones del modelo de cascada, también conocido como ciclo de vida clásico y que consiste en las siguientes etapas:

- Comunicación
- Planeación
- Modelado
- Construcción
- Despliegue

Durante la comunicación se recaban los requerimientos de la aplicación, como la palabra lo indica en esta etapa la comunicación entre desarrollador y cliente es primordial.

En base a los requerimientos establecidos se hace una planeación en donde se hace una estimación de los alcances de la aplicación, para luego proceder con el análisis y diseño lo que constituye el modelado.

La construcción es la elaboración del código, así como realización de pruebas, para terminar con la entrega, lo que se conoce como despliegue.



Cuadro 4. Ciclo de vida clásico

Es práctica común en el modelo espiral que durante las primeras iteraciones lo que se entrega es un prototipo.

El paradigma de hacer prototipos de acuerdo a Pressman¹³, se utiliza cuando el cliente define un conjunto de objetivos generales sin identificar a detalle funciones

¹³ **Pressman, Roger.** Ingeniería del Software, Modelo Espiral. [Online] [Cited: 11 07, 2015.]

<http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HASH015f/ceb375c1.dir/33040073.pdf..>

y características del software. El prototipo se construye en base a un plan y modelado rápido.

Debido a que se requería que el proyecto **HelpDesk** se liberara a producción a corto plazo, considere utilizar el modelo espiral, dado que permitiría obtener un prototipo rápido además de tener módulos que se podrían ir liberando de manera gradual, permitiendo:

- Dividir el proyecto en módulos que puedan evaluarse de forma independiente, me permitió identificar los módulos principales y definir de manera sencilla y ágil los criterios para el manejo de perfiles de usuario.
- Permitted la evaluación constante de los resultados por parte de la gerencia de servicio post venta, de esta forma se pudieron corregir errores y obtener un sistema operable con las funciones críticas, de forma que el resto de las funcionalidades se pudo ir integrando conforme se iban terminando.

3.2.6 Uso de script Shell para automatización de tareas

El Shell es un intérprete de lenguaje de comandos que los ejecuta leyendo desde el teclado o bien un archivo, permitiendo al usuario interactuar con el sistema operativo.

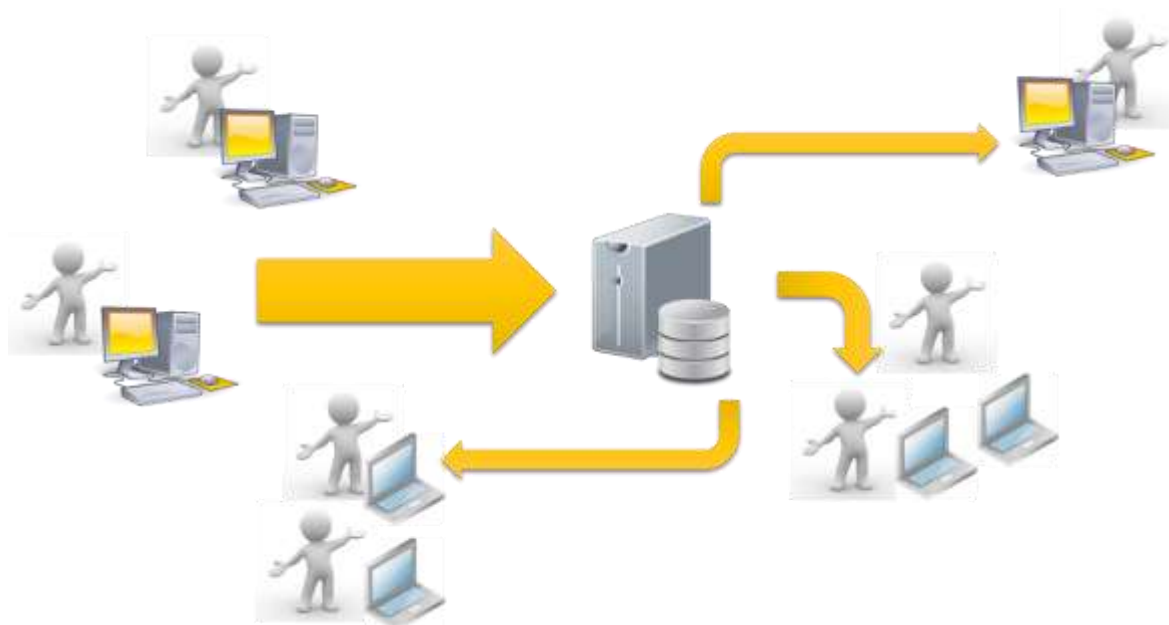
Existen diferentes tipos de Shell, todos con sintaxis distintas, pero con todos se pueden obtener los mismos resultados.

