

Capítulo 3. Diseño y Arquitectura del Sistema

3.1. Introducción

En este capítulo se explicara cómo se diseñó y se implementó el sistema que se propone en esta tesis. Se expondrá una explicación de cuál es el propósito del sistema. Así también, se expondrá los software que se utilizaron para la realización de cada uno de los componentes y la forma en la que interactuaron entre sí para el funcionamiento del sistema, cuáles fueron los procesos que realizaron cada uno de estos componentes en el procesamiento de los datos necesarios para el funcionamiento del sistema.

3.2. Descripción General

El software desarrollado cuenta con tres modalidades de búsqueda. La primera modalidad que se implemento fue la búsqueda de una imagen en base a una consulta textual. El programa cuenta con un campo de texto en el cual el usuario podrá escribir la consulta que desee y el programa envíe la imagen que satisfaga a esa consulta.

La segunda modalidad con la que cuenta el software es, mediante una fotografía o imagen que se encuentre almacenada en el dispositivo, se pueda mandar la consulta al servidor, el cual, realizara todo el procesamiento de dicha imagen y compararla con las que se encuentran almacenadas y mandarle como respuesta las tres imágenes que sean lo más similares a la que el usuario selecciono como consulta junto con la información relevante acerca de dichas imágenes.

La tercera modalidad consiste en, mediante una fotografía que se toma con el dispositivo en ese momento, esta es enviada al servidor el cual realizara todo el procesamiento de dicha imagen, para después enviarle al usuario como resultado las tres imágenes que tengan una mayor similitud con la que se fotografió junto con la información relevante acerca de dichas imágenes.

3.3. Arquitectura del Sistema

3.3.1. Hardware Utilizado

El servidor del sistema se implementó sobre una computadora personal Macbook Pro bajo el sistema operativo Lion, con procesador de 2.4 GHz Intel Core i5, 4 GB de memoria RAM y un disco duro de 500 GB.

La parte del cliente se implementó sobre un iPad 3^o Generación, con una memoria de 32 GB, el cual contaba con una resolución de 2048 x 1536 pixeles, conexión vía Bluetooth 4.0, Wi-fi y cámara fotográfica.

3.3.2. Arquitectura de Software

Para el desarrollo del cliente, la interfaz del mismo y la aplicación que realizara todo el procesamiento de las imágenes se utilizó XCode, la cual es una plataforma disponible solamente para computadoras Mac. Se utilizó esta plataforma debido a que es la única que permite el desarrollo de aplicaciones para los dispositivos iPhone, iPod e iPad, además de contar con un simulador, el cual te permite visualizar el comportamiento real de la aplicación.

Para el procesamiento de las imágenes, se utilizaran las librerías de OpenCV, las cuales contienen funciones que facilitaran el procesamiento y comparación de las imágenes, además que encontrarse disponibles para diferentes sistemas operativos, es compatible con el lenguaje Objective-C y permite la implementación dentro de XCode.

El servidor se implementó utilizando Apache, en el cual se manejara la conexión con el dispositivo móvil y se realizaran las consultas pertinentes. En este servidor también se tendrán almacenadas las imágenes pre-procesadas, con las cuales se realizara la comparación. El envío de la imagen desde el dispositivo se realizara mediante conexión Wi-fi y mediante un script que se encuentra del lado del servidor.

Para los scripts que se encontraran del lado del servidor, con los cuales se realizaran las consultas a la base de datos, se realizara la inserción de la información relevante a cada imagen en la base de datos, se implementara el modelo vectorial para el caso de que la búsqueda del usuario seria mediante texto y se obtendrá la imagen enviada desde el dispositivo se utilizara la plataforma Editra, la cual se encuentra disponible para computadoras Mac y nos permite el desarrollo en diferentes lenguajes.

3.3.3. Base de Datos

En la Figura 3.1. se muestra como se estructuro la base de datos en la que se almacenara la información relevante a cada imagen.

