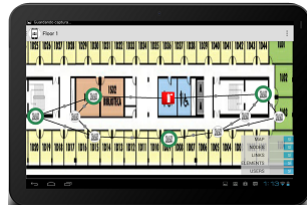


Máster Universitario en Ingeniería de Software,
Métodos Formales y Sistemas de Información
“Trabajo Final de Máster “

ASISTENTE DE RESCATE: CLIENTES ANDROID PARA EQUIPOS DE RESPUESTA



Ana Gabriela Núñez Ávila

Tutores: Dr. José H. Canós, Dra. M^a Carmen Penadés

Febrero 2014

Universidad Politécnica de Valencia

Departamento de Sistemas Informáticos y Computación



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

A mi esposo y a mis padres por apoyarme en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a las personas que me acompañaron durante este proyecto. A mi esposo, padres y hermanos por animarme cuando las fuerzas se debilitaban, a los Directores por su dirección y apoyo en la ejecución de este trabajo final de máster, al Inspector de Bomberos Héctor Rus Hernández por su valiosa colaboración y a mi compañero Ángel Ruiz Zafra por su ayuda y dedicación.

Dios actúa a través de nosotros, y cuando el cansancio nos hace aminorar esfuerzos, es Él, nuestra fortaleza. Una vez más gracias a todos por haber confiado en mí y sobre todo por enseñarme que el mejor esfuerzo siempre refleja calidad.

Índice general

Agradecimientos	5
Resumen	5
Abstract	7
1. Introducción	9
1.1. Antecedentes	9
1.2. Motivación	10
1.3. Objetivos	11
1.4. Estructura del Documento	11
2. Estado del Arte	13
2.1. PSA: “The Personal Safety Assistant”	16
2.1.1. Infraestructura PSA	16
2.1.2. Cálculo de planes de evacuación	19
2.1.3. Sistemas de Localización o Posicionamiento	20
2.1.4. Aplicación de asistencia de seguridad de personal PSA	21
3. TeRA: Team Rescue Assistant	25
3.1. Descripción General	25
3.2. Aplicaciones	26
3.3. Infraestructura TeRA + PSA	31
3.4. Arquitectura TeRA	32
4. Modelado del Sistema	37
4.1. Actores	37
4.2. Diagrama de Contexto	40
4.3. Modelado de los Casos de Uso	40
4.4. Especificación de los Casos de Uso	43
4.4.1. Casos de uso de la aplicación para el director del equipo de rescate	43
4.4.2. Casos de uso de la aplicación para los miembros del equipo de rescate	53
4.5. Modelo Conceptual	56

5. Diseño	59
5.1. Interfaz de Usuario	59
5.1.1. Modelo de navegación en la aplicación	59
5.1.2. Prototipos	61
5.2. Diagrama de Interacción con el sistema	69
6. Implementación	79
6.1. Tecnología Disponible	79
6.1.1. Plataformas	79
6.1.2. Smartphones	79
6.2. Descripción de la Implementación	81
6.2.1. Aplicaciones TeRA	81
6.2.2. Descripción detallada de la implementación para el funciona- miento básico	89
7. Conclusiones	91
7.1. Conclusiones	91
7.2. Líneas de Investigación y trabajos futuros	92
A. Anexo I	93
A.1. Glosario	93
Bibliografía	95

Índice de figuras

2.1. Mapa conceptual de tipos de conocimiento (extraída de [DBG08]) .	14
2.2. Sistema ad hoc (extraída de [LG11])	14
2.3. Infraestructura PSA (extraída de [Zaf12])	17
2.4. Arquitectura General PSA (extraída de [Zaf12])	18
2.5. Modelado de grafo	19
2.6. Satélite GPS de la NASA (extraída de [OA14])	21
2.7. Código QR (extraída de [Blo14])	21
2.8. Captura de pantallas de Aplicación PSA	22
3.1. Aplicaciones TeRA	27
3.2. Infraestructura TeRA + PSA	31
3.3. Arquitectura en capas	32
3.4. Carga de datos de Edificio (Building)	33
3.5. Carga de imagen del mapa (Image Map)	34
3.6. Carga de usuarios afectados (User)	35
4.1. Diagrama de Actores	37
4.2. Diagrama de Contexto	40
4.3. Diagrama de Casos de Uso: Obtener mapa del edificio	41
4.4. Diagrama de Casos de Uso: Recuperar Rutas	41
4.5. Diagrama de Casos de Uso: Obtener Información de Afectados	42
4.6. Diagrama de Casos de Uso: Gestión de Emergencias	42
4.7. Diagrama de Casos de Uso: Obtener Mapa del Edificio de una ubicación	43
4.8. Diagrama de Clases	57
5.1. Ícono TeRA	59
5.2. Modelo de Navegación de TeRA	60
5.3. Prototipo Captura Código QR	62
5.4. Prototipo Mapa Ilustrativo	63
5.5. Prototipo Cambiar vista planta	63
5.6. Prototipo Capas de visualización	63
5.7. Prototipo Manejo de capas	64
5.8. Prototipo Búsqueda de Ruta ubicación	64
5.9. Prototipo Búsqueda de Ruta camino	65
5.10. Prototipo Instrucciones de Ruta	65
5.11. Prototipo Activar Capa de Usuarios Afectados	66
5.12. Prototipo Representación Número de Afectados	67

5.13. Prototipo Información de Usuarios Afectados	67
5.14. Prototipo Configuraciones	68
5.15. Prototipo Historial Afectados	68
5.16. Prototipo Mapa Ilustrativo	69
5.17. Diagrama de Secuencia Disposición Planos	72
5.18. Diagrama de Secuencia Lista Usuarios Afectados	73
5.19. Diagrama de Secuencia Datos Usuario Afectado	74
5.20. Diagrama de Secuencia Instrucciones Ruta	75
5.21. Diagrama de Secuencia Disposición Mapa en una Ubicación	77
6.1. Estructura de la aplicación	83
6.2. Pila de Actividades	84
6.3. Diseño de interfaces gráficas en Android	85
6.4. Creación de proyecto TeRA	86
6.5. Estructura del proyecto TeRA	87
6.6. Carga de XML	87
6.7. Distribución de Paquetes	88

Índice de cuadros

4.1. Actor Director del equipo de rescate	38
4.2. Actor Miembro del equipo de rescate	38
4.3. Actor Servidor PSA	38
4.4. Actor Cámara	39
6.1. Servicios integrados en plataformas móviles	80

Resumen

La computación móvil ha cambiado radicalmente la forma en que la información es manejada durante la respuesta a una emergencia. Por un lado, la posibilidad de llevar consigo un dispositivo móvil inteligente ha permitido a los efectivos de respuesta acceder a información multimedia sobre determinados aspectos (e.g. planos, instrucciones de actuación) y también proporcionar información contextual relevante a los controladores sobre la situación real en una localización determinada (e.g. daños en una infraestructura). Y ha permitido, por otro lado, incorporar a la respuesta al colectivo más olvidado en todos los métodos de planificación: las personas afectadas por una emergencia. En esa línea, el proyecto PSA (Personal Safety Assistant) nació con el objetivo de apoyar a las víctimas de una emergencia en la búsqueda de una localización segura. El PSA permite a un usuario equipado con un teléfono inteligente obtener una ruta de evacuación a partir de la posición en que se encuentra cuando ocurre una emergencia. Además de guiar a los usuarios, su asistente de seguridad genera información contextual que puede ser aprovechada para mejorar la percepción real de la situación.

En este trabajo fin de master se presenta una extensión al proyecto PSA cuyo objetivo fundamental es aprovechar la información contextual generada para mejorar la efectividad de las acciones de respuesta. La aplicación TeRA (Team Rescue Assistant) explota dicha información para ofrecer a los equipos de respuesta una vista de las instalaciones en las que aparecen ubicadas las personas que se encuentran en una determinada instalación, junto con sus perfiles sanitarios. Además, calcula la ruta de entrada hacia su posición, de modo que los equipos de respuesta pueden ser guiados hacia las personas teniendo en cuenta posibles obstáculos, dado que la ruta se calcula en tiempo real.

El trabajo ha consistido en el modelado, diseño e implementación de dos herramientas que se han añadido a la infraestructura PSA existente. Por un lado, la herramienta TeRA-Director permite al jefe de los equipos de respuesta tener una visión de los afectados y su ubicación, amén de calcular la ruta hasta cada uno de ellos. Por otro, la herramienta TeRA-Response permite a los efectivos de los equipos de rescate acceder a los planos de una instalación a través de un dispositivo móvil, además de transmitir su ubicación en cada momento al servidor de PSA para que de este modo sus portadores estén localizados. Con el fin de responder a necesidades reales de los equipos de respuesta, a lo largo del desarrollo se ha estado en contacto con personal del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Valencia, quienes han facilitado información valiosa sobre los requisitos de las dos herramientas. En esa

línea, se espera probar la misma en futuros simulacros de emergencias.

Abstract

Mobile computing has dramatically changed the way the information is managed during emergency responses. On one hand, the use of smart mobile devices allows response teams to access to multimedia information about different aspects (e.g. building maps, or rescue actions), as well as to generate contextual information about the current situation in a particular location (e.g. infrastructure damages). On the other hand, mobile computing supports the people affected by emergencies, who can receive helping information via their mobile devices. The Personal Safety Assistant (PSA) was initiated with the aim of helping victims of an emergency to get to a secure place. The PSA allows victims to be guided with their mobile phones to a safe location from their current position. Besides this, the PSA generates contextual information that can be used to increase situational awareness.

In this work, we introduce an extension to the PSA project whose main goal is to exploit the contextual information generated by the victims mobile devices to improve emergency responses. The Team Rescue Assistant (TeRA) uses such information to provide response teams a view of the affected infrastructure that includes information about the number of victims, their health requirements (if any) and their locations. Additionally, it calculates the path towards their locations in real time, avoiding to direct responders towards unusable ways thanks to the contextual information available.

The work includes the modeling, design and implementation of two tools that have been added to the PSA infrastructure. The TeRA-Director application allows the response team coordinator to have a global view of the infrastructure that includes the location of the victims, as well as to calculate the path to specific locations within the building. On the other hand, the TeRA-Rescue application allows responders to access to the building maps and to locate themselves within the building, so they can be located, too. A large amount of the tools requirements have been provided by staff at the “Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Valencia”, who participated actively in many meetings during the development of the project. We plan to test TeRA in emergency drills to be held in the near future.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El riesgo de que se produzca una emergencia dentro de un escenario está latente en todo momento. Los encargados de dirigir la respuesta en una emergencia afrontan el reto de recuperar, difundir y filtrar información, que es el conocimiento adquirido en una emergencia. Dentro de la gestión del conocimiento, la oferta y la demanda de información de alta calidad es, sin duda, un requerimiento vital que brinda acceso a las intervenciones pertinentes en el momento exacto dentro del contexto de la emergencia. La toma de decisiones depende de los diferentes tipos de conocimiento[DBG08]: el conocimiento tácito del equipo de respuesta se utiliza principalmente en escenarios imprevistos; el conocimiento formal, es el contenido del plan de emergencia; y el conocimiento contextual se captura en tiempo real durante la emergencia, siendo la clave para una mejor toma de decisión.

A medida que la tecnología avanza, se presentan nuevas fuentes para extraer información contextual. Encabezando la lista, están los dispositivos móviles inteligentes de última generación, que así como han tenido una gran acogida en los últimos años, se da por hecho que tiene un futuro prometedor en la innovación de nuevas aplicaciones relacionadas con la información en un área particular [OYN00]. En el presente trabajo final de máster, se considera la tecnología móvil para la implementación de una aplicación para equipos de respuesta. Por otra parte, y a pesar que no se considere en el presente trabajo, se debe conocer que existen otros tipos de tecnologías, como los agentes automáticos, que al ser capaces de percibir su entorno con la ayuda de sensores recuperarán la información deseada y por medio de un actuador llevará a cabo una acción específica.

El conocimiento adquirido a través de las circunstancias históricas, las especificaciones de planes de emergencia y junto con la información obtenida de la interacción de dispositivos móviles inteligentes en tiempo real, permitirán una asistencia de rescate oportuna a los afectados por parte del equipo de respuesta que esté gestionando la emergencia a través del soporte de una aplicación móvil.

El equipo de rescate podrá acceder a la información de las posibles víctimas en una emergencia, cuando estas hayan hecho uso de una aplicación móvil para una asistencia personalizada. Actualmente, existe desarrollado como trabajo de fin de máster el “Asistente de Seguridad Personal” (PSA) [Zaf12]. En éste se encuentra desarrollada una plataforma software compuesta de su arquitectura, aplicaciones de

gestión y uso, etc. Este asistente pone a disposición una aplicación móvil con el fin de que las personas afectadas se registren y posteriormente tengan acceso a vistas personalizadas de los planes de emergencia, con opción a incluir las instrucciones de evacuación consistentes con la información de contexto en tiempo real.

En el presente trabajo de fin de máster, se pretende integrar la gestión por parte del equipo de rescate al PSA. Para esto, se llevará a cabo el análisis de contexto de una emergencia y por medio de una aplicación para dispositivos móviles inteligentes se obtendrá como resultado un sistema integral de gestión de emergencias en tiempo real.

1.2. Motivación

La gestión de emergencias o desastres es un campo que compete a la mayoría de dirigentes encargados de la seguridad de los ciudadanos. Cuando ocurre una emergencia, la eficiente y rápida respuesta en la toma de decisiones por parte del equipo de rescate es uno de los aspectos indispensables para llevar a cabo una correcta gestión. Los errores que se presentan durante una emergencia por la falta de información pueden provocar confusión y escenas de pánico y, por lo tanto, pueden generarse resultados catastróficos al no realizar las tareas de gestión a tiempo. Por esta razón, surge la importancia de la colaboración entre los diversos integrantes que forman parte de una emergencia. Los afectados al usar una aplicación con tecnología móvil para asistirlos durante una emergencia, generan conocimiento contextual, lo que facilita a equipos de rescate recuperar información en tiempo real.

En el Grupo de Ingeniería del Software y Sistemas de Información del Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación, se han realizado trabajos de investigación en el ámbito de las emergencias. En el trabajo PSA, se estableció la infraestructura de los servidores e implementó una aplicación cliente afectado para Smartphone Android y iPhone, para gestionar situaciones de emergencia con el fin de que un usuario según su ubicación actual dentro de un edificio pueda proceder de manera correcta a través de un plan de evacuación, y a su vez guiarlo por medio de una serie de pasos hasta que se encuentre en un lugar seguro.

A partir de la propuesta ya existente y como parte del PSA, surge la necesidad de llevar a cabo el estudio y análisis para desarrollar una aplicación para clientes utilizados por el equipo de respuesta. Esta aplicación guiará al equipo de respuesta hasta las localizaciones donde se encuentran los clientes afectados para asistirlos durante una situación de emergencia o desastre. Para guiar al equipo de rescate hacia los afectados, estos deberán disponer de la información proporcionada por los usuarios afectados en un edificio, incluidos datos clínicos, históricos, entre otros. Con estos datos, el equipo de rescate puede conocer las personas afectadas con casos clínicos graves y dar una asistencia inmediata a aquellas personas que por ejemplo tengan algún impedimento físico, el cual no le permita moverse y no pueda seguir las instrucciones de evacuación.

Para realizar el estudio y análisis real de las actividades que el equipo de rescate lleva durante la gestión de una emergencia, se debe tener presente los diferentes procedimientos que se encuentran establecidos por estatutos y políticas instauradas en cada institución encargada del rescate de ciudadanos. Por ello, conocer estas actividades es uno de los objetivos más importantes para plasmar una aplicación de calidad con el soporte real y requerido por parte del equipo de respuesta. Sin duda alguna, el cuerpo de bomberos tiene la visión y misión de servir a los ciudadanos a través del oportuno rescate en situaciones de desastres, como incendios, entre otros. Es por esta razón que se ha buscado la colaboración del Cuerpo de Bomberos de Valencia¹, para obtener información de las operaciones que se manejan internamente dentro del equipo de bomberos.

1.3. Objetivos

El presente trabajo final de máster tiene como objetivo principal, dar soporte al equipo de respuesta en una emergencia mediante una aplicación cliente para dispositivos móviles. Para cumplir con este propósito se deben considerar los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar el proceso que se lleva a cabo por parte de un equipo de rescate durante la intervención de una emergencia.
- Definir el conocimiento contextual y formal necesario que sea capaz de dar un correcto soporte al equipo de rescate en una emergencia.
- Analizar la tecnología móvil disponible actualmente para las aplicaciones del equipo de rescate.
- Desarrollar una aplicación cliente que permita guiar al equipo de rescate hacia los afectados.
- Extraer información de contexto de una emergencia para disponer de planos de un edificio, identificar afectados, obtener datos y perfil sanitario de afectados, obtener rutas de acceso y conocer el estado actual de una emergencia .
- Integrar la información relevante estudiada previamente durante la ejecución de emergencias junto con la aplicación cliente para equipos de respuesta, al proyecto PSA.

1.4. Estructura del Documento

El presente documento tiene seis capítulos. En el Capítulo 1 se presenta una introducción, motivación y objetivos, los cuales permitirán tener un panorama general de

¹Inspector de Bomberos: Héctor Rus Hernández. Servicio de Bomberos, Prevención e Intervención en Emergencias. Ajuntament de Valencia

lo que trata el presente trabajo de fin de máster. El Capítulo 2 expone el estado del arte donde se detalla el estado de la situación actual en el campo de las emergencias, permitiendo el estudio, análisis e innovación dentro de la gestión de emergencias con la ayuda de las nuevas tecnologías, información de contexto y colaboración del personal que interactúa durante un desastre. En éste capítulo, se detalla el proyecto PSA. En el Capítulo 3, se expone el asistente para dar soporte al equipo de rescate “TeRA”, mediante su descripción, características y arquitectura. En el Capítulo 4, Capítulo 5 y Capítulo 6, se describe el proceso de desarrollo de la aplicación “TeRA”. Finalmente, en el Capítulo 7 se detallan las conclusiones, trabajos futuros y líneas de investigación.

2. Estado del Arte

Es de conocimiento global que en los últimos años el número de amenazas de seguridad, como desastres ambientales y ataques terroristas, entre otros, se ha incrementado significativamente. Esto ha dado paso a estudios e investigaciones para hacer frente a las diversas situaciones de emergencias o desastres, donde el campo de las aplicaciones para el desarrollo de nuevas tecnologías de información ha llegado a ser transcendental.

Dentro del estudio de las emergencias, existen varios factores que se analizan e investigan con el fin de mejorar los procedimientos para salvaguardar vidas. La coordinación entre la información de contexto de una emergencia y los equipos de respuesta, es uno de los factores más importantes, ya que permiten poner en marcha la ejecución del rescate en una emergencia.

En [CdLSB11], se expone que la colaboración dinámica entre los miembros del equipo que forman parte de una emergencia es primordial; esto quiere decir que los miembros del equipo, al hacer uso de información de contexto, dispositivos móviles y aplicaciones pueden alcanzar un objetivo en común con el fin de mejorar la coordinación y comunicación durante una emergencia, ya que la falta de principios básicos de interacción podría llegar a ser peligroso y aumentar el nivel de desastre o que los esfuerzos sean inútiles. La toma de decisiones es otro factor que compete dentro del contexto de las emergencias. En [DBGC08] se da a conocer que la toma de decisiones depende de los diferentes tipos de conocimiento (Figura 2.1):

- (i) El conocimiento tácito del equipo de respuesta se utiliza principalmente en escenarios imprevistos. Este tipo de conocimiento se adquiere de experiencias pasadas, capacitación y simulacros.
- (ii) El conocimiento formal, es el contenido del plan de emergencia, planos y otros documentos.
- (iii) El conocimiento contextual se captura en tiempo real durante la emergencia, siendo la clave para la toma de decisiones.

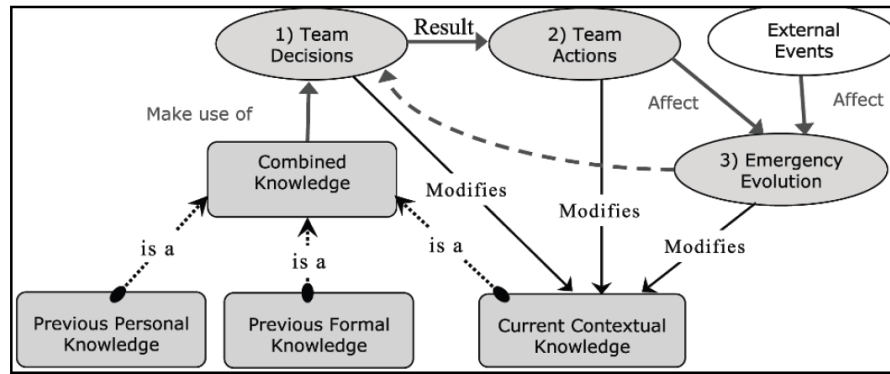


Figura 2.1.: Mapa conceptual de tipos de conocimiento (extraída de [DBG08])

Las nuevas tecnologías al ser incluidas dentro de los escenarios de desastres o emergencias permiten extraer y analizar la información de contexto que se genera. En [LG11] se presenta un sistema basado en agentes que explota la información de contexto de dispositivos móviles para facilitar la colaboración y la asignación de tareas durante un desastre. En la Figura 2.2 se se presenta la arquitectura con la que cuenta el sistema presentado en este artículo. En esta figura se visualiza un sistema ad hoc distribuido entre varios agentes que se ejecuta en un conjunto heterogéneo de dispositivos y servidores. Los miembros del equipo se comunican con el motor a través de agentes de software en sus dispositivos móviles que interactúan con varios sensores.

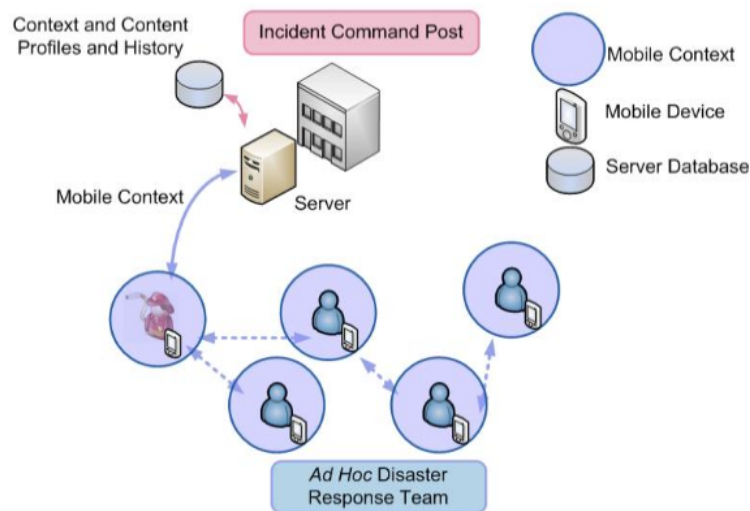


Figura 2.2.: Sistema ad hoc (extraída de [LG11])

En [TMD09] se menciona que para dar soporte al equipo de respuesta durante desastres, los distintos tipos de información de contexto deben ser extraídos y compartidos

entre los equipos de repuesta y proveedores de servicios. Los diferentes tipos de información de contexto, como la ubicación, la información del dispositivo y la red son obtenidos a través de un “*Software sensor*” implementados como servicios independientes que se pueden configurar para recuperar la información de contexto de un sistema de gestión de contexto. Otros tipos de información de contexto pueden ser extraídos desde la información recuperada por el equipo de rescate durante la respuesta a un desastre. En este artículo se expone los posibles métodos, donde los equipos de respuesta pueden usar varias aplicaciones de interfaz gráfica de usuario (GUI) para compartir información. Dependiendo de la infraestructura existente, la información recopilada descrita en archivos XML puede ser almacenada localmente para luego transferirse al sistema final. En este caso, el modelo de información de contexto provee un vocabulario principal para las aplicaciones que recogen datos. Así, cuando se recogen datos, estas aplicaciones usan estos términos comunes definidos en el modelo. El “*Software sensor*” se usa para extraer la información de contexto de los datos recopilados, y guardar dentro del sistema de gestión de contexto. En algunas aplicaciones, el “*Software sensor*” puede estar embebido dentro de la aplicación durante su desarrollo.

