

ARQUITECTURA Y DISEÑO DE BASES DE DATOS MÓVILES

ARCHITECTURE AND DESIGN OF A MOBILE DATABASES

Nelson Ortiz

Especialista en Ingeniería de Software.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá Colombia
Nelork267@gmail.com

Diana Duarte,

Especialista en Ingeniería de Software.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá Colombia

Migue Mora I

Especialista en Ingeniería de Software.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá Colombia
ingemike@gmail.com

Fernando Caicedo

Especialista en Ingeniería de Software.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá Colombia
fcs.eis@gmail.com
dcduarte@gmail.com

Tipo: Artículo de reflexión

Fecha de recepción:

Noviembre 2012

Fecha de aceptación:

Febrero 2013

En el comienzo de los dispositivos móviles (Palm, IPAQ, PDA'S) sus aplicaciones inalámbricas eran totalmente desconectadas de las empresas o sistemas de computación. En otras palabras no requerían el intercambio de información con otros sistemas o con uno centralizado. Así que para 2007 aquel entonces no se hablaba de tiempo real en gestión de datos a nivel móvil. Las aplicaciones más reconocidas se limitaban a libreta de direcciones, horarios, organizadores, juegos, agendas y las más sofisticadas contaban con un pequeño paquete de oficina.

Algunas de esas aplicaciones contaban con pequeñas bases de datos y otras almacenaban la información en archivos de texto; para aquel momento funcionaban correctamente, pero a medida que avanza la tecnología, las personas necesitan más. Por eso los fabricantes de SGBD se vieron en la necesidad de crear SGBD móviles que permitan la construcción de bases de datos relacionales para los dispositivos móviles que tal cual se denominan Bases de Datos Móviles.

En este artículo se presentan generalidades para la elaboración de una base de datos móvil, mostrando los factores clave y características sobre arquitectura y diseño que se deben tener en cuenta para la elaboración de una base de datos móvil, además de un nuevo modelo arquitectónico para este tipo de bases de datos.

Palabras clave: Base de Datos, Arquitectura, Diseño, móvil, Dispositivos Móviles, Bases de datos Móviles, SQL-li.

Abstract-- At beginning of mobile devices like Palm, IPAQ and PDA's; the wireless applications were totally unconnected of companies or computer systems. There was no need to exchange information between information systems or centralized systems. The real-time concept didn't apply for mobile devices. The most recognized applications were limited to address book, schedule, organizer, games, calendars and more sophisticated package had a small office.

Some applications had small databases and others text files for storing information elements however applications work that way, but technology advances and evolves, people need more. The DBMS vendors needed to create mobile DBMS to allow the construction of relational databases for mobile devices as they are called mobile databases.

This article presents an overview for developing a mobile database, showing the key factors and features on architecture and design that must be taken into account when developing a mobile database, and a new architectural model for this database type.

Key words: Database, Architecture, Design, Mobile, mobile database, SQL-li.

I. INTRODUCCIÓN

El dispositivo móvil se puede definir como un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales. De acuerdo con esta definición existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores GPS, pasando por los teléfonos móviles, los PDA's o los Tablet PC's.

Se caracterizan por ser aparatos pequeños, con algunas capacidades de procesamiento, móviles o no, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, sin embargo pueden realizar otras más generales. Según [5]

Normalmente se asocian al uso de una persona, la mayoría de estos aparatos pueden ser transportados en el bolsillo del propietario y otros están integrados dentro de otros mayores, controlando su funcionalidad. Ej. Un IPOD conectado a su docking, minicomputadoras de equipos de sonido, lavadoras, hornos, vehículos.

Sin importar el dispositivo hoy en día todos cuentan con una o más bases de datos embebidas que dan apoyo a las aplicaciones y servicios que funcionan en ellos y es en esas bases de datos que se centra el presente artículo.

II. DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES

En los últimos años, la cantidad de dispositivos móviles informáticos se ha incrementado exponencialmente a nivel laboral, educativo y personal, ya que estos dispositivos permiten a los usuarios interactuar de la misma manera que lo hacen con equipos de hogar o de oficina pero desde lugares remotos. Estos dispositivos móviles (celulares, PDAs, computadores portátiles entre otros) usan cada día las nuevas tecnologías inalámbricas que ofrece el mercado y que dan un mayor cubrimiento en cuanto a la red. No obstante, el mayor problema que limita estos desarrollos tecnológicos, es que los sistemas de información se ven afectados por

problemas de vulnerabilidad en la seguridad de sus datos, así como su costo y la disponibilidad en cualquier momento de esta información hacia el usuario [1].

Ante tal situación, las bases de datos móviles pueden ofrecer soluciones a algunos de los aspectos mencionados con anterioridad. Una base de datos móvil es aquella que es portable y posee una independencia del servidor corporativo de bases de datos, pero puede comunicarse con este servidor desde cualquier punto remoto para compartir datos corporativos. La arquitectura básica de una base de datos móvil es la siguiente [1]:

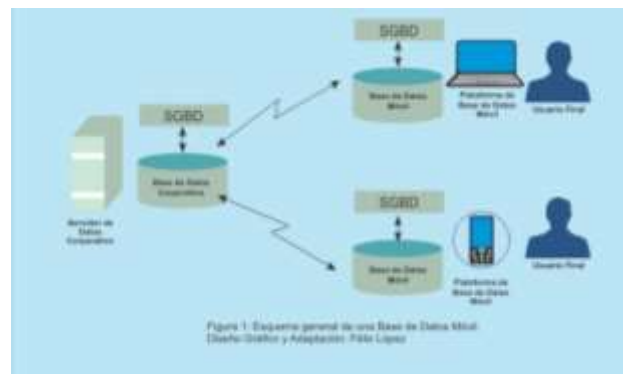


Figura 1: Esquema general de una Base de Datos Móvil.

Los componentes que constituyen una base de datos como la mostrada anteriormente son los siguientes:

- **Servidor de bases de datos corporativo - SGDB** que gestiona y almacena los datos corporativos y proporciona aplicaciones corporativas.
- **Bases de datos remotas - SGDB** que gestiona y almacena los datos móviles y gestiona los datos móviles.
- **Plataforma de base de datos móvil**, que puede ser cualquier dispositivo físico portátil (Celular, Computador portátil, entre otros) que tenga acceso a internet.
- **Enlaces de comunicación bidireccionales** entre el SGDB corporativo y el SGDB móvil.

En muchas situaciones se puede presentar que el usuario se conecte a la base de datos corporativa desde su dispositivo móvil y trabaje sobre la base de datos corporativa, o bien se puede presentar el caso en el que baja la información necesaria a la base de datos móvil y trabaja de forma local en su dispositivo móvil.

La comunicación que existe entre los dos SGBD del sistema planteado, es decir entre el SGBD corporativo y el SGBD móvil, se presenta usualmente de manera intermitente y con intervalos de tiempos cortos e irregulares. No obstante y depende de la aplicación que se esté manejando, esta comunicación debe ser continua para asegurar el correcto manejo de la información. Básicamente, se puede detectar que los dos mayores problemas que se presentan en este tipo de sistemas es la gestión de la base de datos móvil y la comunicación entre esta base y la base de datos corporativa.

Como se mencionaba antes, el uso de dispositivos móviles ha incrementado de forma inmensurable, lo que ha conducido que los fabricantes de SGBD deban también ofrecer SGBD móviles. Estos SGBD deben ser de carácter relacional para que se puedan comunicar con los principales que existen en el mercado. Así mismo, se deben adaptar a los recursos limitados que ofrecen los dispositivos móviles. Por tal razón, las capacidades de la funcionalidad que deben ofrecer estos SGBD móviles son las siguientes [1]:

- Comunicación con el servidor centralizado de bases de datos por medio de comunicaciones inalámbricas o con acceso a internet.
- Replicación de los datos en el servidor de las bases de datos centralizado y en los dispositivos móviles.
- Sincronización de datos entre el servidor centralizado y la base de datos del dispositivo móvil.
- Captura de la información desde diversas fuentes como por ejemplo internet.
- Gestión de los datos en la base de datos en el dispositivo móvil.
- Análisis de los datos almacenados en la base de datos en el dispositivo móvil.
- Creación de aplicaciones móviles personalizadas.