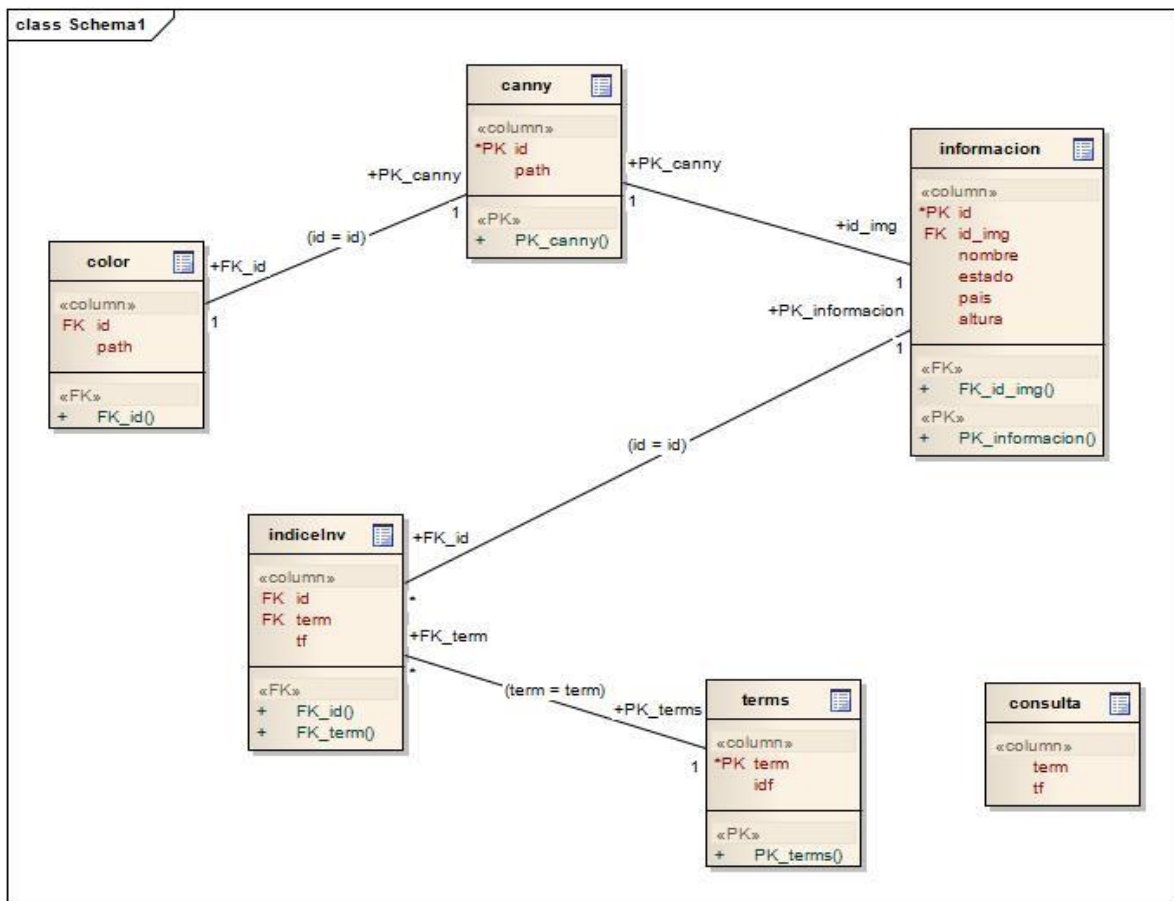


Figura 3.1. Esquema Relacional de la Base de Datos

Como se puede observar en la Figura 3.1., se tienen dos tablas llamadas *canny* y *color* en las cuales se almacenaron los *path* de las imágenes que se encuentran almacenadas en el servidor. Se tomó esta decisión ya que MySQL no es un sistema de base de datos eficiente en cuanto al manejo de datos multimedia (imágenes), sin embargo, el hecho de almacenar los *path* de las imágenes permite que se pueda hacer la consulta, obtener este *path* y realizar una petición al servidor para recuperar las imágenes. Este proceso de obtención de las imágenes se realiza de manera rápida y no consume muchos recursos, ya que las variables de tipo UIImage se pueden inicializar con el contenido basado en un URL.

3.4. Descripción Detallada del Sistema

Los componentes que interactúan en el funcionamiento del sistema son los siguientes:

- **Ciente:** Es el dispositivo móvil que realizara la consulta al servidor, eligiendo una de las tres modalidades con las que cuenta el sistema que son: búsqueda en base a texto, búsqueda en base a una imagen almacenada en el dispositivo y búsqueda en base a una fotografía.
- **Servidor:** Es el que recibe la consulta, ya sea en texto o imagen, y realiza la conexión con la base de datos para recuperar las imágenes pre-procesadas que se encuentran almacenadas y las envía al procesador de imágenes. También es el encargado de dar respuesta a la consulta vía texto y regresar la imagen con mayor similitud.
- **Procesador:** Se encuentra del lado del servidor. Es el encargado de realizar toda la comparación de la imagen enviada por el servidor con las imágenes que se encuentran pre-procesadas en cuanto a la forma y el color de las mismas.
- **Base de Datos:** Se encuentra del lado del servidor. En ella se encuentran almacenadas los *path* de las imágenes pre-procesadas junto con la información relevante de las mismas.

El funcionamiento detallado del sistema se dividirá en dos partes, debido a que permite realizar consultas de dos maneras diferentes, la primera es realizar la consulta en base a texto y la segunda es realizar consulta en base a una imagen enviada al servidor.

3.4.1. Búsqueda en Base a Texto

En esta función, el usuario escribe la consulta que desea realizarle al servidor, ya sea indicando el lugar en el que se encuentra el edificio, palabras claves del nombres (no necesariamente el nombre completo).

Una vez escrita la consulta que desea realizar el usuario, este establece la conexión con el servidor, el cual mediante un script recibirá la consulta que el usuario le está realizando y esta consulta es almacenada en un documento de texto. Una vez almacenada la consulta en el documento, se realiza la lectura de este documento mediante un script y la consulta es separada en palabras, para después ser insertada a la base de datos en una tabla dedicada exclusivamente para el almacenamiento de una consulta.

Una vez almacenada las palabras que conforman la petición del usuario, se realiza la consulta a la base de datos utilizando el Método Vectorial, tomando como medida de asignación de pesos el TFIDF y como medida de similitud el Producto Punto. Una vez obtenido los resultados de la consulta, se realiza la petición al servidor para recuperar las imágenes que tienen un mayor número de similitud, resultantes del producto punto, y ser enviada nuevamente el dispositivo junto con la información acerca de la imagen que se buscó.

El resultado de esta consulta puede variar, dependiendo del número de términos que se encuentren en la consulta y al mismo tiempo se encuentren en la base de datos. Para que esta consulta tenga resultados satisfactorios se le recomienda al usuario que introduzca al menos una palabra del nombre del edificio en conjunto con el lugar en el que se encuentra dicho edificio. Esto

producirá que haya más términos específicos del edificio solicitado y la consulta se realice con mucha mayor precisión.

3.4.2. Búsqueda en Base a una Imagen

En esta función, el usuario tendrá la capacidad de tomar una fotografía del edificio del cual desea saber su información o podrá elegir una imagen que se encuentre almacenada en su dispositivo. Una vez seleccionada la imagen que desea consultar, este realiza la conexión con el servidor, el cual recibe la imagen y la almacena dentro del mismo.

Ya almacenada la imagen dentro del servidor, el procesador toma la imagen del servidor y mediante dos scripts recupera los *paths* de las imágenes que se encuentran en el servidor; un script se encarga de recuperar los *path* de las imágenes que se encuentra pro-procesadas para identificar el contorno de ellas y el segundo script se encarga de recuperar los *path* de las imágenes a color.

Una vez recuperados los *path* de las imágenes, el procesador inicializa dos arreglos (uno para cada tipo de imagen) en el cual almacena las imágenes. A continuación, utilizando los detectores de canny, compara las imágenes que se encuentran en el primer arreglo con la imagen que envió el usuario, identificando el número de puntos similares entre las imágenes. De esta comparación se seleccionan las tres imágenes que tengan un mayor número de puntos similares entre ellas.

Habiendo realizado la comparación de la forma de las imágenes, se procede a realizar la comparación de los colores, para esto se utilizó una comparación entre los histogramas de colores de las imágenes que se encuentran en el segundo arreglo con la imagen del cliente. Lo primero que se realiza es convertir las imágenes del arreglo y del cliente a su representación en el sistema HSV. Una vez realizado este proceso, se procede a calcular los histogramas con las imágenes en su representación HSV. A continuación, se procede a hacer la comparación de los histogramas de las

imágenes del arreglo con la del cliente y, de esta comparación, se selecciona las tres imágenes que tengan el mayor porcentaje de similitud.

Hasta el momento se tienen seleccionadas seis imágenes, tres imágenes son se la comparación de las formas y las últimas tres a la comparación del color. Como paso final, se vuelva a comparar las formas de las seis imágenes resultantes de los procesos anteriores, pero esta vez son comparadas entre sí, con el fin de seleccionar las imágenes que más se parezcan, esto con el propósito de descartar las imágenes que, durante los procesos anteriores, pudiesen haberse considerado como similares y no tuviesen mucho que ver con la imagen enviada por el cliente. Esta última comparación es considerada como un filtro para asegurarse que las imágenes que se enviaran al usuario tienen similitud con la que el cliente envió.

Una vez seleccionada las tres imágenes más similares, estas son enviadas al cliente con la información relevante de cada una de ellas. En la Figura 3.2. se puede observar el diagrama detallado del sistema en el que se aprecia de manera grafica las funcionalidades del sistema.