Por otra parte, la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para sistemas de soporte como parte de la gestión integral de una emergencia, ha llegado a ser importante para que los equipos de rescate puedan alcanzar sus objetivos dentro del contexto de una emergencia a través del uso de dicha tecnología. Dentro de los proyectos que siguen esta línea de investigación están:

- El proyecto INFRA [inf11] que se dedican al estudio y desarrollo de nuevas tecnologías, con propósito de dar soporte a equipos de respuesta durante cualquier tipo de circunstancia de emergencia a través de una infraestructura instaurada (CI¹).
- El proyecto CERT[Tec14], cuyo objetivo es centrarse en cómo la tecnología va a mejorar la respuesta en una emergencia, de manera que la eficacia de la respuesta esta determinada por la capacidad de los que toman decisiones durante un evento de crisis o desastre y el estado de los recursos disponibles que son indispensables para la toma de decisiones.

En el contexto de las emergencias, algunos de los trabajos y artículos descritos anteriormente argumentan que la calidad de las decisiones depende directamente de la exactitud de la información de contexto que dispone el equipo de respuesta.

¹CI: Critical Infrastructures

2.1. PSA: “The Personal Safety Assistant”

El proyecto Asistente de Seguridad Personal está relacionado directamente con un nuevo concepto, el cual pretende aprovechar las nuevas tecnologías a través de la información de contexto adquirida durante el desarrollo de una emergencia para alcanzar un objetivo en común. Actualmente, el asistente de seguridad personal (PSA) se encuentra descrito en [Zaf12] y su propósito es integrar varios elementos: arquitectura software, aplicaciones de uso, aplicaciones de gestión, etc., a través de una plataforma de software con la que pueda ser viable una gestión completa orientada a usuarios implicados dentro de una emergencia. La necesidad que surge cuando no llega a ser suficiente con que al usuario se le indique que existe una emergencia, sino que se le indique cómo debe actuar frente a una situación crítica, lleva a que la gestión de emergencias debe ser analizada en función del escenario y el tipo de emergencia para que la interacción con el usuario sea guiada y éste pueda llegar hasta un lugar seguro. La solución a esta necesidad, conduce a proponer una arquitectura para el proyecto PSA, que se detalla en la siguiente sección.

2.1.1. Infraestructura PSA

En la Figura 2.3 se presenta la infraestructura PSA. Los cuatro tipos de elementos del escenario presentado en la infraestructura del Asistente de Seguridad de Personal se detallan a continuación:

- (i) **Clientes:** Son los usuarios que disponen de un Smartphone y una aplicación móvil, y establecen comunicación con el servidor del edificio al registrarse.
- (ii) **Servidor Global:** Es un servidor común a todos los servidores locales. En este se almacena la información referente a los distintos servidores locales, gestiona emergencias (en caso de caída de servidores locales), gestiona incidencias (alertas, notificaciones, etc).
- (iii) **Edificio:** Definido por el Servidor Local (Bank Server, Hospital Server) y sistema de alerta de emergencias, o EAS por sus siglas en inglés (el servidor local permite la conexión con usuarios).
- (iv) **Gestión de emergencia externo:** Gestiona y notifica incidencias a los organismos públicos o privados encargados de las emergencias.

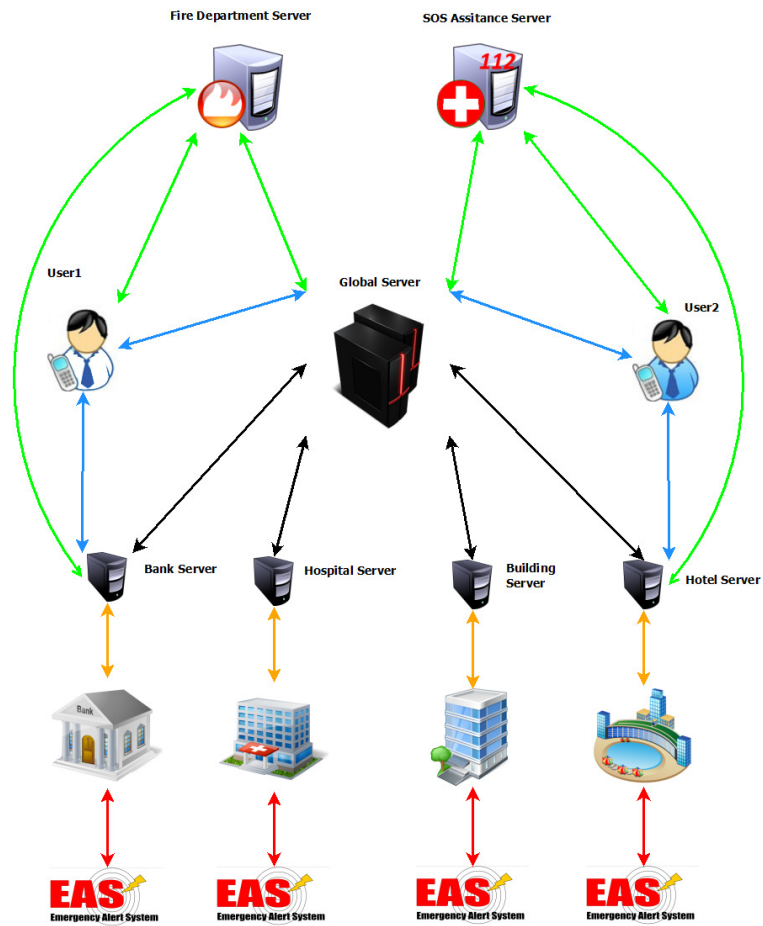


Figura 2.3.: Infraestructura PSA (extraída de [Zaf12])

Arquitectura PSA

La arquitectura PSA se presenta en la Figura 2.4. Esta arquitectura está diseñada con el fin de ayudar a los diferentes usuarios (personas afectadas, equipo de rescate,...) que participan en situaciones de emergencia y facilitar el acceso a la información de contexto de una emergencia. Por lo tanto, los servicios que se han desarrollado permiten cubrir ciertas necesidades en el contexto de emergencias, tales como: obtener la ruta de evacuación, recuperar información sobre el estado de una emergencia, guiar a los usuarios hacia un lugar seguro, declarar una emergencia, entre otros.

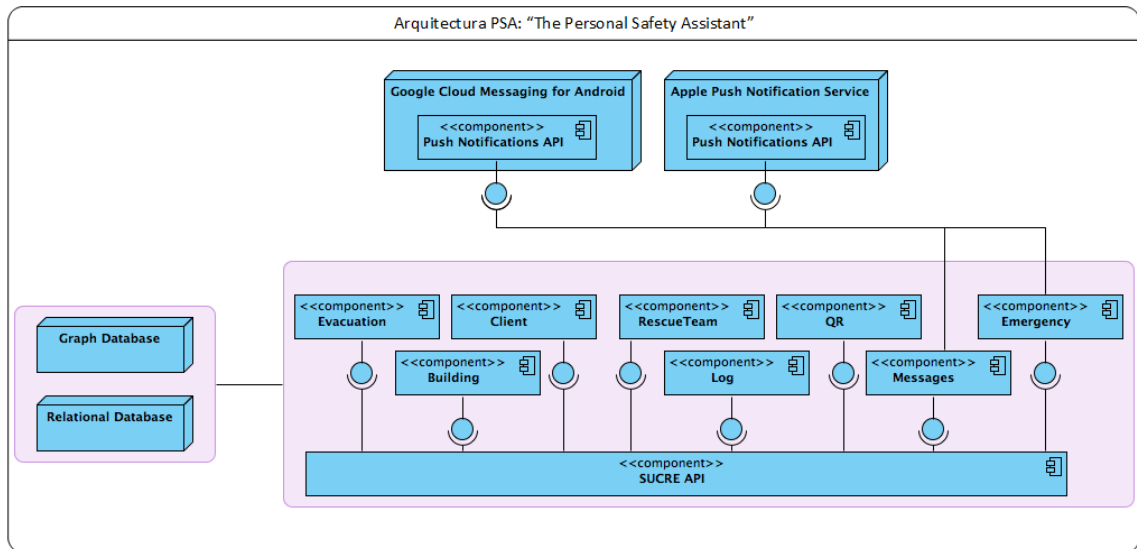


Figura 2.4.: Arquitectura General PSA (extraída de [Zaf12])

La arquitectura de PSA, está implementada sobre una arquitectura orientada a servicios SOA basada en REST para implementación de servicios web, la cual permite soportar nuevos servicios sin degradar el rendimiento del sistema en el tiempo y aumentar el número de usuarios que utilizan estos servicios, proporcionando extensibilidad y escalabilidad.

PSA tiene incorporada una herramienta orientada a grafos para generar un modelo de datos en formato XML. Esta herramienta genera y descarga el modelo de datos, una vez que el diseño esté completo. El diseño representa al edificio con sus diferentes plantas, donde cada piso se modela como un grafo. El grafo contiene:

- (i) Nodos con sus códigos identificadores de ubicación, que representan puntos o posiciones dentro del plano del edificio.
- (ii) Enlaces entre nodos cada uno con sus respectivas acciones.

(iii) Nodos finales que son las salidas de emergencias dentro de las plantas de un edificio, y que indican que es un nodo objetivo para estar a salvo. La herramienta también permite generar automáticamente un código identificador de ubicación, y, exportar e importar los planos de las plantas de un edificio. En la Figura 2.5 parte a) se puede visualizar la herramienta de grafos y en la parte b) se presenta la estructura del documento XML obtenido del grafo diseñado (Figura 2.5 parte a) con una estructura bien definida y soporte para representar cualquier plano.

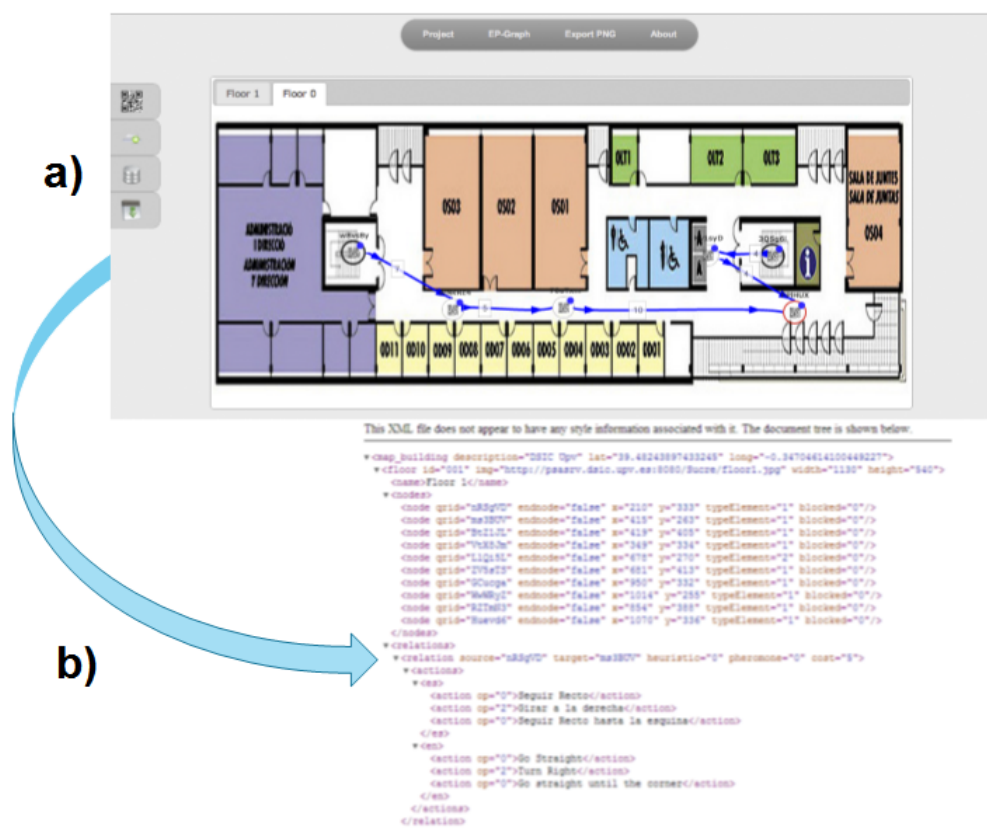


Figura 2.5.: Modelado de grafo

La información de contexto de emergencias como información personal del usuario, edificios que pertenecen a una organización, ubicación, entre otros, que no está relacionada con la generación de planes de evacuación, se almacenan en una base de datos relacional.

2.1.2. Cálculo de planes de evacuación

Los modelos almacenados en la base de datos de grafos pueden ser recuperados para calcular rutas de evacuación. Para el cálculo de la ruta, se toma una ubicación de entrada, es decir un nodo inicial facilitado por un cliente y algunos nodos finales

previamente definidos, considerando que pueden cambiar en cualquier momento si el contexto lo requiere. La mejor ruta de evacuación es obtenida usando el algoritmo de Floyd-Warshall [Ver]. Este algoritmo calcula los caminos mínimos en grafos dirigidos y ponderados. La ponderación de la arista es tratado como el coste de distancia, es decir, permite encontrar el camino mínimo entre cada par de vértices del grafo en función de un coste asociado a cada arista.

En PSA para calcular la ruta con el algoritmo Floyd-Warshall, se tiene definidas dos matrices de datos ($N \times N$ nodos): una de distancias que contiene el coste entre cada par de nodos, y otra de caminos que contiene la matriz de distancias. Si un camino esta marcado como infinito, significa que es una relación no existente dentro de las matrices. Cuando un cliente solicita una ruta mínima en función de su código identificador de ubicación se accede a la estructura de caminos y se obtiene el camino mínimo. Al recuperar el camino mínimo, la base de datos orientada a grafos obtiene una la lista de acciones asociadas a cada par de nodos. En el caso de alterase el coste entre un camino, se modifica la estructura de distancias y se vuelve aplicar el algoritmo de Floyd-Warshall obteniendo las matrices de distancia y camino mínimo correspondientes.

2.1.3. Sistemas de Localización o Posicionamiento

Existen diferentes formas de localizar posiciones de objetos, personas, vehículos, etc. Algunos de los sistemas son menos precisos que otros en localizar la posición exacta dentro de una ubicación geográfica. Seleccionar una forma adecuada de recuperar una localización depende del escenario en el que se vaya a trabajar. A continuación se detallan algunos posibles sistemas de localización que se consideran para ubicar posiciones.

- **Sistemas GPS:** Éste sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. El sistema GPS está constituido por 24 satélites y utiliza la triangulación para determinar en todo el globo la posición con una precisión de más o menos metros.
 - Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición (latitud, longitud y radio).

Este sistema de localización es bastante preciso para detectar ubicaciones dentro del globo terrestre, como localizar ubicaciones dentro del mapa de una ciudad. Sin embargo, no es posible la detección de ubicaciones dentro de zonas interiores, como edificios.



Figura 2.6.: Satélite GPS de la NASA (extraída de [OA14])

- **Sistema de localización basado en códigos QR:** Un código QR es un código de respuesta rápida que almacena su información en una matriz de puntos, también se lo conoce como un código de barras bidimensional creado por la compañía japonesa Denso Wave.
 - Se caracteriza por tener tres cuadrados que se encuentran en las esquinas que permiten detectarlos rápidamente. Existe la posibilidad de que los particulares, los comercios y hotelería utilicen el código QR para indicar la ubicación geográfica de locales y establecimiento.



Figura 2.7.: Código QR (extraída de [Blo14])

Debido a que un código QR posicionado en punto estratégico dentro del plano de un edificio, permite dar a conocer la posición exacta de un usuario y la facilidad de disponer de códigos QR dentro de un edificio, PSA utiliza códigos QR como sistema de localización de una posición.

2.1.4. Aplicación de asistencia de seguridad de personal PSA

Tradicionalmente, los ciudadanos que se encuentran dentro de un evento de una emergencia pueden constar como posibles víctimas de un desastre. Sin embargo al

implementar el asistente de seguridad, permite a un usuario registrado ser consumidor y productor de información durante el proceso de respuesta, donde los dispositivos móviles actúan como mediadores entre afectados y equipos de respuesta que tratan de obtener el conocimiento de la situación antes de decidir una acción de rescate en concreto. La aplicación de PSA, apoyada por la arquitectura descrita en la Figura 2.1.1, permite la interacción de los ciudadanos en un contexto de emergencia para mejorar el proceso de evacuación.

En la Figura 2.8, se muestran algunas de las ventanas implementadas en la aplicación PSA, donde la información contextual contiene la información de la ubicación actual de un afectado, a través de una ubicación dada por un código identificador de ubicación (código QR) dentro del plano de un edificio. A continuación se detallan algunas de las capturas de pantalla de la aplicación para usuarios afectados:

- (i) La Figura 2.8 parte a) visualiza la captura del código identificador de ubicación de afectado (captura del código QR) .
- (ii) En la Figura 2.8 parte b) se puede observar el botón para solicitar una ruta alternativa. Se hace la petición de la ruta alternativa en el caso de que exista un obstáculo en una ruta continua a la actual. En la figura, también se puede observar las instrucciones de la ruta de evacuación.
- (iii) La Figura 2.8 parte c) presenta la pantalla donde el usuario afectado introduce sus datos de perfil sanitario.

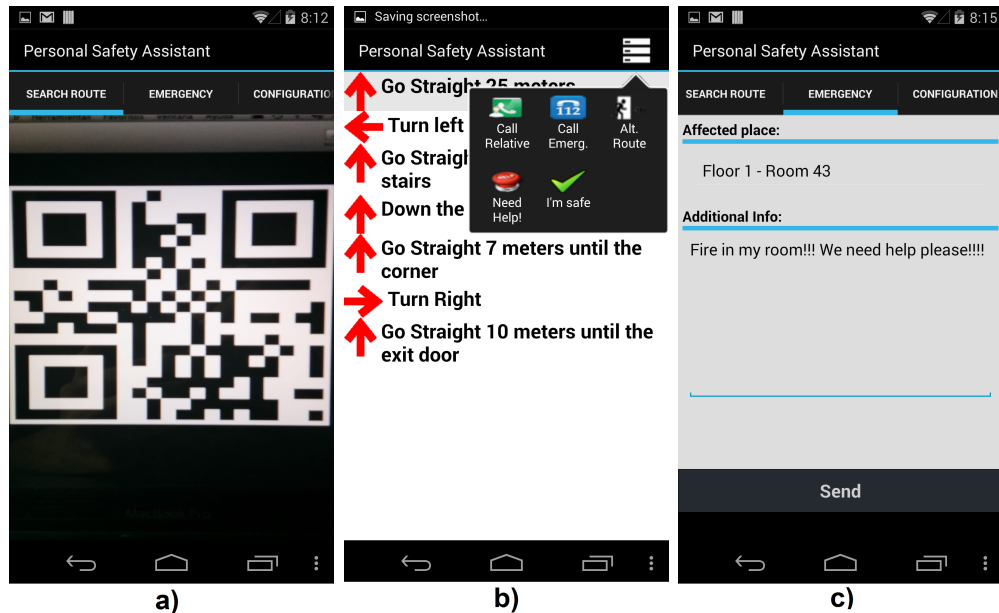


Figura 2.8.: Captura de pantallas de Aplicación PSA

En este capítulo se han presentado algunos trabajos donde se llevan a cabo estudios de como la información de contexto generada durante una emergencia junto con el soporte de dispositivos móviles y aplicaciones mejoran la toma de decisiones durante un desastre. Mas allá del cálculo de rutas de evacuación, infraestructura presentada en PSA y aplicación asistente de afectados disponible, se tiene la información de contexto generada durante una emergencia. En la versión PSA detallada en esta sección no se ha explotado la información contextual, por lo que gestionar la información de contexto recuperada durante una emergencia es uno de los objetivos que se plasma en la aplicación TeRA que se detalla en la siguiente sección.

3. TeRA: Team Rescue Assistant

En este capítulo se presenta a TeRA, como un asistente que da soporte a los equipos de respuesta durante una emergencia. En primer lugar se detalla la descripción general de TeRA y se especifican las tareas que el equipo de rescate tiene asignadas durante una emergencia. Se exponen las aplicaciones disponibles de TeRA y las características que poseen. Finalmente, se presenta la arquitectura de las aplicaciones cliente.

3.1. Descripción General

TeRA, es una herramienta diseñada para dispositivos móviles con el fin de dar soporte al equipo de respuesta facilitando las tareas de rescate y movilidad dentro de un edificio durante una emergencia. El asistente para equipo de rescate explota el contexto generado por PSA para ubicar usuarios afectados, identificar elementos de seguridad¹, obtener rutas de acceso hacia los afectados, solicitar una nueva ruta, recuperar el perfil sanitario de los afectados, etc.

Debido a que TeRA ha sido diseñada para dispositivos móviles inteligentes, la característica táctiles (propia de la tecnología) permiten una navegación amigable a través de la pantalla. TeRA cuenta con dos aplicaciones detalladas en la Sección 3.2. Éstas aplicaciones podrán disponer de una vista con el mapa ilustrativo de un edificio donde se presentarán graficados todos los componentes que conforman un plano (plantas, elementos de seguridad, ubicaciones, caminos, afectados, etc) ; información de contexto extraída de PSA.

Equipo de rescate

En una emergencia, los equipos de rescate siguen políticas internas y planes de emergencia establecidos por la institución de rescate a la que pertenecen. Para el desarrollo de TeRA, se ha considerado al cuerpo de bomberos como el equipo de rescate encargado de dar la asistencia a los afectados de un edificio. En este grupo de rescate se tienen establecidos roles o funciones desempeñados por cada uno de los individuos que forman parte de este equipo de rescate durante la gestión de una emergencia, a continuación se detallan estos roles:

¹Elementos de seguridad: Extintor, manguera e instalaciones eléctricas

- Director del equipo de rescate: El equipo de rescate siempre se encuentra dirigido por un coordinador o director que es el encargado de guiar a cada uno de los miembros del equipo de rescate hacia los afectados que se encuentran en un lugar o zona de un edificio durante un desastre.
- Miembro del equipo de rescate: Los miembros del equipo de rescate, reciben instrucciones por parte de un coordinador para saber como llegar hasta los afectados. Por lo general, los miembros del equipo de rescate son quienes ingresan en el edificio para realizar las tareas de rescate de afectados en el edificio. Los miembros del equipo de rescate llevan, además, de sus trajes especiales que incluyen guantes, una radio que les mantiene conectados para recibir ordenes del director.

3.2. Aplicaciones

El desarrollo del asistente para equipos de rescate es posible gracias al contexto generado por parte de usuarios afectados. La aplicación móvil es capaz de obtener información contextual alojada en la infraestructura PSA para asistir al equipo de rescate una vez que la emergencia se ha iniciado. El equipo de rescate (Sección 3.1), cuenta con un director y miembros del equipo de rescate quienes se encargan conjuntamente de llevar las tareas de rescate. Por lo que TeRA dispone de dos aplicaciones destinadas a cada uno de estos.

Aplicación TeRA para el director del equipo de rescate (TeRA-Director): Esta aplicación esta diseñada para dar soporte al coordinador del equipo de rescate (Figura 3.1 parte a) y pueda guiar a los miembros del equipo de rescate a través de la información disponible en su aplicación. Para acceder a la aplicación el director debe identificar un edificio a través de un código previamente obtenido. Una vez localizado, la aplicación se habilita permitiendo al director: realizar tareas de gestión a través de la disposición y manejo del mapa ilustrativo con todos los componentes que contiene el plano de cada una de las diferentes plantas de un edificio, conocer la información de los afectados que se encuentran en las diferentes plantas o ubicaciones específicas dentro de un edificio, facilitar la obtención de las rutas o caminos a seguir hacia los posibles afectados, obtener y notificar el estado de emergencia.