Algo que es importante destacar, es que los fabricantes de los SGBD de dispositivos móviles bajan los precios de las mismas con el ánimo de ofrecer a las compañías el uso de las

mismas y de la cultura del uso de dispositivos móviles como herramientas de trabajo [1].

Las aplicaciones comerciales de las empresas en los últimos años han comenzado a ser usadas en los dispositivos móviles debido al atractivo que tienen de poder acceder a la información de forma portable. Para ello, se hace uso de Internet y la Web para acceder a la información en tiempo real, aprovechando que los dispositivos móviles se mueven dentro de unidades geográficas denominadas celdas o células, las cuales garantizan cobertura de todos los servicios online.

La mayoría de estas aplicaciones y servicios comerciales deben estar basados en una base de datos. Para ello, el usuario accede a una base de datos centralizadas desde su dispositivo móvil y luego es descargada o almacenada en la base de datos del dispositivo móvil. Una vez realizado esto, el usuario puede desconectarse de la red y la información quedara almacenada en la base de datos del dispositivo móvil, donde realmente se ve lo interesante de estas bases de datos móviles.

El usar estas bases de datos móviles posee muchas ventajas, como evitar tener que usar infraestructura física engorrosa para conectarse a la base de datos central para obtener información, usar dispositivos extras de demás como Modem que pueden desgastar más rápidamente la batería de los dispositivos y finalmente y más importante, tener una base de datos que se puede consultar sin necesidad de estar conectado a la base central todo el tiempo, salvo cuando se desee actualizar la información, lo cual se hace de manera sincronizada con la ayuda de algunos paquetes de software que ya vienen instalados en los dispositivos móviles.

Sin embargo, el asegurar todas estas ventajas deben estar basadas en un buen diseño de estas bases de datos ya que deben ofrecer al usuario características que las hagan realmente útiles, como por ejemplo disponibilidad de los datos en cualquier momento del día ya que en situaciones de emergencia estos datos son de crucial importancia [2]. Así mismo, al tratarse de una tecnología móvil, es necesario recordar que posee limitaciones de recursos, como capacidad de almacenamiento de datos, seguridad de los mismos, desempeño, soporte por parte del sistema operativo y la

habilidad de poderse integrar y sincronizar con otros servicios de la red [2].

III. FACTORES DECISIVOS PARA EL DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS

Se considera que el almacenaje y la disponibilidad de los datos en cualquier momento, la seguridad de la información, procesamiento de consultas, manejo de transacciones, tiempo de respuesta, control de concurrencias y adaptabilidad al entorno como los factores más claves para diseñar una base de datos [2]. Es así que se ha logrado caracterizar cinco grandes grupos o áreas en las cuales se debe basar un diseño de bases de datos móviles [2]:

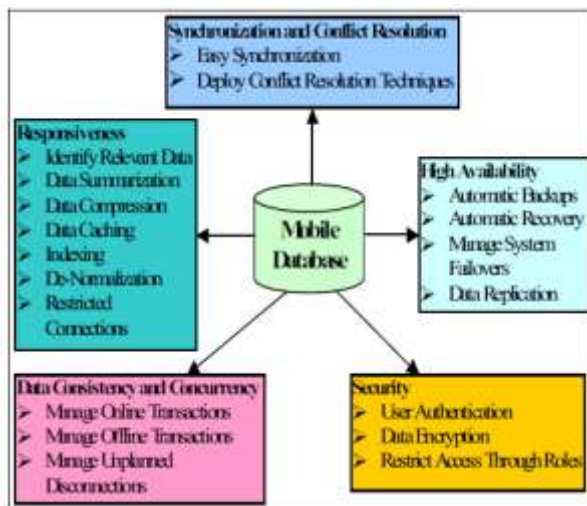


Figura 2: Elementos claves para el diseño de una Base de Datos Móvil.

- **Sensibilidad:** las aplicaciones de los dispositivos móviles deben poder ofrecer la información de interés del usuario en cualquier lugar y hora del día.

Por tal razón, la base de datos del dispositivo móvil solo hará uso de las tablas de la base de datos central que le sean útiles al usuario, debido a los recursos físicos que limitan al dispositivo como tal. Inclusive, en ocasiones de algunas tablas solo toma las columnas y/o filas que le son de interés, por lo que se deben crear nuevos esquemas de la base de datos central para llevar a cabo esto.

