

Diseño, construcción y ejecución de pruebas de regresión para monitoreo de rendimiento sobre infraestructura de aplicaciones virtualizadas en entidades bancarias

Design, construction and execution of regression testing for performance monitoring of virtualized application infrastructure entities

Bejarano Garzón Lilian Astrid*

Parrado P. Andrés Mauricio **

Nieto Acevedo Yuri Vanessa***

Fecha de recepción Marzo 26 de 2013

Fecha de aprobación Abril 30 de 2013

Resumen

Este documento muestra el desarrollo un proyecto de monitoreo, basado en pruebas de regresión y construcción de métricas de rendimiento, sobre la infraestructura centralizada de aplicaciones en una entidad bancaria en Colombia.

Para diseñar y ejecutar las pruebas de regresión se utilizó la herramienta Citrix EdgeSight, que además de monitorear el ambiente virtualizado de aplicaciones, permite con un subconjunto de módulos realizar un monitoreo en tiempo real de la plataforma de virtualización, obtener informes de rendimiento

* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: laprofe7@gmail.com

** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: andresmaucho@gmail.com

*** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: yurivane89@gmail.com

del hardware, tiempos de sesión, entre otros beneficios que proporcionan información crítica para la toma de decisiones sobre la infraestructura asociada a la operación diaria en la entidad bancaria.

Durante la ejecución de las pruebas se observan incidencias sobre diferentes niveles de la infraestructura, que deben ser caracterizadas y solucionadas, para así proporcionar información valiosa y específica a la mesa de ayuda con el objetivo de brindar soporte al usuario final; facilitando la transición para los usuarios finales y monitorear la infraestructura de virtualización de aplicaciones.

Dentro de los beneficios obtenidos al utilizar esta herramienta se destacan: reducciones en los tiempos de despliegue de las aplicaciones, trazabilidad de las sesiones y monitoreo en tiempo real.

Palabras clave

Centralización, herramienta de monitoreo, pruebas de regresión, robots virtualización, aplicaciones, banca.

Abstract

This document shows the monitoring project development based on building regression testing and performance metrics on centralized application infrastructure in a bank in Colombia.

To design and execute regression testing tool was used Citrix EdgeSight, in addition to monitoring the application virtualized environment enables a subset of modules perform real-time monitoring platform virtualization, obtain hardware performance reports, session times, among other benefits that provide critical information for decision-making on infrastructure associated with the daily operations in the bank.

During test execution impact is found on different levels of infrastructure that must be characterized and resolved in order to provide valuable information and specific help desk in order to provide end-user support, facilitating the transition to the monitor end users and application virtualization infrastructure.

Among the benefits obtained by using this tool include: reductions in the times of application deployment, tracking and monitoring sessions in real time.

Keywords

Centralization, monitoring tool, regression testing, robots virtualization, applications, banking.

1. Introducción

Un alto porcentaje de las organizaciones a nivel mundial se han visto obligadas a aumentar los recursos tecnológicos que utilizan para administrar su información y la de sus clientes, siendo prioritarias la confidencialidad y la seguridad de la misma, especialmente en organizaciones de la industria bancaria y financiera que manejan información altamente confidencial.

Con el fin de asegurar la calidad de sus productos y ofrecer un servicio de talla mundial a sus clientes, las entidades bancarias han desarrollado una infraestructura tecnológica compleja, a la que cada vez cuesta más mantener y monitorear, y que está generando inconvenientes como: lentitud de los ordenadores, fallas de conexión, mantenimientos en horas de servicio, fallas en el sistema, entre otras; reduciendo la eficiencia a la hora de prestar un buen servicio al cliente final.

En el caso de aplicación expuesto, la entidad bancaria asumió el reto de controlar esta situación utilizando la virtualización y centralizando las aplicaciones asociadas a la operación en las oficinas, en un conjunto de recursos en el centro de datos con el fin de aumentar el control y la seguridad de la información (seguimiento en tiempo real) y disminuyendo el gasto en los costos asociados al mantenimiento de las capas de sistema operativo y administración de aplicaciones en los ordenadores de los usuarios, aumentando así la eficacia de los recursos y mejorando la atención al cliente de estas entidades.

Con el fin de tener elementos de control y métricas de rendimiento, la entidad bancaria se apoya en herramientas para diseñar, construir y ejecutar pruebas de regresión que aseguren que los usuarios puedan seguir ejecutando los procesos normalmente y que permitan detectar posibles fallas sobre la plataforma que puedan ser documentadas y utilizadas para prestar ayuda a todo nivel para los usuarios.