Aplicación TeRA para miembros del equipo de rescate (TeRA-Response): Esta aplicación esta destinada a los miembros del equipo de rescate (Figura 3.1 parte b) que son dirigidos por un coordinador. La aplicación permitirá a estos posicionarse dentro del edificio a través de un código para disponer el plano y permitir el reconocimiento de los elementos y ubicaciones donde se encuentran los afectados dentro de la planta.



Figura 3.1.: Aplicaciones TeRA

Código QR

En la Subsección 2.1.3 se detalló los sistemas de localización o posicionamiento para hacer referencia un lugar o ubicación en un mapa. Las aplicaciones TeRA en su versión disponible actualmente se encuentran diseñadas para identificar un edificio (TeRA para el director) o una ubicación dentro del edificio (TeRA para miembros del equipo de rescate) a través de un “código QR”.

Características del sistema

Como bien se ha expuesto anteriormente, las aplicaciones TeRA están enfocadas con el fin de dar soporte al director o miembros del equipos de rescate en una emergencia. Para conseguir esto, el asistente para el equipo de rescate contará con las siguiente características funcionales básicas.

- **Características de la aplicación TeRA para el director del equipo de rescate**
 - Obtener el mapa de un edificio: El director puede obtener los mapas para disponer y manipular los planos.
 - En principio, cuando se declara una emergencia, el director debe identificar el edificio de una organización donde ocurre la emergencia.
 - Una vez identificado el edificio, los planos son recuperados desde el servidor Web en formato XML. El documento XML contará con información tal como: la imagen del mapa de una planta, las diferentes plantas con sus elementos de seguridad, elementos físicos (nodos) y caminos (enlaces entre nodos). En TeRA éste documento será transformado a objetos y visualizado gráficamente en la vista de la aplicación.
 - Las ubicaciones físicas en el plano representadas por elementos están especificadas por un código identificador (código QR), para indicar

que es un sitio donde pueden existir posibles afectados. Ésto facilita al director del equipo de respuesta conocer las personas afectadas que hayan proporcionado información previa a través de una aplicación cliente PSA, para asistirles en una emergencia.

- Obtener información de afectados: En primer lugar se debe considerar, que el tema de la privacidad de datos tiene su importancia en la Sociedad de la Información. En muchas ocasiones la información es obtenida con el consentimiento de los usuarios, como en el caso de los datos personales, encuestas, etc.. Sí este es el caso y se asume que la vida en sociedad está relacionada con cierta renuncia a algunas libertades individuales, para poder beneficiarse de la información contextual generada durante una emergencia. Entonces, la información de los usuarios afectados involucrados en una emergencia que puede ser recuperada desde PSA y visualizada por equipo de rescate es la siguiente:
 - La información de todos los usuarios afectados que se encuentren en una planta.
 - Los usuarios afectados que se encuentren en una ubicación de una planta del edificio.
 - Los usuarios afectados que poseen algún tipo de discapacidad.
 - Los datos personales y perfil clínico de los afectados.
- Recuperar Ruta: El director del equipo de rescate puede obtener instrucciones de la ruta para llegar hasta la ubicación donde se encuentran los afectados dentro de una planta del edificio a través del cálculo de rutas. También se podrá solicitar una nueva ruta y ver las instrucciones de la ruta de un camino entre dos ubicaciones.
- Gestión de emergencias: Una emergencia se gestiona a través de los diferentes estados que puedan presentarse desde el inicio hasta el fin de esta. Para finalizar una emergencia, el director debe cambiar la configuración actual del estado a finalizado.
 - Estados de Emergencia: Durante la gestión de una emergencia, se presentan diferentes estados que permiten tener una idea del nivel de gravedad y la situación actual de una emergencia. Para incluir dentro del contexto de emergencias los estados que se lleva en los casos reales durante una gestión de emergencia, se recurrió a la documentación ([IAE]) provista por el Inspector de Bomberos. En ésta, se expone que no existe ninguna norma establecida para la clasificación de los niveles de emergencia, y se explica que en los planes de emergencia autonómicos esta clasificación se establece desde Nivel 0 a Nivel 3. Para el plan de emergencias autonómico frente a incendios forestales se definen de esta manera:

- ◇ Nivel 0: referido a aquellos incendios que pueden ser controlados con los medios previstos en el Plan de Actuación Municipal y que, aún en su evolución más desfavorable, no suponen peligro para personas no relacionadas con las labores de extinción, ni para bienes distintos a los de naturaleza forestal.
- ◇ Nivel 1: referido a aquellos incendios que pudiendo ser controlados con los medios de extinción pertenecientes al Plan de Actuación Municipal se prevé, por su posible evolución, la necesidad de la puesta en práctica de medidas para la protección de las personas y de los bienes distintos a los de naturaleza forestal, que puedan verse amenazados.
- ◇ Nivel 2: referido a aquellos incendios para cuya extinción se prevé la necesidad de que, a solicitud de director del Plan de Actuación Municipal, sean incorporados medios de la comunidad autónoma no asignados al mismo, y previstos en el Plan Especial frente al riesgo de Incendios Forestales (PEIF).
- ◇ Nivel 3: referido a aquellos incendios en los que se considera necesaria una actuación de los medios previstos en el PEIF y que la dirección de la misma sea asumida por la estructura prevista en el mismo.

Sin embargo en los planes de auto protección de empresas o instalaciones de edificios pueden definirse utilizando otras nomenclaturas, aunque en esencia la caracterización de un nivel u otro se realiza teniendo en cuenta los medios y organización previstos para su gestión. Por ejemplo, para el caso del plan de auto protección del circuito urbano de Valencia, las emergencias se clasifican como:

- ◇ Situación 0: Preemergencia. Esta fase dará comienzo cuando se constituya el CECOP².
- ◇ Situación 1: Aquellas emergencias que produzcan en las zonas Interior-Circuito o Entorno-Circuito y que puedan ser controladas con los recursos presentes en dichas zonas o que requieran la movilización de un primer escalón de recursos externos a movilizar por las centrales de coordinación.
- ◇ Situación 2: Emergencias en las que el número de recursos integrados en los dispositivos preventivos se manifiestan insuficientes y es necesario movilizar recursos no adscritos al presente plan y la activación de uno o más Planes Sectoriales del Plan Territorial de Emergencia de la Comunidad Valenciana. También se clasificarán de situación 2 a aquellas emergencias en las que para su control

²CECOP: Centro de coordinación operativa

sea necesaria la constitución del CECOPI³ o el CECOPAL⁴.

- Historial de emergencias: Tener esta información es muy útil en futuras emergencias, por lo que guardar la información propia del contexto de una emergencia en curso es necesario para el análisis por parte del equipo de rescate.
- **Características de la aplicación TeRA para miembros del equipo de rescate**
 - Obtener mapa: Los miembros del equipo de rescate deben ubicarse dentro del edificio a través de un código identificador (código QR). Una vez posicionado dentro del plano del edificio, el mapa es recuperado desde el servidor Web en formato XML. El documento XML contará con información tal como: la imagen del mapa de una planta, las diferentes plantas con sus elementos de seguridad, elementos físicos (nodos) y caminos (enlaces entre nodos). Esta información será visualizada en la vista de la aplicación. La aplicación para los miembros del equipo de rescate no tendrá acceso a manipular los componentes.
 - Visualizar afectados: Una vez obtenido el mapa, los afectados recuperados desde el servidor son presentados en cada una de las ubicaciones al mismo tiempo que se presenta el mapa junto con sus componentes del edificio.

³CECOPI: Centros de Coordinación Operativa Integrada

⁴CECOPAL: Centro de Coordinación Municipal

3.3. Infraestructura TeRA + PSA

En la Figura 3.2 se presenta la infraestructura de TeRA integrado a PSA. En esta se puede observar la arquitectura PSA definida en [Zaf12], la aplicación para afectados (Aplicación PSA) y las aplicaciones para asistencia de soporte a equipos de respuesta TeRA (TeRA para director y TeRA para miembros del equipo de rescate).

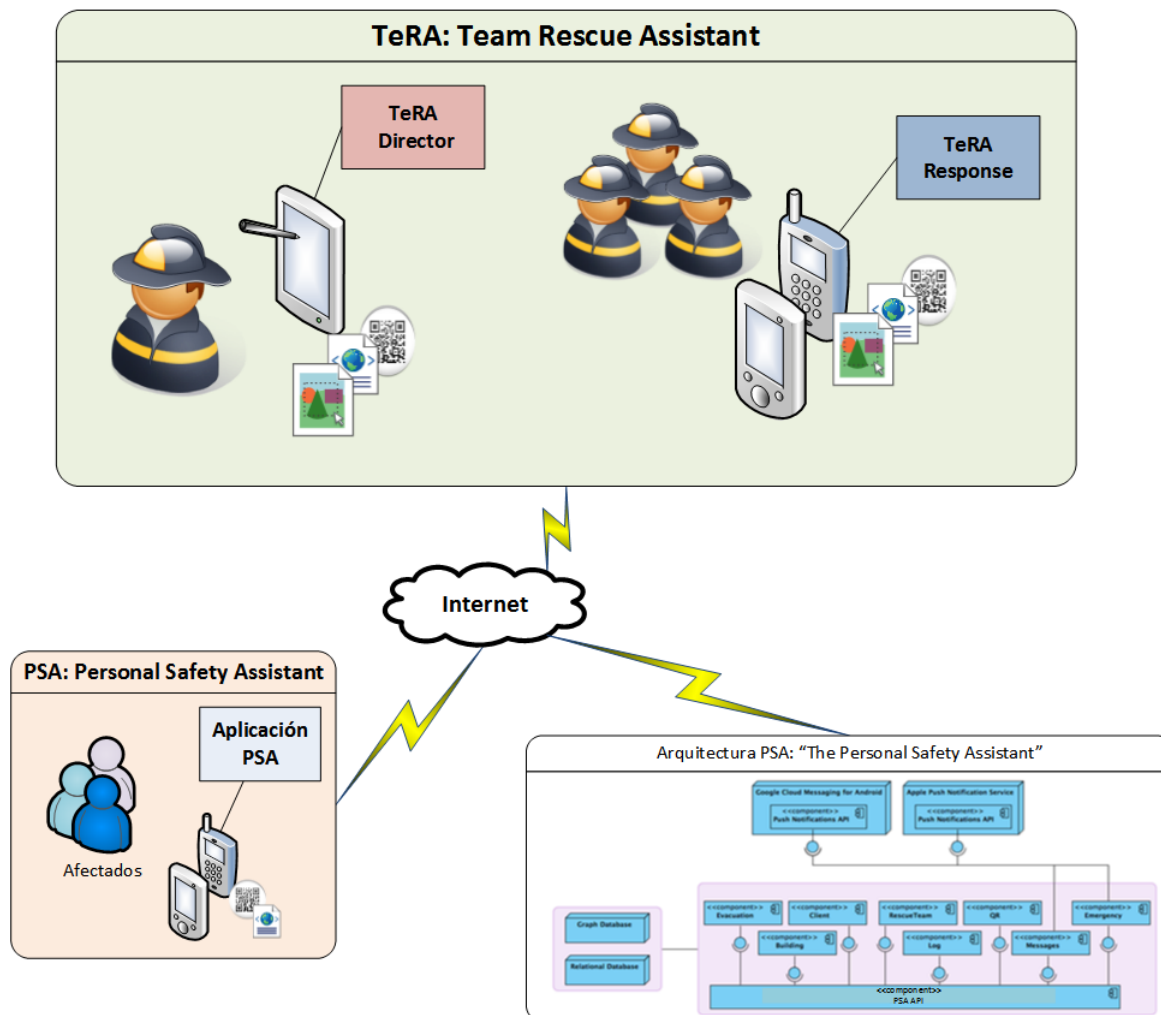


Figura 3.2.: Infraestructura TeRA + PSA

Las aplicaciones para asistencia del equipo de rescate TeRA ejecutándose en dispositivos móviles obtiene información al realizar peticiones a los servicios disponibles en la infraestructura PSA. La información se obtiene a través de un documento XML, a partir del cual se obtiene información de los usuarios afectados y se construye dinámicamente los distintos componentes (nodos y elementos) ubicándolos dentro del plano en las correspondientes pantallas de la aplicación móvil.

3.4. Arquitectura TeRA

En esta sección se detalla como se encuentra diseñada la arquitectura para las aplicaciones TeRA.

Diseño en capas: La arquitectura esta diseñada en capas para controlar de manera independiente las distintas funcionalidades del sistema. La Figura 3.3 presenta las capas diseñadas que se detallan a continuación:

- **GUI:** Capa de la interfaz de usuario, en esta capa se muestran los datos, como los mapas, elementos, usuarios, rutas, etc. Además permite capturar los códigos QR.
- **Objetos:** Es la encargada de manejar los diferentes objetos del sistema.
 - **Map Building:** Este objeto contiene atributos (componentes) propios que forman parte de un plano de un edificio (elementos, nodos, camino, etc.).
 - **Image Map:** Este objeto hace referencia a una imagen del mapa y forma parte de los componentes del Building. Esta imagen del mapa hace referencia a una dirección externa, por esta razón el proceso de recuperación de la imagen solicita una petición al servidor para obtener la imagen de una ruta externa.
 - **User:** En el diseño actual la gestión de usuarios esta destinada únicamente a usuarios afectados.
- **XML Parser:** Es el encargado de transformar los datos de un formato XML que se recuperan de PSA y transformarlos en objetos de la aplicación, Map Building, Image Map, User, etc.
- **Administrador de Conexión:** Se encarga de gestionar la conexión de datos para la recuperación de los datos en esta se gestiona la conexión al servidor PSA, las peticiones http y las respuestas del servidor.

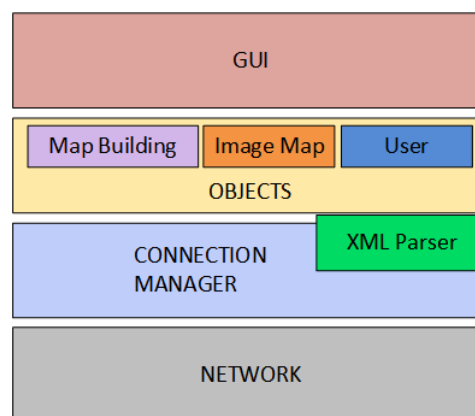


Figura 3.3.: Arquitectura en capas

Gestión de Map Building: Para recuperar la información de edificio y de sus elementos internos se solicita los datos a la infraestructura PSA. La gestión de Map Building se detalla a continuación:

1. Mediante la capa de GUI se captura el código QR,
2. La capa GUI pasa el código QR capturado a la capa de objetos (específicamente al gestor de Map Building) para cargar los datos.
3. El gestor de Map Building solicita la carga de datos del QR específico a la capa de gestión de conexión.
4. La capa de gestión de conexión se encarga de formar la petición http POST específica para solicitar la información a la infraestructura de PSA.
5. Mediante la red se solicita la información a la infraestructura PSA.
6. PSA devuelve la información requerida en un archivo XML.
7. La capa de gestión de conexión envía al XML Parser el documento XML recuperado para que decodifique la información y la transforme en objetos de aplicación. Los objetos se envían al gestor de Map Building.
8. Un vez con los datos del edificio el gestor de Map Building informa al gestor de Image Map para que cargue un mapa específico (Sección 3.4).
9. Una vez recuperado el mapa, el gestor de Map Building envía todos los datos a la capa GUI para que muestre la información.

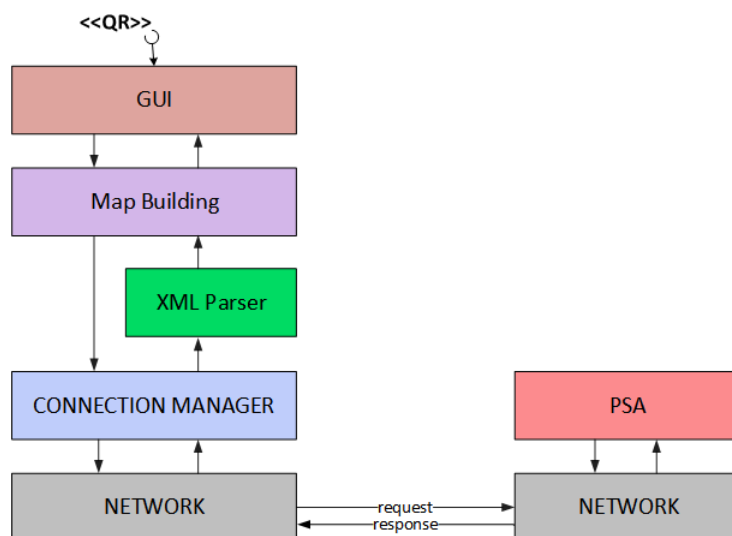


Figura 3.4.: Carga de datos de Edificio (Building)

Gestión de Image Map: Los mapas son recuperados de manera independiente, es decir, se recuperan luego de cargar los datos de Map Building. La gestión de Image Map que se presenta en la Figura 3.5 se detalla a continuación:

1. El gestor de Map Building envía la dirección del mapa al gestor de Image Map, para que cargue la imagen.
2. El gestor de Image Map solicita la recuperación de la imagen a la capa de gestión de conexión.
3. La capa de gestión de conexión solicita a la infraestructura PSA la imagen.
4. La infraestructura PSA envía la imagen solicitada.
5. La capa de gestión de conexión recupera los datos y los envía a la capa de objetos (gestor de Image Map).
6. Una vez recuperado los datos del mapa presenta en la capa GUI junto con los datos de los elementos de Map Building.

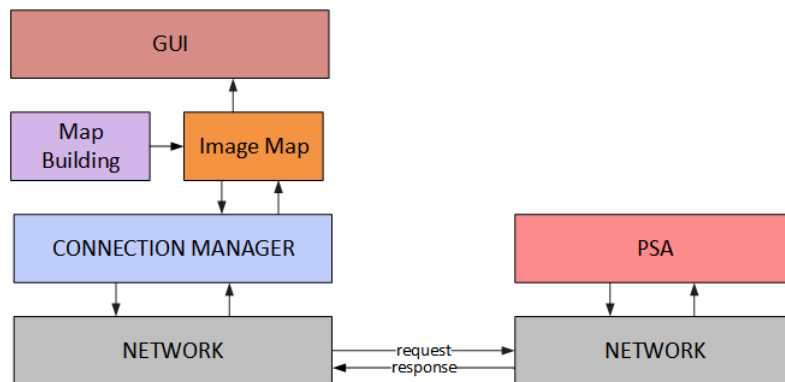


Figura 3.5.: Carga de imagen del mapa (Image Map)

Gestión de User: La carga de los afectados se realiza periódicamente cada 30 segundos en un proceso independiente a la carga de Map Building, sin embargo los pasos que debe seguir para obtener los afectados es muy similar al detallado en la . En la Figura 3.6 se presenta la gestión para cargar los usuarios afectados.

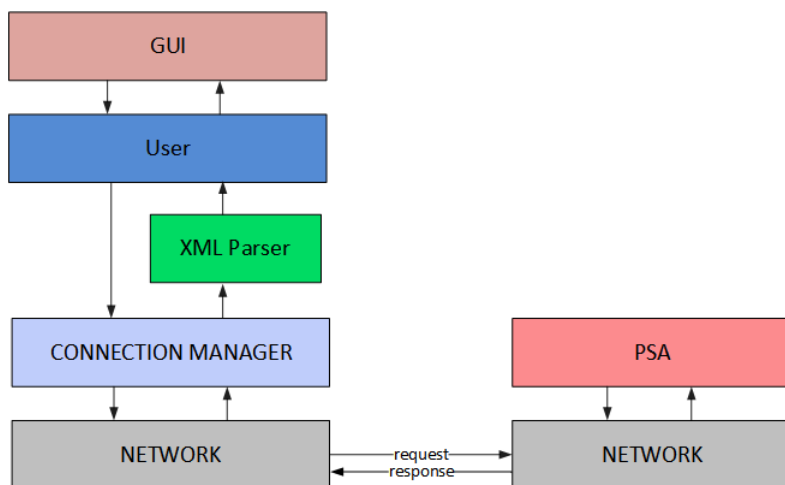


Figura 3.6.: Carga de usuarios afectados (User)

En este capítulo se ha expuesto el trabajo TeRA, donde se indica a detalle sus características, aplicaciones disponibles, los usuarios que se beneficiarán de las aplicaciones TeRA y como se encuentran estructuradas las aplicaciones internamente. En las siguientes secciones (Capítulo 4, Capítulo 5 y Capítulo 6) se detalla el proceso de desarrollo de las aplicaciones TeRA.

4. Modelado del Sistema

En esta sección, se presenta el modelado inicial del sistema TeRA. En primer lugar, se expone el modelo y la descripción de los actores que intervienen durante la interacción con el sistema y se detalla el diagrama de contexto donde se visualizan los actores y su interfaz con el sistema. Posteriormente, se detalla el modelado y la especificación de los casos de uso. Finalmente, se presenta el diagrama de clases y algunos de los diagramas de secuencia.

4.1. Actores

En la Figura 4.1, se presenta el diagrama de actores con sus respectivas relaciones de herencia, donde especifican los tipos de actores que interaccionarán con el sistema. En este diagrama se pueden visualizar e identificar los actores principales “director” y “miembro del equipo de rescate” que forman parte del equipo de rescate o equipo de respuesta, y, los actores secundarios “servidor” y “cámara” que son sistemas externos al sistema TeRA.

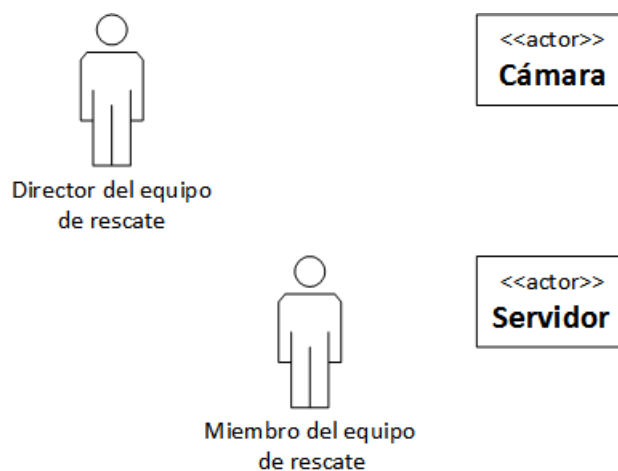


Figura 4.1.: Diagrama de Actores

La descripción de cada uno de los actores identificados en la Figura 4.1 se describen a continuación:

Actor:	Director del equipo de rescate
Descripción:	Usuario encargado de dirigir y guiar a los miembros del equipo de rescate durante una emergencia a través de la disposición de planos e información de contexto.
Tipo:	Principal
Comentarios:	El director guía a los miembros del equipo de rescate hacia el lugar donde se encuentran los afectados dentro de un edificio a través de información contextual de una emergencia.

Cuadro 4.1.: Actor Director del equipo de rescate

Actor:	Miembro del equipo de rescate
Descripción:	Este usuario es guiado por un director y accede al sistema para obtener los planos del lugar donde ocurre la emergencia.
Tipo:	Principal
Comentarios:	Este usuario es guiado por el coordinador del equipo de rescate para llevar a cabo tareas de rescate de posibles víctimas.

Cuadro 4.2.: Actor Miembro del equipo de rescate

Actor:	Servidor PSA
Descripción:	EL actor Servidor PSA se contacta con TeRA, cuando el sistema necesita ser suministrado de información requerida dentro del contexto de las emergencias.
Tipo:	Secundario
Comentarios:	El sistema TeRA realiza la petición al servidor PSA para obtener la información de contexto en un momento dado.

Cuadro 4.3.: Actor Servidor PSA

Actor:	Cámara
Descripción:	El actor Cámara se contacta con el sistema en el momento en el que el sistema necesite localizar un edificio o ubicar una posición dentro del edificio.
Tipo:	Secundario
Comentarios:	La cámara fotográfica viene incluida en Smartphones, y es activada por TeRA en el instante que un actor director necesite identificarse en una localización para obtener los mapas del edificio o miembro del equipo de rescate que requieren posicionarse en una ubicación dentro del edificio.