Otro de los factores importantes que se deben manejar en estas bases de datos es el tiempo que se demora en realizar una consulta. Para tal efecto se suelen usar dos

técnicas, la primera consiste en reunir todos los datos de interés en un solo sitio y agruparlos en un modelo transaccional de clúster. El segundo método consiste en almacenar en la memoria cache del dispositivo los datos que son consultados con más frecuencia.

Finalmente, se debe tener en cuenta el tipo de datos que se quieren manejar y la cantidad de información que se va guardar para tener en cuenta que no entre en conflicto con la memoria que posee el dispositivo móvil. Se recomienda también realizar una rápida normalización para evitar usar consultas en las cuales se deban hacer Join sobre las tablas existentes. No sobra decir que aunque el número de usuarios que realicen las consultas sobre la base de datos sea grande, el desempeño del sistema no se debe afectar.

- **Consistencia de Datos y Concurrencia:** debido a la alta concurrencia de los datos por parte de muchos usuarios y a las actualizaciones que la base de datos móvil realiza, en ocasiones se presentan inconsistencias en los datos. Por tal razón, la base debe ser capaz de trabajar tanto en forma online como offline, y debe estar bien sincronizada con los servidores de bases de datos centralizadas para que los datos que se obtengan en cualquier forma sean consistentes.
- **Sincronización y Resolución de Conflictos:** la capa de sincronización de estos sistemas es importante ya que debe mantener la base de datos actualizada debido a los Insert y Delete que se realizan sobre la misma. El problema radica en que muchos acceden a la base de datos al mismo tiempo y la sincronización para cada usuario del sistema puede ser demasiado compleja. Para dar solución a esto, se puede hacer uso de la fragmentación y replicación de la información, así cada usuario posee la información que necesita y es más fácil de actualizar. Sin embargo, si no se puede realizar fragmentación a la base de datos, otra de las opciones que se puede manejar es el uso de prioridades de acuerdo al rol del usuario que esté usando el sistema.
- **Seguridad:** las bases de datos que se manejan, deben estar protegidas de código malicioso e incluso que no puedan ser vistos por terceros. Esto es realmente importante para mantener confidencialidad de los usuarios de un sistema, así como de los recursos que manejan como por ejemplo en un banco. Para tal fin, las aplicaciones que usan estas bases de datos deben hacer uso de sistemas de encriptación y de autenticación de los usuarios.

- **Alta Disponibilidad:** la base de datos debe estar disponible a cualquier hora del día, para ello, se debe contar con un plan de manejo automático de back up, manejo de caídas o fallas del sistema e inclusive el uso de replicasiones de la base de datos.
- **Tamaño de los Datos:** a diferencia de los sistemas tradicionales de bases de datos, el tamaño de los datos en una base de datos móvil es importante ya que cuando se comunique con la base de datos central puede influir de manera muy severa y afecta también los tiempos de respuesta.
- **Tamaño de la Pantalla:** debido a la dificultad que se tiene en los dispositivos móviles de mostrar toda la información, se recomienda mostrar la información de forma sencilla en tablas de 2 o 3 columnas con 4 o 5 filas a la vez.
- **Baja velocidad de transmisión:** aun cuando redes como CDMA manejen velocidades de 144kbps o 112kbps en GSM/GPRS, las velocidades de transmisión son bajas, comunicaciones sobre redes UMTS con tecnologías HSDPA HSUPA permiten velocidades de 7 a 12 Mbps; sin embargo éstas velocidades varían de acuerdo a la ubicación, al tipo de servicio que se adquiera, y al tipo de antena cercana.
- **Baja velocidad de procesamiento:** la velocidad de los procesadores de los dispositivos móviles es alrededor de 200 a 1400 MHz en promedio, ya que se trata de dispositivos pequeños sin disipadores de calor, además hay que tener en cuenta que dicho performance es compartido para todas las aplicaciones del dispositivo.
- **Costo:** con el consumo masivo de los últimos años de las redes inalámbricas, es posible que el uso de estos sistemas sea más factible.
-