Shell	Desarrollado por	Lugar	Observaciones
BASH (Bourne-Again Shell)	Brian Fox y Chet Ramey	Free Software Foundation	El más utilizado en GNU/Linux
CSH (C Shell)	Bill Joy	University of California (For BSD)	Muy similar al lenguaje C
KSH (Korn Shell)	David Korn	AT & T Bell Labs	

BASH fue el tipo de Shell que utilice, me permitió ejecución de comandos en Shell Linux, edición de archivos de configuración, y scripts para automatizar los respaldos de base de datos Mysql.

3.3 Implementación del Sistema HelpDesk

El sistema **HelpDesk** se implementó en esquema tipo cliente servidor, tal como se muestra en el cuadro 3. La aplicación se instaló en servidor, mientras que los clientes utilizan un navegador web, la aplicación es compatible y probada con Internet Explorer, Mozilla FireFox y Google Chrome.



A continuación, detallo el proceso de implementación.

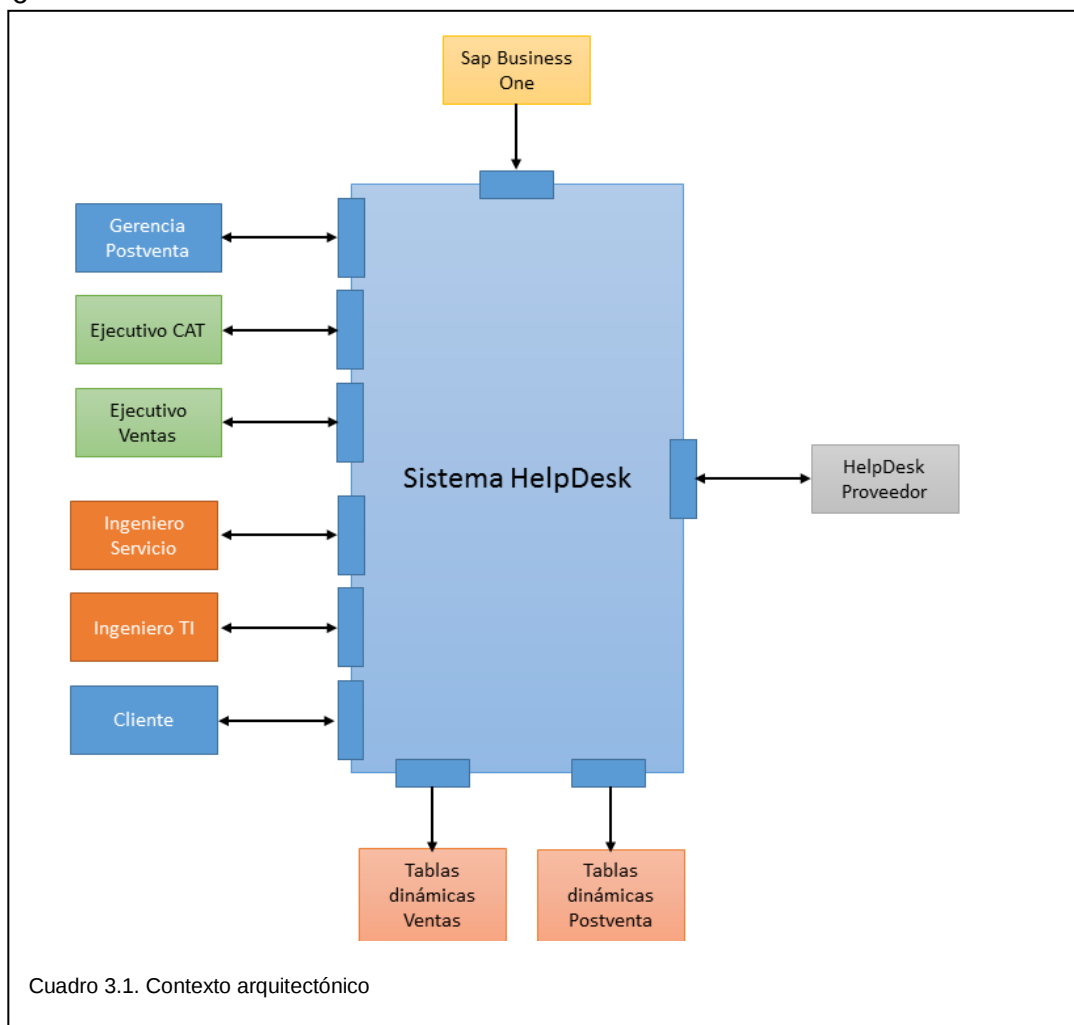
3.3.1 Arquitectura

La arquitectura se puede enmarcar en el género de sistemas comerciales no lucrativos, esto debido a que el sistema se concibió como parte al soporte a la operación, es decir como apoyo a la parte operativa en este caso el Departamento de Servicio Postventa que requería agilizar el servicio técnico proporcionado a los clientes.