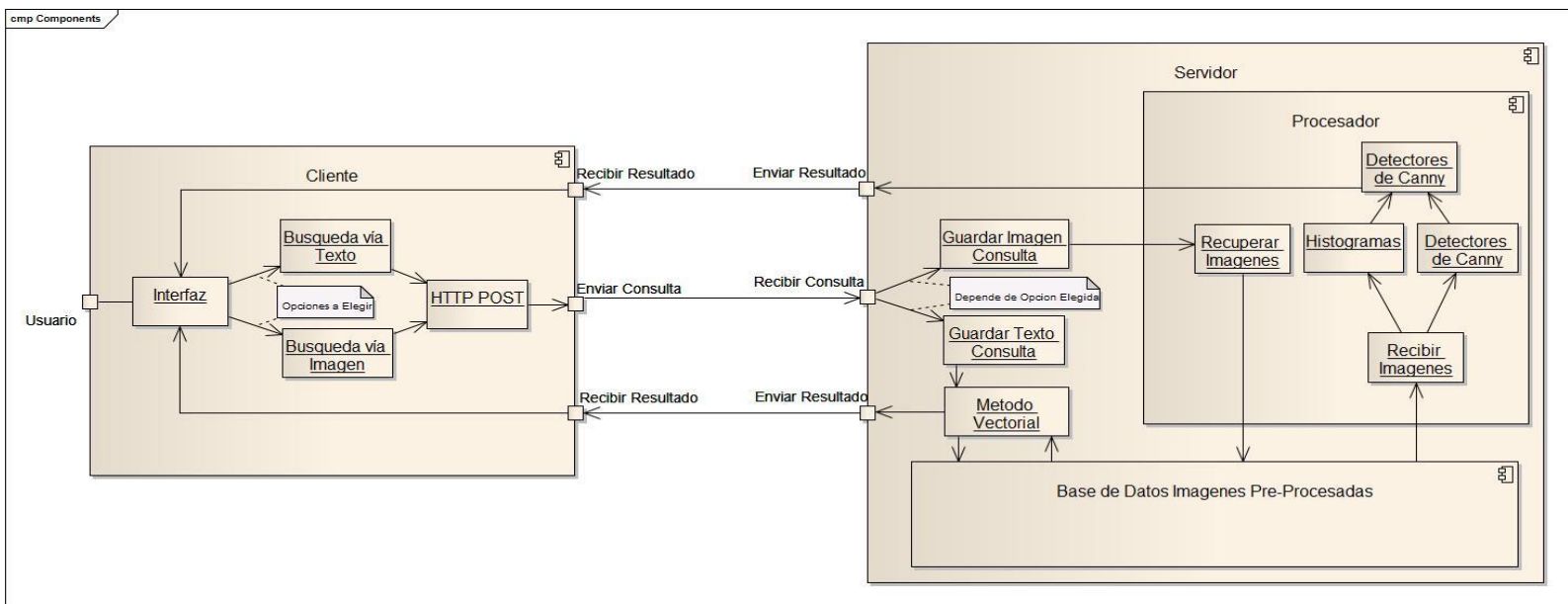


Figura 3.2 Diagrama Detallado del Sistema

3.4.3. Restricciones del Sistema

El sistema fue diseñado bajo las siguientes restricciones para su completo y eficiente funcionamiento:

- El dispositivo debe contar con una conexión a Internet. Debido a que el envío de las consulta se realiza vía Internet.
- El número de clientes está limitado a uno
- Las imágenes enviadas deben estar tomadas en forma vertical. Esto debido a que el sistema no detecta la orientación en la que se encuentra la imagen.
- Las imágenes enviadas tendrán que ser exclusivamente de los edificios, no se permite que haya personas u objetos diferentes a los edificios en las imágenes
- El usuario no podrá especificar un área en específica para enviar la imagen. Se enviara toda la imagen completa, así que se debe procurar que aparezca el edificio lo más completo que se pueda.

3.4.4. Requerimientos de Entrada

Para el óptimo funcionamiento del sistema, se requiriere que las entradas tengan las siguientes características:

- Las imágenes deben ser exclusivamente de los edificios
- Las imágenes deben ser/tener una orientación de forma vertical
- En el caso de las consultas vía texto, las palabras deben estar escritas en forma minúscula, sin signos de acentuación.
- En el caso de las consultas vía texto, si se desea introducir más de una palabra en la consulta, separar mediante un espacio entre palabras, no con comas ni signos de puntuación
- En caso de que la imagen enviada haya sido fotografiada en el momento, el dispositivo debe estar orientado de manera vertical

- Las imágenes deben ser claras, no deben tener ningún adorno o modificación
- Las imágenes deben ser a color
- En las imágenes, debe aparecer la mayoría del edificio.

Al tomar en cuenta todas estas características permitirá que el sistema trabaje de una manera eficiente y obtenga los resultados esperados por el usuario.

3.5. Casos de Uso

En la Figura 3.3. se muestran las diferentes opciones con las cuales el usuario podrá contar al momento de interactuar con el sistema. A continuación del diagrama, se explicara cada una de esas opciones.

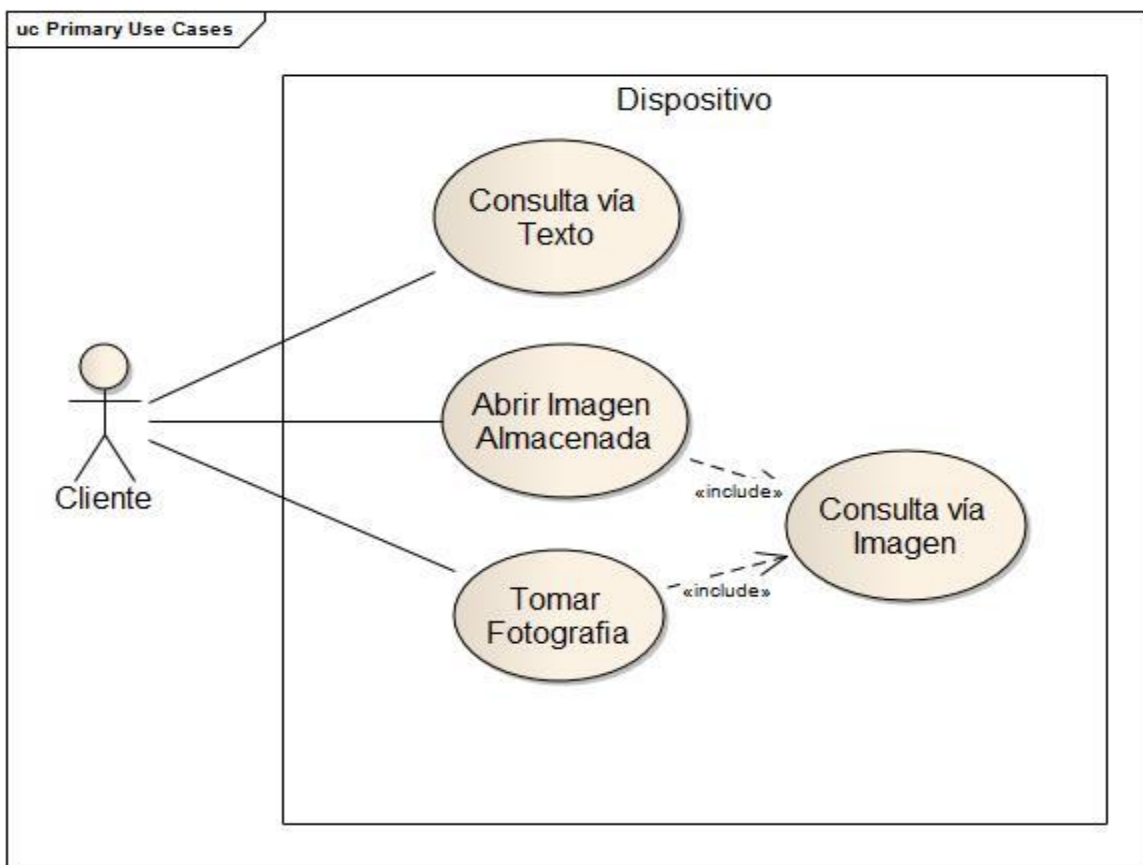


Figura 3.3. Diagrama de Casos de Uso

3.5.1. Consulta vía Texto

En esta opción, el usuario tendrá la libertad de realizar la consulta introduciendo en el sistema palabras claves acerca del edificio que desea, ya sea el lugar en donde se encuentra, el nombre completo o alguna porción de él.

3.5.2. Abrir Imagen Almacenada

Este caso de uso se inicia cuando el usuario decide realizar la consulta vía imagen, seleccionando alguna que se encuentre previamente almacenada en su dispositivo, para después enviarla al servidor como la consulta deseada.

3.5.3. Tomar Fotografía

El usuario inicia este caso de uso al momento en que decide que la imagen que desea enviar como consulta sea tomada en tiempo real mediante la cámara del dispositivo.

3.5.4. Consulta vía Imagen

Este caso de uso se inicia una vez que el usuario ha decidido de qué manera desea obtener la imagen que será enviada como consulta, ya sea desde una imagen almacenada en el dispositivo o una imagen fotografiada en tiempo real.

3.6. Diagramas de Secuencia

3.6.1. Diagrama de Secuencia para Consultas Vía Texto

Para entender mejor el funcionamiento del sistema y como interactuaran los diversos componentes que lo integran, la Figura 3.4. ilustra la manera en que interactuaran los componentes al momento de recibir una consulta vía texto y los procesos que estos realizaran para atender dicha consulta.

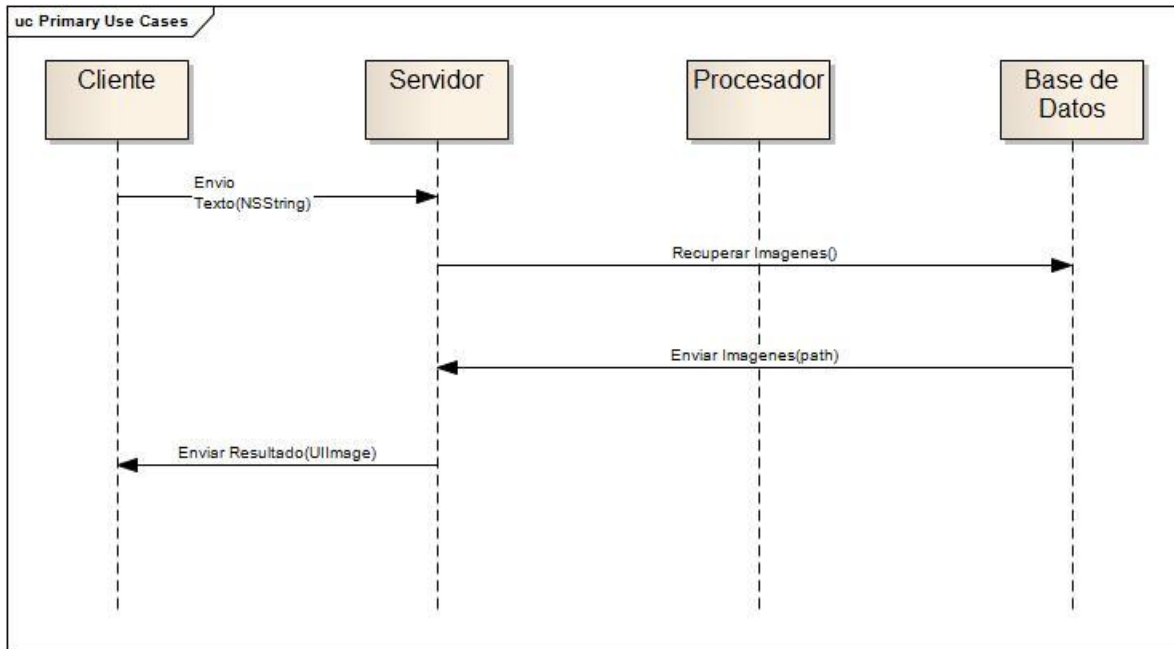


Figura 3.4 Diagrama de Secuencia para Consultas Vía Texto

3.6.2. Diagrama de Secuencia para Consultas Vía Imagen

En la Figura 3.5. se ilustra la manera en que el sistema responder a las consultas vía imagen, ya sean tomadas desde la cámara del dispositivo o que se encontraran almacenadas en él. De esta manera se puede observar como los componentes interactúan entre sí para regresarle al usuario los resultados esperados.

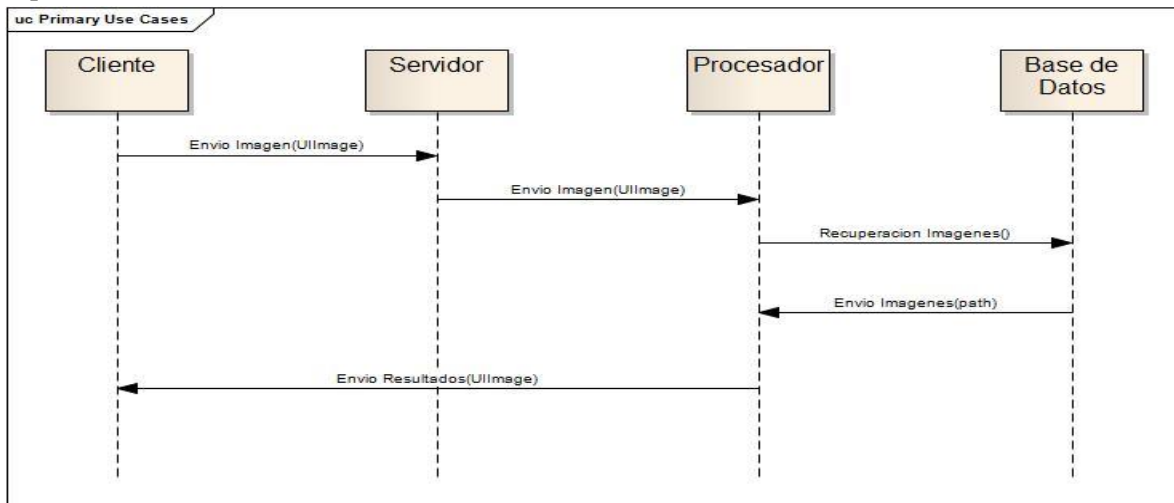


Figura 3.5. Diagrama de Secuencia para Consultas Vía Imagen