IV. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO DE UNA BASE DE DATOS MÓVIL

Un sistema distribuido de bases de datos móvil se compone de tres capas: la capa de aplicación, la capa de Middleware y la capa de bases de datos. A su vez, cada capa puede constituirse de varias subcapas, tal como se muestra en el siguiente diagrama de arquitectura [2]:

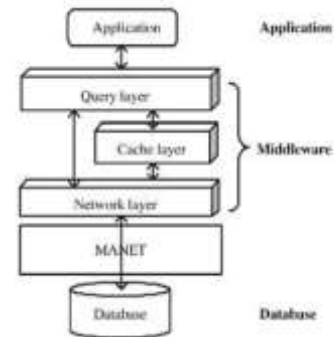


Figura 3: Arquitectura tradicional de una Base de Datos Móvil.

El funcionamiento del sistema es el siguiente: la capa de aplicación recibe la consulta o el query del usuario, la cual es procesada en el dispositivo y pasa a la capa de Middleware donde es enviada a través de la red a la base de datos centralizada, donde una vez es finalizada, se devuelve al dispositivo móvil pasando otra vez por las capas mencionadas y mostradas finalmente mostradas al usuario.

La capa de Middleware es la que meceré toda nuestra atención ya que se compone a su vez de tres subcapas, la subcapa de red, la capa cache y la capa de consultas o query. La subcapa de red es la encargada de comunicarse con la base de datos centralizada. La subcapa de cache almacena la información que se consulta con frecuencia por parte del usuario, reduciendo así el tiempo de consulta del usuario y ofrece la disponibilidad de consultar la información cuando el dispositivo móvil este desconectado de la red. Esta subcapa de cache es automáticamente actualizada para mantener al usuario con la última información, pero es necesario recordar que cuenta con recursos limitados de almacenamiento y de ahí que deba tomar solo la información más útil para el usuario. Finalmente, esta la subcapa de consulta, en la que se analiza cada query, su sintaxis y el tipo de consulta que se quiere realizar [2].

V. UN NUEVO MODELO DE ARQUITECTURA DE BASES DE DATOS MÓVILES BASADOS EN UN AGENTE

Cuando se realiza una transacción a una base de datos desde un dispositivo móvil, se corre con el riesgo de que se pierda la conexión debido a la movilidad del dispositivo, así como de la limitación del ancho del canal de comunicación. Para dar solución a este problema, se ha diseñado un nuevo modelo de arquitectura, en el cual dispositivo cuenta con un agente que descompone el tiempo de vida de la transacción para obtener así una completa y optima consulta de la base de datos [3].

Se puede definir un agente como una clase de sistema computarizado o programa que trabaja en un determinado ambiente y puede rodearlo, resolviendo de forma remota e

inteligente un problema. Cuando muchos agentes interactúan entre sí, se dice que se tiene un sistema multiagente. Para el caso de los dispositivos móviles, este agente puede moverse de manera libre entre los diferentes nodos o host que componen esa red. La idea de este agente es que una vez esté instalado localmente en cada dispositivo, pueda interactuar con todos los recursos del sistema distribuido que se tiene. De manera sencilla, cada agente puede verse como una expansión del sistema tradicional cliente/servidor, y al tener más flexibilidad, eficiencia, confiabilidad e inteligencia para los cálculos distribuidos, va tomando más interés en los diseños [3].

El nuevo modelo arquitectónico propuesto para los sistemas de bases de datos móviles basados en agente se muestra a continuación [3]:

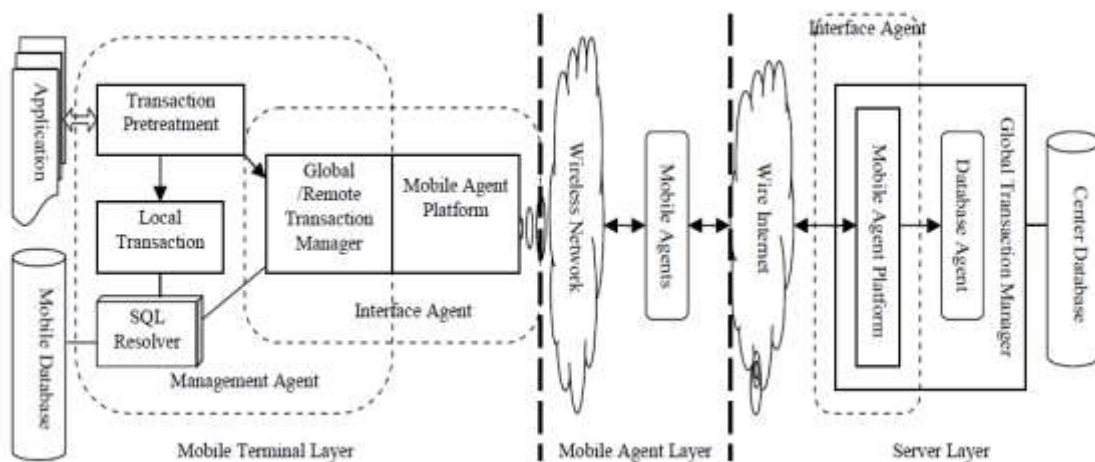


Figura 4: Arquitectura de una Base de Datos Móvil basada en agentes.

Así, se ve que se sigue componiendo de tres capas igual que el modelo clásico, pero las subcapas que componen cada capa son totalmente diferentes como se enuncia a continuación.

- Capa terminal Móvil: se compone de todos los terminales de los móviles que tienen la habilidad de realizar una consulta. Se compone de un administrador de cliente y de una interfaz de agente. El administrador básicamente analiza cada consulta que realiza el usuario a través de las aplicaciones y administrarlas en la base de datos local. Por su parte, la interfaz es la que administra

las consultas que son globales o remotas y sirve de interfaz entre el cliente local y el servidor central de bases de datos. las funciones con más detalle de cada uno de los componentes de esta capa que se ven en el anterior diagrama son:

1. Administrador de Agente: maneja los recursos locales del dispositivo. Así mismo analiza y procesa las transacciones que realiza el usuario y el manejo de las transacciones de la base de datos local.
2. Interfaz de Agente: se encarga de transferir las

Consultas procesadas o los servicios a otros móviles en la base de datos móviles para generar eficiencia. Así mismo, sirve de recepción cuando otros dispositivos móviles realizan consultas a través del sistema.

3. Unidad de Pre tratamiento de Transacción: inicialmente procesa las transacciones dadas por el usuario o las aplicaciones. Luego determina si la transacción puede ser manejada o no por la base de datos local, en caso de que no se pueda, envía la transacción al manejador del servicio remoto/global.
 4. Manejador del Servicio Remoto/Global: descompone la transacción en otras más pequeñas y las direcciona a otros agentes del sistema. También se encarga de ubicar los nodos más cercanos por donde pueda enviar las transacciones.
 5. Plataforma del Agente Móvil: Se encarga de la creación de los agentes mencionados anteriormente y de analizar la información que vienen de otros agentes móviles.
- Capa Agente móvil: en esta capa, residen los agentes que se encargan de enviar la información entre ellos, lo que constituye la parte lógica de la arquitectura. En estas visitas entre agentes se lleva códigos de consulta y de resultado. Esta capa se compone de 4 agentes que son:

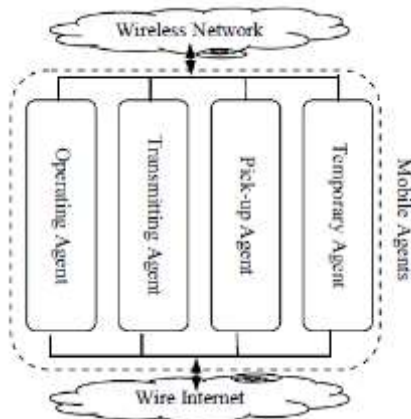


Figura 5: Agentes de la Capa Agente Móvil.

1. Agente Operante: se encarga de incluir la consulta de datos y actualizar los datos en todas

las bases de los dispositivos móviles que conforman el clúster.