La necesidad del Departamento de servicio Postventa de tener una base de datos donde se registrarán los casos y poder dar seguimiento a los mismos, definió por si solo el estilo de la arquitectura centrada en los datos. Este tipo de estilo promueve la integridad de datos al tener un esquema cliente servidor, los datos son actualizados de manera independiente y estos pueden ser consultados en línea y tiempo real, siempre cuidando que la actualización se hiciera en base a perfiles de usuario cuyos permisos y acceso a los módulos garanticen que no exista sobre escritura de datos.

Además, se puso de manifiesto la necesidad de que el sistema pudiera interactuar con otros sistemas, teniendo como base el sistema **HelpDesk**

C

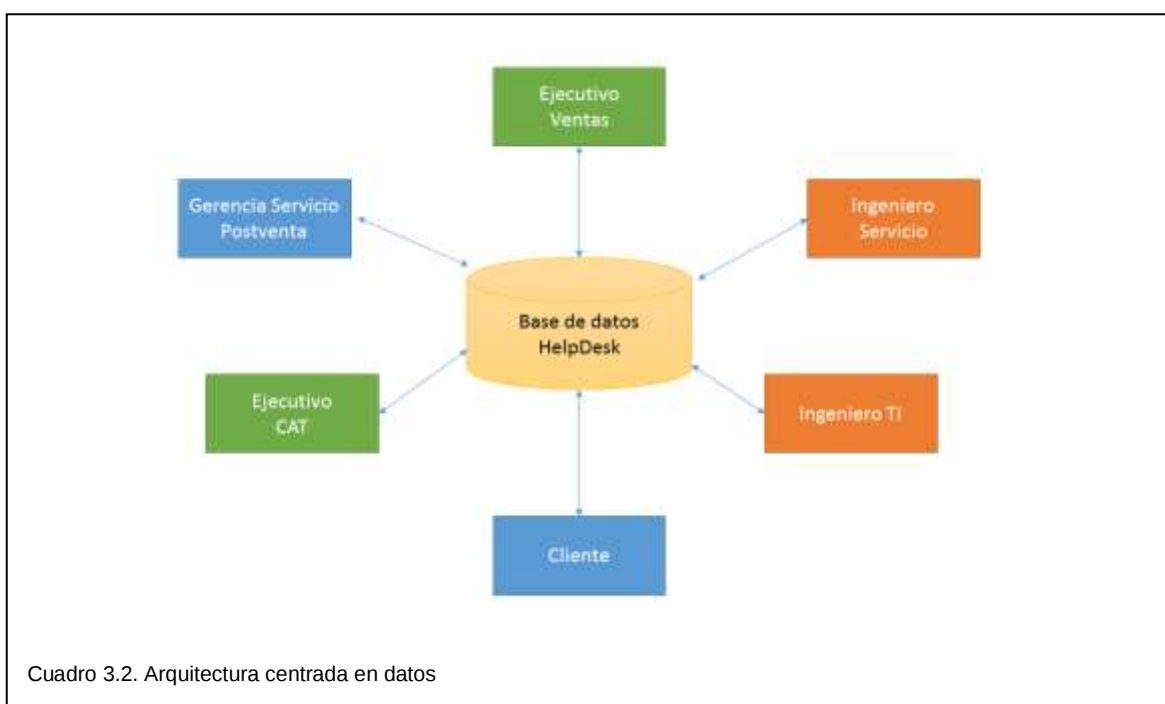


n

tificó al SAP Business One como sistema superior, **HelpDesk** del proveedor principal de la empresa como sistema par, tablas dinámicas entregadas por los ejecutivos de venta como sistema subordinado, además de los actores a interactuar con el sistema, el cuadro 3.1 muestra el diagrama de contexto arquitectónico obtenido.

En el cuadro 3.2 se muestra el enfoque centrado a datos, el almacén de datos es consultado y retroalimentado por el software cliente de los siguientes actores:

- Gerencia Servicio Postventa
- Ejecutivo del centro de atención telefónica (CAT)
- Ejecutivo de ventas
- Ingeniero de servicio
- Ingeniero de TI
- Cliente



En todos los casos el software cliente es la misma interface web, dependiendo del actor se tiene acceso a módulos y ejecución de funciones dentro del sistema.

En el cuadro 3.3 se identifica a los diferentes actores, así como que módulos puede acceder cada actor. En la tabla 3.1 se lista cada uno de los módulos requeridos en base al análisis inicial en conjunto con la Gerencia de Servicio Postventa.

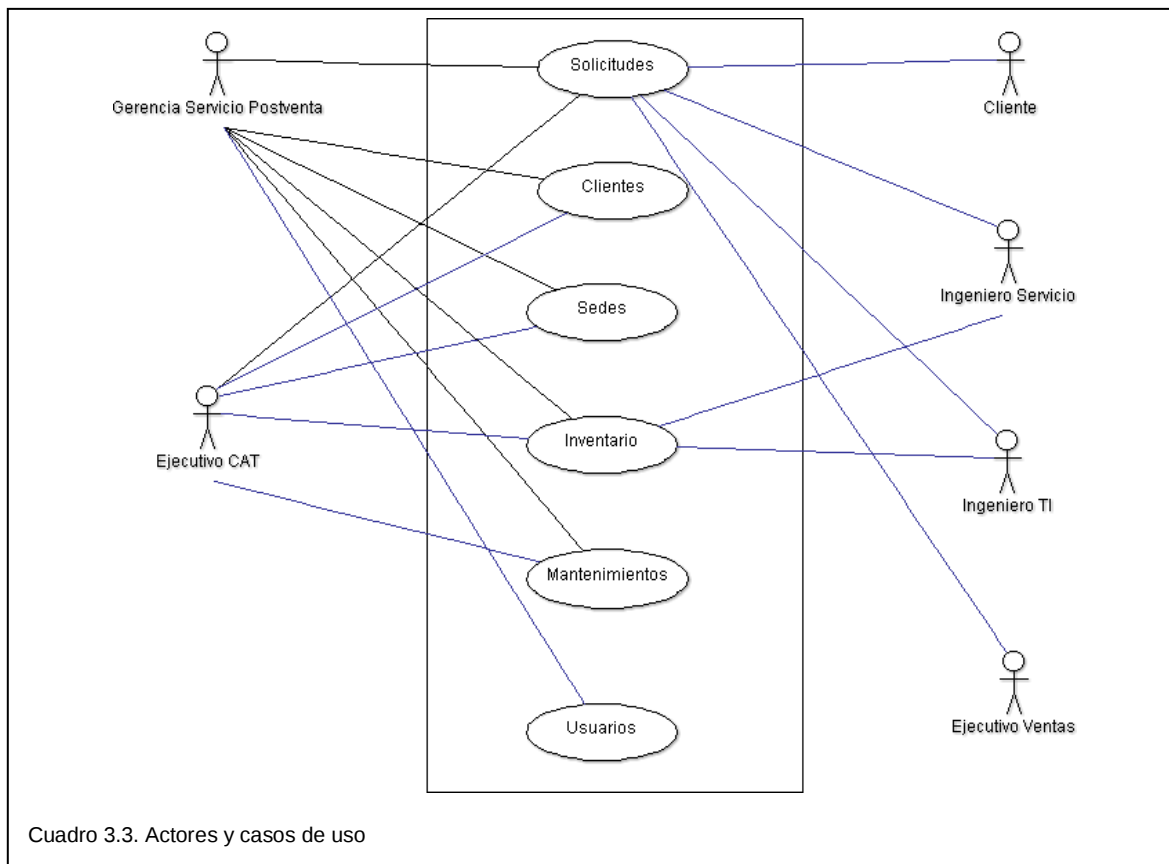
Modulo	Descripción
Callcenter	Registro de las solicitudes (tickets) del cliente o de usuarios de la empresa.
Clientes	Alta, baja y edición de clientes
Sedes	Alta, baja y edición de sedes. Un cliente puede tener n sedes.
Inventario	Registro del equipo y accesorios tanto de TI como de Laboratorio. El equipo puede estar ubicado con cliente (comodato) o en la empresa
Mantenimientos	Permite programar los mantenimientos preventivos por mes, en base a la fecha de último mantenimiento preventivo
Usuarios	Alta, baja y edición de usuarios

Además del acceso a módulos en base al actor, programe un esquema de permisos que permite editar o consultar los registros mostrados por modulo

dependiendo del actor. En la tabla 3.2 muestro dichos permisos para el caso del módulo Callcenter.