2. Pruebas de regresión sobre ambiente de aplicaciones virtualizadas: un caso en la industria bancaria

2.1. Conceptos básicos para la virtualización en la industria bancaria

2.1.1. Aplicaciones y virtualización

En las organizaciones bancarias se utilizan aplicaciones tanto de propósito general como de propósito específico para realizar tareas asociadas a la operación transaccional de valores, sin embargo aparte de realizar las tareas para las que fueron diseñadas estas deben ser amigables a los usuarios, ya que generalmente las utilizan personas no técnicas.

Gran parte de las entidades bancarias entregan los recursos informáticos de manera descentralizada, esquema en que las aplicaciones, el software y la información son administradas en cada ordenador, esto pre-

senta la ventaja de que al no haber un único punto de manejo de la información el sistema tecnológico es más estable y al presentarse una falla es menor el impacto en todo el sistema, sin embargo, las entidades han observado los beneficios que proporcionan los ambientes de virtualización centralizados, contrastando con el escalamiento horizontal que aumenta la complejidad y los costos de mantenimiento de las actividades de monitoreo y mantenimiento de los sistemas de información sobre modelos cliente servidor.

Por este motivo se puede trabajar desde un enfoque de trabajo centralizado a través del cual las aplicaciones bancarias se conectan a un único servidor para consumir recursos informáticos como las aplicaciones y la información, disminuyendo el uso de hardware y software [1]; agilizando el acceso a las aplicaciones y disminuyendo el bloqueo de las mismas; además de permitir independizar los componentes de sistema operativo, perfiles, aplicaciones y datos junto otros beneficios ligados con el desarrollo de plataformas centralizadas. Una de las tecnologías para centralizar recursos es la virtualización bajo esquemas de partición de recursos, combinación de recursos y emulación [2]. Con su potencial para reducir los gastos de capital y costos de energía, la virtualización presenta una solución atractiva para las empresas que buscan ahorrar dinero y generar valor a partir de sus inversiones en TI. [3]

Es importante resaltar que algunos beneficios de la virtualización son los siguientes: a) ejecutar múltiples copias de este o de diferentes sistemas operativos al mismo tiempo, para economizar en compra de licencias. b) Administración más sencilla y distribución de aplicaciones heredadas c) Habilidad de compartir un conjunto de servidores virtuales y sus recursos entre múltiples usuarios como un recurso dedicado d) Los fallos en una instancia virtualizada no impactan otras instancias, tal como de recuperación, para garantizar la seguridad de la información en todo momento e) Habilidad de realizar balanceo los rápidos tiempos de carga f) Rápi-

do desarrollo y pruebas de nuevo software, ya que al ejecutarse desde el punto virtualizado se puede distribuir a otros puntos de red. [4].

Todos estos beneficios técnicos impactan a las organizaciones positivamente de diferentes maneras, entre ellas: a) reducción en los requerimientos de poder de cómputo, ya que las aplicaciones no se corren en la máquina del usuario, sino en los servidores; b) centralización de recursos de cómputo y la administración de dichos recursos, considerando que ya no es necesario administrar equipo pro equipo, sino que todo se puede administrar desde el servidor; c) la habilidad de usar clientes ligeros sobre estaciones de trabajo; d) reducción en el consumo de energía y refrigeración; e) reducción en requerimientos de espacio, utilidades, y disminución en costo de administración, ya que administrar las aplicaciones desde el servidor virtualizado es más sencillo que hacerlo maquina por maquina; f) utilización máxima de hardware para el usuario final, ya que la máquina solo debe correr la aplicación que le permite conectarse al servidor; g) despliegue más rápido de recursos nuevos o actualizados, Asimismo, tienen desventajas así: a) Potencial punto único de fallo ya que de presentarse una falla en los servidores, todo el sistema se puede ver potencialmente afectado; b) el costo inicial de inversión es típicamente alto, ya que las plataformas de centralización son usualmente costosas; c) el costo del entrenamiento de grupo que administrará la solución debe ser tenido en cuenta; d) el tráfico de red incrementado con un único nodo puede causar cuellos de botella, lo que debe ser monitoreado para asegurar la eficiencia del sistema en todo momento; e) contención incrementada sobre los recursos; f) los problemas relacionados con seguridad a los recursos compartidos, hardware y ataque de denegación de servicio, tal como ataques de cifrado. Uno de los mecanismos más comunes de virtualización es el que se hace a través de servidores y es el que se seleccionó para el proyecto realizado.

