

# Arquitectura de sistemas y comunicaciones de IDECanarias

Oscar Felipe<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Dpto. de Administración de Sistemas  
Cartográfica de Canarias  
Calle Panama nº 34 naves 8 y 9, 38009 , S/C de Tenerife  
ofelipe@grafcan.com

## Resumen

En el artículo se describe de la arquitectura de sistemas y comunicaciones que sustenta los servicios de IDECanarias

**Palabras clave:** IDECanarias, Sistemas, Comunicaciones.

## 1 Introducción

El Gobierno de Canarias, a lo largo de los años ha conformado su Sistema de Información Territorial, donde se han producido, almacenado y actualizado gran cantidad de información del territorio canario y donde se han generado numerosas herramientas de análisis y difusión. En el seno de este sistema y después de meses de investigación, diseño, desarrollo e implantación, el 26 de Mayo de 2008, ven la luz los servicios IDE del Gobierno de Canarias (IDECanarias).

El gobierno autónomo de las islas, consciente de la cantidad de información sobre el territorio que posee, realiza una apuesta decidida por la difusión de la misma. Dentro de este marco, desde un primer momento, los servicios IDE se consideraron de vital importancia para poner a disposición de organismos gubernamentales, profesionales del sector y público en general toda la información de que se dispone en el Sistema de Información Territorial de Canarias.

Desde su nacimiento, el Sistema de Información Territorial ha estado sustentado por las tecnologías de la información más avanzadas, con la suficiente capacidad para almacenar toda la información producida y con la suficiente potencia para su análisis y posterior difusión. La puesta en marcha de los servicios IDE, han supuesto un salto de calidad en el área de las tecnologías de información, pues se definieron nuevos objetivos a alcanzar por el sistema, lo que ha supuesto un rediseño del mismo.

A continuación, se detallan los objetivos que persigue el sistema y la soluciones que se adoptaron en cada área para lograr que el servicio a los usuarios del sistema sea el mejor posible.

## 2 Objetivos del Sistema.

Con la inclusión de los servicios IDE en el Sistema de Información Territorial, se revisan los requisitos del mismo, y se fijan como objetivos prioritarios el ofrecer el mejor rendimiento posible y la disponibilidad de sus servicios.

IDECanarias es un sistema pensado para funcionar 24 horas 7 días a la semana de forma ininterrumpida, es decir, siempre que sea consultado por un usuario, el sistema debe estar disponible y ofrecer la respuesta correcta en el menor tiempo posible. Para ello necesitamos un

sistema capaz de soportar casi cualquier tipo de incidencia que ocurra (rotura de una parte del hardware, caída en las líneas de comunicación, cortes en el fluido eléctrico, etc ...), Ante estas incidencias, el sistema debe ser capaz de detectarlas, y reconfigurarlas para que otros elementos sean capaces de continuar prestando el servicio hasta que la incidencia sea solucionada.

En cuanto al rendimiento, en nuestro caso, la medida que usaremos será siempre la respuesta que obtendrá el usuario final, el diseño del sistema ira siempre encaminado a buscar la solución que proporcione la respuesta más rápida. Con este objetivo en mente, se han realizado numerosas pruebas, y se han evaluado las diversas soluciones, tanto a nivel de diseño de arquitectura de sistemas, como a nivel software.

Teniendo siempre presentes los dos objetivos principales, disponibilidad y rendimiento, otras consideraciones muy importantes para nuestro sistema son la seguridad, flexibilidad y escalabilidad.

La seguridad es básica en cualquier tipo de sistema, y se torna crucial si hablamos de sistema con servicios abiertos a Internet. La flexibilidad y la escalabilidad son necesarias debido a la vocación de crecimiento y constante rediseño, en busca de nuevas y mejores soluciones, con las que nace IDECanarias, el constante crecimiento en cantidad de información y número de acceso que ha experimentado el Sistema de Información Territorial de Canarias y por la propia evolución de las Tecnologías de la información.

### **3.- Diseño del sistema.**

El tener la disponibilidad, como objetivo principal condiciona fuertemente el diseño del sistema. Estamos hablando de un sistema que debe estar siempre en funcionamiento y de las diferentes aproximaciones posibles, se ha decidido instalar el sistema en dos sedes, que ofrezcan los mismos servicios, de forma que si ocurre un problema en una de ellas, la otra continúe respondiendo a los usuarios. Además, pensando en nuestro segundo gran objetivo, el rendimiento del sistema, estas dos sedes serán capaces de funcionar conjuntamente, es decir, cuando el sistema se encuentre en un funcionamiento normal, sin ningún tipo de incidencias, la dos sedes se repartirán la carga de trabajo, de forma que aprovecharemos todo el potencial del sistema en cada momento. Cuando exista un problema, que pueda afectar a un servicio en una de las sedes, o incluso a la sede completa, el sistema desviará las peticiones hacia los servidores de la sede donde el servicio funcione correctamente.

Así, IDECanarias cuenta con dos sedes, una situada en la isla de Tenerife y otra situada en la isla de Gran Canaria, las cuales albergaran los mismos servicios, y estarán en constante comunicación, para transmitirse las posibles incidencias y poder reacción en el caso de que se presente una incidencia.

La solución de dos sedes, se extenderá no solo a los servicios de IDECanaria, sino que afectará a todos el Sistema de Información Territorial de Canarias, de forma que toda la información y servicios que lo componen están duplicados al encontrarse en ambas sedes.

La elección de dos sedes se refuerza si pensamos en términos de rendimiento, ya que sumamos anchos de banda hacia internet y servidores capaces de atender a los usuarios. También ganamos en flexibilidad y gestión del cambio, ante la reconfiguración de un servicio, siempre podremos parar una parte del sistema, sin dejar de atender a los usuarios, para realizar los trabajos de reconfiguración que sean necesarios.

Para evitar la remota posibilidad de que las dos sedes sufran incidencias en el mismo instante, y esto deje el sistema inaccesible, cada sede se diseña, como un sistema sin punto de fallo único, es decir, todos los elementos Hardware del mismo, están redundados, de manera que el número de incidencias que pueden dejar inoperativa una de las sedes se reduce mucho.

#### **3.1 Comunicaciones y balanceadores de Carga.**

Al pensar en servicios en internet, tenemos que pensar en las líneas de comunicación que unirán nuestras sedes con Internet y por tanto con nuestros usuarios. Estas líneas debemos contratarlas con proveedores de acceso a Internet y para obligar a un servicio correcto, por parte de estos, existen lo que se denomina SLA o acuerdos de servicio, que no son más que cláusulas por las que el proveedor se compromete a mantener una serie de parámetros de rendimiento y disponibilidad en los enlaces, con perjuicios económicos para ellos en caso de no cumplirlas. Los SLA más usados son ancho de banda de la línea, disponibilidad del enlace, retardo de paquetes en ámbito nacional o internacional,... En nuestro caso, cada sede cuenta con un enlace de 10 Mbits.

El Gobierno de Canarias cuenta con una red que une todos sus centros de trabajo, a la que están unidas las dos sedes de IDECanarias, esto nos posibilita ofrecer un mejor servicio a todos los empleados del Gobierno, ya que los anchos de banda y el rendimiento de esta red son mucho mayores que en los enlaces a Internet que se han contratado. Así pues, cada una de las sedes tendrá dos enlaces disponibles para ofrecer respuesta a los usuarios.

Al contar con dos sedes y cuatro enlaces necesitamos un mecanismo capaz de enrutar a cada usuario hacia el servidor adecuado para su petición. Para ello contamos con 4 balanceadores de carga de la empresa F5 Networks[1]. Estos balanceadores son dos parejas de elementos, la primera es una pareja de GTM (Global Traffic Manager), Situado uno en cada sede, son los encargados de decidir, ante una petición de un usuario, que sede y porque enlace será atendida. Los GTM están en constante comunicación entre ellos y con el resto de los elementos del sistema y en función de esta información y de las reglas que se les programan toman las decisiones en cada instante. La otra pareja de elementos son dos LTM (Local Traffic Manager), encargados de gestionar los diferentes servidores en cada sede y decidir, ante una petición, cual de los distintos servidores capaces de responder a ella es el ideal.

El funcionamiento final de estos sistemas se ilustra en el siguiente ejemplo en que un usuario realiza una petición a la web de IDECanarias .

1. El usuario teclea en su explorador <http://www.idecan.grafcan.es>.
2. Se genera un petición DNS, para resolver en nombre del servidor en una dirección IP, esta petición llegará a uno de los dos GTM, los cuales están configurados como DNS primario y secundario para resolver las peticiones del dominio grafcan.es
3. Dependiendo del origen de la petición, de la disponibilidad del los distintos servicios en cada sede, y de las políticas de balanceo de carga que tengamos programadas, los GTM devolverán al usuario la IP de un servicio configurado en uno de los dos LTM. A partir de ahora el usuario hará uso, en la comunicación, de este número IP, el cual estará disponible en la sede seleccionada por el GTM. De esta forma ya hemos asignado la sede que atenderá a este usuario.
4. El Explorador del cliente recibe la dirección IP y realiza la petición de la página web a la misma.
5. La IP en cuestión corresponde al LTM de la sede seleccionada. Este LTM tiene configurado un grupo de servidores capaces de responder a esta petición, dependiendo de la disponibilidad de estos y de las políticas aplicadas, se seleccionará uno de ellos.
6. La petición llega finalmente al servidor, quien enviará la información solicitada al cliente.

Este procedimiento, así contado, podría parecer largo y por tanto, capaz de ralentizar las comunicaciones entre el usuario y el servidor. Pero hay que tener en cuenta que los sistemas de F5 son elementos diseñados para estas labores, que cuentan con Hardware específico. De hecho entre las numerosas pruebas de rendimiento a la que se ha sometido el sistema, se probó que el retardo que se sufría al emplear este sistema, era despreciable en la suma de todo el tiempo de respuesta.

Por último, en este apartado cabe mencionar que cada sede cuenta con una pareja de firewalls para garantizar la seguridad perimetral del sistema. Se tratan de dos firewall de la marca Cisco[2].

### 3.2 Servidores y VMware.

Una vez solucionado, el tema del balanceo de carga entre las sedes, y con la flexibilidad que nos permiten los LTM, al poder contar con varios servidores en cada sede que ofrezcan los mismos servicios, se diseña la arquitectura de servidores que compondrán cada sede.

Pensando siempre en nuestros objetivos, nos fijamos en las tecnologías de virtualización, que nos ofrecían en un solo paquete aprovechamiento de nuestro hardware y por tanto economía de costes, a la vez que disponibilidad y escalabilidad, y todo ello solo a costa de una pequeña reducción en el rendimiento. El principal problema que nos podemos encontrar a la hora de trabajar con servidores virtualizados, es el rendimiento de los mismos, ya que cuentan con un capa intermedia entre el Hardware del servidor y el sistema operativo, que es la que realiza la virtualización. Se realizaron diversas pruebas de rendimiento de un servidor físico contra uno virtualizado de las mismas características, revelándose el servidor virtual un 10% más lento que el físico. Esta pérdida es totalmente aceptable, ya que podemos contar con varios servidores virtuales prestando el mismo servicio y balanceados mediante los LTM y así absorber esta pérdida.

Por tanto apostamos en nuestro diseño por crear una granja de servidores virtuales. En nuestro caso adquirimos licencias de VMware Esx Server[3]. Con este software podremos disponer de un conjunto de servidores (servidores físicos), sobre los cuales instalamos el software. Una vez instalado, todos los servidores físicos pueden formar parte de un conjunto de servidores (cluster) y sumar así sus recursos, por ejemplo, si tenemos 2 servidores físicos con 2 procesadores y 4 GB de memoria RAM, el sistema nos ofrecerá un conjunto de 4 procesadores y 8 GB de Ram. Con estos recursos, definimos nuestros servidores virtuales, donde instalaremos nuestros sistemas operáticos y nuestro software. A cada servidor virtual le configuraremos un número de recursos de los que puede hacer uso, pero siempre teniendo en cuenta que si en un momento dado no está haciendo uso de ellos, el sistema los asignara a otro servidor virtual para que los use.

Cuando arrancamos uno de los servidores virtuales, este se aloja en una de las máquinas físicas, compartiendo su Hardware con el resto de servidores virtuales que se encuentre en ese momento en el servidor físico. Esta asignación de una máquina física para ejecutar el servidor virtual es completamente dinámica, por lo que puede variar en el próximo arranque de la máquina, en incluso, sin tener que parar el servidor virtual, éste puede cambiar de servidor físico.

Si pensamos en los objetivos descritos anteriormente, el VMware nos ayudara a mejorar los siguientes aspectos del sistema:

- Disponibilidad: Cada servidor virtual se ejecuta en un servidor físico, pero ante un problema en uno de estos puede cambiar y ejecutarse en cualquier otro. Dicho en otras palabras, uno de nuestros servidores físicos puede fallar, y el VMware será capaz de reorganizar los servidores virtuales para que se ejecuten con los recursos aun disponibles.
- Rendimiento: Nuestro Hardware es aprovechado al máximo, al ejecutarse varias máquinas virtuales sobre una máquina física, las primeras se reparten los recursos del hardware del servidor físico y los comparten, de forma que el uso de los distintos elementos es máximo.
- Flexibilidad: Vista desde dos sentido, por un lado podemos crear y destruir máquinas según nuestras necesidades, siempre y cuando dispongamos de recursos suficientes, en cada una de ellas podemos instalar además sistemas operativos distintos. Y visto desde un segundo sentido, la virtualización nos independiza del Hardware, las máquinas virtuales son meros archivos de datos y configuraciones, y puede ser traspasadas de

unos servidores a otros, incluso de distintas marcas, siempre que tengamos instalado el software de VMware.

- Escalabilidad: Simplemente con añadir nuevos servidores físicos al esquema, el software se reconfigura para hacer uso de los nuevos recursos y teniendo por tanto un aumento del rendimiento inmediato, a la vez que contamos con nuevos recursos para definir nuevos servidores virtuales.

En nuestro caso, en la sede de Tenerife, ya contábamos con diversos servidores pertenecientes al Sistema de Información Territorial, a estos hemos añadido 3 servidores, con 2 procesadores Quad Core, 32 GB de Ram, 4 tarjetas de red Gigaethernet, dos tarjetas HBA a 4 Gb y 2 discos de 73 GB, sobre los cuales hemos instalado VMware. En la sede de las Palmas el número de servidores ascendió a 9, ya que en esta sede además de los servicios de IDECanarias, era necesario duplicar el resto de servicios del Sistema de Información Territorial del Gobierno de Canarias.

Todos estos servidores son servidores Blade. Se trata de servidores de tamaño reducido, que se instalan sobre un bastidor, de forma que gana en densidad, siendo su consumo eléctrico menor. Otra característica importante en la fácil ampliación del sistema, una vez configurado el bastidor y los primeros Blades, podremos ampliar el sistema, simplemente adquiriendo un nuevo servidor e insertándolo en un slot libre del bastidor.

### **3.3 Red de almacenamiento.**

En este tipo de sistema, la información es sin duda lo más valioso, y de cómo se almacene y proteja dependerá una parte importante del éxito del sistema.

El Sistema de Información Territorial cuenta con dos redes de almacenamiento, una por sede, donde se consolidan todos los datos del sistema, haciendo un total de 16 TB de capacidad en cada sede.

Básicamente, una red de almacenamiento, consta de una serie de discos, gestionados por dos controladoras, las cuales se conectan a los distintos servidores por medio de una red de fibra óptica. De esta forma las controladoras, gestionan los diferentes volúmenes de datos y se los ofrecen al servidor adecuado en cada caso.

Las redes de almacenamiento, nos aportan

- Fiabilidad, todos nuestros datos están en un sistema concebido sin punto de fallo único.
- Flexibilidad, con solo reconfigurar las controladoras, podemos, ampliar la capacidad de un volumen de datos, o cambiar el servidor que esta accediendo al mismo.
- Escalabilidad, solo es necesario añadir nuevos discos para que la nueva capacidad esté disponible para cualquier servidor.

De igual forma las unidades de backup, se conectan directamente a la red de fibra óptica de forma que las copias de seguridad se realizan directamente de los discos a la unidad, sin impactar en el rendimiento de los servidores.

### **3.4 Servidores virtuales, sistemas operativos y soluciones software.**

De toda la batería de pruebas que se realizaron antes de la puesta en funcionamiento del sistema, la mayor parte de las mismas estaban encaminadas a seleccionar la solución software más apropiada para nuestro caso.

Comenzamos probando varios software, compatibles con el estándar WMS, algunas eran soluciones propietarias, y otras estaban basadas en proyectos de código abierto. Las pruebas nos mostraron que la solución más rápida y estable, era la formada por el servidor web Apache[4] y el servidor de mapas Mapserver[5].

Seleccionado este software, las pruebas de rendimiento sobre distintos sistemas operativos, nos mostraron que los mejores resultados los obteníamos sobre una distribución de Linux, concretamente sobre Debian[6]. Pero a la hora de publicar ortofotos, nos encontramos con un grave problema, las imágenes en el Sistema de Información Territorial se encuentran almacenadas en formato ECW, el formato ECW es propietario de ErMapper[7] y por tanto, necesitamos las librerías proporcionadas por ellos para acceder a las imágenes. Estas librerías resultaron terriblemente lentas en entornos Linux. Este contratiempo unido a la vocación de dar siempre el mejor servicio posible, nos llevo a tomar la decisión de mantener dos entornos distintos, el primero con Apache y Mapserver sobre Debian para publicar los servicios con información vectorial y un segundo entorno también con Apache y Mapserver, pero sobre Windows 2003, donde el rendimiento de las librerías de Mapserver es bueno, para publicar las imágenes.

Con la versatilidad que nos aportaban los balanceadores de carga locales, donde podemos configurar más de un servidor para el mismo servicio, y hacer que las solicitudes a este servicio se repartan, y con la posibilidad, mediante VMware de poder crear diversos servidores virtuales, sin tener que adquirir nuevo Hardware. Realizamos las pruebas finales para determinar el número de servidores virtuales y las características de cada uno de ellos. A continuación veremos las direcciones relacionadas con este servicio y el la cantidad de servidores, todos ellos virtuales, relacionados con ellos :

Dirección del servicio	Servidores	Descripción
<a href="http://www.idecan.grafcan.es">www.idecan.grafcan.es</a>	1 servidor en cada sede	Página web de información del IDECanarias.
<a href="http://Idecan1.grafcan.es">Idecan1.grafcan.es</a>	3 servidores en cada sede	Servicios WMS con información Raster.
<a href="http://Idecan2.grafcan.es">Idecan2.grafcan.es</a>	3 servidores en cada sede	Servicios WMS con información Vectorial.
<a href="http://Visor.grafcan.es">Visor.grafcan.es</a>	1 servidor en cada sede	Página web con el visor IDE propuesto por IDECanarias. Este visor funciona por teselas del territorio, lo que hace cacheables sus peticiones.
<a href="http://Idecan3.grafcan.es">Idecan3.grafcan.es</a>	2 servidores en cada sede	Son servidores de cache de los servicios WMS, tanto vectoriales como raster.

En la figura 1, se muestra el esquema final del Sistema de Información Territorial del Gobierno de Canarias y el cuadro 1 el resumen de los diferentes elementos del sistema.

<b>Resumen de elementos del sistema</b>
<p><b>Redes de comunicación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una línea de 8 Mbit simétricos en cada sede para conexión a internet.</li> <li>• Conexión a la red corporativa del Gobierno de Canarias.</li> </ul> <p><b>Elementos de comunicación :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Firewall cisco en cada sede.</li> <li>• 2 Balanceadores de carga en cada seda</li> </ul> <p><b>Servidores :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 granjas de servidores VMware.</li> <li>• Diversos servidores de propósito específico (Citrix, base de datos, etc ...)</li> </ul>

- Capacidad total para ejecutar aproximadamente 350 millones de operaciones por segundo con una memoria RAM total de 275 GB.

**Redes de almacenamiento :**

- 2 redes de almacenamiento con 16 TB de capacidad cada una.

*Cuadro 1. Resumen de elementos del sistema*

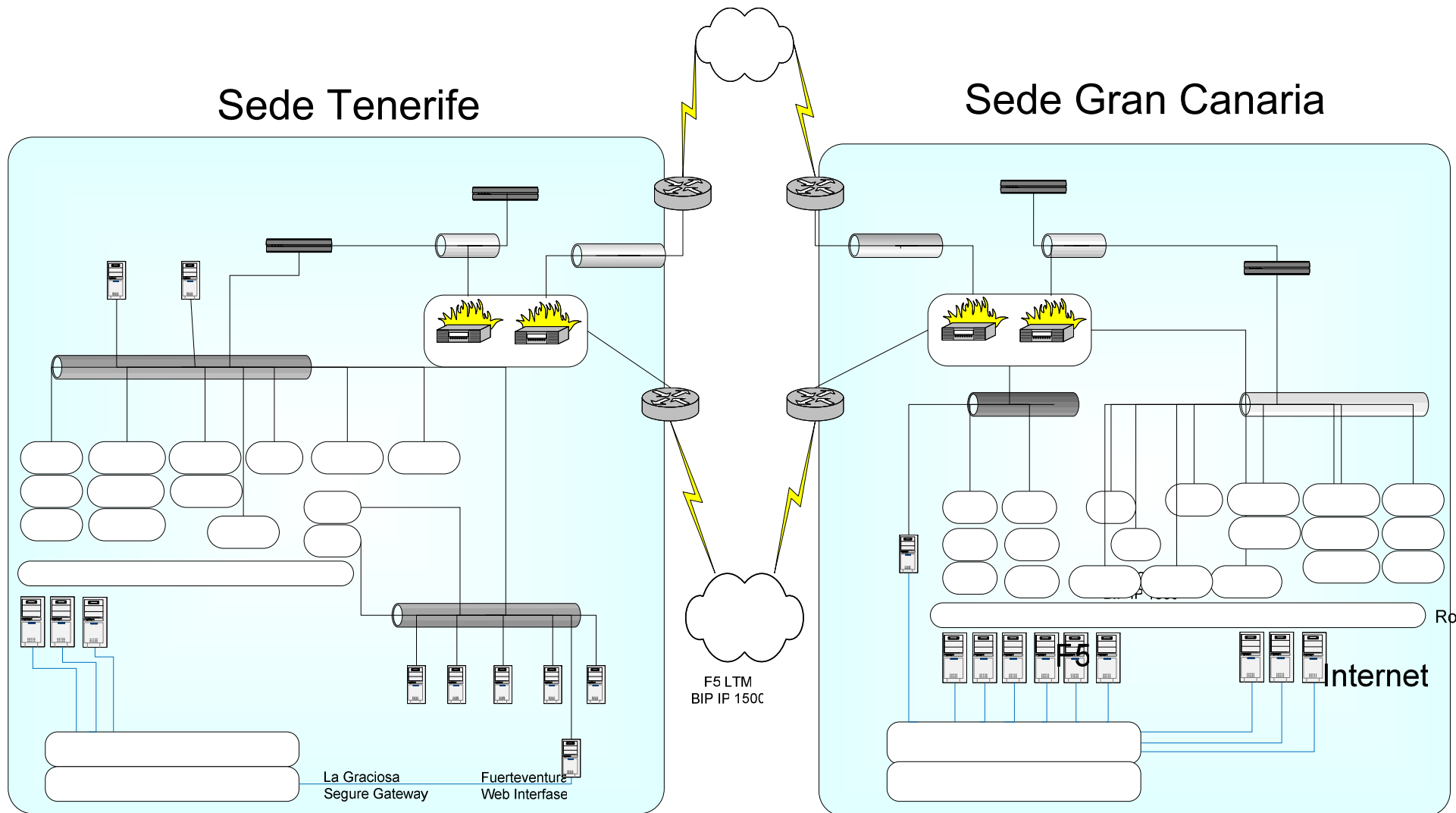


Figura 1. Esquema del Sistema de Información Territorial del Gobierno de Canarias

DMZ

Cluster Firewall  
Cisco Pix 515 E

Caudal 8 Mb simétricos  
(ampliación)

Router Telefónico

RO



## 1 Conclusiones.

Desde su puesta en marcha, IDECanarias ha ofrecido un servicio de calidad a todos los usuarios que lo utilizando, Optimizando el tiempo de respuesta y aceptando las cargas de trabajo que se han producido, pensemos que solo el primer día de funcionamiento, los servidores WMS del sistema recibieron más de un millón y medio de peticiones.

Analizando el sistema desde los objetivos que nos proponíamos, hemos conseguido un sistema fiable y robusto, cada sede está diseñada para que los tiempos de parada por incidencias sean mínimos o inexistentes, pero además contamos con dos sedes, lo que hace que ante un desastre completo en una de ellas, los usuario seguirán obteniendo respuesta a sus peticiones desde la otra. Pensemos, que podemos perder un servidor en una de las sedes, uno o varios discos de datos, puede caer uno de los enlaces de datos, o siendo un tanto catastrofistas, podría arder una sede completa, y los usuarios como mucho percibirían una merma en el rendimiento del sistema, pero podrían seguir usándolo sin problemas.

El rendimiento de cara al usuario ha sido cuidado con máximo esmero, y los tiempos de respuesta son excelentes, actualmente el tiempo medio de respuesta del sistema a una petición de un usuario es de 0.19 segundos.

En cuanto a flexibilidad y escalabilidad, contamos con un sistema fácilmente reconfigurable para aceptar nuevos servicios, o dotar de mayores recursos a uno de los existentes. A modo de ejemplo, veamos las capacidades de ampliación y reconfiguración de diversos elementos que podría presentar problemas de saturación en el futuro:

- Falta de espacio en disco : Solo será necesario añadir nuevos discos a las redes de almacenamiento, e inmediatamente estará disponible el espacio adicional para ser asignado a una unidad existente, o para crear un nuevo volumen de datos y asignarlo a uno de los servidores.
- Saturación del enlace de datos: Los dos enlaces de datos a 10 Mbit que unen las sedes con Internet pueden ser ampliados con solo llamar al proveedor de servicios hasta 100 Mbit.
- Falta de recursos en alguno de los servicios: Reconfigurando los servidores virtuales podemos añadir nuevos procesadores o más memoria, para que estén disponibles para uno de los servicios. En casos de mayor necesidad podremos crear nuevas maquinas virtuales que atenderán conjuntamente con las existentes el servicio saturado.
- Falta de recursos general en el sistema. Solo es necesario instalar un nuevo servidor Blade en el bastidor e instalarle VMware, a partir de ahí todos los

recursos de nuevo servidor formaran parte de sistema y serán usados por las diferentes maquinas virtuales.

- Necesidad de evaluación de nuevas soluciones. Se pueden crear nuevos servidores, con recursos limitados, para probar nuevas soluciones o nuevos servicios.

La lista podría extenderse aún mas, pero estas son las más importantes y nos pueden hacer pensar que se han alcanzado los requisitos que se plantearon al sistema al comiendo del diseño.

## Referencias

- [1] F5 Networks, <http://www.f5.com/>
- [2] Cisco Systems Inc, <http://www.cisco.com/>
- [3] VMware, <http://www.vmware.com/>
- [4] The Apache Software Foundation , <http://www.apache.org/>
- [5] MapServer, <http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [6] Debian, <http://www.debian.org/>
- [7] ER Mapper, Geospatial Imagery Solutions, <http://www.ermapper.com/>