Cuadro 4.4.: Actor Cámara

4.2. Diagrama de Contexto

La Figura 4.2, es una representación gráfica de alto nivel donde se muestran los diferentes actores definidos en la sección anterior y sus interfaces con el sistema.



Figura 4.2.: Diagrama de Contexto

4.3. Modelado de los Casos de Uso

Los casos de uso que se presenta en esta subsección están modelados para facilitar la comprensión de que actores interactuarán con cada una de aplicaciones móviles y las acciones que tiene cada uno de estos con el contexto de la emergencia. Para llevar a cabo el proceso de desarrollo de la aplicación “TeRA”, se ha considerado los casos de uso más significativos con las funcionalidades básicas que un equipo de respuesta debe tener a la hora de una emergencia. La ampliación y mejora de nuevos requisitos funcionales, queda expuesta para que en un futuro se puedan incluir más casos de uso para las aplicaciones, tanto para el director, como para un miembro del equipo de rescate.

Diagramas de los casos de uso de la aplicación para el director del equipo de rescate

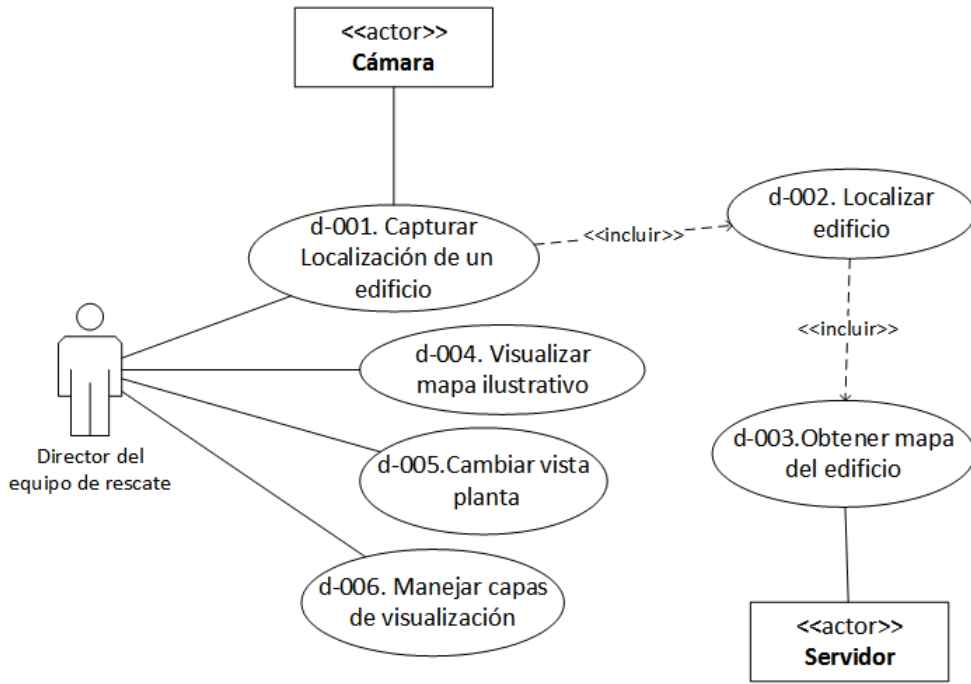


Figura 4.3.: Diagrama de Casos de Uso: Obtener mapa del edificio

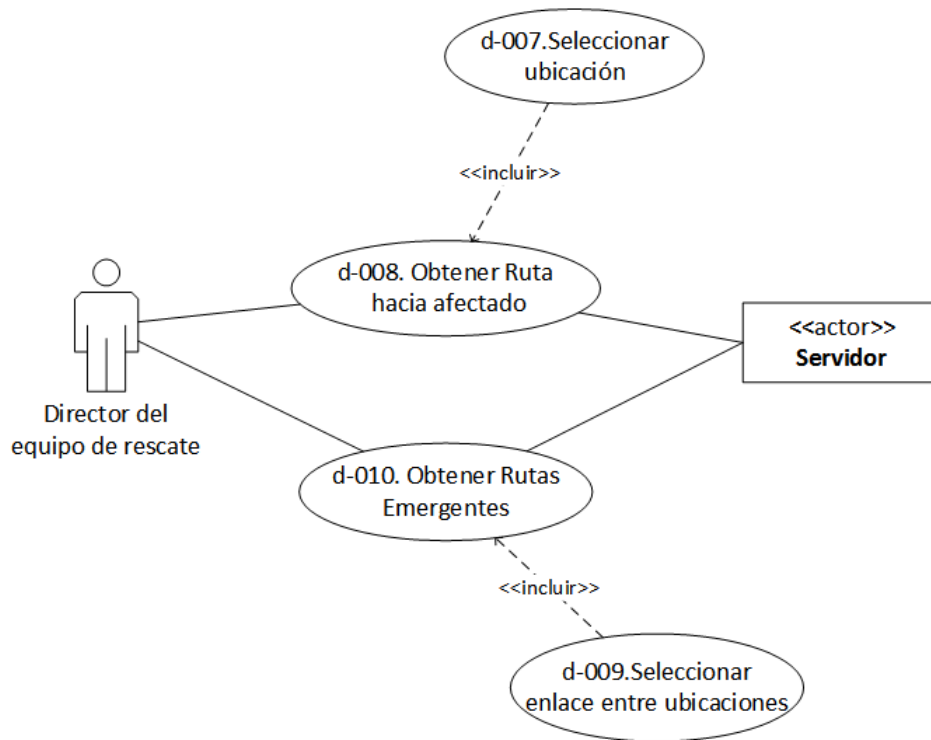


Figura 4.4.: Diagrama de Casos de Uso: Recuperar Rutas

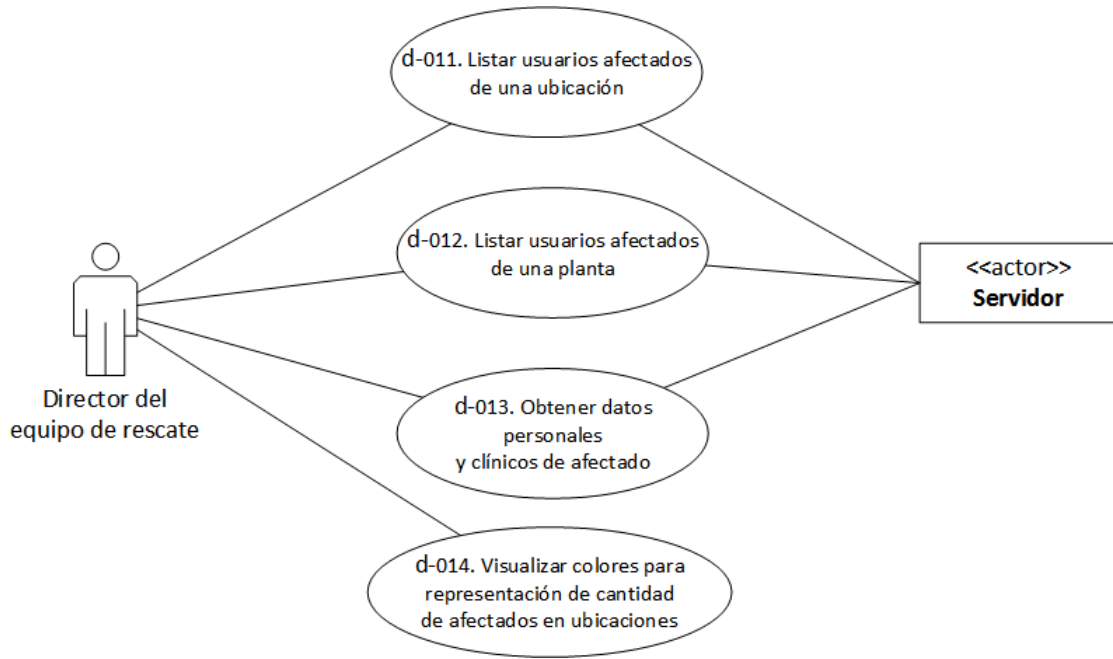


Figura 4.5.: Diagrama de Casos de Uso: Obtener Información de Afectados

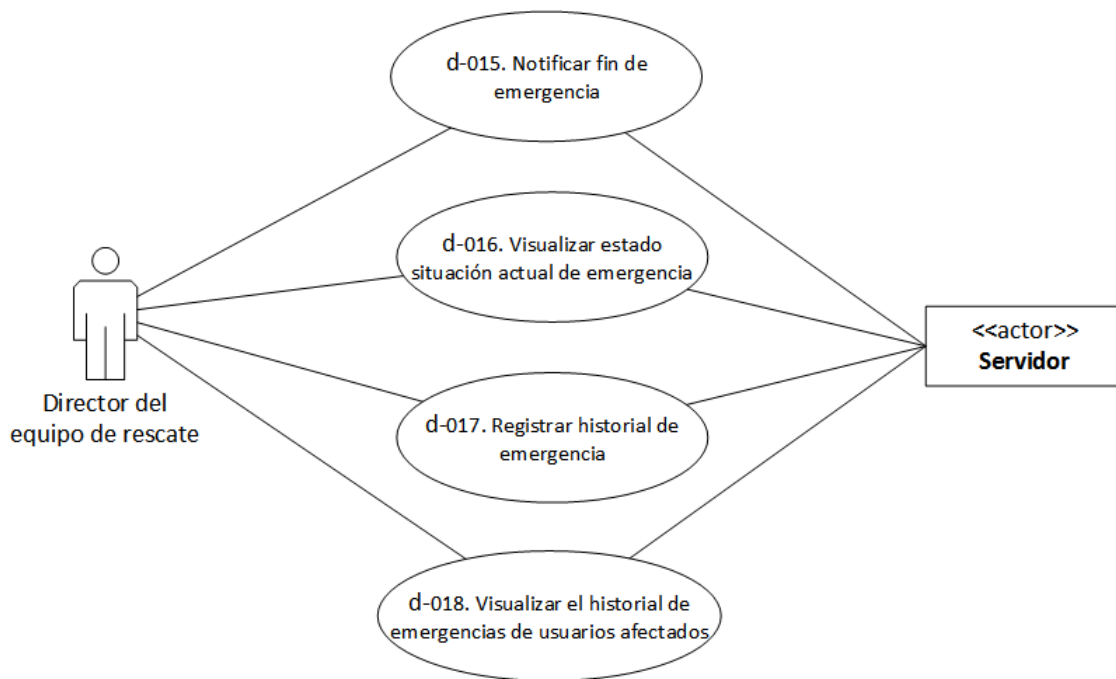


Figura 4.6.: Diagrama de Casos de Uso: Gestión de Emergencias

Diagramas de los casos de uso de la aplicación para los miembros del equipo de rescate

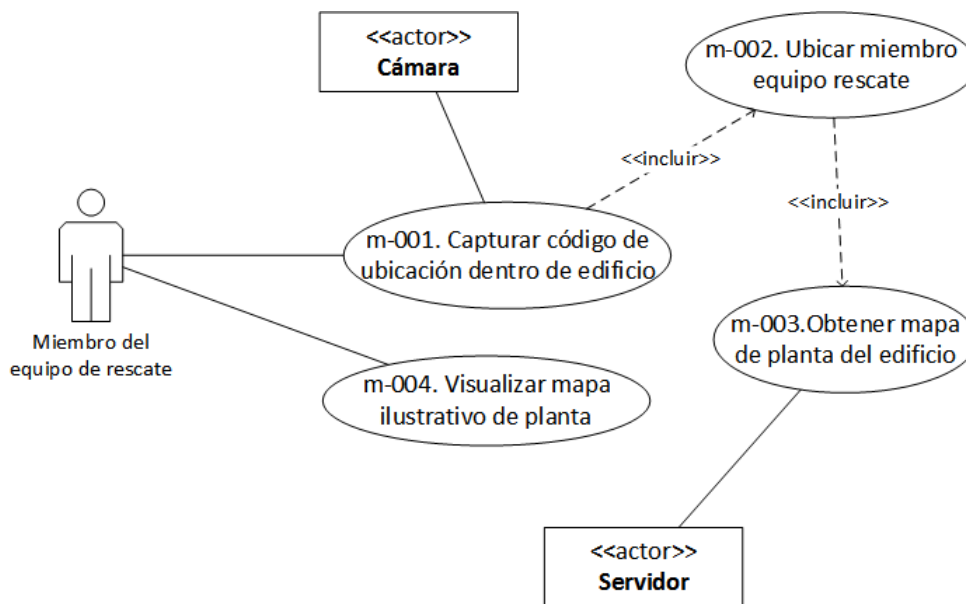


Figura 4.7.: Diagrama de Casos de Uso: Obtener Mapa del Edificio de una ubicación

4.4. Especificación de los Casos de Uso

En esta sección se presenta la especificación de cada uno de los casos de uso representados en el modelo conceptual de la sección anterior. En el Apéndice A, se presenta el Sección A.1, donde se puede identificar ciertos términos utilizados y así tener una mejor comprensión de los casos de uso.

4.4.1. Casos de uso de la aplicación para el director del equipo de rescate

Los casos de uso que se detallan a continuación son parte de la aplicación diseñada para el director del equipo de rescate.

Nombre	Capturar Localización de un edificio
Identificador	d-001
Actores	Director del equipo de rescate, Cámara
Resumen	El usuario Director sera el encargado de capturar a través de la Cámara el identificador de localización de un edificio .
Dependencias	
Precondición	El usuario director cuente con un identificador disponible correspondiente al edificio.

Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director inicia la aplicación 2. El director utiliza la cámara del Smartphone y leerá un código identificador de localización de un edificio.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si existe algún problema al abrir la aplicación, el usuario director recibirá un mensaje de error. 2. Si la cámara del Smartphone no esta disponible, el usuario director ingresará el código identificador del edificio por texto.
Comentarios	

Nombre	Localizar edificio
Identificador	d-002
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario Director sera el encargado de localizar un edificio a partir de un código identificador previamente capturado.
Dependencias	<<Include d-001>>
Precondición	El usuario director haya capturado exitosamente un código identificador correspondiente a un edificio.
Postcondición	El usuario director se encontrará localizado en un edificio correspondiente a una organización.
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director obtiene la localización del edificio. 2. El director queda localizado en un edificio correspondiente a una organización.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el caso de que no se obtenga la localización debido a problemas internos en el servidor al no reconocer el identificador capturado, el usuario recibirá el correspondiente mensaje de error.
Comentarios	

Nombre	Obtener mapa del edificio
Identificador	d-003
Actores	Servidor

4.4 Especificación de los Casos de Uso

Resumen	El actor servidor se encarga de proveer el mapa del edificio localizado por un identificador previamente capturado.
Dependencias	<<Include d-002>>
Precondición	Edificio haya sido localizado.
Postcondición	La aplicación obtiene el mapa del edificio.
Curso Normal	1. Solicitar mapa del edificio al Servidor. 2. Recuperar el mapa del edificio con los diferentes componentes que conforman este.
Curso Alternativo	1. Si la solicitud no se realiza con éxito, la aplicación obtendrá el respectivo mensaje de error, debido a problemas de conexión con el servidor.
Comentarios	

Nombre	Visualizar mapa ilustrativo
Identificador	d-004
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario director podrá disponer en su Smartphone un mapa ilustrativo con los planos y los diferentes componentes que tiene cada una de las plantas correspondientes a un edificio.
Dependencias	
Precondición	Disponer del mapa de un edificio localizado recuperado por el servidor.
Postcondición	
Curso Normal	1. El usuario director visualiza los planos de una planta con los diferentes componentes que conforman este. 2. Navega a través del plano, y hace un reconocimiento de las ubicaciones de las zonas en donde puede acceder para rescatar a posibles usuarios afectados.
Curso Alternativo	1. Si no se visualizan los planos, recibirá un mensaje de error y no podrá navegar a través de los planos.
Comentarios	

Nombre	Cambiar vista planta
Identificador	d-005
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario director podrá ir de una planta a otra, visualizando los planos correspondientes a cada una de las plantas del edificio.
Dependencias	
Precondición	Tener a disposición el mapa ilustrativo con los planos de las diferentes plantas del edificio.
Postcondición	
Curso Normal	1. El usuario director selecciona la planta que desea visualizar distinta a la actual. 2. El usuario director visualiza el plano con los diferentes componentes correspondientes a la planta seleccionada.
Curso Alternativo	2. En el caso no pueda visualizar el plano de una planta existente cuando hace la selección, él recibirá un mensaje de error.
Comentarios	

Nombre	Manejar capas de visualización
Identificador	d-006
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario director podrá visualizar los diferentes componentes(nodos, elementos, enlaces entre los nodos, usuarios, imagen del plano) que conforman un plano en una planta de un edificio, a través de la activación y desactivación de capas.
Dependencias	
Precondición	Que haya capturado su ubicación y disponga de los planos de las diferentes plantas de un edificio.
Postcondición	Al activar ciertas capas, dispone de funcionalidades relacionadas con esta.

4.4 Especificación de los Casos de Uso

Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director visualiza las capas “Mapa”, “Nodos”, “Elementos”, “Enlaces entre nodos” activadas y la capa “Usuarios Afectados” desactivada. 2. El usuario director podrá desactivar y activar las capas disponibles. En el caso de desactivar, el usuario no podrá ver los componentes de dicha capa deseleccionada dentro del plano.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 2. En el caso que deseccione todas las capas el plano que se visualizará estará vacío.
Comentarios	

Nombre	Seleccionar ubicación
Identificador	d-007
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	Cuando el usuario director selecciona un nodo dentro del mapa dispone de una ubicación o posición dentro del plano de una planta en un edificio.
Dependencias	
Precondición	Disponer de los planos de la planta y que la capa de nodos se encuentre activa.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona uno de los nodos que se presentan en el plano de la planta. 2. Visualiza un mensaje que se esta buscando el nodo seleccionado. 3. El director dispone de una posición o ubicación dentro del mapa.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el caso de que no visualice los nodos, deberá verificar que la capa de nodos este activada.
Comentarios	

Nombre	Obtener Ruta hacia afectado
Identificador	d-008
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor

Resumen	El usuario director puede ver a detalle las instrucciones que debe seguir un miembro del equipo de rescate para llegar hasta la ubicación donde se encuentra el usuario afectado dentro del edificio.
Dependencias	<<Include d007>>
Precondición	Activar la capa de nodos y tener una ubicación seleccionada en el mapa.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona la opción visualizar instrucciones guías hacia los afectados. 2. Visualiza el detalle la guía de instrucciones a seguir en una ruta hacia una ubicación seleccionada previamente.
Curso Alternativo	2. El usuario director no pueda ver las instrucciones, se le muestra un mensaje indicándole que debe seleccionar una ubicación dentro del edificio, para poder visualizar las instrucciones de la ruta.
Comentarios	

Nombre	Seleccionar enlace entre ubicaciones
Identificador	d-009
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario director selecciona un enlace entre dos nodos o elementos (ubicaciones) dentro del mapa.
Dependencias	
Precondición	Disponer de los planos de la planta y que la capa de enlaces se encuentra activa.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona uno de los enlaces entre dos ubicaciones que se presentan en el mapa. 2. Visualiza un mensaje que se esta buscando el enlace entre dos ubicaciones. 3. El director obtiene el enlace entre dos nodos.
Curso Alternativo	1. En el caso de que no se visualice los enlaces, deberá verificar que la capa de nodos este activada.
Comentarios	

Nombre	Obtener Rutas Emergentes
Identificador	d-010
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director visualiza las instrucciones de las rutas emergentes establecidas para el plano al seleccionar uno de los caminos o enlaces entre nodos o elementos presentados en la vista del plano de un plano del edificio.
Dependencias	<<d-009>
Precondición	Disponer del Plano
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona la opción visualizar las instrucciones. 2. Visualiza las instrucciones del plan de emergencia para el camino seleccionado.
Curso Alternativo	
Comentarios	

Nombre	Listar usuarios afectados de una ubicación
Identificador	d-011
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director visualiza un listado de los usuarios afectados que se encuentran en una ubicación dentro de una planta de un edificio.
Dependencias	
Precondición	Activar capa de usuarios, seleccionar una ubicación.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona una ubicación dentro del plano de una planta del edificio. 2. Visualiza una lista de usuarios afectados en correspondiente a la ubicación seleccionada.
Curso Alternativo	2. El usuario director no visualiza usuarios, en el caso que no existan afectados en la ubicación seleccionada.
Comentarios	

Nombre	Listar usuarios afectados en una planta
Identificador	d-012
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director podrá visualizar el listado de todos los usuarios afectados que se encuentran en una planta de un edificio durante una emergencia.
Dependencias	
Precondición	Existan al menos un usuario afectado registrado previamente dentro de la planta.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona la opción listar usuarios afectados. 2. Visualiza el listado de la personas afectadas dentro de la planta.
Curso Alternativo	1. La opción listar usuarios afectados se deshabilite en caso de que no existan afectados en el interior de la planta.
Comentarios	

Nombre	Obtener datos personales y clínicos de afectado
Identificador	d-013
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director visualiza los datos personales y clínicos de un usuario afectado seleccionado en la lista de usuarios afectados.
Dependencias	
Precondición	Existan usuarios afectados
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona un afectado del listado de usuarios afectados. 2. Visualiza los datos personales y clínicos del afectado seleccionado.
Curso Alternativo	2. En el caso de que no visualice los datos personales, se le presentaran los campos de los datos personales y clínicos vacíos.
Comentarios	

Nombre	Visualizar colores para representación de cantidad de afectados en ubicaciones
Identificador	d-014
Actores	Director del equipo de rescate
Resumen	El usuario director podrá conocer una aproximación del número de afectados que se encuentran dentro del rango previamente definido representado con colores.
Dependencias	
Precondición	Capa de Usuarios Afectados se encuentra activa.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El director selecciona la opción del menú ver representación de número de afectados (Leyenda). 2. Visualiza los colores utilizados para conocer la cantidad de afectados que se encuentren en las diferentes ubicaciones.
Curso Alternativo	
Comentarios	

Nombre	Notificar fin de emergencia
Identificador	d-015
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director notifica al Servidor que una emergencia debe ser finalizada.
Dependencias	
Precondición	El usuario director tome la decisión de finalizar la emergencia y que el Servidor este disponible.
Postcondición	Se registra el historial de la emergencia
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director ingresa al menú de configuraciones, opción finalizar emergencia. 2. El usuario director finaliza la emergencia.
Curso Alternativo	
Comentarios	

Nombre	Visualizar estado de situación actual de emergencia
Identificador	d-016
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director visualiza cual es el estado actual de en una emergencia.
Dependencias	
Precondición	Exista una emergencia inicializada.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director selecciona la opción para visualizar el estado de una emergencia. 2. Visualiza el estado de la situación actual de una emergencia registrado en el Servidor.
Curso Alternativo	
Comentarios	

Nombre	Registrar historial de emergencia
Identificador	d-017
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director registra en el Servidor el historial de la emergencia con sus datos respectivos y fecha, en el momento que finaliza una emergencia
Dependencias	<<include 016>>
Precondición	Exista una emergencia inicializada.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario director ingresa a la opción de menú, finalizar emergencia. 2. El usuario director finaliza la emergencia, y con esto registra en el Servidor el histórico de dicha emergencia.
Curso Alternativo	
Comentarios	

Nombre	Visualizar el historial de emergencias de usuarios afectados
Identificador	d-018
Actores	Director del equipo de rescate, Servidor
Resumen	El usuario director visualiza en la lista de afectados si este ha estado en una emergencia anterior a la actual.
Dependencias	
Precondición	Existan usuarios afectados.
Postcondición	
Curso Normal	1. El usuario director selecciona listar usuarios afectados dentro de una planta o en el nodo de una ruta. 2. Visualiza un campo que afirma que el usuario afectado ha estado en una emergencia anteriormente.
Curso Alternativo	2. Si el usuario director no visualiza ningún campo que especifique que el usuario afectado se sobreentiende que ese usuario no ha estado en una emergencia.
Comentarios	

4.4.2. Casos de uso de la aplicación para los miembros del equipo de rescate

En esta subsección se especifican los casos de usos para la aplicación dirigida a miembros del equipo de rescate.

Nombre	Capturar código de ubicación dentro de edificio
Identificador	m-001
Actores	Miembro del equipo de rescate, Cámara
Resumen	El usuario miembro del equipo de rescate sera el encargado de capturar a través de la Cámara una ubicación dentro del edificio.
Dependencias	
Precondición	El usuario miembro del equipo de rescate tenga acceso a uno de los códigos identificadores disponibles en las ubicaciones o posiciones dentro de un edificio.

Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario miembro del equipo de rescate inicia la aplicación 2. Usará la cámara del Smartphone y leerá un código identificador para ubicarse dentro del edificio.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si existe algún problema al abrir la aplicación, recibirá un mensaje de error. 2. Si la cámara del Smartphone no esta disponible, deberá ingresar el código identificador del edificio por texto.
Comentarios	

Nombre	Ubicar miembro del equipo de rescate
Identificador	m-002
Actores	Miembro del equipo de rescate
Resumen	El usuario miembro del equipo de rescate será el encargado de posicionarse en el plano a partir de una ubicación previamente capturada.
Dependencias	<<Include m-001>>
Precondición	El usuario miembro del equipo haya capturado exitosamente un código de ubicación dentro un edificio.
Postcondición	El usuario miembro del equipo de rescate se encontrará ubicado dentro de un edificio correspondiente a una organización.
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario miembro del equipo de rescate obtiene la ubicación dentro del edificio. 2. El miembro del equipo de rescate queda ubicado.
Curso Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el caso de que no se pueda ubicar debido a problemas internos en el servidor al no reconocer el código capturado, el usuario recibirá el correspondiente mensaje de error.
Comentarios	

Nombre	Obtener mapa
Identificador	m-003
Actores	Servidor

4.4 Especificación de los Casos de Uso

Resumen	El actor servidor se encarga de proveer el mapa de la planta correspondiente a la ubicación en la que se encuentra posicionado el actor dentro del edificio.
Dependencias	<<Include m-002>>
Precondición	Exista una ubicación donde se encuentre posicionado un miembro del equipo de rescate
Postcondición	La aplicación obtiene el mapa de una planta del edificio.
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar mapa al Servidor. 2. Recuperar el mapa de la planta correspondiente a la posición donde se encuentra un miembro del equipo de rescate.
Curso Alternativo	1. Si la solicitud no se realiza con éxito, la aplicación obtendrá el respectivo mensaje de error, debido a problemas de conexión con el servidor.
Comentarios	

Nombre	Visualizar mapa ilustrativo
Identificador	m-004
Actores	Miembro del equipo de rescate
Resumen	El usuario miembro del equipo de rescate podrá disponer en su Smartphone un mapa ilustrativo con los planos y los diferentes componentes que tiene una planta de un edificio.
Dependencias	
Precondición	Disponer del mapa del plano recuperado por el servidor.
Postcondición	
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario miembro del equipo de rescate visualiza el mapa de una planta con los diferentes componentes que conforman este. 2. Hace un reconocimiento de las ubicaciones y los lugares donde puede acceder para rescatar posibles usuarios afectados.
Curso Alternativo	1. Si no se visualiza el plano, recibirá un mensaje de error.
Comentarios	

4.5. Modelo Conceptual

El modelo conceptual permite conocer cuál es el dominio de la aplicación a desarrollar, es decir tener conocimiento de los conceptos más relevantes del asistente para soporte de equipos de rescate durante una emergencia y las funciones que se deben ejecutar. El dominio de las aplicaciones de TeRA para directores y miembros del equipo de rescate se encuentran definidos por los siguientes conceptos: dirección, organización o entidad, edificio, planta, código o identificador (de localización en edificio para director del equipo de rescate o ubicación dentro del edificio para los miembros del equipo de rescate), nodo, elemento, ruta o camino, afectado y equipo de Rescate que son los usuarios de las aplicaciones disponibles, emergencia y perfil sanitario de los usuarios.

En la Figura 4.8, se presenta el diagrama de clases con los atributos de cada clase, y, la especificación de relaciones y cardinalidades entre las distintas clases. En el diagrama presentado una organización contará con una dirección. Esta dirección tendrá datos como latitud, longitud, radio y código postal que permitirán obtener una ubicación con referencia geográfica. Por otra parte, un organización dispone de uno o varios edificios o establecimientos físicos. Cada uno de estos edificios forman parte de una organización, se encuentran conformados por una o varias plantas y tienen un código identificador único para localizarse en caso que el edificio tenga una emergencia en curso y el equipo de rescate necesite obtener los planos del edificio. Cada una de las plantas del edificio se encuentran compuestas de nodos o elementos, lugares o posiciones físicas dentro de la planta del edificio donde se encontrarán los códigos identificadores de ubicación. Los elementos dentro de una planta son nodos, con la particularidad de que son aparatos especiales que forman parte del plan de emergencias dentro de los edificios (extintor, etc). Los afectados o miembros del equipo de rescate pueden encontrarse dentro de una planta en uno de los nodos. El director del equipo de rescate dispone de los planos del edificio y es quien gestiona una emergencia. Los afectados y miembros del equipo de rescate son usuarios, que cuentan con su perfil sanitario donde se detalla su sip, tipo de sangre, discapacidad en caso que la tenga y observaciones que permitirán conocer ciertos detalles sobre algún tipo de problema del usuario. La ruta se encuentra conformada por dos o más nodos y puede ser obtenida por el director del equipo de rescate.

Dentro del diagrama de clases ha sido necesario especificar los tipos de datos, establecidos para la comprensión de la información que el equipo de rescate debe manejar durante una emergencia. A continuación se detallan cada uno de estos:

- **EstadosEmergencia:** A pesar que no existe ninguna norma establecida para la clasificación de los niveles de emergencia, en los planes de auto protección de empresas o instalaciones de edificios pueden definirse los diferentes estados utilizando otras nomenclaturas. La clasificación de los estados dentro una emergencia quedan definidos como situación 0, 1, 2 (detallado en la Sección 3.2).
- **TipoEmergencia:** El tipo de emergencia que se tomará en consideración durante el desarrollo del proyecto “TeRA” es el tipo “Incendio”.
- **EstadosUsuario:** Los estados: “dentro del edificio”, ”fuera del edificio”, “esta a salvo”, permiten que el equipo de rescate conozca que los usuarios que aún siguen dentro del edificio posiblemente requieren de asistencia.
- **TipoElemento:** Los elementos de común uso y referencia durante una emergencias, son los extintores, manguera e instalaciones eléctricas.
- **TipoDiscapacidad:** Entre las más comunes se encuentran los problemas de movilidad, problemas cardíacos y problemas respiratorios.

En el siguiente capítulo se expone el diagrama de secuencia de manera más detallada donde se expone ya no solo la interacción interna del sistema, sino la interacción de solicitud y envío de peticiones al Servidor para las dos aplicaciones TeRA-Director y TeRA-Response.

5. Diseño

En este capítulo se detalla el diseño de la interfaz de usuario para las aplicaciones de los usuarios del equipo de rescate, para esto se presenta el modelo de navegación de las aplicaciones, los prototipos y el diagrama de interacción con el sistema.

5.1. Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario se encuentra diseñada para dos aplicaciones: TeRA-Director, para usuarios directores y TeRA-Response, para miembros del equipo de rescate. Ambas aplicaciones están diseñadas para dispositivos inteligentes con características propias de la tecnología como la interacción táctil que permiten un manejo amigable entre usuario - aplicación para obtener una vista del plano donde ocurre una emergencia y de esta manera asistir a afectados a través de la información de contexto que se les presentan en sus aplicaciones. El ícono representativo para las aplicaciones TeRA se muestra en la Figura 5.1.

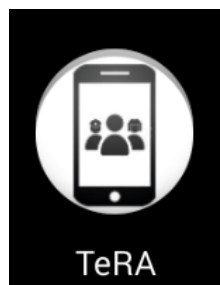


Figura 5.1.: Ícono TeRA

5.1.1. Modelo de navegación en la aplicación

El modelo de navegación para la aplicación del director del equipo de rescate se muestra en la Figura 5.2 parte (a), y en la parte (b) se puede ver el modelo de la navegación para los miembros del equipo de rescate. En cada uno de estos modelos se detalla las pantallas o vistas que cada una de las aplicaciones “TeRA” tendrán en la aplicación final .

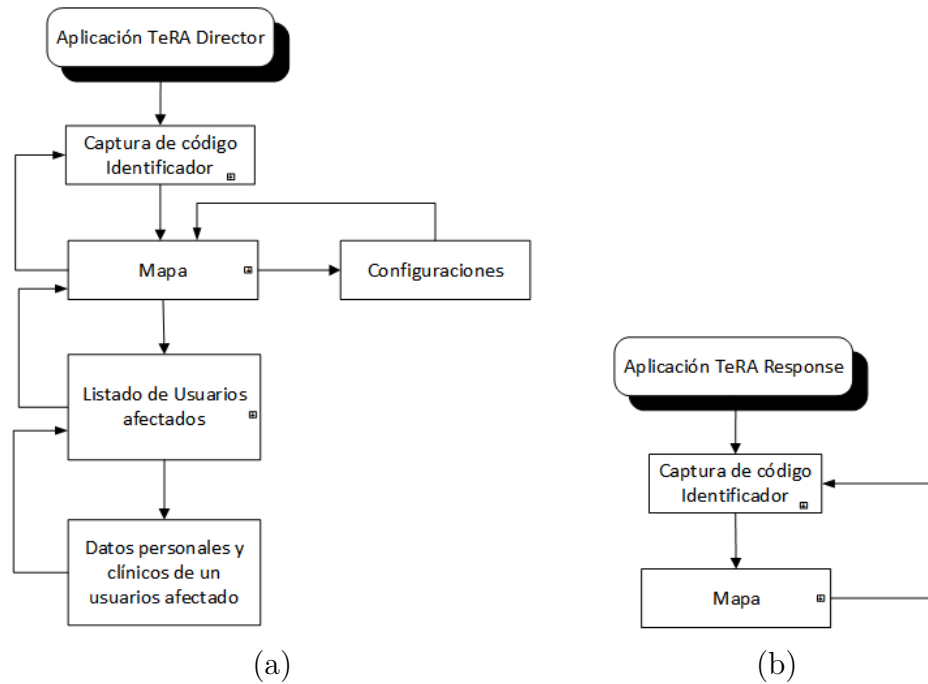


Figura 5.2.: Modelo de Navegación de TeRA

Para iniciar la navegabilidad de las aplicaciones TeRA, los usuarios director y un miembro del equipo de respuesta deben contar con la aplicación instalada en sus dispositivos móviles. A continuación se detalla la navegabilidad entre vistas o pantallas de cada una de las aplicaciones:

- **TeRA-Director** (Figura 5.2 (a)): La navegación de la aplicación del usuario director del equipo de respuesta inicia al ejecutar el icono de la aplicación TeRA en su tableta o dispositivo móvil. Al ingresar en la aplicación la primera pantalla que se le mostrará es la captura del código identificador del edificio (código QR a través de un lector de código de barras incorporado). Luego que el sistema verifica la captura de código identificador, podrá inmediatamente visualizar una pantalla con el mapa ilustrativo del edificio. En esta vista tendrá acceso a manejar los componentes y la información disponible desde esta pantalla se puede acceder a las opciones:

 - Listados de Usuarios Afectados: La pantalla Listado de Usuarios Afectados muestra la lista desplegada de los afectados con la opción a seleccionar un usuario para ir a otra ventana y consultar los datos personales y clínicos de este.
 - Configuraciones: En esta se realizan las diferentes configuraciones de la gestión de emergencia, como notificar la finalización de la emergencia y visualizar los datos del estado de una emergencia.
- **TeRA-Response** (Figura 5.2 (b)): La navegación de la aplicación del usuario miembro del equipo de respuesta inicia cuando acciona uno de los botones

del volumen de su dispositivo móvil. Entonces, se activará la cámara para capturar el código identificador (Código QR) de una ubicación dentro del edificio. Al verificar la captura del código, el usuario miembro del equipo de rescate visualizará en su pantalla un mapa ilustrativo del edificio con la planta cargada de la ubicación en la que se encuentre, sin opción a manipular los componentes que se presentan en la vista.

5.1.2. Prototipos

En esta sección se detallan los diferentes prototipos diseñados para las aplicaciones “TeRA-Director” y “TeRA-Response”. En la aplicación del Director se muestran las diferentes vistas con las que contará en el momento que se encuentre localizado en un edificio durante una emergencia. La aplicación TeRA-Response mostrará la vista del mapa de una planta en donde se encuentra ubicado el miembro del equipo de rescate.

5.1.2.1. Prototipos de la aplicación TeRA-Director

En la Figura 5.3, se presentan las capturas de pantalla para la captura de un código identificador de un edificio a través de un código QR. La figura (a) muestra la lectura del código QR realizado con la cámara fotográfica de un dispositivo móvil (tableta o teléfono móvil). En la figura (b) muestra la vista que se presentará en el caso de que la cámara fotográfica se encuentre dañada o tenga algún error de lectura al capturar el código QR. Y por último en la figura (c), se presenta la vista cuando le informa al usuario que no se ha detectado un código QR junto con el detalle del número de intentos que se ha realizado en la captura del QR.

Una vez que el director haya identificado a través de la captura de un código identificador para localizar el edificio podrá disponer de la vista del mapa. En la Figura 5.4 se muestra el prototipo de disposición de los mapas donde visualiza las diferentes capas de los componentes del plano (Figura 5.6). Estas capas pueden activar o desactivar componentes que se encuentran en el plano de la planta actual. En la Figura 5.7 se muestra el mapa ilustrativo con los componentes: nodos, elementos, enlaces y la imagen del plano activados, y, los usuarios afectados desactivados. Por otra parte, el director podrá cambiar la vista del plano de una planta actual a otra planta, como se presenta en la Figura 5.5.

En la Figura 5.8 se presenta la búsqueda de una ruta a partir de la selección de una ubicación (nodo seleccionado) dentro del mapa y en la Figura 5.9 se visualiza la captura de pantalla cuando se realiza una búsqueda de la ruta al seleccionar un camino. En la Figura 5.10 se muestra el detalle de las instrucciones de la búsqueda de una ruta.

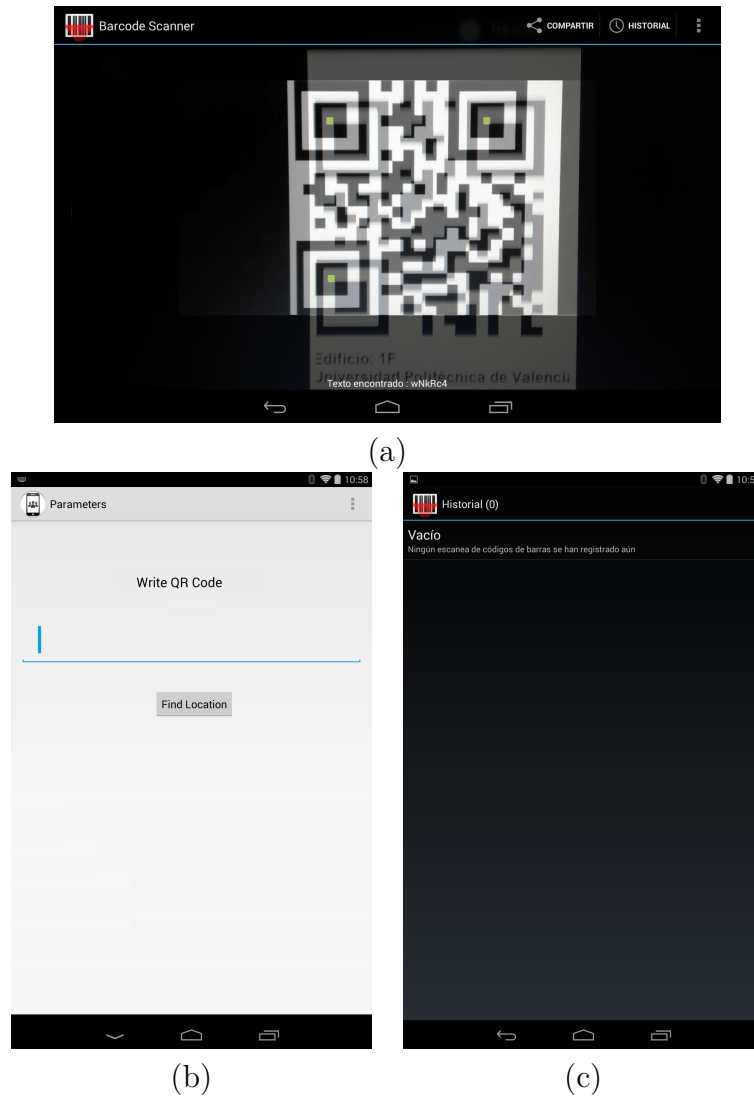


Figura 5.3.: Prototipo Captura Código QR

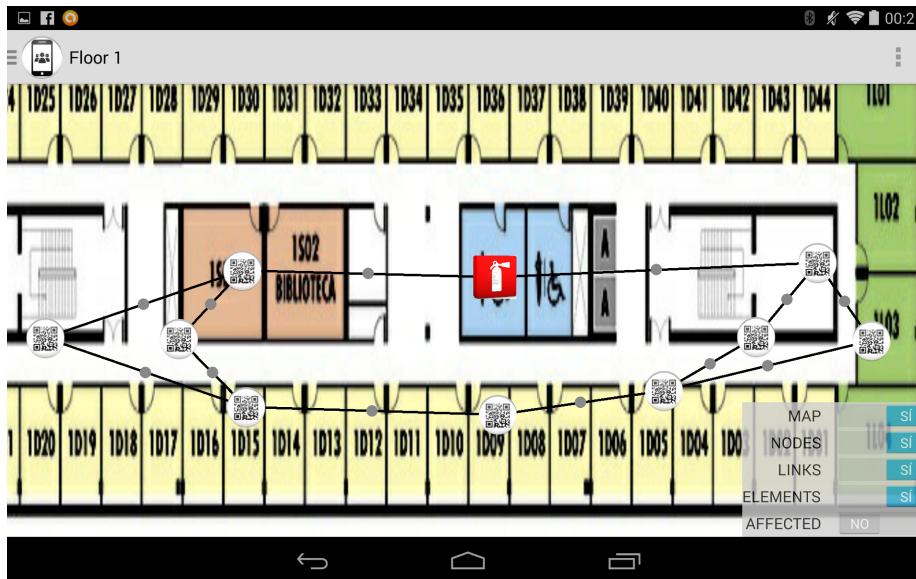


Figura 5.4.: Prototipo Mapa Ilustrativo

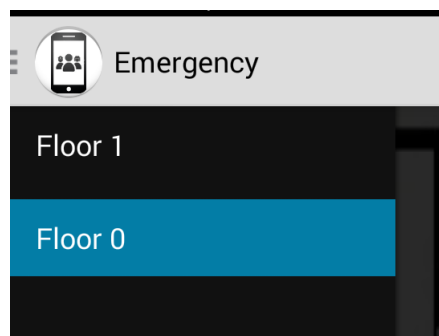


Figura 5.5.: Prototipo Cambiar vista planta

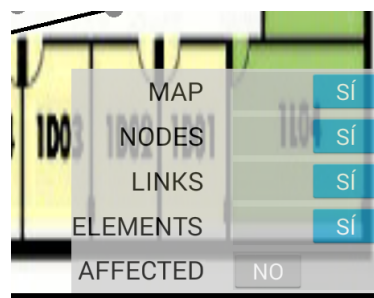


Figura 5.6.: Prototipo Capas de visualización

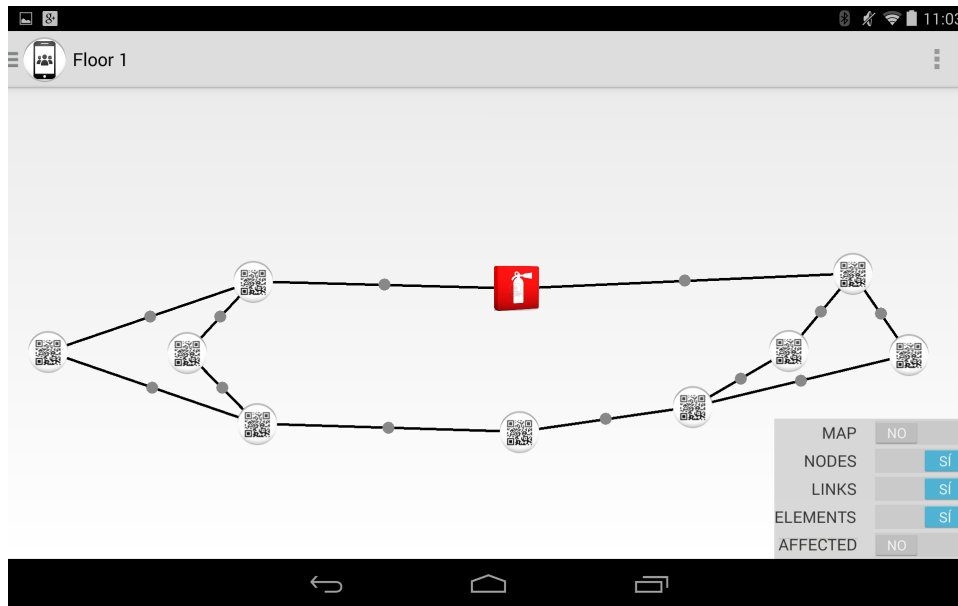


Figura 5.7.: Prototipo Manejo de capas

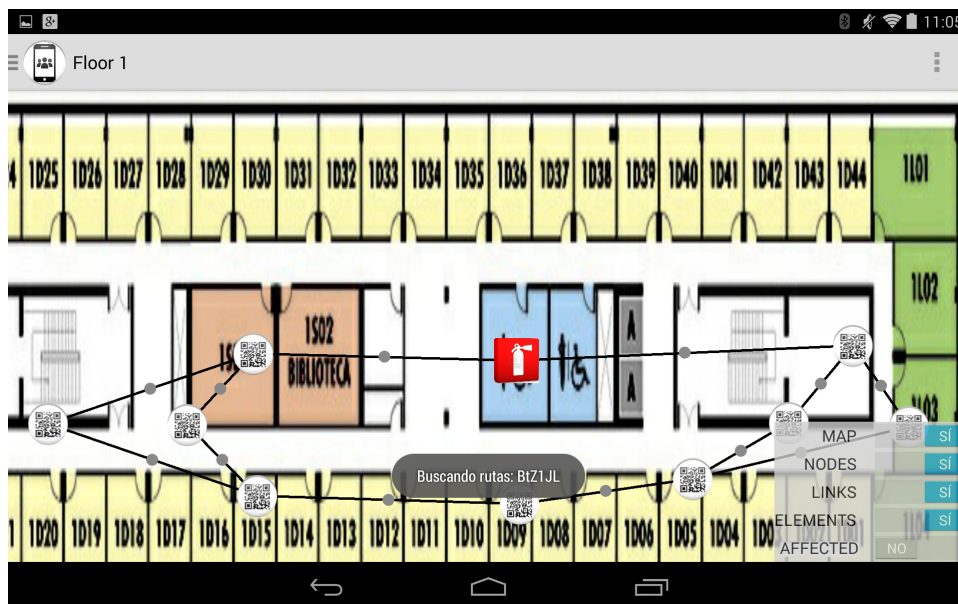


Figura 5.8.: Prototipo Búsqueda de Ruta ubicación

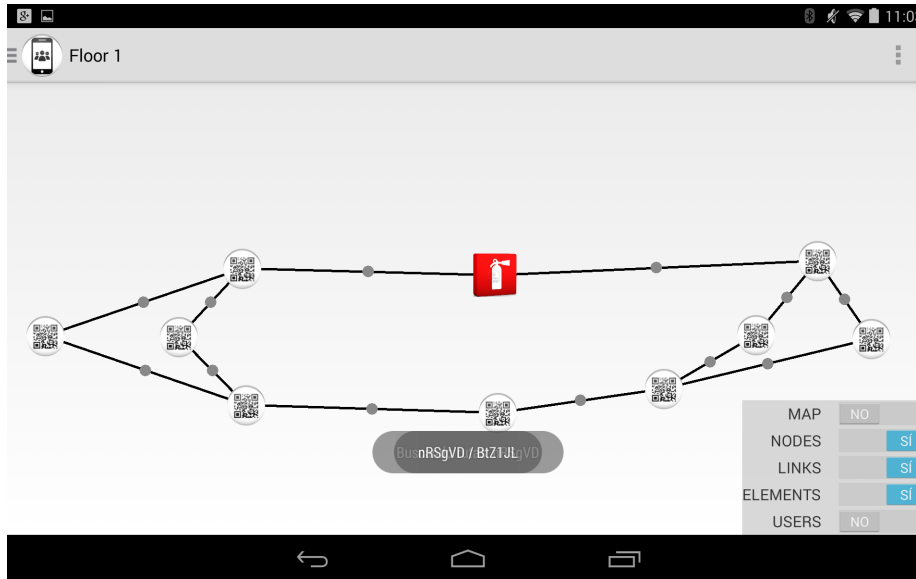


Figura 5.9.: Prototipo Búsqueda de Ruta camino

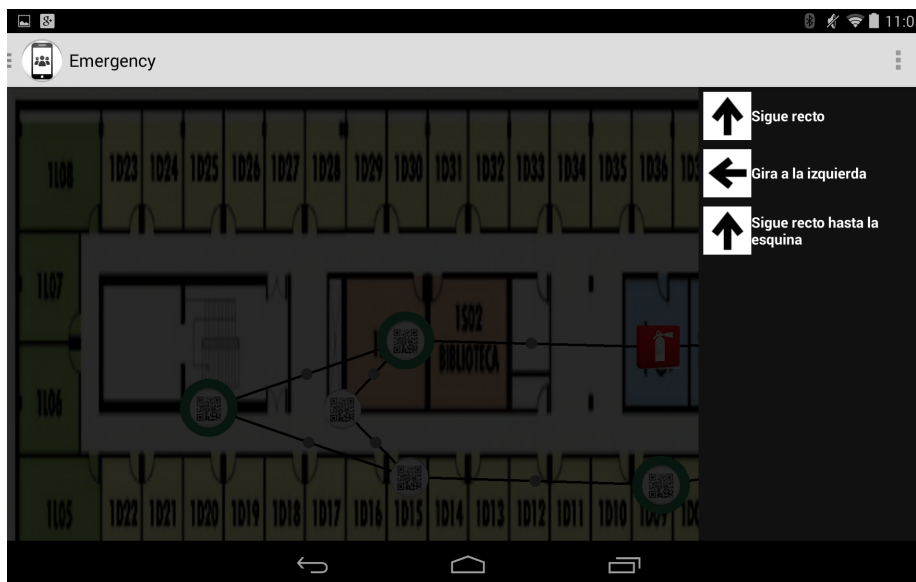


Figura 5.10.: Prototipo Instrucciones de Ruta

La vista del mapa con la capa de afectados activa se muestra en la Figura 5.11. Al activar esta capa: (i) se puede visualizar algunos nodos pintados con color verde; según la simbología de colores de la Figura 5.12, en ese están entre uno a cinco usuarios afectados. (ii) se activa la opción del menú Lista de Usuarios Afectados (“Users Affected List”).

La Figura 5.13 (a), se visualiza cuando: (i) se selecciona la opción listado de afectados, donde se listan todos los afectados que se encuentran dentro de la planta. (ii)

se selecciona uno de los nodos pintados por un color representativo que indica que existen afectados, donde se listan únicamente los afectados que se encuentran en esa ubicación (nodo seleccionado).

En la lista de afectados se muestran marcados con una cruz “|X|” todos aquellos usuarios afectados que tienen algún tipo de discapacidad. Para conocer el detalle de la discapacidad junto con sus datos correspondientes al perfil sanitario, se debe seleccionar el usuario afectado marcado.

En la Figura 5.13 (b), se presentan los datos de un usuario seleccionado de la lista de Afectados.

En la Figura 5.14, se presenta las vistas incluidas en el menú de configuraciones. En la figura (a) se muestra la opción con la que el usuario director podrá finalizar una emergencia, y en la figura (b), se presenta la información del estado de la emergencia actual.

En la Figura 5.15 se visualiza el listado de los usuarios afectados, donde el icono de un reloj al lado derecho del nombre del afectado indica quien ha estado en una emergencia anterior.

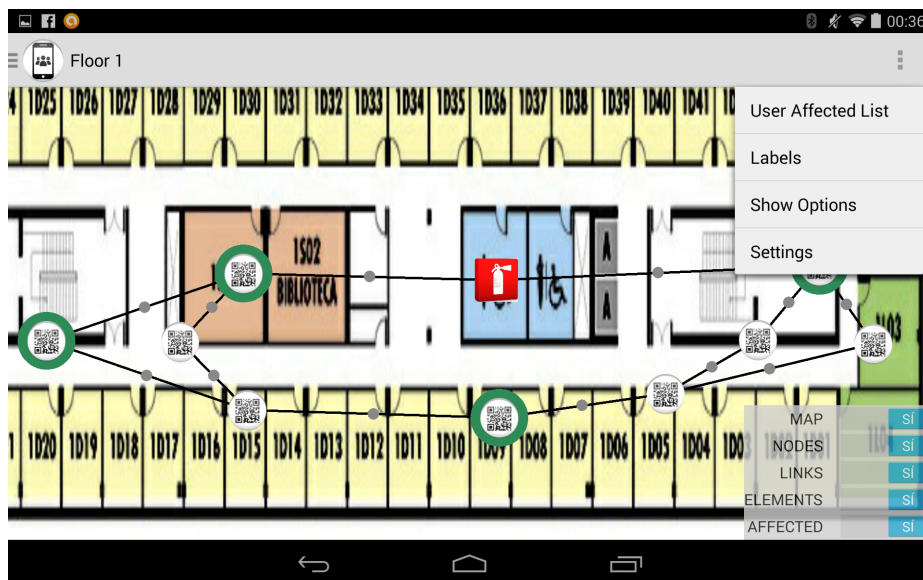


Figura 5.11.: Prototipo Activar Capa de Usuarios Afectados

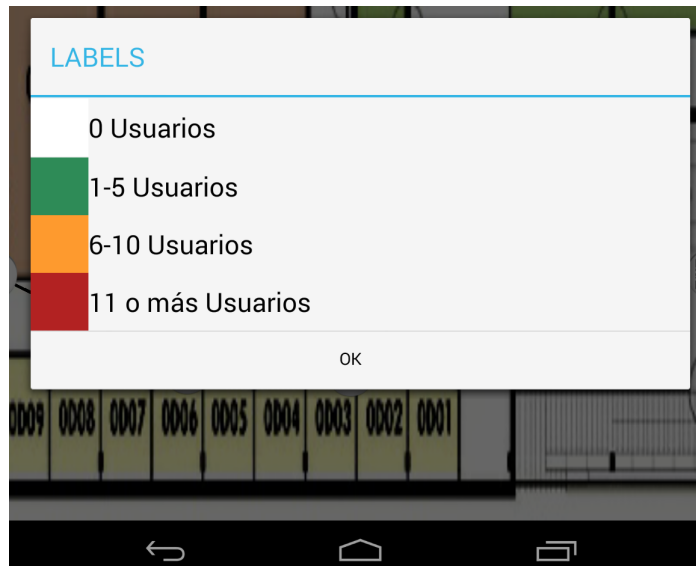
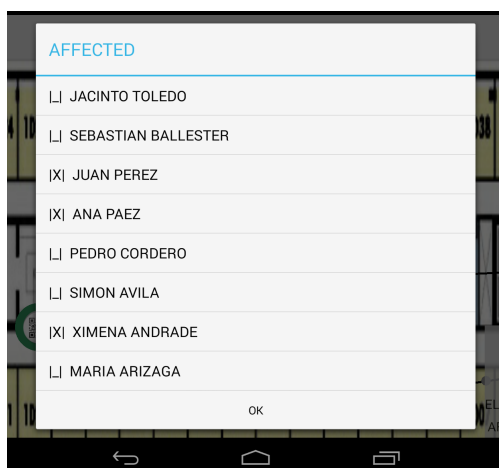
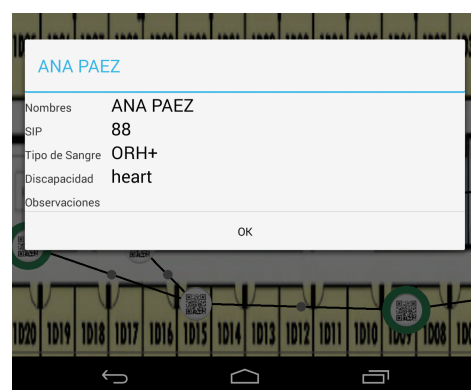


Figura 5.12.: Prototipo Representación Número de Afectados



(a)



(b)

Figura 5.13.: Prototipo Información de Usuarios Afectados

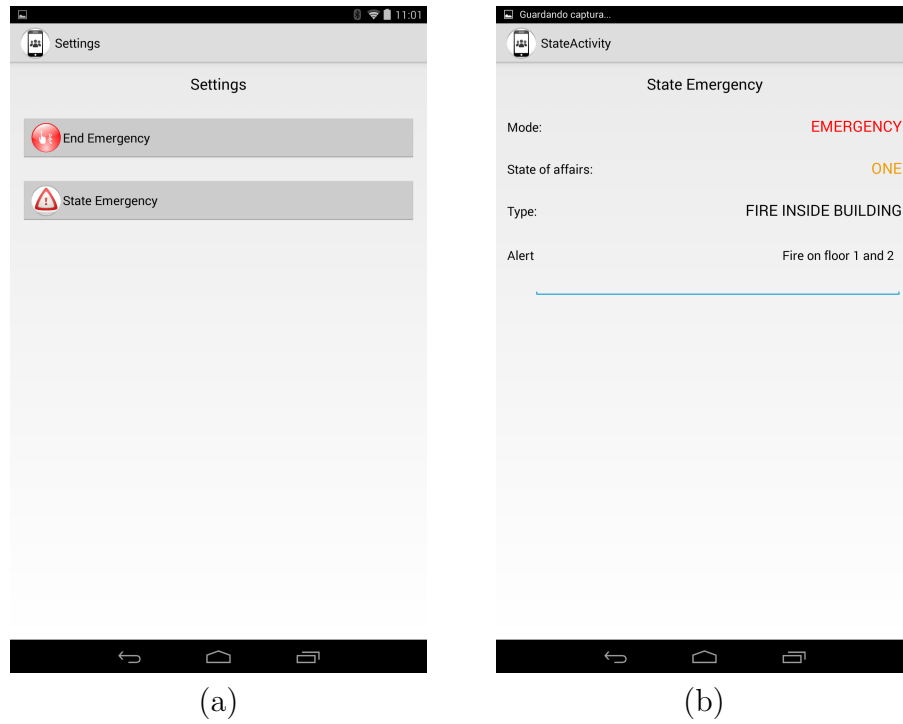


Figura 5.14.: Prototipo Configuraciones

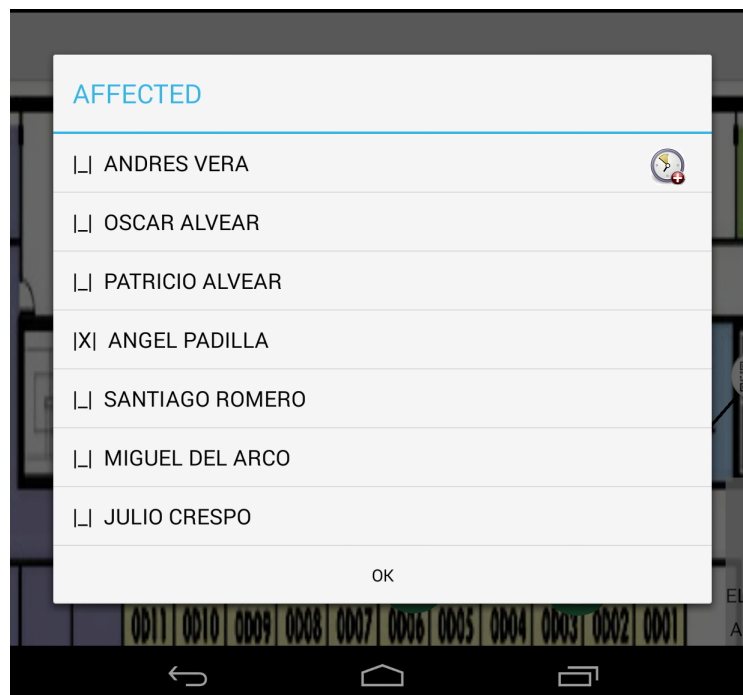


Figura 5.15.: Prototipo Historial Afectados

5.1.2.2. Prototipos de la aplicación TeRA-Response

La captura de un código identificador de una ubicación dentro de un edificio se realiza a través de un código QR. En la Figura 5.3, parte (a) muestra la lectura del código QR realizado con la cámara fotográfica de un dispositivo móvil. En la Figura 5.16 se presenta la vista del mapa que visualizara el usuario miembro del equipo con los diferentes componentes graficados y los usuarios afectados representados con un color (color verde: existen entre 0 a 5 afectados) en ese nodo. Esta aplicación dirigida a los miembros del equipo de rescate, solo visualizará el mapa sin opción a manipular componentes internos (no le permite manejar las capas).

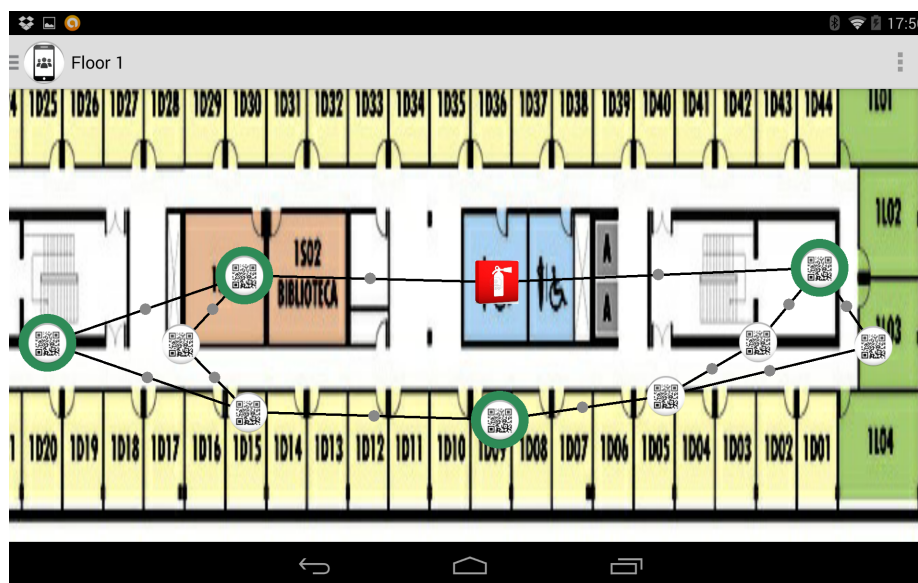


Figura 5.16.: Prototipo Mapa Ilustrativo

5.2. Diagrama de Interacción con el sistema

Diagramas de Secuencias: En esta sección se ha visto conveniente definir los diagramas de secuencia para conocer la interacción entre el usuario y las aplicaciones cliente “TeRA” (Cliente App) y las operaciones que intervienen cuando se intercambian mensajes entre Cliente - Servidor, las cuales permitirán su comprensión a nivel de diseño. A continuación se describen cada uno de los diagramas de secuencias presentados en esta sección.

Diagramas de Secuencias de Aplicación TeRA-Director

- **Diagrama de secuencia Disponer Mapa del Edificio:** En este diagrama se presenta la secuencia de envío y recepción de mensajes que se lleva entre

el actor director del equipo de rescate, el cliente de la aplicación (TeRA) y el Servidor para obtener el mapa del edificio y posteriormente visualizarlo en la vista de la aplicación del cliente. La secuencia del diagrama de secuencia se presenta en la Figura 5.17 y se detalla a continuación:

- La secuencia inicia cuando el actor captura el código identificador (código QR) con la Cámara. Si se produce algún fallo en la captura; la aplicación recibirá un mensaje de error.
 - Si la captura ha sido correcta, entonces, el sistema solicita al servidor la localización del edificio con el parámetro códigoIdEdificio (capturado en el paso anterior). Si la solicitud ha sido exitosa, la aplicación hace una nueva petición al servidor para recuperar el Mapa del edificio. En el caso que la respuesta del servidor no sea correcta, se notificará al sistema que la identificación de la localización del edificio no existe.
 - El servidor recupera el Mapa del edificio una vez que obtiene un XML de la Base de Datos de grafos y envía al sistema un documento XML con las diferentes etiquetas de los componentes que conforman el mapa de un edificio.
 - En la aplicación, se convierte o parsean los diferentes componentes¹ recuperados en el documento XML a objetos. Estos objetos son mapeados internamente para lograr la construcción gráfica del Mapa. El sistema grafica los componentes en la vista del Mapa del edificio y visualiza estos en la pantalla de la aplicación.
 - La recuperación de la imagen del mapa es un proceso independiente a la carga de información obtenida del documento XML cuando se hace la petición al servidor con el identificador del edificio. Esto se encuentra detallado en la arquitectura diseñada para TeRA (Sección 3.4).
- **Diagrama de secuencia Lista Usuarios Afectados:** En la Figura 5.18 se visualiza el diagrama de secuencia de listado de afectados. En este diagrama, la secuencia inicia cuando solicita obtener los Usuarios Afectados de un edificio (idEdificio) del Servidor. Cuando el sistema cuenta con el documento XML de los usuarios afectados, los mapea convirtiéndolo en una lista de objetos afectados. Una vez recuperada la lista de afectados el sistema habilita la opción para listarlos en la pantalla de la aplicación. Si el usuario desea en algún momento mostrar todos los afectados de la planta, seleccionará la opción listar afectados. En el caso que un usuario seleccione una ubicación (nodo) dentro del mapa se listarán solo los usuarios de esa planta.
- **Diagrama de secuencia Datos de Usuario Afectado:** La Figura 5.19 presenta el diagrama de secuencias para obtener los datos de un afectado

¹Componentes especificados por etiquetas propias del XML

seleccionado en pantalla. La secuencia inicia una vez que el sistema contenga la lista de usuarios afectados con sus datos, de manera que al seleccionar un afectado con la opción de obtener sus datos, el sistema realice una búsqueda dentro de la lista recuperada previamente y finalmente visualice en pantalla los datos de un afectado.

- **Diagrama de secuencia Disponer Instrucciones Ruta:** Para iniciar la secuencia presentado en el diagrama de secuencias de la Figura 5.20, el sistema debe disponer de los planos del edificio. Entonces, el sistema solicita al servidor una ruta enviando como parámetro un código QR inicial y uno final. El servidor le devuelve las instrucciones, que serán visualizadas en la vista del mapa de la aplicación.

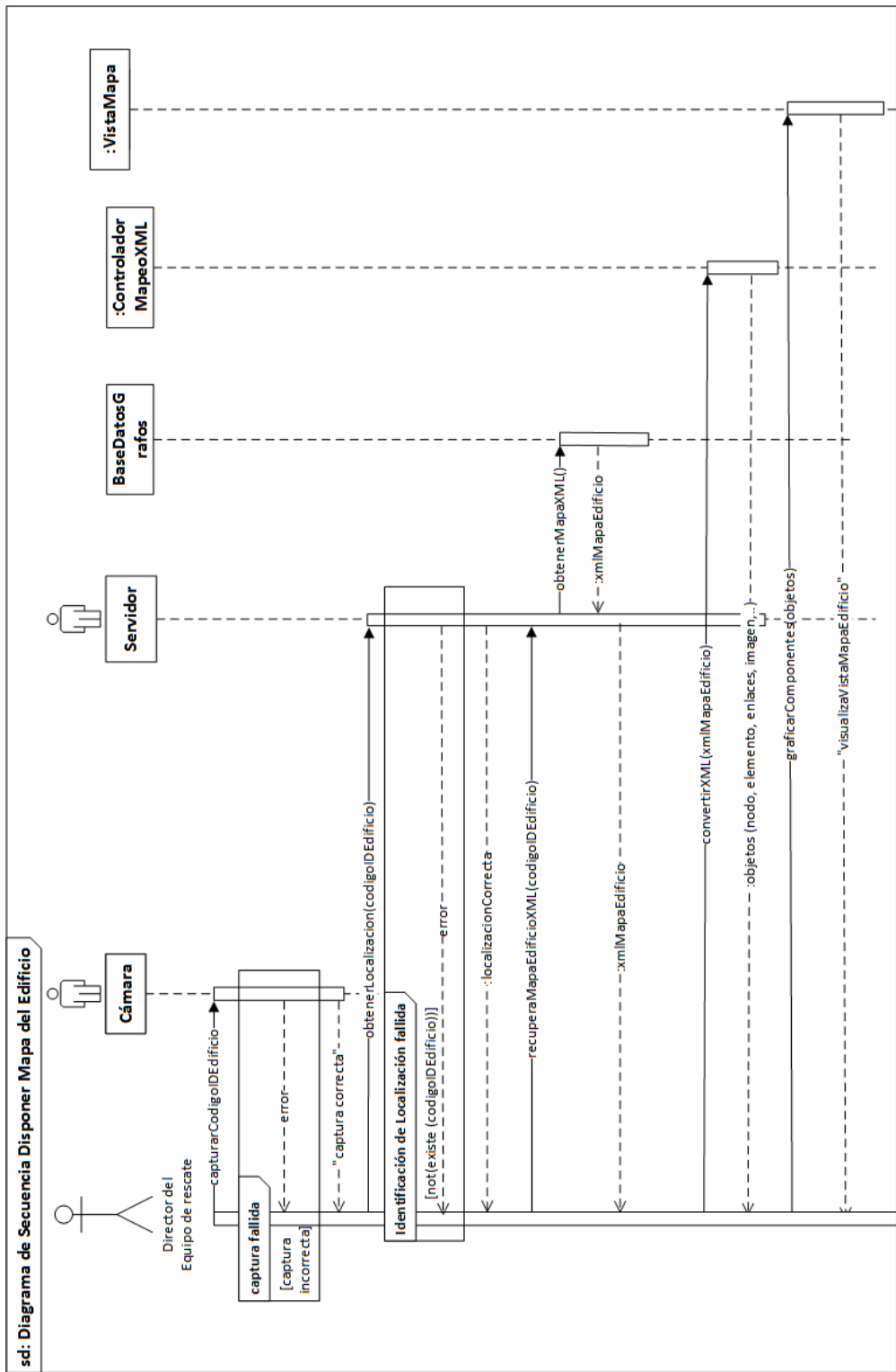


Figura 5.17.: Diagrama de Secuencia Disposición Planos

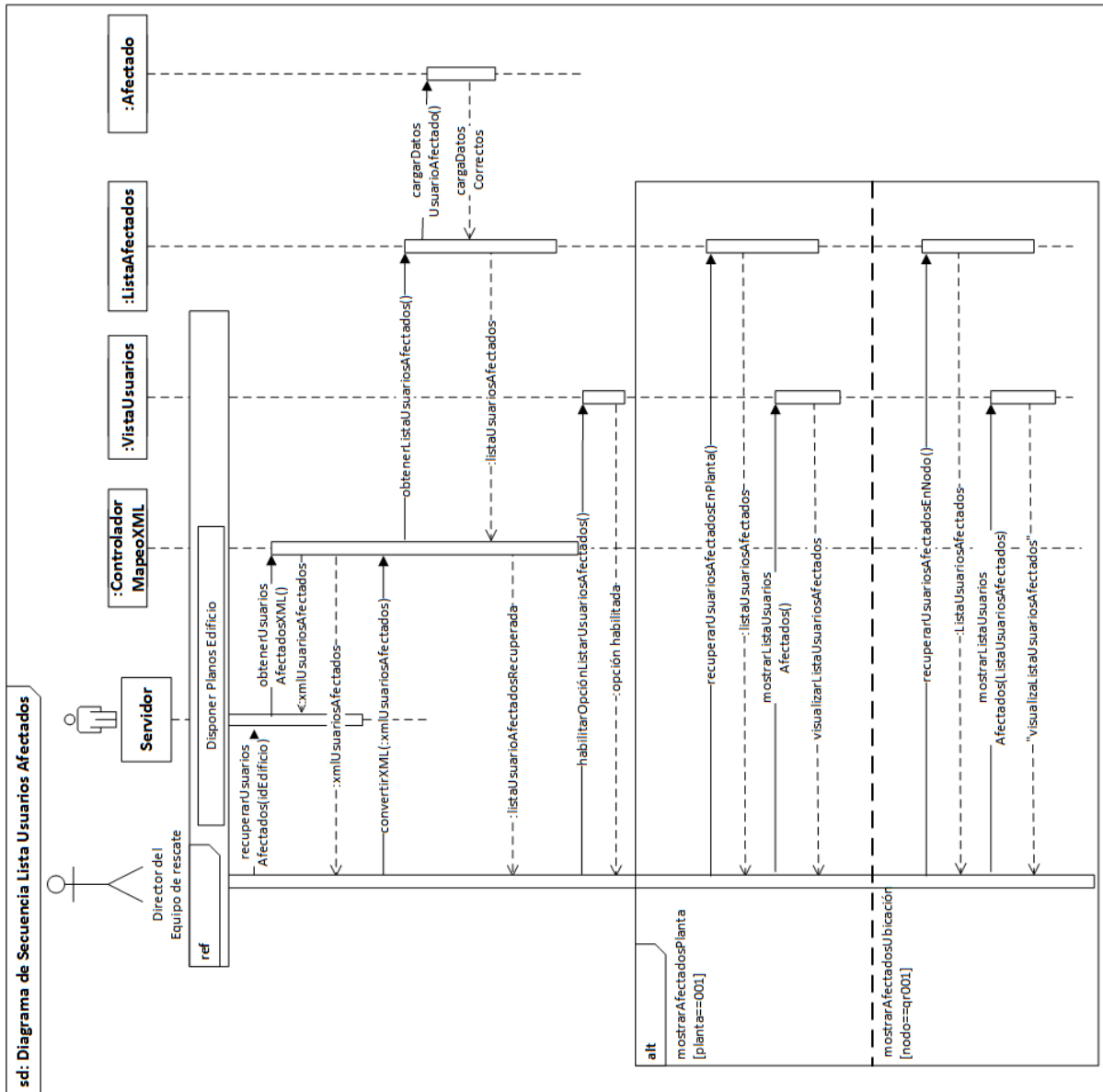


Figura 5.18.: Diagrama de Secuencia Lista Usuarios Afectados

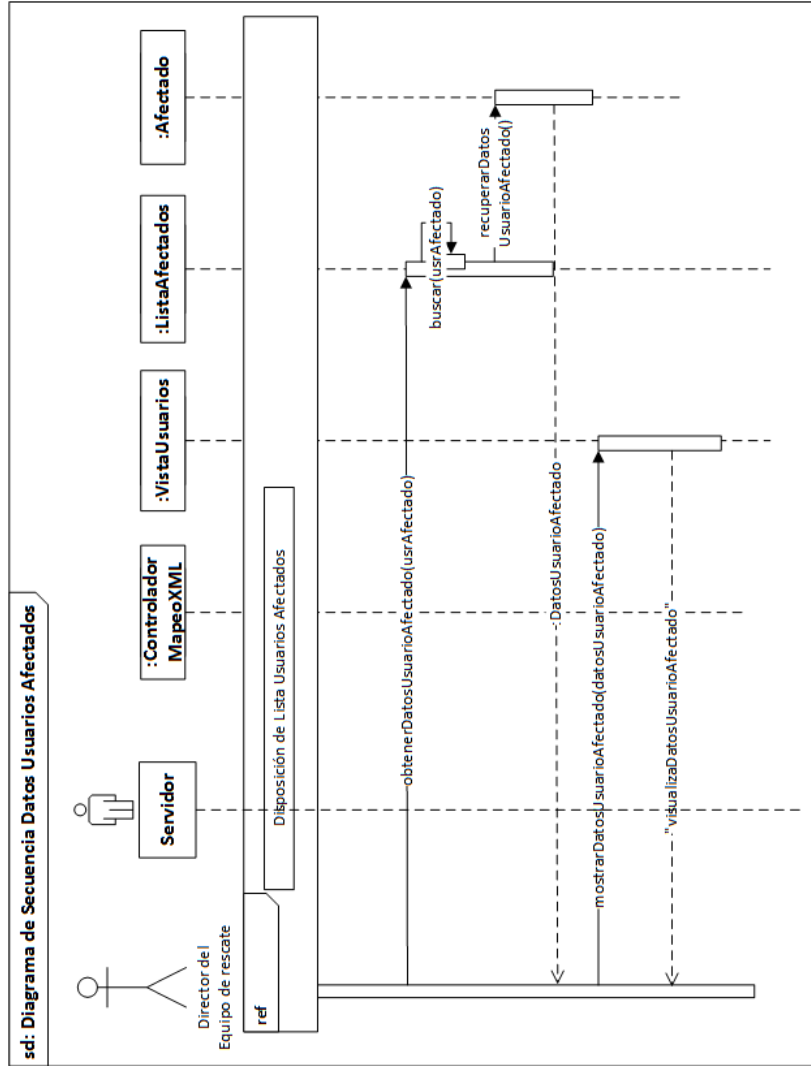


Figura 5.19.: Diagrama de Secuencia Datos Usuario Afectado

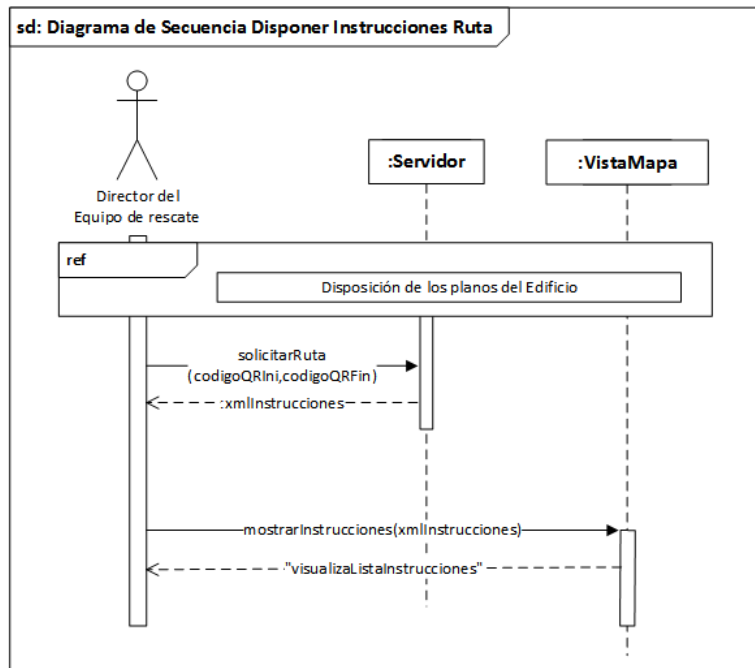


Figura 5.20.: Diagrama de Secuencia Instrucciones Ruta

Diagramas de Secuencias de Aplicación TeRA-Response

- **Diagrama de secuencia Disponer Mapa en una ubicación:** En este diagrama se presenta la secuencia de envío y recepción de mensajes que se lleva entre el actor miembro del equipo de rescate, el cliente de la aplicación (TeRA) y el Servidor para obtener el mapa de una ubicación. La secuencia del diagrama de secuencia se presenta en la Figura 5.21 y se detalla a continuación:
 - La secuencia inicia cuando el miembro del equipo de rescate captura el código QR de una ubicación. Si la captura es correcta, el sistema solicita al servidor la ubicación en la que se encuentra dentro del edificio con el parámetro códigoQR. Si la solicitud ha sido exitosa, la aplicación hace una nueva petición al servidor para recuperar el Mapa de la planta en la que se encuentra ubicado.
 - El servidor recupera el Mapa una vez que obtiene un XML de la Base de Datos de grafos y envía al sistema un documento XML con las diferentes etiquetas de los componentes que conforman el mapa. El documento XML provisto por el servidor convierte los diferentes componentes a objetos. Estos objetos son mapeados internamente para lograr la construcción gráfica del Mapa. El sistema grafica los componentes en la vista del Mapa y visualiza estos en la pantalla de la aplicación.
 - La recuperación de la imagen del mapa es un proceso independiente a la carga de información obtenida del documento XML cuando se hace la petición al servidor con el identificador del edificio. Esto se encuentra detallado en la arquitectura diseñada para TeRA (Sección 3.4).

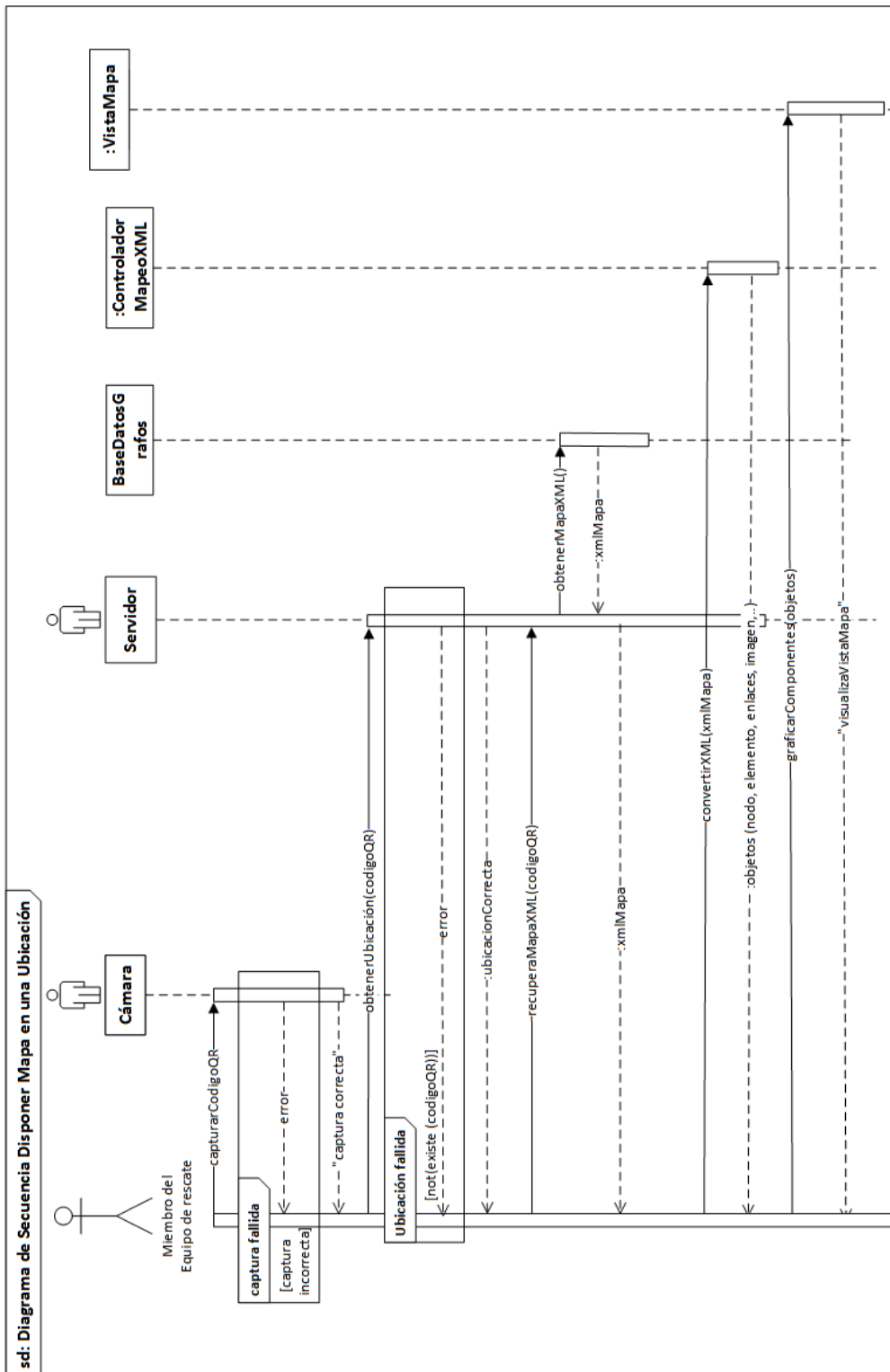


Figura 5.21.: Diagrama de Secuencia Disposición Mapa en una Ubicación

En esta sección se han presentado los diagramas de secuencias para la aplicación del director del equipo de rescate (TeRA-Director) y para la aplicación de los miembros del equipo de rescate (TeRA-Response).

6. Implementación

En esta sección, en primera instancia, se dará a conocer la tecnología disponible sobre la cuál se puede implementar aplicaciones móviles. Por otra parte, se detallará la implementación de las aplicaciones, donde se consideraron aspectos básicos para que el software cuente con el funcionamiento esencial, y posteriormente se vayan incluyendo otras partes adicionales.

6.1. Tecnología Disponible

Desde la aparición de los teléfonos inteligentes o Smartphones la industria ya no se centra únicamente en la fabricación de hardware, como con los teléfonos móviles, más bien en la actualidad la marca del dispositivo se encuentra asociado con un sistema operativo móvil. La competencia que se genera entre los fabricantes se debe al progreso vertiginoso de la tecnología, es por esta razón que el ingenio y la innovación se centra en gran parte en el software, y, en las aplicaciones construidas para móviles desarrolladas para cada plataforma.

6.1.1. Plataformas

iOS y Android son las dos plataformas móviles más importantes y que predominan la industria actualmente; en consecuencia, la mayoría de usuarios que tienen un Smartphone cuentan con al menos una de las dos plataformas mencionadas. Es por esta razón que la implementación de la aplicación móvil a desarrollar para el presente proyecto de tesis se deben considerar una de las dos plataformas. Sin embargo, se debe tener presente que existen otras plataformas en el mercado como Windows Phone, BlackBerry y Symbian que día tras día siguen teniendo una mejor posición en el mercado.

6.1.2. Smartphones

Los Smartphone, sin duda alguna, han permitido una transformación de cambio en la sociedad actual en cuanto a tecnología se refiere. Las personas han optado por tener un dispositivo móvil inteligente, pequeños ordenadores portables ¹, que por un

¹Smartphone: se los considera también ordenadores de baja intensidad, no tan potentes como los PC de escritorio o computadores portátiles

lado pueda conectarse a Internet desde cualquier lugar (universidad, hogar, trabajo, museos, etc. . .) de manera que no requiera conexión a corriente a través de cables, y por otra parte, que sea manejable por su tamaño, e interacción con el usuario mediante movimientos táctiles que permiten la navegación a través de aplicaciones móviles e internet.

En comparación a los ordenadores de escritorio u ordenadores portátiles, los Smartphones, aún no llegan a tener características tan potentes, ya que se componen de piezas más pequeñas y el consumo de recursos es menor junto con sus capacidades que el sistema operativo provee para la ejecución de programas.

Además, los móviles de última generación, dispositivos, capaces de realizar conexiones web, y otros servicios de información inalámbricos, permiten enviar y recibir mensajería instantánea, navegar en páginas web, suites ofimática, utilizar aplicaciones desarrolladas a través de la instalación que disponen las tiendas incorporadas en cada uno de los SO(sistema operativo), consultar mapas, algunas han incorporado funciones de GPS, entre otras.

Entre los Smartphones que cuentan con esta tecnología están las tabletas. Una de las características que poseen las tabletas, es que cuentan con una pantalla más grande, esta permite tener cierta ventaja sobre los teléfonos inteligentes, ya que dispone de una pantalla amplia para adaptar las aplicaciones móviles.

6.1.2.1. Smartphones en el mercado

Los teléfonos inteligentes que actualmente están a disposición de los clientes son: Serie MOTO Q de Motorola, Nokia series E y series N, BlackBerry, Samsung Wave, iPhone. Entre los Smartphone que tienen sistema operativo Android, se encuentra Google Nexus One, Motorola Milestone y Sony Ericsson Xperia Arc.

En la siguiente tabla se puede ver el sistema operativo, mapas y tiendas; servicios integrados en cada plataforma.

	Sistema Operativo	Mapas	Tiendas
Apple	iOS	Mapas	Apple Stores
Google	Android	Google Maps	Market
BlackBerry	BlackBerry OS	BlackBerry Maps	App World
Nokia	Symbian	Nokia Mapas	Tienda
Microsoft	Windows Phone 7.5	Bing Mapas	MarketPlace

Cuadro 6.1.: Servicios integrados en plataformas móviles

El tamaño de las pantallas de los Smartphones son relativamente más grandes que el tamaño de las pantallas de los teléfonos móviles tradicionales, esto se debe a que se requiere una pantalla amplia para realizar cierto tipo de tareas, como la manipulación táctil. Para el caso de tabletas, el tamaño de las pantallas son grandes

y por lo general, en el mercado existen tabletas de 7 pulgadas y 10 pulgadas. Con este tipo de Smartphones se pueden llevar a cabo la ejecución de aplicaciones que requieran un espacio amplio de pantalla como un mapa, el plano de un edificio, aplicaciones médicas, diseño, entre otros.

6.2. Descripción de la Implementación

La innovación y creatividad es crucial en el momento de implementar aplicaciones para Smartphones, por lo que es necesario tener presente que los cambios pueden ser más frecuentes hasta adaptarlo a las necesidades que la nueva tecnología impone, a más de las que los usuarios requieren. Por lo tanto, la implementación del proyecto TeRA para las aplicaciones cuentan con el soporte funcional para sus requisitos básicos al equipo de rescate y se detalla a continuación.

6.2.1. Aplicaciones TeRA

El asistente para equipos de rescate TeRA (Sección 3.1) esta implementado para cada una de las aplicaciones que dan soporte a los usuarios del equipo de rescate. Se vio conveniente desarrollarla sobre “**Android**”, debido a que es una plataforma de software abierta, completa y libre (creada por el Open Handset Alliance), que promueve la innovación y da más libertad a los desarrolladores de aplicaciones. Android no es una plataforma hardware, lo que significa que no está atado a ningún fabricante de hardware, y, esto le ha permitido abrirse paso en el mercado rápidamente. Una de las mayores ventajas de Android, es que puede ser ejecutado en muchos dispositivos diferentes, ya que viene con herramientas que ayudan a desarrollar aplicaciones “Cross-compatibility”[com13], lo cual significa que Google solo permite que las aplicaciones funcionen en dispositivos compatibles. Es decir, si una aplicación necesita cámara frontal, entonces solo podrá ser vista en el Android Market por teléfonos que cumplan con esta característica.

Las aplicaciones implementada con Android cuentan con las siguientes especificaciones software y hardware:

- **Especificaciones de Software:** Para poner en marcha el desarrollo de la aplicación con Android, se trabajó con: Eclipse que incluye el Plugin Android Development Toolkit versión v22.0.1-685705 SDK y JDK con su versión 1.6, para Windows. En el dispositivo inteligente se deberá tener instalado cualquier aplicación que permita la captura del código QR.
- **Especificaciones de Hardware:** El equipo de rescate en un emergencia deberán contar con un Smartphone, teléfono móvil inteligente o una tableta de 7.0” o “10”, que soporte el Sistema Operativo Android y que incluya cámara para la captura de códigos QR.

6.2.1.1. Fundamentos básicos para la implementación en Android:

A continuación se exponen ciertos aspectos básicos para comprender el funcionamiento y construir el proyecto en Android.

- **Estructura de la aplicación:** La estructura de la aplicación, esta conformada por “Manifiesto”, “Recursos” y “Código” (Figura 6.1). A continuación se detallan algunos de los elementos que se incluyen dentro de esta estructura:
 - **Manifiesto de una Aplicación:** Cada proyecto Android incluye un fichero de Manifiesto, `AndroidManifest.xml`. En este fichero se encuentran establecidos referencias de permisos, actividades, versión mínima del API de Android que necesita, dependencia a otras librerías, etc.
 - `android.jar`: Este paquete jar contiene las librerías Android para la plataforma correspondiente. Este paquete se encuentra localizado en el Android SDK.
 - `src/`: En esta carpeta se encuentra el código fuente de la aplicación.
 - `res/`: Carpeta que contiene los recursos de la aplicación, tales como: iconos, imágenes, menús, vistas, cadenas o strings, etc. Los recursos están conformados por tres categorías.
 - **Diseños:** Esta carpeta contiene archivos XML que representan los diseños y las vistas de la aplicación.
 - **Dibujables:** Esta carpeta contiene archivos de gráficos, por ejemplo, iconos y mapas de bits.
 - **Valores:** Esta carpeta contiene un archivo llamado “`strings.xml`”, este xml permite la localización en cadena para la aplicación.
 - `gen/`: Contiene los archivos `.java` generados automáticamente por las herramientas Android
 - `R.java`: Android crea este archivo automáticamente. En este se encuentran constantes necesarias para acceder a varios recursos de la aplicación Android.
 - `assets/`: Colección arbitraria de carpetas y ficheros.

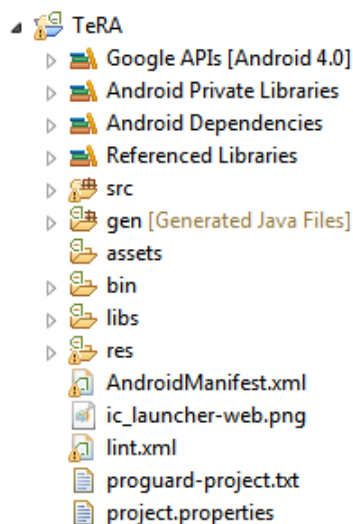


Figura 6.1.: Estructura de la aplicación

- **Componentes de las aplicaciones Android:** A continuación se detallan algunos de estos componentes:
 - Actividades (Activities): Las pantallas de una aplicación usan las Vistas (Views) o pantallas como componentes que muestran información y responden a las acciones del usuario.
 - Las Actividades se gestionan mediante una pila. Cuando una nueva actividad se lanza a ejecución pasa a ocupar la cima de la pila. Una aplicación suele incluir más de una Actividad; una de estas es el Activity principal (main.xml), en esta se representa los aspectos visuales de la interfaz gráfica inicial que se presenta al usuario cuando se ejecuta la aplicación. La Figura 6.2 tomada de la página oficial de desarrollo de android², muestra el caso cuando se retrocede a una pantalla anterior con el botón de regreso de la pantalla actual; cierra la Actividad en primer plano y recupera la Actividad que se encuentra en la cima de la pila.
 - Servicios (Services): Se ejecutan de forma invisible, actualizando los datos y las Actividades, y disparando Notificaciones.
 - Intenciones (Intents): Mecanismo que permite el paso de mensajes destinados a ciertas Actividades o Servicios, o a todo el sistema
 - Notificaciones (Notifications): Mecanismo que permite a las aplicaciones señalar algo a los usuarios sin interrumpir la Actividad en primer plano.

²<http://developer.android.com/guide/components/tasks-and-back-stack.html>

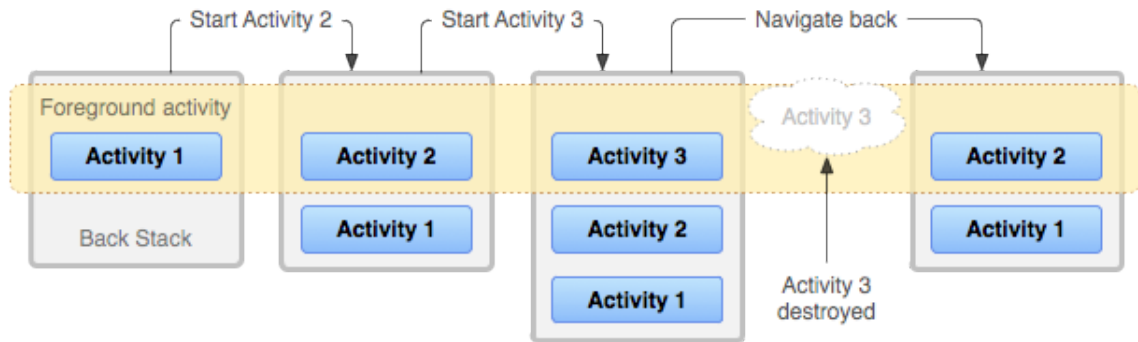


Figura 6.2.: Pila de Actividades

- **Android y el diseño de las interfaces gráficas de usuario** (Figura 6.3 extraída de página oficial de desarrollo Android³): La aplicación creada debe seguir ciertos patrones de diseños de interfaz gráfica de usuario (GUI), para obtener un diseño acorde a lo que soporta Android en sus versiones de desarrollo. El diseño de la GUI incorporado en Android permite gestionar cambios de orientación de la pantalla, crear versiones con alta resolución de pantalla, usar elementos (botones, iconos, etiquetas, etc) con un tamaño adecuado y proporcional a la resolución de los dispositivos móviles, entre otros. Por otra parte, para obtener un aplicación final con el diseño de una buena interfaz se debe tener presente las siguientes características descritas a continuación:
 - El diseño debe estar pensado en el usuario final.
 - El diseño debe ser claro y tener accesibilidad funcional. De manera que el usuario tenga a disposición elementos visibles que sean fácilmente identificables y accesibles al momento de usar la aplicación.
 - Debe mantener continuamente al usuario informado de lo que sucede a través de distintos estados para los elementos (botones, menús, mensajes, barra de progreso, etc) interactivos de la interfaz, indicar mensajes o indicadores de progresión cuando se encuentra realizando una tarea interna y deba esperar para ejecutar alguna opción.
 - El diseño debe ser predecible en su uso y comportamiento, de manera que la aplicación haga lo que los usuarios esperan. Se debe tener presente que la interacción con la pila de actividades se realice correctamente para asegurar la consistencia de la interfaz (se puede hacer click sobre algún elemento o mensaje que aparece en pantalla). Por lo tanto, se debe tener presente en todo momento el sentido común cuando se diseña una aplicación.

³En la dirección: <http://developer.android.com/design/patterns/index.html/>, se indican los patrones de diseño GUI para aplicaciones Android

- Tener capacidad para tolerar fallos. Las aplicaciones deben estar diseñadas para trabajar durante todo el año sin restricción alguna, para esto se debe tener una gestión de todas las excepciones que pueden producirse en la aplicación.



Figura 6.3.: Diseño de interfaces gráficas en Android

6.2.1.2. Construcción de aplicaciones en Android

En esta sección se explican ciertos aspectos relacionados con la creación y construcción de las aplicaciones TeRA en Android sobre Eclipse.

Proyecto Android: El primer paso para la construir una aplicación en Android consiste en crear un nuevo proyecto java (**Figura 6.4**). El proyecto para las aplicaciones del director y miembros del equipo de rescate se encuentra definido con el nombre de **TeRA**.

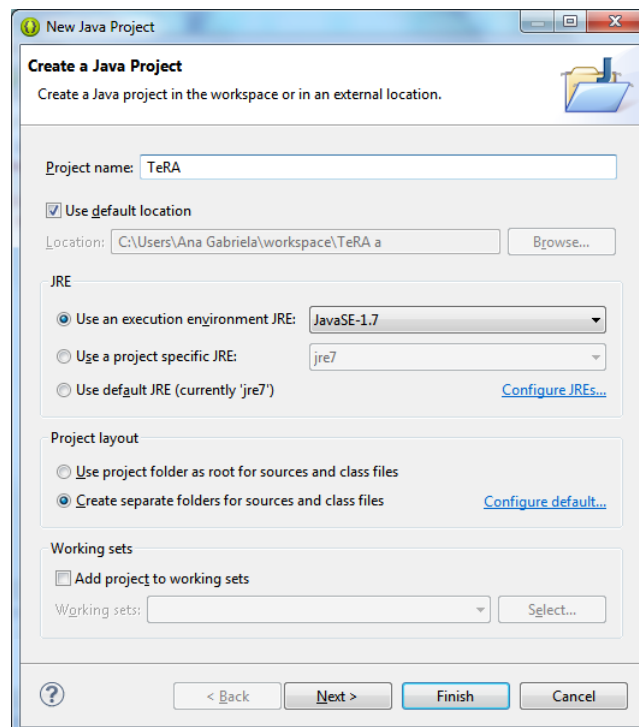


Figura 6.4.: Creación de proyecto TeRA

Estructura del Proyecto TeRA: La estructura del proyecto esta diseñada para utilizar una arquitectura multinivel, tal y como se presenta en la Figura 6.5. En esta, a cada nivel o capa: Objetos, Enlace, Vista y Comunicación, se le confía una tarea independiente entre niveles.

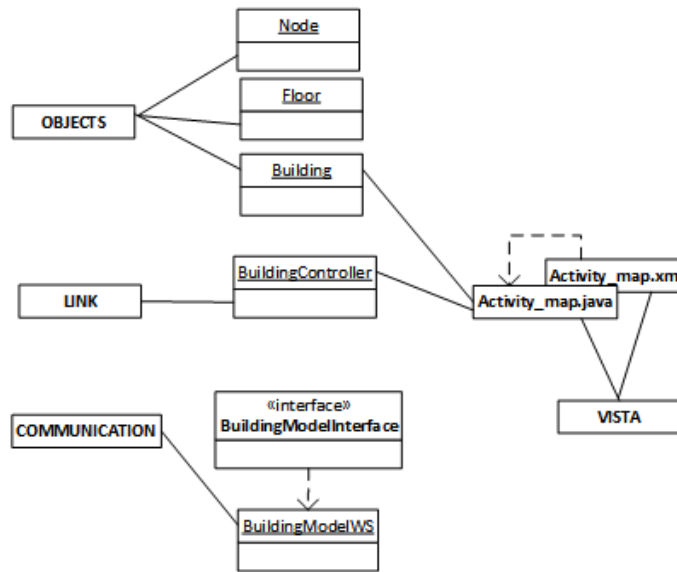


Figura 6.5.: Estructura del proyecto TeRA

La capa de objetos dispone del mapeo de los diferentes componentes que incluye un mapa del edificio como Nodo, Planta, Edificio, Usuarios. El nivel de enlace controlará la gestión de la carga del XML (Figura 6.6) recuperado en el Servicio Web. En la capa de comunicación, se lleva a cabo la conexión entre la aplicación y el servicio que provee el Servicio Web. La capa “vista” es la que presenta información a los usuarios a través de una pantalla obtenida de las otras capas.

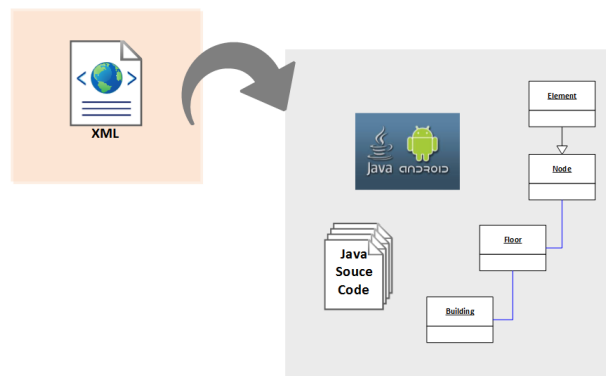


Figura 6.6.: Carga de XML

Distribución de paquetes de código fuente: El proyecto “TeRA” creado bajo la plataforma Android presenta la distribución de los paquetes que muestra la Figura 6.7.

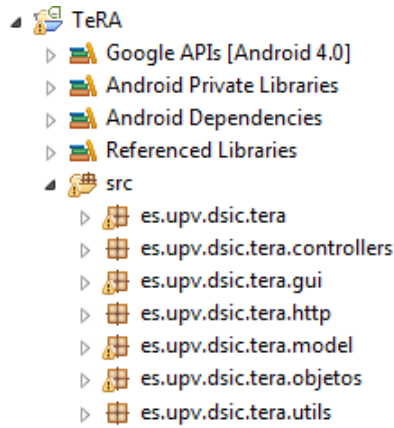


Figura 6.7.: Distribución de Paquetes

Descripción general de paquetes:

- Paquete principal tera: se encuentra definido el código fuente que permitirá la interacción con los Activities (MainActivity.java, UserDialogActivity.java, ...).
- Paquete tera.controllers: este paquete permite llevar a cabo el enlace entre la capa de objetos y la capa de aplicación, definida en la sección anterior.
- Paquete tera.gui: está destinado para construir vistas y manejar los eventos que requiera dentro de dicha vista. (MapView.java)
- Paquete tera.model: en este se realiza todo lo referente a cargar la información obtenida de la solicitud realizada desde la aplicación a un servicio Web. (BuildingModelInterface.java, BuildingModelWS.java).
- Paquete tera.http: En este se establece la conexión http cliente con el servidor.
- Paquete tera.objetos: Se encuentran los diferentes objetos mapeados. (Node.java, Floor.java, Client.java, Building.java).
- Paquete tera.utils: En este paquete se encuentra código reusable, como la conversión de tipos o cadenas, validaciones, entre otros. (XMLRescueParser.java)

6.2.2. Descripción detallada de la implementación para el funcionamiento básico

Considerando los requisitos prioritarios de los usuarios (director y miembros del equipo de rescate), en primer lugar se implementó la recuperación del código QR añadiendo el código fuente respectivo, considerando las dos opciones: modo "SCAN_MODE"⁴, cuando se encuentre instalado el software de lectura de QR en el Smartphone, y cuando no esté instalado, la aplicación redireccionará a la tienda⁵ que ofrece Android, para su inmediata descarga e instalación.

Para la conexión con el Servicio Web se utilizó `http(URLConnection.java)`, este paquete permite establecer la conexión con cada uno de los servicios disponibles. Al tener una conexión establecida, es posible obtener y disponer de los mapas del edificio, y además manejar la información en la aplicación. Entonces, en el dispositivo móvil inteligente de los usuarios se les presentarán los planos respectivos de un edificio en particular, cuando se recupere el documento XML, en el momento que se se haya enviado por parámetro el código QR capturado, al Servicio Web y este devuelva una respuesta positiva con los datos pertinentes. Los datos de los planos del edificio que contiene el XML, en primera instancia se parsean o convierten (`parseBuilding.java`) sus diferentes campos obteniendo como resultado un mapeo de objetos⁶. Una vez realizado dicho mapeo, se puede construir la vista (`MapView.java`) con los diferentes objetos, como: nodos y elementos escalados a la imagen del plano, estos se encuentran distribuidos en cada una de los planos de las plantas del edificio. La vista "MapView" integrada en el proyecto, tiene el objetivo de manejar los diferentes nodos y elementos dinámicamente, es decir que permite a los diferentes nodos y elementos, dibujarlos, cambiarlos de color, escalarlos a la imagen del plano, redimensionar el tamaño de cada uno de ellos, a través de eventos como: `onDraw(Canvas c)` para dibujar objetos con canvas, `onTouchEvent(MotionEvent event)` que permite tocar un nodo o elemento del plano, entre otros.

Dentro de la implementación de la aplicación, se presenta el manejo de capas para la vista de cada planta, los que permiten mostrar ya sea uno o varios de los siguientes objetos: elementos, nodos, usuarios e imagen del plano.

Por otra parte, una de las cuestiones más relevantes que se presenta en la tesis, es el rescate de los afectados por parte del equipo de respuesta a través de instrucciones de la ruta a seguir. Para obtener las instrucciones se realiza el cálculo de ruta explicado en la Subsección 2.1.2. En la aplicación, los nodos y elementos son una referencia de las diferentes zonas de riesgo en las que se pueden situar los usuarios afectados en una emergencias. Para calcular la ruta y obtener las instrucciones de esta, primero se debe seleccionar uno de los nodos o elementos que se encuentren dentro de la vista que incluye el plano. Se debe tomar en cuenta, que la selección del nodo al que

⁴"com.google.zxing.client.android.SCAN"

⁵"market://details?id=com.google.zxing.client.android"

⁶Objetos: Node, Floor, Image, ..

quiere acceder el usuario (equipo de rescate) dentro de la vista donde se encuentra el plano, no siempre es precisa, esto quiere decir que la posición seleccionada puede ser diferente a la posición definida para un nodo, pero se encuentra cercana a esta. Para resolver este inconveniente, se incluyó el cálculo de la distancia entre dos puntos: (x, y) coordenada de nodos definido en el mapeo, y (px, py) coordenada del nodo seleccionado. La fórmula para el cálculo de la distancia está dada por:

$$d = \sqrt{(x - px)^2 + (y - py)^2}$$

Entonces, a partir del cálculo de la distancia⁷, se puede realizar una búsqueda exhaustiva de los vecinos más cercanos. Esta búsqueda, permite recorrer todos los puntos (x,y) correspondientes a los nodos definidos en el plano y calcular con cada uno de estos la distancia con la coordenada (px,py) seleccionada. Si en este recorrido encuentra una distancia aproximada a un valor predefinido (variable dpoint: 35px), entonces (px,py) corresponde a ese nodo.

⁷Código fuente en java para el cálculo de la distancia : `(double d = Math.sqrt(((x-px)*(x-px)+(y-py)*(y-py))))`

7. Conclusiones

7.1. Conclusiones

En el presente trabajo final de máster se ha presentado un asistente de soporte a equipos de rescate como una extensión al proyecto PSA. En éste trabajo se ha considerado como uno de los objetivos más relevantes la extracción de la información de contexto generada por la infraestructura PSA. Ésta información ayuda a mejorar las respuestas a través de la toma de decisiones por parte del equipo de rescate. La importancia de la gestión de contexto, se debe a que la información es la prevalece y puede adaptarse a nuevas tecnologías a través de aplicaciones o sistemas.

Explotar la información de contexto ha permitido que la aplicación TeRA (Team Rescue Assistant) obtenga una vista general de un mapa donde aparecen personas afectadas ubicadas en un lugar dentro de un edificio, elementos de seguridad, ubicaciones o posiciones referenciales, imagen del plano, trazas de los caminos entre las posiciones disponibles en el plano. Además, a partir de esta información se puede obtener los datos personales y perfiles sanitarios de los afectados, calcular la ruta de entrada hacia su posición, de manera que los equipo de respuesta puedan ser guiados hacia las personas afectados.

Se han modelado, diseñado e implementado dos herramientas una para el director y otra para los miembros del equipo de rescate, obteniendo las herramientas TeRA-Director y TeRA-Response que han sido añadidas a la infraestructura PSA. La aplicación diseñada para el director del equipo de rescate permite que el jefe o coordinador de los equipos de respuesta tenga una visión general del mapa, las ubicaciones donde se encuentran los afectados, conocer el estado actual de una emergencia y obtener la ruta calculada hasta cada uno de ellos. Para el caso de la aplicación de los miembros del equipo de rescate, permite a visualizar los planos de una instalación a través de un dispositivo móvil y transmitir su ubicación en cada momento al servidor de PSA.

Con el propósito de conocer las necesidades reales de los equipos de respuesta, durante la realización del presente trabajo se ha estado en contacto con el personal del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Valencia, quienes han facilitado información para conocer los procedimientos que el equipo de rescate durante una emergencia. Esta información ha permitido plasmar las características funcionales que se encuentran disponibles en las aplicaciones TeRA desarrolladas. Por otra parte, las aplicaciones han sido diseñadas y desarrolladas para teléfonos inteligentes de última generación y entorno Android.

En cuanto a cuestiones de diseño e implementación de la aplicación, la vista del plano o mapa que se presenta en pantalla es cargado y graficado dinámicamente. Para realizar el cálculo de una ruta debe especificar las ubicaciones de entrada y destino al seleccionar una posición dentro del mapa.

El presente trabajo ha permitido cumplir con los objetivos planteados, dejando abiertas líneas de investigación y trabajos futuros.

7.2. Líneas de Investigación y trabajos futuros

Hasta el momento se ha mantenido el contacto con el Departamento de Bomberos de Valencia para llevar a cabo algunas pruebas de funcionamiento básico de la aplicación TeRA. Sin embargo, como trabajo futuro quedan realizar las pruebas de usabilidad y escalabilidad durante un simulacro real, que se pretenden llevar a cabo a lo largo de este año.

Actualmente TeRA está diseñado para capturar un código QR. Pero el modelado de datos y clases permite extender este concepto de diseño a otros tipos identificadores de ubicación como sensores, reconocimiento de dispositivos móviles a través de bluetooth, entre otros, por lo que queda abierta esta línea de investigación.

La información de contexto generada por el equipo de rescate a través de TeRA junto con la información proveída por la infraestructura PSA, forman “parte” del conocimiento integral. Sin embargo, con esta información no se consigue obtener el “todo”, debido a que la información genera más información. El presente trabajo puede ser ampliado donde se pueda manejar la información generada por las aplicaciones de los miembros del equipo de rescate cuando transmiten sus ubicaciones en cada momento a PSA. Esto permite plantear un proyecto donde se pueda llevar a cabo la gestión de esta información de contexto por parte del personal de seguridad a través de una consola de control, donde pueda administrarse: información de las ubicaciones de los miembros del equipo de rescate, fuentes externas de información, seguimiento y control de incidentes, lista de estadísticas, entre otras.

A. Anexo I

A.1. Glosario

Término	Descripción
Usuario Director del Equipo Rescate	Actor encargado de dirigir y guiar a los miembros del equipo de rescate a través de la aplicación cliente TeRA
Usuario Miembro del Equipo Rescate	Actor que es dirigido o guiado por el usuario director del equipo de rescate. Utiliza la aplicación cliente TeRA para ubicarse y disponer de los planos.
Usuario Afectado	Persona registrada en la aplicación PSA y que se encuentra dentro del edificio donde ocurre la emergencia.
Equipo Rescate	Todos las personas que pertenecen o conforman un grupo que intervienen en una emergencia para el rescate de afectados.
Cliente	Dentro del trabajo de fin de máster se hace mención a este termino, cuando se habla de la aplicación desarrollada “Cliente TeRA”.
XML	eXtensible Markup Language, es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible.
código QR	Código de respuesta rápida (quick response code), es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional creado por la compañía japonesa Denso Wave. Se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector.
Identificar Edificio	En el contexto de la asistencia de equipos de rescate en una emergencia, se habla de este término cuando un director del equipo de rescate requiere obtener los planos del mapa.
Ubicación	En el contexto de la asistencia de equipos de rescate en una emergencia, la ubicación indica una posición dentro del mapa.

Android	Android es un sistema operativo basado en Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas, inicialmente desarrollado por Android.
Conocimiento	Conjunto complejo que consta de datos, información, conceptos y experiencias. El conocimiento se logra al interpretar y analizar un conjunto de informaciones referentes a un hecho puntual para decidir como actuar sobre él.
Información	Conjunto de datos procesados e interrelacionados, que tienen un significado y por lo tanto son de utilidad para tomar decisiones.
Dato	Son un conjunto de hechos claros respecto a diferentes eventos y el mundo en general. Son grupos de números, letras o símbolos y carecen de significado intrínseco por sí solos.

Bibliografía

- [BAS⁺07] Patricia Gómez Bello, Ignacio Aedo, Fausto Sainz, Paloma Díaz, Jennifer Munnely, and Siobhán Clarke. Improving communication for mobile devices in disaster response. *Springer-Verlag Berlin, Heidelberg*, pages 126–134, 2007.
- [Blo14] Technology Enhanced Learning Blog. Qr codes from goo.gl. <http://www.dontwasteyourtime.co.uk/qr-codes/>, 2014.
- [BSM⁺12] Axel Bürkle, Florian Segor, Sven Müller, Igor Tchouchenkov, and Matthias Kollmann. Advantages of an integrated open framework for immediate emergency response. *International ISCRAM Conference, Vancouver*, April 2012.
- [BUT⁺05] Dave Berry, Asif Usmani, Jose L Torero, Austin Tate, Stephen McLaughlin, Stephen Potter, Arthur Trew, Rob Baxter, Mark Bull, and Malcolm Atkinson. Firegrid: Integrated emergency response and fire safety engineering for the future built environment. *UK e-Science Programme All Hands Meeting*, 2005.
- [CdLSB11] Tiziana Catarci, Massimiliano de Leoni, Renate Steinmann, and Manfred Bortenschlager. Workpad: Process management and geocollaboration help disaster response. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*, January-March 2011.
- [com13] Compatibility program. <http://source.android.com/compatibility/index.html>, November 2013.
- [Cri00] Gustavo Crispino. Contexto: una plataforma informatica para la extraccion de informacion y el resumen automatico de texto. 2000.
- [DBG08] Viviane Barbosa Diniz, Marcos R S Borges, J. Orlando Gomes, and J. H. Canos. Decision making support in emergency response. *Encyclopedia of Decision Making and Decision Support Technologies*. IGI Globa, 2008.
- [Dra05] T.E. Drabek. Predicting disaster response effectiveness. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, pages 49–72, 2005.
- [Has08] Chris Haseman. Android essentials. *firstPress*, Julio 2008.
- [IAE] IAEM. Plan territorial de emergencias de la comunidad de valencia. <http://www.iaem.es>.

- [inf11] Infra: Investing into security research for the benefits of european citizens. *Security Research Projects under the 7th Framework Programme for Research, European Commission.*, September 2011.
- [KS12] T.A. Kurki and H. Sihvonen. A role-based resource management approach for emergency organizations. *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, pages 3679 – 3687, 2012.
- [LG11] Faisal Luqman and Martin Griss. Leveraging mobile context for effective collaboration and task management. *International ISCRAM Conference, Lisbon, Portugal*, May 2011.
- [LN07] Jonas Landgren and Urban Nuldén. A study of emergency response work: Patterns of mobile phone interaction. *In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1323–1332, 2007.
- [Mil99] Dennis S. Mileti. Disasters by design. *Neil R. Britton. Proceedings of a Conference sponsored by Aon Group Australia Limited*, 1999.
- [OA14] Aircraft Owners and Pilots Association. Gps satellite nasa image. <http://www.aopa.org/News-and-Video/All-News/2012/September/5/NASA-mission-could-help-protect-GPS.aspx>, 2014.
- [OYN00] Shingo Ohmori, Yasushi Yamao, and Nobuo Nakajima. The future generations of mobile communications based on broadband access technologies. *IEEE Communications Magazine*, pages 134–142, Decembre 2000.
- [PBGC10] Rodrigo Pinheiro Padilha, Marcos R. S. Borges, José Orlando Gomes, and José Hilario Canós. The design of collaboration support between command and operation teams during emergency response. *CSCWD*, pages 759–763, 2010.
- [Tec14] CERT: Center Emergency Response Technologies. University of california, irvine. <http://cert.ics.uci.edu/index.html>, 2014.
- [TMD09] Hong-Linh Truong, Atif Manzoor, and Schaharam Dustdar. On modeling, collecting and utilizing context information for disaster responses in pervasive enviroments. *CASTA '09, Amsterdam*, August 2009.
- [Ver] José Luis Verdegay. Teoría de algoritmos. *Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (DECSAI). Universidad de Granada*.
- [Zaf12] Angel Ruiz Zafra. Asistente personal de seguridad: Infraestructura y cliente android. Master’s thesis, Universidad Politecnica de Valencia, 2012.