2. Agente Transmisor: transmite los resultados de las consultas de bases de datos a los dispositivos que las solicitaron.
 3. Agente Pick-up: se encarga de adicionar un nuevo dispositivo a la base de datos móvil y hacer que se active.
 4. Agente Temporal: define los dispositivos que pueden funcionar como almacenaje temporal de las consultas, así como de guardar temporalmente información de la misma.
- Capa de Servidor: en esta capa llega a la base de datos central, en donde el agente de la base de datos realiza la transacción, y devuelve una respuesta al dispositivo o nodo que lo solicito. En ocasiones, algunos nodos pueden funcionar como servidor de acuerdo a la información que se esté manejando, debido a la replicación.

VI. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS MÓVIL

Una base de datos es uno de los componentes principales de cualquier aplicación o sistema de información. Por ende a la hora de diseñar una base de datos móvil se deben seguir unos pasos que aseguren una buena calidad de la misma y por ende del sistema. Los pasos que se muestran en la figura 5, son los que usualmente deben ser usados para el diseño de la misma [4]:

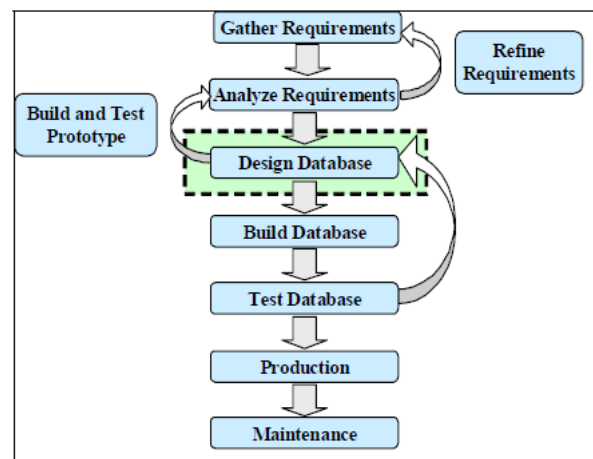


Figura 6: Metodología de diseño de una Base de Datos Móvil.

- Recolección de Requerimientos de Negocio: consiste en hablar con el usuario final y los clientes de que es lo que realmente ellos desean.
 - Análisis de Requerimientos de Negocio: se analizan y se refinan todos los requerimientos hasta que se llega un nivel de aceptación entre todos los stakeholders. Es necesario que los requerimientos queden bien definidos.
 - Diseño de la Base de Datos: en esta etapa se define la plataforma sobre la cual se implementara la base de datos, el SGBD móvil que se implementara, definición del nodo que servirá de base de datos central, que modelo de transacciones se adaptara mejor al sistema y que técnicas de optimización se usara para minimizar los tiempos de respuesta a las consultas.
 - Construcción y Prueba de un Prototipo: se hace la construcción de un prototipo con el ánimo de validar los requerimientos del usuario, en caso de que no sea lo que el usuario deseaba, se debe volver a recolectar los requerimientos.
 - Construcción de la Base de Datos y Prueba: si el prototipo es aceptado se procede a construir la Base de datos y se realizan las pruebas, donde se determinan algunos fallos para mejorar.
 - Producción y Mantenimiento: una vez construida la Base de Datos, se debe proceder a realizar el mantenimiento de la Base de Datos, ya que se irán realizando ajustes o se deberán realizar backups.
1. Selección de la Plataforma: ya que muchos dispositivos móviles trabajan en diferentes plataformas, se debe examinar en cada caso como se realizara la forma de comunicación, como impactara la base de datos con la plataforma de cada dispositivo, como ofrecer seguridad, confiabilidad y que tan fácil será de usar en los dispositivos. También puede ser seleccionada la plataforma apropiada para el funcionamiento.
 2. Base de Datos Móvil: una vez definida la plataforma, se debe elegir el SGBD móvil apropiado que soporte la plataforma.
 3. Base de Datos Central: debe existir una base de datos central corporativa donde se almacenara la principal información del sistema. En un sistema de bases de datos móvil, deben existir tanto la base de datos central como la de los dispositivos.
 4. Modelo de Transacciones: el modelo de transacciones no solo debe ser cuando los dispositivos estén de forma online, sino también offline. Esto es importante porque se determinan como los recursos como energía o ancho de banda van a ser utilizados.
 5. Técnicas de Optimización: los datos que se deben manejar en los dispositivos deben ser comprimidos debido a los recursos físicos muy limitados que tiene el dispositivo. De igual manera, se deben consultar la información que se necesita.
 6. Entidades de Bases de Datos: definición de las entidades de las bases de datos y saber cómo se realizara el mantenimiento de las mismas.
 7. Atributos de las Entidades: determina los atributos de cada entidad y define el tipo de datos que maneja cada entidad.
 8. Diagrama de Entidad – Relación: se crea el esquema donde se relacionan todas las entidades de la base de datos.