2.1.2. Pruebas de regresión

Una prueba de regresión es cualquier prueba de software que permite saber cuándo un nuevo programa genera errores. Cuando se construye una nueva versión de un sistema, se puede cambiar también la funcionalidad de manera no premeditada. Algunas veces cambios pequeños pueden producir efectos no previstos que llevan a nuevos fallos [5]. Cuando una nueva versión de software no provee funcionalidades de versiones previas, se dice que la nueva versión regresa respecto a sus versiones predecesoras. La no regresión de nuevas versiones (preservación de funcionalidades), es un requerimiento básico de calidad. [6] La automatización de las pruebas funcionales reduce significativamente el esfuerzo dedicado a las pruebas de regresión en productos que se encuentran en continuo mantenimiento. [7]

2.2. Situación problema del caso de aplicación

El tiempo de servicio es uno de los factores principales cuando se hace referencia al servicio al cliente, y cuando de entidades financieras se habla este puede ser la diferencia entre mantener un cliente o entregarlo a la competencia. Las entidades que manejan su estructura de distribución de manera descentralizada, usualmente enfrentan los siguientes inconvenientes:

2.2.1. Pérdida de control y dificultad en el monitoreo

No existen herramientas de monitoreo en tiempo real, lo que a su vez dificulta la toma de decisiones y la detección de fallas a nivel preventivo.

2.2.2. Dificultades para mantener la confidencialidad de la información

No se asegura el tráfico y la confidencialidad de la información transmitida y generada en todos los puntos de atención y oficinas, ya

que el acceso a sus aplicaciones, recursos de red y esquema de producción es ejecutado en cada máquina y no es procesado y ejecutado en el centro de datos o datacenter.

2.2.3. Lentitud de los ordenadores y bloqueo de las aplicaciones (de escritorio y portátiles)

Causados por el uso de todos los recursos de hardware para administrar el software que por la estructura descentralizada están instalados en cada máquina.

2.2.4. Mantenimientos de infraestructura en horas de servicio y caídas del sistema

Las redes complejas requieren un mantenimiento más costoso y extenuante, en la entidad bancaria en cuestión ha generado problemas de retrasos en el servicio por mantenimientos y fallas en el sistema que afectan a varias sucursales.

Todos estos inconvenientes afectan de manera directa a los cajeros, asesores comerciales, directores operativos y gerentes de oficina quienes ven reducida su eficiencia (por la lentitud de los equipos) y la calidad de su servicio (mantenimientos en horas de oficina, y aumento de los tiempos de espera a sus clientes). Las empresas están inmersas en un nuevo marco competitivo en el que es necesario renovar los modelos de negocio tradicionales. [9]

2.3. Metodología de aplicación

La metodología que se utilizó y que se recomienda para la ejecución de procesos tecnológicos en entidades bancarias es la siguiente:

2.3.1. Establecer los objetivos del proyecto de transición

Todo proyecto de cambio tecnológico debe tener establecidos los objetivos de mejora (por ejemplo: mejorar la eficiencia del

sistema en un 10 %, reducir tiempos de atención al cliente en un 12 %, entre otras) con el fin de que estos puedan ser verificados una vez se haya ejecutado el proyecto propuesto.[8] Para este caso los objetivos propuestos incluyen: reducir el tiempo de entrega de aplicaciones al usuario final en un 30 % y tener un sistema que permita monitorear el rendimiento de los recursos tecnológicos en tiempo real facilitando la toma de decisiones.

2.3.2. Seleccionar la plataforma para virtualización

Existen en el mercado varias plataformas que facilitan el proceso de virtualización y centralización de aplicaciones, por este motivo al tomar decisiones sobre la adquisición de tecnología la organización debe escoger aquella que se adapte de mejor manera a sus necesidades y que la plataforma escogida cumpla los requerimientos específicos que se adapten a las necesidades puntuales del negocio mismo.

Esta etapa de la metodología es crítica, teniendo en cuenta que la organización está haciendo una inversión a largo plazo, se debe estudiar qué módulos de la plataforma se van a adquirir y porque, así como tener en cuenta servicios como capacitación, garantía y mantenimiento. Para la aplicación industrial que se describe en este documento se escogió la plataforma Xen-Desktop y sus módulos independientes: Citrix EdgeSight, Citrix Provisioning Services y XenApp que se describen en la sección 2.4.

2.3.3. Realizar un piloto para el proyecto

Para el caso de las entidades bancarias es preferible que los procesos de transición tecnológica se realicen por fases, ya que así se pueden detectar errores y solucionarlos sin que impacten significativamente el total de la operación. Para hacer la fase inicial se recomienda seleccionar las aplicaciones (corporativas o genéricas) que se van a centrali-

zar, así como las sucursales en las que se va a iniciar el proceso; el criterio de selección que se aplique en cada caso depende de las condiciones y necesidades de cada entidad. Para este caso se seleccionaron las sucursales con mayor tráfico de información y las aplicaciones sobre las cuales se estaba presentando mayor problema.

2.3.4. Analizar los datos

Una vez se haya ejecutado la primera fase, se procede a realizar procesos de recolección de información tales como: encuestas, incidencias de la plataforma, herramienta de software para monitoreo, construcción de un grupo de robots con procedimientos básicos para evaluar el funcionamiento del sistema.

Una vez se tiene la información, esta se debe analizar y comparar con los resultados esperados (RTT, uso de hardware, paros en el funcionamiento, entre otros) para garantizar que la mejora haya sido efectiva y en caso contrario aplicar soluciones alternativas que garanticen a la organización el éxito del proyecto y el retorno sobre la inversión realizada.

El análisis de la primera fase para el caso de aplicación mostró en una etapa inicial un detrimento en el funcionamiento del sistema, es decir que en lugar de mejorar los tiempos de servicio se observó una desmejora significativa en el funcionamiento del sistema. Este problema fue solucionado con la ejecución de las pruebas de regresión en donde se creó un Help Desk con las incidencias más comunes.

2.3.5. Según los resultados de la primera fase ampliar la escala del proyecto

Una vez se implementa de manera exitosa la primera fase y se conocen los beneficios reales del proyecto, se recomienda ampliar la aplicación del proyecto a las otras sucursales de la entidad.

2.4. Herramienta XenDesktop

Esta herramienta se aplica para la virtualización de aplicaciones, reduciendo costes de tecnología de información y aumentando la agilidad de la empresa. A través de esta aplicación se les puede dar acceso a los usuarios finales desde dispositivos móviles o dispositivos fuera de la organización. Las soluciones de virtualización de Citrix responden directamente a las necesidades de TI sin comprometer la seguridad o la experiencia del usuario final.

2.4.1. Citrix EdgeSight

La línea de productos de Citrix EdgeSight ofrece la visibilidad en tiempo real necesaria para evaluar, entregar y supervisar el rendimiento de las aplicaciones Web, virtualizadas y de escritorio con la mejor experiencia del usuario.

EdgeSight administra el rendimiento y disponibilidad de las aplicaciones donde es más importante, a nivel del usuario de la empresa. Brinda visualización directa de las redes, servidores, bases de datos y escritorios. A diferencia de un enfoque aislado para la supervisión, EdgeSight trasciende los dispositivos tradicionales y herramientas de administración de red, lo que brinda una vista unificada de la información de rendimiento como la ve el usuario.

2.4.2. Citrix Provisioning Services

La infraestructura *de provisioning services* está basada en la tecnología de *streaming*; esta tecnología permite aprovisionar computadores y servidores en tiempo real desde una sola imagen base, compartida en una ruta de red. Con lo anterior, los administradores pueden eliminar completamente la necesidad de administrar y aplicar parches a sistemas de manera individual. Por el contrario, toda la administración de imágenes se realiza en la imagen maestra. El disco local de las máquinas finales, puede ser utilizado para almacenamiento de

datos de cache, o en algunos escenarios, removidos por completo, lo cual reduce el consumo energético, fallas del sistema y riesgos de seguridad. Utilizando *provisioning services*, los administradores preparan un dispositivo (*master target device*) para construir la imagen instalando todo el software necesario en ese dispositivo. Luego se crea un archivo de vDisk del disco duro del dispositivo del dispositivo maestro y almacenado en una unidad de red presentada a los servidores de aprovisionamiento. Una vez se dispone del vDisk a nivel de red, el dispositivo no requiere más del disco para iniciar sistema, por lo que se realiza un inicio o boot directamente por red. El servidor de aprovisionamiento envía los contenidos del vDisk por demanda al dispositivo objetivo, en tiempo real. El dispositivo objetivo se comporta como si su sistema operativo estuviera ejecutándose de su disco duro local [10].

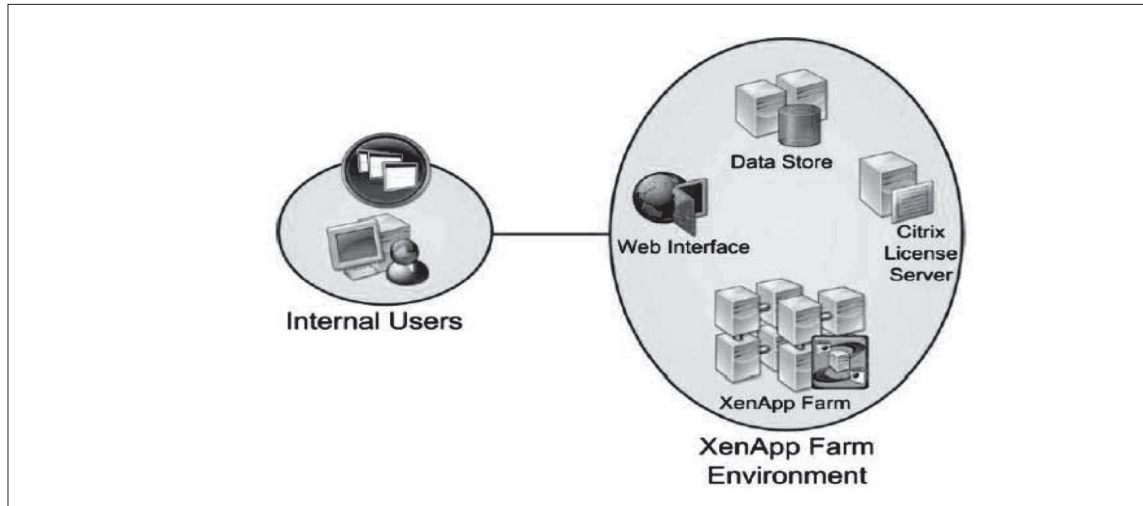
2.4.3. Citrix XenApp

Citrix XenApp es una solución para entregar aplicaciones bajo demanda que permite virtualizar, centralizar y administrar cualquier aplicación Windows® en el centro de datos y distribuirla instantáneamente en forma de servicio a los usuarios allí donde se encuentren y con cualquier dispositivo. XenApp tiene más de 100 millones de usuarios en todo el mundo y hace realidad la promesa de una compatibilidad demostrada con las aplicaciones.

Una granja de Citrix XenApp es una colección de servidores que se agrupan para proveer aplicaciones virtualizadas a los usuarios. La granja funciona como una sola entidad administrativa y las aplicaciones de la granja son balanceadas de acuerdo con la disponibilidad de los recursos cuando el usuario inicia sesión.

Con respecto a la tecnología tradicional de despliegue de aplicaciones, la distribución de aplicaciones virtuales con XenApp permite que las organizaciones mejoren la ges-

Figura 1. Esquema básico de XenApp



Fuente: elaboración propia.

ción de sus aplicaciones mediante: a) la centralización de las aplicaciones en el centro de datos, a fin de reducir costes; b) el control y el cifrado del acceso a los datos y a las aplicaciones, para mejorar la seguridad; c) la entrega instantánea de las aplicaciones a los usuarios, estén donde estén.

La entrega de aplicaciones virtuales permite que el departamento de TI administre una única instancia de cada aplicación en el hub de aplicaciones del centro de datos. Las aplicaciones se distribuyen mediante streaming a los PC con Windows para ser utilizadas fuera de línea, o bien se ejecutan en los potentes servidores del centro de datos para que sean utilizadas en línea desde cualquier dispositivo o sistema operativo.

Tanto si se virtualizan las aplicaciones como si se usa la tecnología de virtualización de sesiones, XenApp garantiza que los usuarios disfruten de una experiencia de la máxima calidad, gracias a la tecnología Citrix HDX16. HDX adapta la entrega de las aplicaciones virtuales y el acceso a las mismas según el dispositivo, la red y el lugar donde se encuentra cada usuario, con el fin de asegurar una experiencia óptima.

En la figura 1 se muestra el esquema básico de funcionamiento de XenApp. [10]

2.5. Herramienta de monitoreo

Una de las prioridades al implementar esta herramienta tecnológica es que se pueda monitorear el rendimiento y hacer seguimiento a errores. Citrix EdgeSight cuenta con un módulo específico para realizar esta labor: *EdgeSight for monitoring*, que permite a los usuarios administradores de la granja de servidores, extraer informes con información y data disponibles en los sistemas de los usuarios finales. Por medio de esta herramienta también se pueden configurar alertas de tiempo real, aplicación y eventos de red.

Edge Sigth for monitoring cuenta con un conjunto de herramientas así: Citrix EdgeSight for endpoints Agent (Ubicado en el sistema del usuario final y permite obtener datos de rendimiento, recursos y aplicaciones de red), Citrix EdgeSight server console (muestra a los usuarios informes de rendimiento y les permite aislar y resolver problemas).

Entre los informes que entrega se encuentran reportes de datos en tiempo real, problemas de rendimiento del sistema, y de las

métricas de rendimiento de red. Asimismo, puede proporcionar información de rendimiento en red desde la consola del servidor sin tener que visitar las diferentes máquinas en cuestión. Los informes que se mencionan se configuran para que solo estén disponibles para algunos usuarios, esto se puede hacer estableciendo grupos de usuarios especiales o por suscripción.

2.6. Pruebas de regresión y monitoreo

2.6.1. Diseño y ejecución

Para cada una de las aplicaciones que se tuvieron en cuenta en el proceso de centralización, se construyeron robots con rutinas propias de ejecución de la aplicación, con usuarios virtuales y cargas suficientes para conocer la capacidad del servidor en cuanto a atención de usuarios.

2.6.2. Resultados

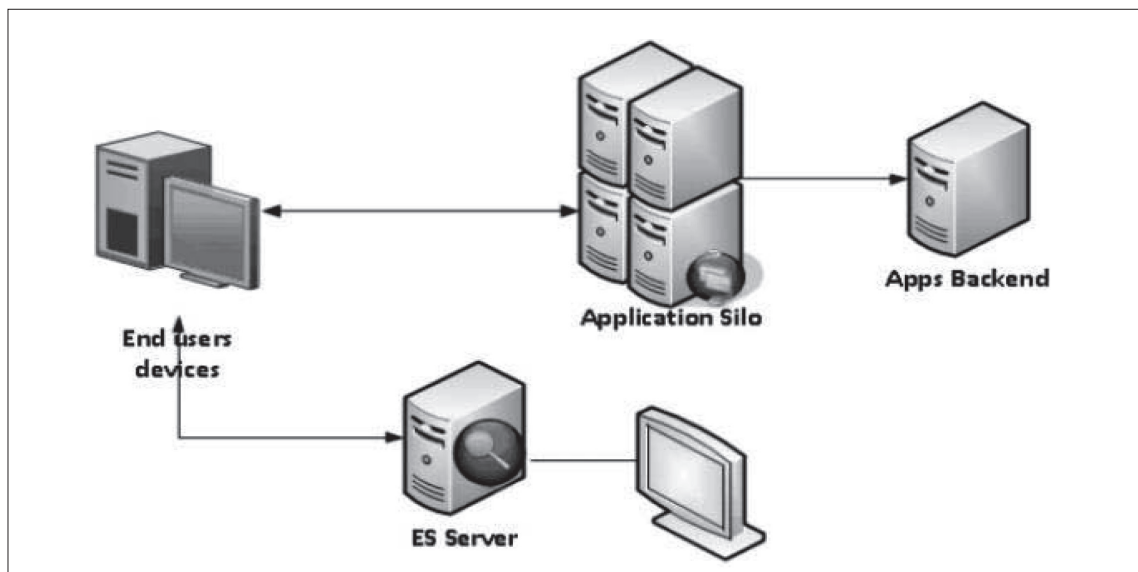
Una vez construidos los robots de pruebas de regresión para las aplicaciones, se iden-

tificaron diferentes problemas en tiempo de ejecución respecto al rendimiento de la aplicación y aspectos de integración entre las aplicaciones y la plataforma virtualizada.

El primer inconveniente que se presentó durante la aplicación fue un problema de impresión y se solucionó realizando cambios en el esquema de impresión, remplazando las impresoras de sesión por un esquema donde la estación final o computador se encargara de administrar el pool de impresión, permitiendo mediante políticas desde el centro de datos, mapear los dispositivos e impresoras de red configurados previamente.

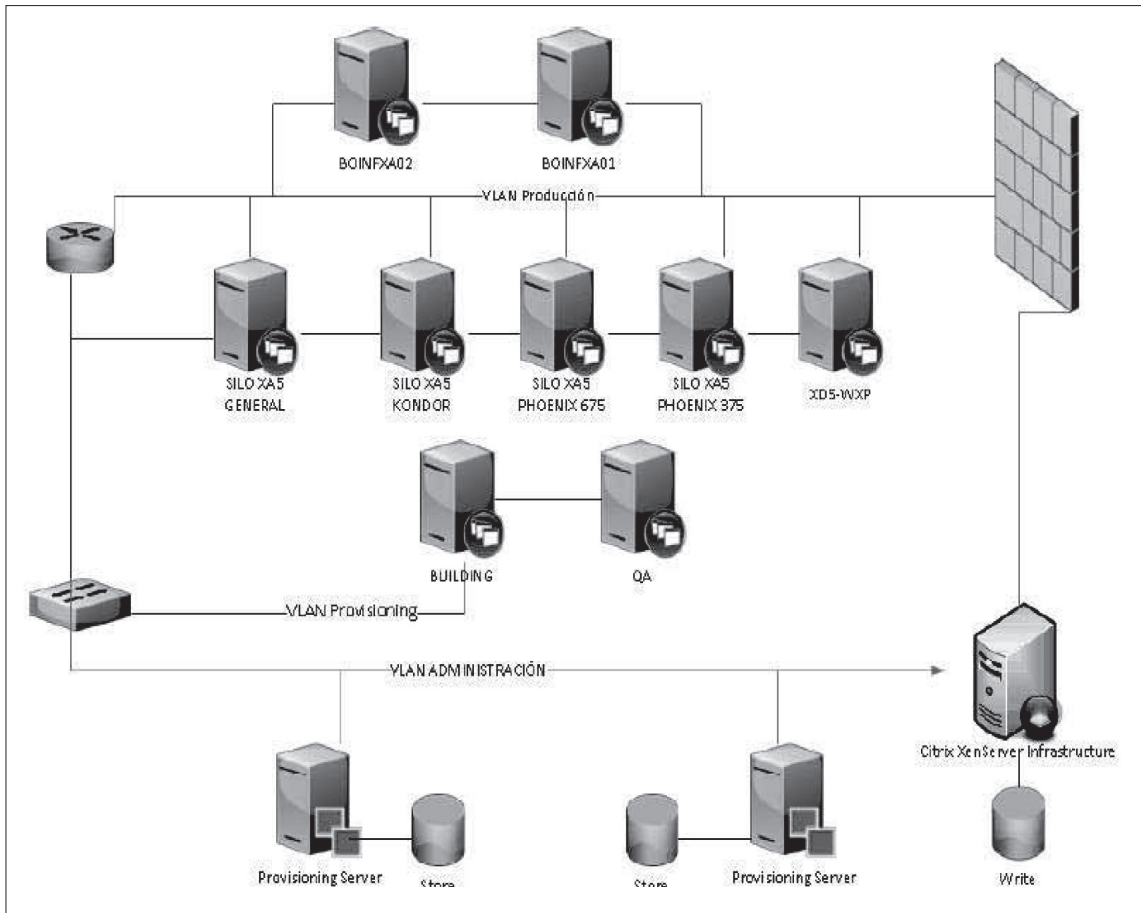
Durante la aplicación del resto de las pruebas se identificó que varios problemas de rendimiento de las aplicaciones, estaban relacionados con incompatibilidades entre aplicaciones instaladas en el mismo SILO de servidores de XenApp. Esto es, todas las aplicaciones instaladas en la misma imagen aprovisionada para todos los servidores de XenApp. Teniendo en cuenta lo anterior, la principal causa de lentitud se definió como integración entre las aplicaciones y su funcionamiento en el ambiente virtual.

Figura 2. Esquema lógico Edge Sight



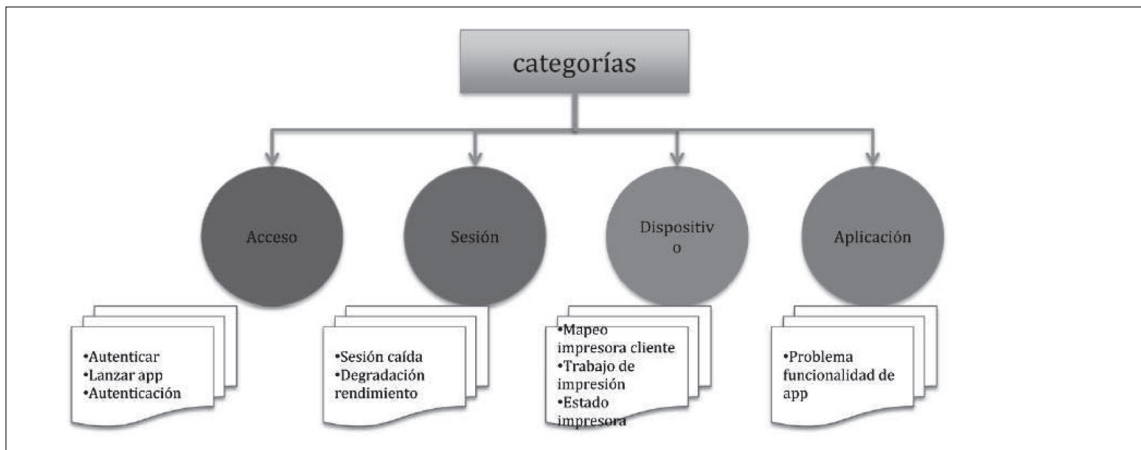
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Diagrama de componentes solución



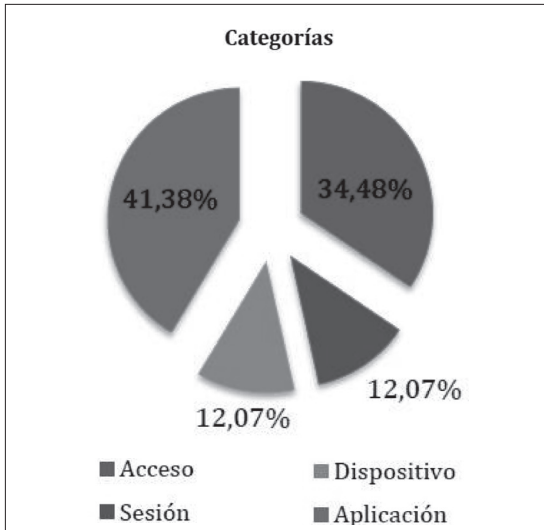
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Categorización de incidentes



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Porcentaje por categoría de incidentes



Fuente: elaboración propia.

Una vez hecho el análisis se construyeron imágenes adicionales que permitieran aislar los problemas de incompatibilidades. En la figura 3 se muestra la solución planteada para las incompatibilidades.

Categorización de incidentes: una vez se corrieron las pruebas de regresión se detectaron aproximadamente 50 incidencias que se clasificaron como se ve en la figura 4.

Del total de incidencias se obtuvieron porcentajes del 41,38 % para fallas en la aplicación, 34,48 % para dificultades en acceso y 12,07 % para problemas en la sesión y en los dispositivos, como se puede ver en la figura 5.

Asimismo, con el seguimiento de alertas y la corrección de las incidencias se desarrolló la mesa de ayuda que facilita la transición para el usuario final y se obtuvo una reducción del RTT de más del 30 %.

3. Conclusiones

Con esta aplicación se logró el objetivo de mejorar hasta en un 30 % el tiempo de des-

pliegue consolidando la mayor cantidad de aplicaciones según la población de usuarios sobre el SILO general, y una vez se tuvo construido el ambiente de monitoreo con Edge Sight, se inició la implementación de la herramienta con dos propósitos: monitorear en tiempo real los componentes de la granja de XenApp y tener una base de histórica de uso y rendimiento de la plataforma, sin embargo es importante entender que para generar reportes es necesario saber lo que se quiere monitorear que para el caso de aplicación se necesitan determinar dos métricas por ambiente: red, aplicación, y hardware

Dentro de los proyectos de virtualización de aplicaciones y escritorios, y en general en los proyectos que generan cambios en la forma de acceder a su ambiente de trabajo y aún más los que la cambian, se hace necesario apoyarse de una iniciativa de comunicaciones y acompañamiento al usuario final que disminuya el impacto generado por el cambio. La experiencia de usuario es un factor fundamental en el éxito de un proyecto de tecnología.

4. Referencias

- [1] R. Pressman. *Software Engineering: A Paractirioner's Approach*. Mac Graw-Hill, NY, 1994.
- [2] R. Dittner y D.Rule. *The Best Damn Server Virtualization: Book Period: Including Vmware, Xen, and Microsoft Virtual Server*. Syngress Publishing, Burlington, 2007.
- [3] ISACA. *Virtualización, Beneficios y desafíos*. Enero, 2010.
- [4] D. Binkley. "Semantics guided regression test cost reduction". *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 23, núm. 8: 498-516, Aug. 1997.
- [5] G. Rothermel y M. Harrold. "Asafe, Efficient rregression test selection technique". *ACM Transactions on Software En-*

- gineering and Methodology*, vol. 6, num. 2: 173-210, Apr. 1997.
- [6] F. Brooks. *The Mythical Man Month: Essays on Software Engineering*. Addison Wesley, MA, 1995.
- [7] I. Esmite, M. Farias, N. Farias, B. Pérez. Automatización y gestión de las pruebas funcionales usando Open Source. 1-12, Septiembre, 2010.
- [8] Institute, P. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Pennsylvania: PMI Ed. 2008.
- [9] C. Paniagua. La virtualización de los recursos tecnológicos impulsor del cambio en la empresa. 92.103, Septiembre, 2006.
- [10] Citrix Inc. Provisioning Services. Citrix Edgesight: 1-1324, Abril. 2013.
- [11] Citrix Inc Integrating Local User Applications in XenApp 6.5. Citrix Edgesight: 1-20, Marzo, 2012.