Actor	Consulta	Alta	Baja	Edición
Gerencia Servicio Postventa	SI	SI	SI	SI
Ejecutivo CAT	SI	SI	NO	SI
Ejecutivo Ventas	SI			
Ingeniero Servicio	SI			SI
Ingeniero TI	SI			SI
Cliente	SI			

La arquitectura del sistema **HelpDesk** la estructuré durante 4 reuniones con las gerencias de servicio postventa y ventas, estas reuniones representan las primeras iteraciones del modelo espiral aplicado.



3.3.2 Requerimientos de hardware

En base a un análisis de carga de procesos y uso de memoria con una concurrencia esperada de 30 usuarios, se determinó las características del servidor de acuerdo al cuadro XY.

```

top - 18:45:28 up 460 days, 13:42, 1 user, load average: 0.04, 0.06, 0.05
Tasks: 289 total, 1 running, 288 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 0.1%us, 0.1%sy, 0.0%ni, 99.7%id, 0.0%wa, 0.0%hi, 0.0%si, 0.0%st
Mem: 7855372k total, 7613324k used, 242048k free, 554440k buffers
Swap: 2104508k total, 151984k used, 1952524k free, 3642660k cached

  PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR S %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
 6456 apache    20   0 430m 119m 8492 S   0.0   1.6   0:19.76 httpd
 6497 apache    20   0 431m 119m 8596 S   0.0   1.6   0:18.22 httpd
 6498 apache    20   0 430m 119m 8660 S   0.0   1.6   0:21.62 httpd
 6501 apache    20   0 422m 111m 8312 S   0.0   1.5   0:21.90 httpd
 7892 apache    20   0 431m 120m 8444 S   0.0   1.6   0:23.43 httpd
14496 apache    20   0 429m 118m 8492 S   0.0   1.5   0:51.43 httpd
16259 apache    20   0 434m 122m 8256 S   0.0   1.6   0:10.24 httpd
16952 apache    20   0 283m 10m 692 S   0.0   0.1   0:03.89 httpd
16953 apache    20   0 433m 123m 8654 S   0.0   1.6   2:42.66 httpd
16954 apache    20   0 428m 118m 8756 S   0.0   1.5   2:50.64 httpd
16960 apache    20   0 424m 113m 8800 S   0.0   1.5   2:50.20 httpd
17047 apache    20   0 432m 121m 8896 S   0.0   1.6   2:39.76 httpd
17049 apache    20   0 430m 120m 8696 S   0.0   1.6   2:35.03 httpd
17050 apache    20   0 439m 128m 8892 S   0.0   1.7   2:46.62 httpd
17052 apache    20   0 418m 107m 8672 S   0.0   1.4   2:54.89 httpd
21109 apache    20   0 429m 118m 8828 S   0.0   1.5   0:45.32 httpd
22680 apache    20   0 427m 115m 7820 S   0.0   1.5   0:24.44 httpd
25240 apache    20   0 423m 113m 8876 S   0.0   1.5   2:19.97 httpd
25241 apache    20   0 428m 118m 8796 S   0.0   1.5   2:18.17 httpd
25243 apache    20   0 431m 121m 8884 S   0.0   1.6   2:22.24 httpd
25385 apache    20   0 430m 119m 8732 S   0.0   1.6   2:25.45 httpd

```

Servidor (Sugerido):

Característica	Descripción
Sistema Operativo	Fedora release 18 (Spherical Cow)
Procesador	Intel Xeon CPU E3-1230 v3 @ 3.30GHz x 8 cores
Memoria RAM	8GB
Disco duro SATA	500GB

Cliente (Características mínimas):

Característica	Descripción
Sistema	Windows XP

Operativo	
Procesador	Intel Core 2 Duo
Memoria RAM	2GB
Disco duro SATA	300GB

3.3.3 Requerimientos de infraestructura de red

El acceso al sistema **HelpDesk** a través del protocolo TCP/IP, para alta de casos en sitio no es necesario acceso WAN pues se accede a través de la red local, pero este si requerido para el acceso a clientes e ingenieros de servicio desde fuera de la red local.

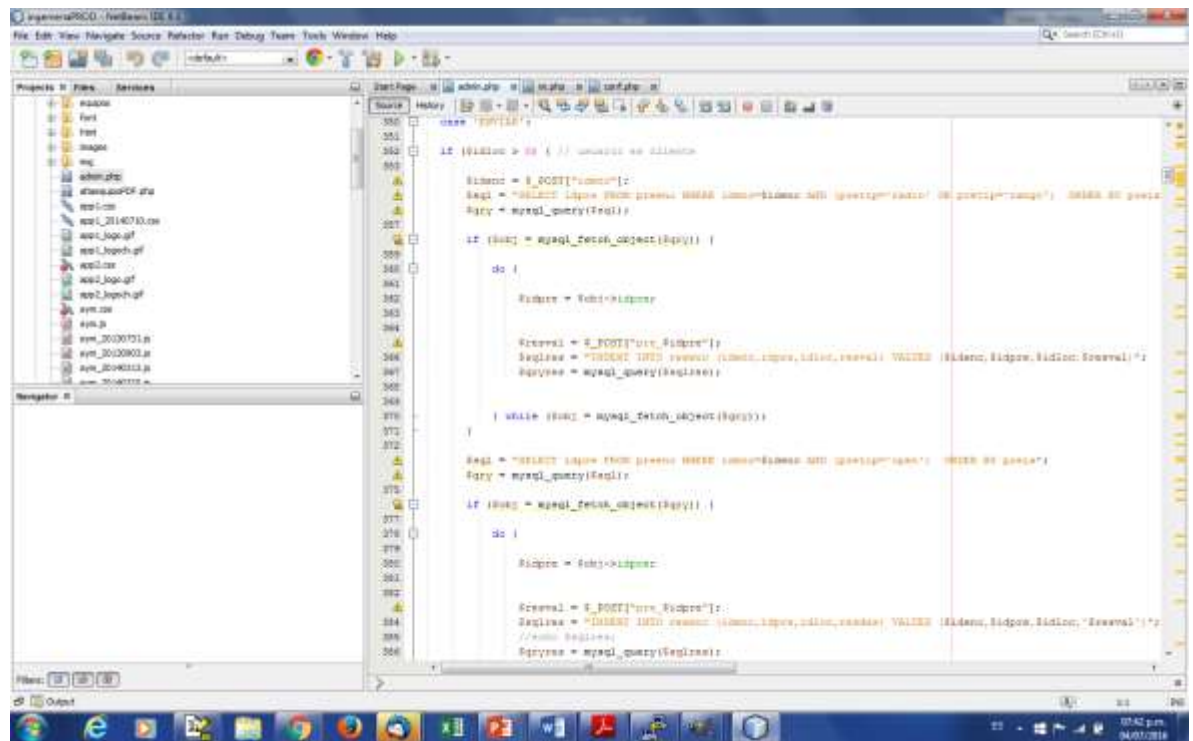
El sistema **HelpDesk** utiliza los siguientes protocolos TCP/IP

Protocolo TCP/IP	Descripción
FTP	Transferencia de archivos
HTTP	Web
SMTP	Envío de correo electrónico
POP	Recepción de correo electrónico

La aplicación también se puede acceder a través de las redes para móviles 3G y 4G.

3.3.4 Requerimientos para desarrollo

Debido a su fácil instalación e integración de librerías PHP, se utilizó para el desarrollo Netbeans como IDE, con un entorno de pruebas local con las características ya mencionadas de Apache y MySQL.



3.3.5 Desarrollo

Bajo el modelo espiral se hizo un prototipo inicial que consistía en los módulos:

- Callcenter
- Clientes
- Sedes
- Usuarios
- Cambio de contraseña

La arquitectura se hizo de forma modular, de manera que cada módulo se codifico por separado, utilizando funciones de sesión para integrar todos los módulos.

Se hicieron varias iteraciones en conjunto con el Departamento de servicio postventa de la empresa, se afinaron detalles y finalmente se hizo una primera liberación del sistema **HelpDesk** en el año 2011.

Posteriormente, dadas las necesidades o requerimientos tanto del Departamento de servicio postventa como de clientes, así como la certificación ISO 9001:2008 programada para el año 2012, se siguieron realizando reuniones, enriqueciendo el sistema y que dio como resultado la integración de los módulos:

- Inventario
- Mantenimientos

Estos módulos fueron una parte esencial para poder obtener la certificación, ya que permitieron tener un control preciso de los mantenimientos preventivos y correctivos, así como trazabilidad para la localización de los equipos de laboratorio propiedad de la empresa y puestos en comodato en las diversas instituciones con las que se tiene contrato.

3.3.6 Licenciamiento

Como hice mención opté por uso de software bajo licencia GNU, incluido el sistema operativo GNU/Linux Fedora, si bien para el ambiente productivo se requirió de un sistema más robusto en cuanto a a disponibilidad de parches de seguridad y actualizaciones, es por ello que la instalación se hizo sobre Red Hat Enterprise Linux Server, actualmente se ejecuta sobre el release 6.7 (Santiago). El esquema de licenciamiento adquirido fue la versión estándar de RedHat bajo suscripción anual.

3.3.7 Liberación

La liberación del sistema **HelpDesk** originalmente se hizo con los módulos básicos para poder registrar los casos:

- Callcenter (Registro de casos)
- Clientes
- Sedes
- Usuarios
- Cambio de contraseña



No.	Reporte	Descripción	Puntuación
1.	Temperatura de respuesta inicial a una solicitud de asesoramiento correcto	<= 4 días	Generar
2.	Temperatura de respuesta de diagnóstico	<= 48 días	Generar
3.	Monitoreo de pacientes atendidos en tiempo y forma	<= 90 %	Generar
4.	Cumplimiento al contenido del programa de capacitación al cliente	<= 90 %	Generar

Filtro: F2
Julio 2015 Julio 2016

3.3.8 Manejo de respaldos

Implemente un manejo automatizado de respaldos, mediante un script bash y la utilidad mysqldump de MySQL.

```
root@lth2222:~#
cd /var/www/vhosts/ahaw.net/private/DOMPS/
mysqldump -u admin -p'cat /etc/passwd/.psa.shadow' --all-databases | gzip > mysqlall_$(date +%Y%m%d_%H%M).sql.gz
```

El script se ejecuta todas las madrugadas mediante la configuración de cronjob, utilizando comando crontab.

```
root@lth2222:~#
0 1 * * * /root/autobak.sh >/dev/null 2>&1
0 0,4,8,12,16,20 * * * /root/monitoreo.sh >/dev/null 2>&1
```

Capítulo IV.

Análisis final

4.1 Situación después de la implementación del sistema HelpDesk

Anterior a la implementación del sistema **HelpDesk** se utilizaba un control en archivo de Excel, que era difícil de mantener debido a la cantidad de clientes, propiciando errores u omisiones, con la consiguiente demora en los servicios.

Una vez que el sistema se mantuvo en operación, se observaron las siguientes mejoras:

- Permitió una programación automatizada de los mantenimientos preventivos.
- Se agilizó la asignación de casos a los ingenieros de servicio, así como la atención oportuna mediante el uso de alertas.
- Identificación de datos sensibles para la empresa para el mantenimiento oportuno y con base en los contratos de las licitaciones, mediante el registro en inventario de equipos del cliente o prestados al cliente (comodato), así como fecha de instalación y de último preventivo
- Cumplir con la norma ISO 9001:2008 mediante reportes en línea de la atención de casos, necesarios para la obtención de indicadores que permiten mejorar la atención e identificar oportunidades de mejora.

4.2 Resultados

El proyecto **HelpDesk** benefició varios aspectos en la organización de la empresa, principalmente al servicio postventa y a la atención a clientes:

- El registro de los casos reportados por clientes en el **HelpDesk** permitió obtener una base de datos centralizada para consulta y seguimiento por parte de las gerencias de ventas, servicio postventa, TI, así como a clientes. El seguimiento se logró mediante la emisión de alertas vía correo electrónico a la apertura, asignación y cierre de cada caso, además el cliente puede dar seguimiento a su caso en línea lo cual generó una mejora en la percepción del cliente del servicio proporcionado.
- La base de datos de casos permite la generación de reportes que permiten obtener indicadores de tiempos de respuesta y solución de problemas, permitiendo identificar y corregir situaciones en el área de servicio a clientes.

- El módulo de inventario permite programar de manera automatizada los mantenimientos preventivos en base a la fecha de último mantenimiento realizado, además de generar las cartas con la programación de tales mantenimientos a inicio de año a los clientes, para que estos a su vez cumplan con este requisito de la norma ISO 9001:2008.
- El módulo inventario, permitió también tener un control de los equipos prestados a clientes en comodato, lo que facilitó la gestión en la ubicación de equipos.
- La asignación de casos y envío de alertas a ingenieros de servicio permitió agilizar el tiempo de respuesta de los ingenieros al no tener que esperar a ser notificado.

Conclusiones

El uso del modelo espiral permitió la liberación de manera independiente de los módulos del sistema **HelpDesk**, así como su mejora continua a través de los ciclos establecidos. La elección de tecnologías Open Source facilitó el desarrollo, la gran cantidad de librerías permitió una programación más ágil al incorporarlas al proyecto. El sistema **HelpDesk** fue de gran ayuda para la gestión de los casos reportados por los clientes, al ser una aplicación basada en la web permitió su consulta y seguimiento por parte de la gerencia post venta, los ingenieros de servicio y los clientes de una manera sencilla desde un navegador, incluso desde dispositivo móvil. El poder tener un registro y trazabilidad de los casos, no solo ayudó a cumplir con la norma ISO 9001:2008 en su parte documental, sino que sirvió para dar una mejor atención al cliente que al final es la parte medular del negocio.

Anexo 1. Pantallas de la aplicación en dispositivo móvil



[illegible]

Glosario

HelpDesk: Software para gestión de incidencias.

Comodato: Contrato por el cual se da o recibe prestada una cosa de las que pueden usarse sin destruirse, con la obligación de restituirla.

Fitosanitario: Perteneciente o relativo a la prevención y curación de las enfermedades de las plantas.

CCTV: Circuito Cerrado de Televisión.

FTP: File Transfer Protocol - Protocolo para Transferencia de Archivos.

Bibliografía

- [1] «Center for Disease Control and Prevention,» 23 05 2016. [En línea]. Available: http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/bmbl5_sect_iv.pdf#x2013.
- [2] «International Organization for Standardization,» [En línea]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486. [Último acceso: 03 12 2015].
- [3] «Professional LAMP, Linux, Apache, MySQL and PHP5 Web Development,» [En línea]. Available: <http://shop.oreilly.com/product/9780764597237.do>. [Último acceso: 17 11 2015].
- [4] «Open Source Initiative,» [En línea]. Available: <https://opensource.org/about>. [Último acceso: 22 06 2015].
- [5] «El sistema operativo GNU,» [En línea]. Available: <http://www.gnu.org/>. [Último acceso: 16 10 2015].
- [6] «Redhat, Open source communities,» [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/en/open-source/communities>. [Último acceso: 27 06 2015].
- [7] «Plesk, The power controlled,» [En línea]. Available: <https://www.plesk.com/>. [Último acceso: 18 01 2016].
- [8] «Fedora,» [En línea]. Available: <https://getfedora.org/>. [Último acceso: 12 05 2015].
- [9] «The Apache. Software Foundation,» [En línea]. Available: <http://www.apache.org/>. [Último acceso: 23 01 2016].
- [10] «The History of MySQL,» [En línea]. Available: http://docstore.mik.ua/orelly/weblinux2/mysql/ch01_02.htm. [Último acceso: 06 09 2015].
- [11] «Historia de PHP,» [En línea]. Available: <http://php.net/manual/es/history.php.php>. [Último acceso: 03 12 2015].
- [12] R. Pressman, «Ingeniería del Software: Un enfoque práctico,» [En línea]. Available: http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HAS_H015f/ceb375c1.dir/33040073.pdf.
- [13] R. Pressman, «Ingeniería del Software, Modelo Espiral,» [En línea]. Available: http://eva.sepyc.gob.mx:8383/greenstone3/sites/localsite/collect/ciencia1/index/assoc/HAS_H015f/ceb375c1.dir/33040073.pdf.. [Último acceso: 07 11 2015].

- [14] N. Bruton, How to manage the IT helpdesk : a guide for user support and call centre managers, 2a. ed. ed., Oxford : Butterworth-Heinemann, 2002.
- [15] T. Meadors, Guide to Linux shell script programming, Boston, Massachusetts: Thomson, 2003.