De manera resumida, la serie de pasos para diseñar una base de datos son [4]:

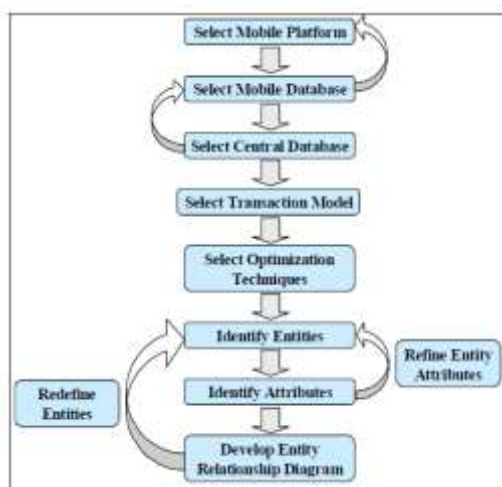


Figura 7: pasos para el diseño de una Base de Datos Móvil.

VII. CONCLUSIONES

Las bases de datos móviles serán a futuro una de las mayores implementaciones que se realizaran debido al gran auge y crecimiento de los dispositivos móviles para el manejo de información. Por tal razón, los conceptos de las bases de datos distribuidas deberán ser tenidos en cuenta para tener diseños e implementaciones que brinden al usuario un servicio de calidad. Así mismo, elementos como la replicación de las bases de datos permiten obtener sistemas más eficientes y el contar con bases de datos locales en tales dispositivos permitirá hacer un uso adecuado de los canales de comunicación para tener acceso a las bases de datos centralizadas de muchas empresas. Sin embargo, aun se deben lidiar con los problemas de limitaciones físicas como

es el almacenaje de estos datos, aunque con el avance de la tecnología se espera que se puedan llegar a volúmenes más grandes de almacenamiento.

Por el momento las velocidades de transmisión inalámbrica no son los más óptimos que se esperarían, por lo que el uso de agentes en la arquitectura de sistemas de bases de datos móviles puede ser por el momento la mejor solución a muchos requerimientos. Estos agentes podrían funcionar de manera similar a algunos dispositivos de red en los cuales se busca la información no solo en la base de datos central, sino también localmente en cada dispositivo y en las bases de datos de los nodos o dispositivos cercanos, permitiendo una gran eficiencia en el manejo de recursos del sistema.

El diseño de una base de datos para este tipo de sistema no difiere en gran medida de los sistemas clásicos, salvo que es necesario considerar las plataformas que maneja el mercado en todos los dispositivos móviles. Finalmente, los desarrolladores de los sistemas gestores de bases de datos saben que a futuro, este tipo de sistemas se posicionaran de manera significativa en el mercado, por lo que ya están comenzando a implementar sistemas gestores de bases de datos especialmente para los diferentes dispositivos móviles que existen a nivel mundial.

Referencias

- [1] Connolly T.M. y Begg C. E. *Sistemas de bases de datos, un enfoque practico*. 4ed. Ed. Addison Wesley.
- [2] Weider D. Yu, Tamseela Amjad, Himani Goel, Tanakom Talawat, "An Approach of Mobile Database Design Methodology for Mobile Software Solutions", *IEEE Computer Society*, pp. 138-141, 2008.
- [3] Jing Li , Jianhua Wang, "A New Architecture Model of Mobile Database Based on Agent", *IEEE Computer Society*, pp. 341-344, 2009.
- [4] Weider D. Yu & Sunita Sharma, "A Mobile Database Design Methodology For Mobile Software Solutions", *IEEE Computer Society*, pp. 2-4, 2007.
- [5] Fernández Luna, Juan Manuel, Universidad de Granada, Programación de Móviles con Java, en línea, disponible en: http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm