

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

APLICACIÓN MÓVIL Y
PERIFÉRICO GPS COMO
HERRAMIENTA EN LA
PREVENCIÓN DE LA
DESAPARICIÓN
INVOLUNTARIA DE PERSONAS
EN MÉXICO

TESIS PRESENTADA POR DAVID GUILLERMO LÓPEZ VÁZQUEZ
PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO EN CIENCIAS
COMPUTACIONALES

2022

Asesor 1: Dr. Luis Enrique Colmenares Guillen

Asesor 2: Dra. Maya Carrillo Ruiz

Laboratorio de Análisis Forense Digital para la Detección de Delitos
en Internet

Facultad de Ciencias de la Computación.

Agradecimientos

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo y estímulo de mi asesor el Dr. Luis Enrique Colmenares Guillen y mi coasesora Dra. Maya Carillo Ruiz, quienes me supervisaron y asesoraron de manera constante y me brindaron las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo y enfocarlo de manera correcta.

Asimismo me gustaría agradecer a mis padres Guillermo Pablo López Flores y Blanca Julieta Vázquez Díaz, así como a mi hermana Karla Paola López Vázquez quienes me motivaron a ser constante y seguir adelante en mi carrera y en el desarrollo de esta tesis.

Índice general

Agradecimientos	2
1. Desaparición y Violencia en México	6
1.1. Introducción	6
2. Planteamiento del problema	8
2.1. Clasificación de desaparición	8
2.2. Desaparición forzada	10
2.3. Alerta AMBER	11
2.4. Secuestro	12
2.5. Femicidio	14
2.6. Desaparición forzada de personas en México, adminis- tración 2012-2018	16
2.7. Cifras Actuales	20
3. Objetivos	24
3.0.1. Objetivo general	24
3.0.2. Objetivos específicos	24
4. Marco Teórico	25
4.1. Las tres etapas de la computación	25
4.1.1. Cómputo ubicuo y desaparición forzada	27
4.2. Movilidad informática	28
4.3. <i>Smarthphone</i>	28

4.4.	GPS	29
4.4.1.	Arquitectura del GPS	29
4.4.2.	Servicio de posicionamiento del GPS	32
4.5.	Acoplamiento y cohesión	33
4.6.	Patrones de diseño	34
4.7.	Arquitectura de programación para un aplicativo	35
4.7.1.	Patrón Modelo-Vista-VistaModelo (MVVM)	36
4.7.2.	<i>Scrum</i>	38
4.7.3.	Producto Mínimo Viable (PMV)	39
4.8.	Nube	41
4.9.	Base de Datos	41
4.10.	<i>Haversine</i>	42
4.11.	Geocerca	42
4.12.	Wireframes	43
5.	Estado del Arte	44
5.1.	Aplicaciones de rastreo para familia y amigos	44
5.1.1.	<i>WhatsApp Live Location</i>	45
5.1.2.	<i>Apple Find My Friends</i>	48
5.1.3.	<i>Life360</i>	50
5.2.	<i>Wearables</i>	56
6.	Propuesta	60
6.1.	Problemáticas	60
6.1.1.	Privacidad de usuario	61
6.1.2.	Consumo de batería	62
6.1.3.	Precisión	63
6.2.	Descripción técnica	63
6.3.	Servicios en la nube	64
6.3.1.	Arquitectura cliente-servidor	65
6.3.2.	Capa de servicios	65
6.4.	App móvil para usuario objetivo	66
6.5.	App móvil para usuario interesado	66

6.6.	Periférico GPS	67
6.7.	<i>API REST</i>	68
6.8.	Escalabilidad	69
6.8.1.	Objetivo	69
6.8.2.	Ubicuidad	71
7.	Planeación y desarrollo	74
7.1.	Planeación	74
7.1.1.	Diagrama de flujo	74
7.1.2.	Diagrama de componentes	76
7.1.3.	Diagrama de objetos	76
7.2.	Metodología	78
7.2.1.	<i>Backlog</i>	81
7.3.	Historias de usuario	82
7.4.	<i>Sprint</i>	88
7.5.	<i>API</i>	88
7.6.	Base de Datos	93
7.7.	<i>Haversine</i>	96
7.8.	Geocerca	97
7.9.	Wireframes	97
8.	Resultados	99
8.1.	Pantallas de salida	99
9.	Conclusiones	108
	Bibliografía	110

Capítulo 1

Desaparición y Violencia en México

1.1. Introducción

La seguridad en México se ha convertido en la principal preocupación debido a los numerosos delitos que la vulneran, tales como: robo, robo con violencia, robo a negocio, robo a domicilio, llamada de extorsión, secuestro virtual, secuestro exprés, cobro de derecho de piso, desaparición forzada, abuso de autoridad, por nombrar algunos. La incidencia de este tipo de sucesos en el país es frecuente y afecta a la sociedad en general, la percepción de la población es de inseguridad y falta de confianza en las autoridades encargadas de combatir el crimen, inclusive en las instituciones que los acreditan.

Esto ha generado una cifra negra que sólo es posible estimar, pero no definir o probar con certeza. El sentir que el crimen ha superado a las instituciones y la forma en que azota al país produce un malestar general.

Bajo este contexto surge la pregunta ¿qué herramientas tecnológicas se pueden desarrollar para disminuir la violencia?

Actualmente el *smartphone* ha penetrado todos los sectores de la sociedad, esto en parte gracias a la disminución de precios, así como a la difusión y el fácil acceso a Internet. Volviéndose un artículo de primera necesidad. El teléfono inteligente va más allá de sólo poder hacer llamadas; cuenta, entre otras cosas, con una gran cantidad de sensores, como: acelerómetros, giroscopio, sensor de proximidad, sensor de huella, sensor de rostro, bluetooth, magnetómetro, receptor GPS, etc. Es precisamente este último el que se busca sea de gran utilidad para combatir ciertos delitos como: secuestro, desaparición forzada, desaparición infantil, de mujeres, y cualquier otra forma de desaparición involuntaria.

Por lo anterior, se propone desarrollar una aplicación móvil con periférico GPS como herramienta en la prevención de la desaparición involuntaria de personas dentro del territorio mexicano.

Capítulo 2

Planteamiento del problema

Se define qué es la desaparición y se clasifica en desaparición voluntaria e involuntaria. Se estudian diversos casos de desaparición involuntaria, tales como: desaparición forzada, desaparición infantil, y secuestro. Se analiza el vínculo entre desaparición involuntaria y homicidio. Así mismo se estudia la situación actual de México y las cifras de desaparecidos.

2.1. Clasificación de desaparición

“La desaparición se define como la ruptura del contacto con la persona desaparecida o que alguien más la considera como desaparecida y que puede ser de manera intencional o no.”(Biehal Nina, 2003)

La clasificación va desde una ruptura intencional del contacto, elegida deliberadamente por la persona desaparecida, hasta una ruptura involuntaria del contacto, impuestas por otros.

- Intencional

En el extremo inicial de la clasificación de desaparición intencional se encuentran los casos en los que las personas claramente

tienen la intención de irse, sin informar a sus familias de su paradero.

La decisión de irse puede estar relacionada con dificultades dentro de las relaciones familiares y / o dificultades experimentadas fuera del entorno familiar, como preocupaciones financieras, o dificultades personales.

Al otro extremo de la clasificación de desaparición intencional se encuentran aquellos que claramente no tienen la intención de desaparecer. Estos incluyen personas vulnerables que pueden haberse alejado sin haber decidido activamente hacerlo; personas que se han perdido o han sufrido daños; aquellos que sin darse cuenta no han podido comunicar su paradero.

- No Intencional

Aquí se incluyen los desaparecidos que han sido obligados a irse o han sido separados por otros, por ejemplo, víctimas de delitos o niños secuestrados por uno de sus padres. Aquí, la ruptura del contacto es involuntaria por parte de la persona desaparecida, pero es el resultado de una acción deliberada de un tercero.

Algunas situaciones son particularmente complejas. Los jóvenes fugitivos que escapan del abuso o las mujeres que huyen de la violencia doméstica pueden haber tomado su propia decisión de irse, pero en un sentido real pueden haberse sentido presionados ya que tenían pocas opciones. Al mismo tiempo, han tomado una decisión en circunstancias de ignominia, en las que pueden percibir pocas o ninguna otra vía de escape.

En el otro extremo de la clasificación de desaparición no intencional y en cualquier otra situación, las personas pueden ser consideradas como desaparecidas por otros. Pueden ser reportados

como desaparecidos por familiares, amigos o por profesionales de la salud o alguna otra institución de bienestar.

2.2. Desaparición forzada

“La desaparición forzada de personas consiste en la privación de la libertad de una o varias personas mediante cualquier forma (aprehensión, detención o secuestro), seguida de su ocultamiento o de la negativa a reconocer dicha privación de libertad o de dar cualquier información sobre la suerte o el paradero de esa persona, privándola así de los recursos y garantías legales.”(Rivas, 2020)

La desaparición forzada de personas es una grave violación de derechos humanos caracterizada por su naturaleza pluriofensiva y continuada, que desafortunadamente ha marcado la historia de gran parte de los países, sobre todo de aquellos que han atravesado contextos de dictadura o de conflicto armado. La privación de la libertad, la intervención o aquiescencia de agentes estatales en los hechos y la negativa de reconocer la detención o de proveer información de la suerte o el paradero de la víctima, son los elementos constitutivos que definen la complejidad y la atrocidad de esta práctica que transgrede la esencia misma de la dignidad humana.

“En línea con el conjunto normativo internacional sobre la materia, la desaparición forzada se caracteriza por tres elementos:

1. La privación de la libertad.
2. La participación del Estado, sea cometiendo la violación directamente, sea consintiendo con su comisión.
3. La ausencia de información sobre la víctima, poniendo a sus familiares u otros interesados en un estado permanente de incertidumbre.” (Patricio, 2015, p. 45)

Esos elementos no son aislados, sino parte de una acción única que se inicia con la privación de libertad y cesa con la localización de la víctima o de sus restos, y el correspondiente esclarecimiento de las circunstancias de la desaparición. Como la situación perdura en el tiempo, se trata de una violación continua.

2.3. Alerta AMBER

“El Programa de Alerta AMBER (America’s Missing: Broadcast Emergency Response) comenzó después del secuestro y asesinato en 1996 de Amber Hagerman, de 9 años, en Arlington, Texas. En respuesta a esta tragedia, los representantes de las fuerzas del orden y los medios de comunicación locales unieron fuerzas para desarrollar e implementar una serie de protocolos innovadores que se seguirán en caso de sustracción de un menor.

En marzo de 2012, la Alerta AMBER había ayudado directamente en la recuperación segura a 572 niños en los Estados Unidos.”(Eric H. Holder, 2012, p. 1)

AMBER ha pasado de ser solo un programa local en Arlington, Texas, a una red de planes estatales, locales, regionales, tribales y territoriales en los Estados Unidos y Canadá. En México y otros países se ha lanzado una propia Alerta AMBER o iniciativas similares.

El Programa de Alerta AMBER es una asociación voluntaria que involucra a las fuerzas del orden, las emisoras, las agencias de transporte y la industria inalámbrica. Está diseñado para difundir información oportuna y precisa sobre los niños secuestrados, los presuntos secuestradores y los vehículos utilizados en la comisión del delito.

Durante una Alerta AMBER, se transmite un boletín de noticias ur-

gente por ondas de radio, mensajes de texto, y señales de alerta de la carretera para obtener la ayuda del público y poder encontrar a un niño secuestrado, así como detener al perpetrador.

En el 43% de los casos donde un niño fue asesinado, pasaron más de 2 horas entre el tiempo del secuestro y la generación de un reporte oficial. El 76% de estas muertes ocurrieron dentro de las 3 primeras horas del rapto.

Por esta razón los primeros minutos y horas después de que un infante ha sido secuestrado son críticos para cualquier esfuerzo de búsqueda y rescate. Esto a menudo representa la diferencia entre una reunión feliz de padres e hijos y oportunidades de rescate perdidas con arrepentimiento.

2.4. Secuestro

Se entiende por secuestro la privación ilegal de la libertad de un individuo (generalmente con violencia) y la retención de éste por parte del grupo que lo realiza, hasta lograr ciertos objetivos buscados (estos pueden ser políticos, personales o económicos); una vez obtenidos dichos objetivos su posible puesta en libertad. Sin embargo, el cumplir de los requisitos no garantiza siempre la puesta en libertad del sujeto.

Por mencionar ejemplos de fines políticos se tiene: peticiones de puesta en libertad a compañeros detenidos, concesiones, reconocimientos o reformas legales. Respecto a obtener objetivos personales un ejemplo es la venganza. Y en cuanto a propósitos económicos no sólo se persiguen cantidades de dinero, sino también bienes o propiedades.

El secuestro es un fenómeno diverso. Puede incluir a delincuentes organizados, infractores menores u oportunistas. Incluye a terroristas o

grupos de insurgentes y puede ser motivado por el deseo de lucro, el rencor o la desesperación.

El secuestro de víctimas puede ser general (cuando es de naturaleza indiscriminada) o específico (figuras prominentes, migrantes, minorías o adinerados).

Las características nacionales y regionales pueden influir en los tipos de secuestro que ocurren; por ejemplo, el secuestro puede vincularse a rituales socioculturales, cultos o ritos de aprobación.

Los delincuentes son innovadores y sus métodos están en constante evolución. A medida que los gobiernos y los organismos encargados de hacer cumplir la ley desarrollan y mejoran las estrategias de prevención e investigación, los delincuentes buscan nuevas maneras de superarlos. Ejemplos de estas son:

Secuestro exprés, en que la víctima es secuestrada durante un período corto pero suficiente para obtener alguna concesión o ganancia financiera.

Secuestro virtual, en el que inicialmente no hay ningún secuestro, pero se exige un pago con el pretexto de que una persona (a menudo un pariente) ha sido secuestrado y se pague un rescate; una variante consiste en que, en el momento del pago, la persona que lo efectúa es secuestrada para asegurar un segundo rescate.

La venta de la víctima de un secuestro a otro grupo, igualmente motivado, que luego negocia el pago de un rescate, entre otros.

Para formular una respuesta apropiada en materia de prevención e investigación, es crucial comprender la naturaleza del fenómeno del

secuestro, tanto en el plano nacional como internacional, así como vigilar su evolución.(Wernicky, 2019)

2.5. Femicidio

El hogar sigue siendo el lugar más peligroso para las mujeres. Como se observa en la figura 2.1 “el 58 % de homicidios de mujeres en 2017 a nivel global, sucedieron a manos de su pareja íntima o por algún miembro de su propia familia.”(Yury Fedotov y Crime, 2019, p. 14)

En la década de los setentas, el término “femicidio” se utilizó ampliamente para describir el asesinato de mujeres, no obstante, no hay consenso sobre el tipo de delitos que cubre esta etiqueta, sobre todo porque a menudo es difícil comprobar si el motivo está especialmente relacionado con el hecho de ser mujeres, lo cual dificulta la comparación de datos globales o regionales sobre “femicidio”, en particular

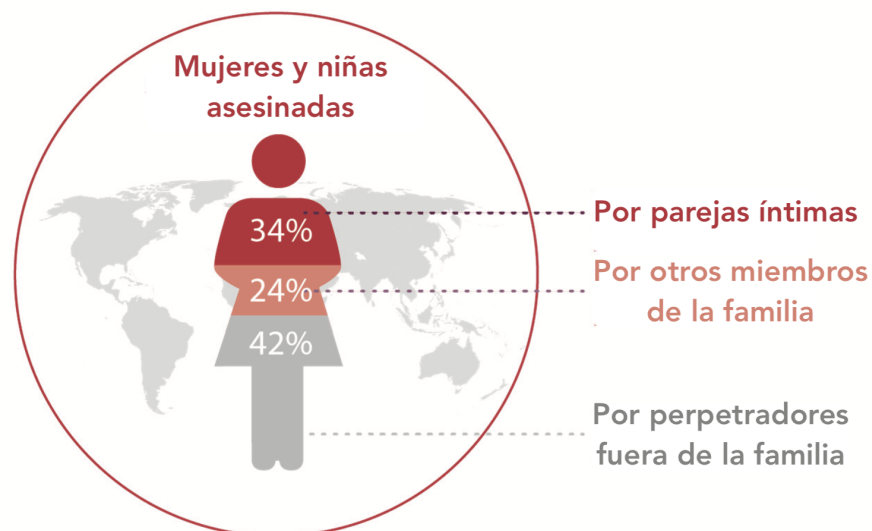


Figura 2.1: Femicidios a nivel global

para aquellos asesinatos que ocurren fuera de la familia.

La United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) trabaja únicamente con datos vinculados específicamente con mujeres asesinadas por parejas íntimas u otros miembros de la familia. Aunque los indicadores no cubren todos los asesinatos de mujeres y niñas referidos al género, la categoría incluye la mayoría de estos asesinatos y los datos son comparables entre países. Como resultado, es posible separarlos del resto, lo que ayuda a construir una imagen global de la escala de asesinatos de mujeres relacionados con el género.

Los asesinados efectuados por parejas íntimas, no suelen ser el resultado de un acto aleatorio o espontáneo, sino más bien la culminación de la violencia de género que se basa en relaciones de poder históricamente desiguales entre hombres y mujeres.

El miedo a las represalias, la dependencia económica y psicológica y la falta de fe en la policía pueden inducir a las mujeres a no denunciar casos de violencia doméstica. Esta reticencia es particularmente generalizada en los países en desarrollo, donde a menudo existe un estigma asociado a ser víctima de este tipo de delito o se acepta este tipo de violencia como parte de la vida cotidiana.

Según el estudio global sobre homicidio realizado por la UNODC, los hombres que matan a sus parejas íntimas tienen un perfil muy diferente al de los hombres que matan en relaciones no tan cercanas. Por lo general tienen mejores trabajos y disfrutan de un nivel de vida más alto que otros asesinos y a menudo no tienen antecedentes penales. Se observó que los hombres que mataron a sus parejas tenían un mayor grado de educación que otros y tenían menos brechas en su historial laboral. Se han identificado con frecuencia las causas de asesinatos como celos, posesividad, miedo al abandono y enfermedades mentales

(Yury Fedotov y Crime, 2019, p. 24).

Los homicidios que involucran a mujeres tienden a estar determinados por cuestiones a largo plazo, como los roles de género, las normas sociales, situación social, la discriminación y la desigualdad de género. Dado que estos factores son menos volátiles, el índice en la tasa de muertes tiende a ser más estable.

Las mujeres fueron las víctimas en el 82% de los homicidios cometidos por parejas íntimas durante 2017 (Yury Fedotov y Crime, 2019).

2.6. Desaparición forzada de personas en México, administración 2012-2018

La desaparición forzada de personas en México es una problemática social que se ha recrudecido en años recientes. El Registro Nacional de Datos de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED) integra los datos de personas no localizadas, obtenidos a partir de las denuncias presentadas ante la autoridad ministerial correspondiente. Este registro incluye únicamente a las personas que a la fecha de corte continúan sin ser localizadas.

Se entiende por persona desaparecida a toda aquella que, con base en información fidedigna proporcionada por familiares, personas cercanas o vinculadas a ella, se desconoce su paradero, en conformidad con el derecho internacional; lo cual puede estar relacionado con: un conflicto armado internacional o no internacional, una situación de violencia o disturbios de carácter interno, una catástrofe natural o cualquier situación que pudiera requerir la intervención de una autoridad pública competente.

El RNPED se divide en Fuero Común y Fuero Federal.

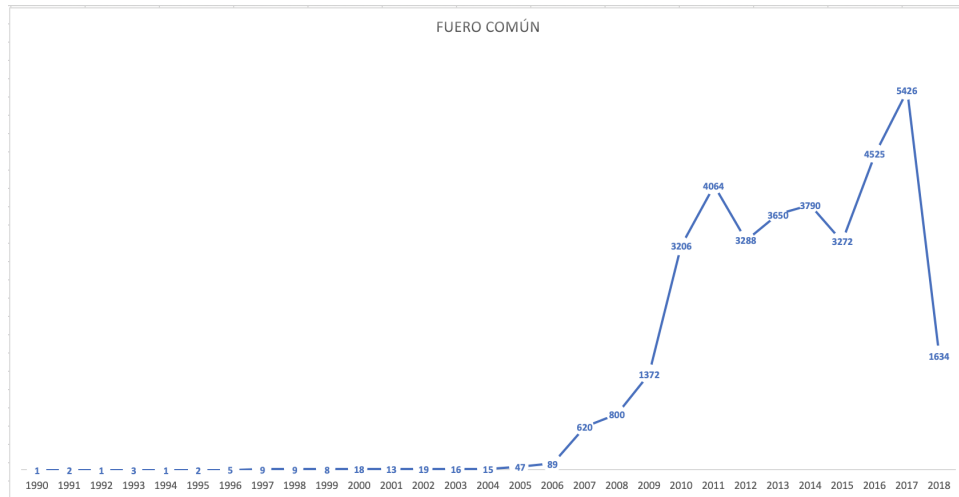


Figura 2.2: Personas desaparecidas por año - Fuero Común

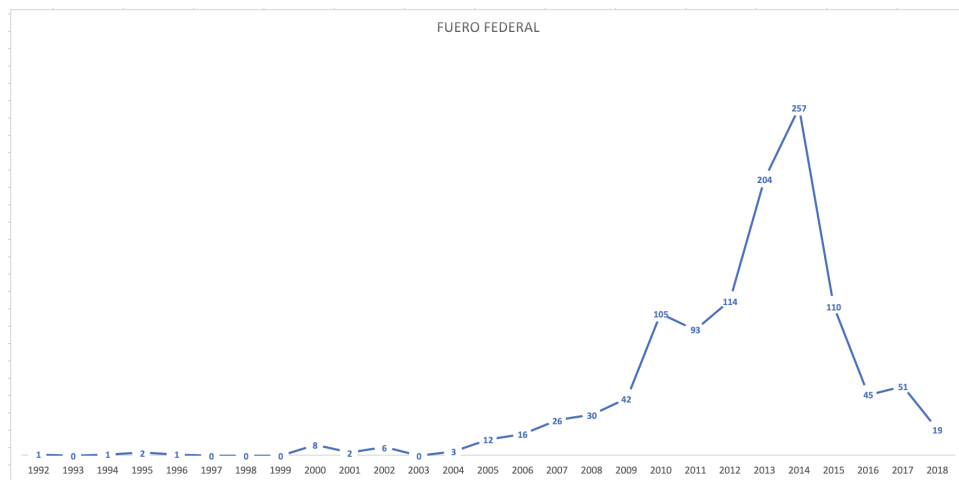


Figura 2.3: Personas desaparecidas por año - Fuero Federal

Fuero Común. Refiere a la aplicación territorial de las leyes locales, de las entidades federativas, como el Código Penal del Distrito Federal, Código Civil del Distrito Federal, etc.

Fuero Federal. En concreto, tiene que ver con la aplicación de leyes federales sobre delitos cometidos en el territorio que se considera federal o delitos que se encuentran tipificados en los ordenamientos federales como el Código Federal de Procedimientos Penales, la Ley de Amparo, la Ley Agraria, etc.

En la figura 2.2 y 2.3 se muestran las estadísticas de personas desaparecidas por año para el fuero común y el fuero federal respectivamente. En la figura 2.4 se observa la estadística de ambos fueros mezclados. La gráfica muestra que entre 2006 y 2007 hay un aumento repentino que alcanza su máximo en 2017 con 5477 personas desaparecidas. En 2018 se ve disminuido, sin embargo estos datos se ven sesgados debido a que el RNPED realizó su última fecha de corte el 30 de abril de 2018 (en el segundo trimestre del 2018), por motivos de delegar esta tarea a la Comisión Nacional de Búsqueda (CNB), tal como reza el informe publicado en su página web:

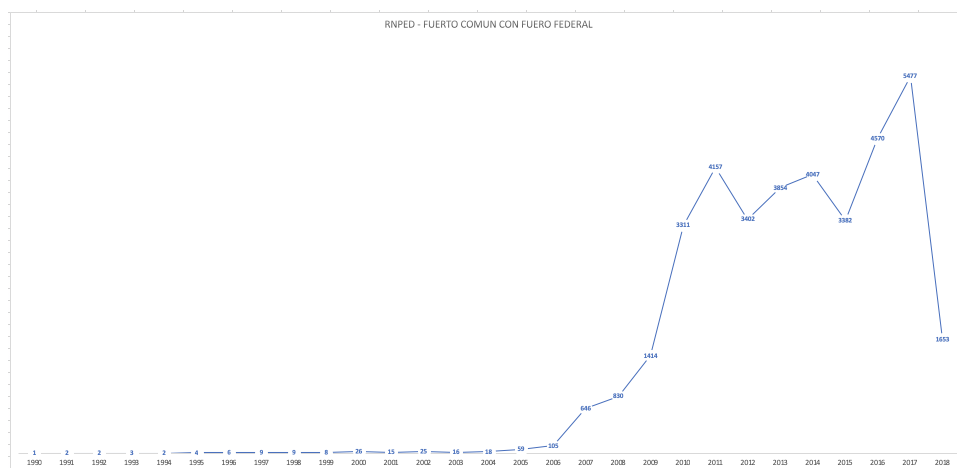


Figura 2.4: Personas desaparecidas por año - Estadística Fuero Común y Fuero Federal

Se informa que el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública realizó por última ocasión la actualización de las bases de datos del Registro Nacional de Datos de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPD) del fuero común y fuero federal con corte al 30 de abril 2018.

Cabe mencionar que corresponderá a la CNB la publicación de las subsecuentes bases de datos, de conformidad con la Ley General en materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas, publicado en el Diario Oficial en noviembre de 2017.

De esta manera no existe certeza del número de desaparecidos en todo el 2018 al menos hasta que la CNB haga públicas sus bases de datos.

Por otra parte, Roberto Cabrera Alfaro, comisionado de la CNB, presentó su último informe el 17 de enero del 2019, donde comunicó que hasta esa fecha se tenía un registro de 40180 personas desaparecidas.

Si se suman los datos por año desde 2007 según el RNPED y se comparan con el informe de Roberto Cabrera Alfaro, de abril del 2018 a enero del 2019 arroja una cantidad estimada de 4985 desaparecidos en 2018, lo cual indica que el volumen se mantiene.

Para concluir, la cifra de desaparecidos en México en la última década (2009-2019) ha incrementado de manera drástica y se ha vuelto un problema que necesita ser atendido.

2.7. Cifras Actuales

Ante la emergencia nacional de desaparición y reconociendo el enorme reto al que México se enfrenta, la asociación civil Data Cívica realizó el compromiso de llevar a cabo una investigación sobre el estado actual del fenómeno.

El objetivo fue generar un análisis pormenorizado del ya extinto RN-PED que duró de abril de 2012 hasta que fue abrogado por la nueva Ley General en materia de Desaparición, que entró en vigor en enero de 2019 y lo sustituiría por el Registro Nacional de Personas Desaparecidas y No Localizadas (RNPEDNO). Sin embargo a más de un año de la entrada en vigor, el RNPEDNO continúa sin ser publicado por la CNB.

Tras un acuerdo entre Data Cívica y la CNB se obtuvieron las principales bases de datos de personas desaparecidas a nivel nacional, se pudieron obtener decenas de bases de datos sobre personas desaparecidas provenientes de distintos organismos públicos, tal como el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP), la antigua Procuraduría General de la República (PGR), el Instituto Nacional Electoral (INE), la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y de distintos colectivos de búsqueda.

Es importante remarcar que El Centro Nacional de Planeación, Análisis e Información para el Combate a la Delincuencia (CENAPI) fue la principal fuente de información desde la cual se alimentó el RN-PED. Las denuncias llegaban primero a las procuradurías estatales para después ser enviadas a la extinta PGR, en donde posteriormente eran agrupadas y registradas por el CENAPI. Una vez capturados por el CENAPI los registros eran redirigidos al SESNSP, en la Secretaría de Gobernación, para que así, este organismo hiciera la publicación del RNPED.

El CENAPI a diferencia del RNPED contiene mayor información de la persona, lo que permite encontrar diferencias importantes en los perfiles de las víctimas de desaparición en México. Por ejemplo en la figura 2.5 se observa que a nivel nacional el 59 % de las personas que desaparecieron entre 2006 y 2018 fueron halladas con vida, mientras que el 3.8 % aparecieron sin vida y el 37 % continúan sin ser localizadas. Lo anterior significa que, hasta junio del 2018, en nuestro país se buscaban a más de 36 mil personas desaparecidas.

¿Cuál es el estatus de las personas cuya desaparición ocurrió entre 2006 y 2018?

Desapariciones ocurridas a nivel nacional



Figura 2.5: Desapariciones ocurridas a nivel nacional (Vejar, Marzo de 2019, p. 35)

A continuación se presentará el cruce de información y los resultados encontrados entre las diferentes bases de datos, ofreciendo un panorama general sobre la crisis de desapariciones en México.

En la figura 2.6 podemos ver la principal diferencia que es que los hombres suelen desaparecer con mayor frecuencia que las mujeres, pues por lo general cada año los hombres representan poco más del 50% de todos los casos de desaparición. Sin embargo, existe una diferencia fundamental entre ambos sexos: la edad. Esto se debe a que, mientras que el grupo de edad más grande dentro de mujeres desaparecidas es el de 12 a 17 años, en el caso de los hombres el grupo de edad más grande es el de 30 a 44 años. En promedio, las mujeres desaparecidas de entre 12 y 17 años representan el 22% de todos los casos de desaparición anual, mientras que los hombres de 30 a 44 años suman en promedio el 16% de este mismo total. Lo anterior, en otras palabras, significa que existen grupos de edad más vulnerables cuando hablamos de mujeres y otros que son más vulnerables cuando hablamos de hombres. En el caso de mujeres, están en mayor peligro relativo cuando son adolescentes mientras que los hombres cuando son adultos jóvenes.

Además de lo anterior, es importante señalar que los grupos de sexo y edad también son diferentes según el estatus de hallazgo de los registros de desaparición. Es decir, el sexo y la edad de una persona desaparecida parecerían estar sistemáticamente relacionados con la posibilidad de que esta sea encontrada con o sin vida, o continúe desaparecida. Prueba de ello es que casi el 35% de las personas que han sido localizadas vivas fueron mujeres de entre 12 y 17 años. Mientras tanto, casi el 28% de las personas localizadas sin vida fueron hombres de entre 30 y 44 años. (Vejar, Marzo de 2019, p. 37)

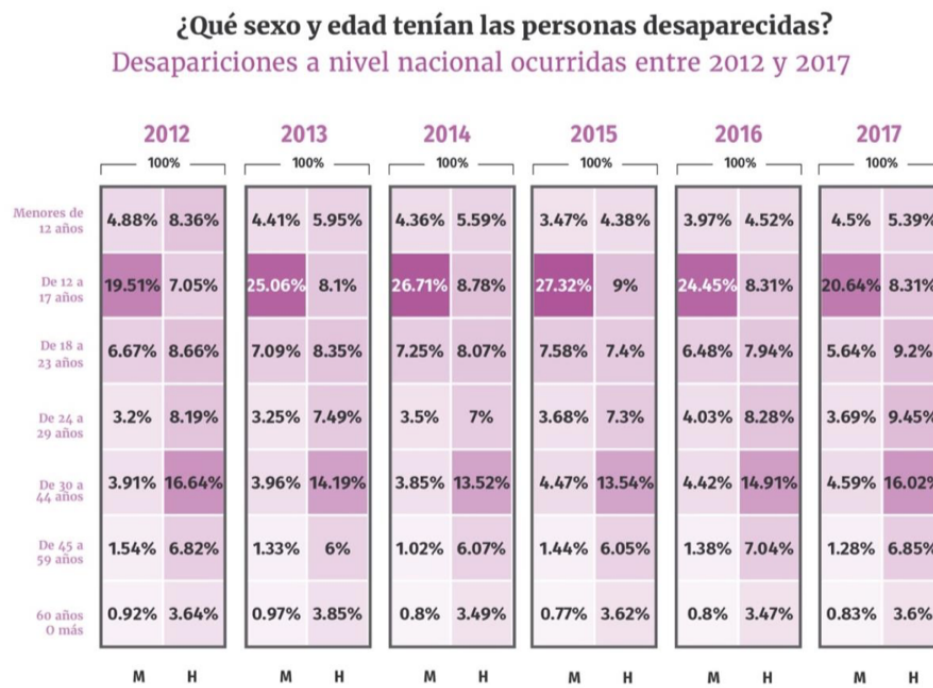


Figura 2.6: Desapariciones ocurridas a nivel nacional ocurridas entre 2012 y 2017 divididas por sexo y edad (Vejar, Marzo de 2019, p. 41)

Capítulo 3

Objetivos

Prevenir la desaparición forzada, desaparición infantil, el secuestro, y cualquier otro tipo de desaparición involuntaria en México.

3.0.1. Objetivo general

1. Desarrollar una aplicación móvil con un *wearable* GPS que ayude a prevenir la desaparición involuntaria en México.

3.0.2. Objetivos específicos

1. Implementar un algoritmo que notifique si el usuario ha salido de un perímetro establecido.
2. Desarrollar una aplicación que permita administrar la información del lado del usuario.
3. Desarrollar un módulo dentro de la aplicación que permita consultar la información del lado del usuario interesado.
4. Desarrollar una base de datos que almacene la información y rutas del usuario.
5. Implementar un *wearable* GPS que envíe la ubicación del usuario.

Capítulo 4

Marco Teórico

Se da una introducción sobre los conceptos que se implementarán en la fase de desarrollo. Se habla de las diferentes etapas de la computación, especialmente se enfoca en la tercer etapa, la del cómputo ubicuo, ya que ésta brinda una gran compatibilidad con los objetivos del aplicativo. Se describe la necesidad de llevar a cabo una arquitectura robusta con intenciones de escalabilidad; así como el uso de interfaces para compartir información entre sistemas.

Se muestra la importancia que tiene el *smartphone* en la actualidad y cómo trabaja en conjunto con diversos sensores, destacando de entre ellos el GPS; también se adentra en la estructura y el comportamiento del mismo.

4.1. Las tres etapas de la computación

En 1991, Mark Weiser, investigador en el Computer Science Laboratory, en Xerox PARC, publicaba un artículo llamado «The Computer for the Twenty-First Century». Según Weiser “existen 3 etapas de la computación:

- La era de los *Mainframes* o estaciones de trabajo.

- La era del ordenador personal.
- La era del cómputo ubicuo.” (Weiser, 1991, p. 101)

El cómputo ubicuo constituye la tercera ola de la computación. Básicamente, es un entorno tecnológico en donde dispositivos de diferentes tamaños y funcionalidades pueden conectarse y usarse en conjunto para manejar información, de forma que el hombre opere con mayor facilidad sus actividades cotidianas. Es decir, usar la tecnología a un nivel tan profundo, que se desvanezca en el tejido de la vida cotidiana hasta ser indistinguible.

Por lo tanto, se concibe una nueva forma de pensar acerca de las computadoras en el mundo, una que tiene en cuenta el entorno humano natural y permite que ordenadores se difuminen en el fondo del ecosistema. Tal mezcla es una consecuencia fundamental no de la tecnología, sino de la psicología humana. Cuando las personas aprenden algo muy bien, dejan de ser conscientes de ello.

La máquina multimedia de hoy es un foco que demanda la atención del usuario, esto va en sentido opuesto del cómputo ubicuo. La mayor expresión que se tiene de esto, sería la «realidad virtual», pues se centra en un enorme aparato audiovisual para simular el mundo en lugar de mejorar de manera invisible el mundo que ya existe.

Para explicar mejor el concepto de: «se desvanece en el medio», Weiser en el artículo la computadora del siglo 21 propone el siguiente ejemplo, “los motores eléctricos dentro de un carro están ahí al limpiar el parabrisas, al bloquear o desbloquear las puertas, pero no nos preocupamos de dónde se encuentran o como funcionan, simplemente realizamos todas estas acciones de manera natural. Es así como el cómputo ubicuo busca que los ordenadores sean invisibles en el entorno.”(Weiser, 1991, p. 98)

Puede sonar intimidante hablar sobre cientos de computadoras en una habitación, pero, bajo esta óptica pasarán desapercibidas por completo. La gente simplemente las usará de manera inconsciente para realizar tareas cotidianas. Esto da pauta al verdadero reto de este concepto, ¿Cómo habrán de interactuar todos estos dispositivos?

En conclusión, hay más información disponible durante un paseo por el bosque que en cualquier sistema informático, sin embargo, la gente encuentra relajante caminar en la naturaleza y frustrante el uso de las computadoras. Máquinas que se adaptan al entorno humano, en lugar de obligar a los humanos a entrar en el suyo hará que usar una computadora sea tan refrescante como pasear por el bosque.

4.1.1. **Cómputo ubicuo y desaparición forzada**

La desaparición involuntaria en México consta de diversos factores de carácter cualitativo, por lo que desarrollar un aplicativo se ve limitado a casos de uso específicos.

Sin embargo, si diversos sistemas se comunicaran entre sí podría existir un agente tecnológico, el cual en todo momento se encontraría monitoreando al usuario y al identificar alguna situación de peligro podría lanzar focos rojos, así como identificar a los perpetradores; sin duda con esta sinergia entre sistemas los casos de éxito aumentarían.

Por ejemplo: si se tuviera acceso a una red de cámaras públicas y privadas de una ciudad con un aplicativo de detección de rostros, y que a su vez se pudiera compartir la información; se intuye que encontrar a una persona secuestrada o en peligro sería una labor más ágil, pues el aplicativo después de analizar los rostros, sobre la omnipresente red de cámaras, enviaría una señal de alerta con la ubicación en tiempo real de la víctima, brindando un amplio margen de manobra a las autoridades. Este ejemplo se puede ampliar a todo tipo de

sensores.

4.2. Movilidad informática

Podemos decir que actualmente nos encontramos en la segunda etapa de la computación, la era de la movilidad o del ordenador personal, que a diferencia de la primera (*Mainframes*) se caracteriza por la «movilidad física».

Por lo tanto, la «movilidad informática» incluye cualquier dispositivo de cómputo fácilmente transportable, donde el usuario puede realizar una tarea desde cualquier sitio, aquí incluiremos al *smartphone*. El *software* que ejecute una o varias tareas específicas será llamado aplicativo. (Talukder et al., 2010)

4.3. *Smarthphone*

La tecnología móvil se ha hecho masiva, sobre todo gracias a la disminución en el precio de los teléfonos inteligentes y al fácil acceso a Internet. En la figura 4.1 se observa la tasa de penetración del Internet en el mundo al año 2019; a nivel mundial supera el 50 % y para America del Norte es de casi el 90 %. (Group)

Las ventajas de un *smartphone* van más allá de poder hacer llamadas, pues al contar con acceso a internet y con una gran cantidad de sensores, abre un abanico de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones. Algunos de los sensores integrados con los que actualmente cuenta, son: acelerómetro, giroscopio, sensor de huella, sensor de rostro, *bluetooth*, magnetómetro, grabadores de voz, receptor GPS, etc. que lo convierten en una suerte de navaja suiza, constituyéndose como un ecosistema fértil para desarrollar infinidad de aplicaciones.

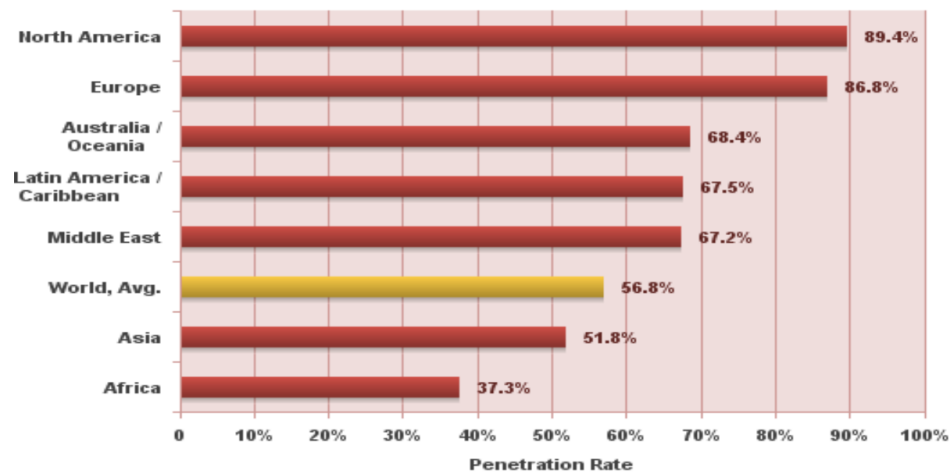
4.4. GPS

Uno de los principales sensores es el receptor Global Positioning System (GPS), que permite determinar la posición del usuario las 24 horas del día en cualquier lugar del mundo, bajo cualquier condición atmosférica. (Latham, 2001, p. 5)

A través del GPS se puede obtener: latitud, longitud y altitud del dispositivo. A partir de estos datos, se puede obtener información diversa, como: la velocidad de desplazamiento, la hora exacta, la distancia entre el dispositivo y un punto dado, si el dispositivo ha entrado o salido de un área específica.

4.4.1. Arquitectura del GPS

El sistema completo se compone de 3 elementos distintos denominados segmentos:



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
Penetration Rates are based on a world population of 7,716,223,209 and 4,383,810,342 estimated Internet users in March 31, 2019.
Copyright © 2019, Miniwatts Marketing Group

Figura 4.1: Tasa de penetración de internet en el mundo por Geographic Regions - marzo de 2019

1. Segmento espacial: lo componen los satélites.
2. Segmento de control: constituidos por las estaciones de control.
3. Segmento del usuario: compuestos por receptores GPS.

Segmento espacial. En la figura 4.2 observamos cómo este segmento está formado por una constelación de 24 satélites llamados *Space Vehicle* (SV). Circundan la Tierra a 20.2 km de altitud y forman 6 órbitas diferentes con 4 satélites cada una. Se presentan exactamente en el mismo lugar y con la misma configuración respecto a los demás satélites cada 24 horas (menos 4 minutos a causa del desplazamiento de la tierra al rededor del Sol).

Los satélites envían un mensaje de navegación indicando su posición orbital y la hora exacta de la emisión.

Segmento de control. En la figura 4.3 se observa cómo este segmento se conforma de 5 estaciones de vigilancia y monitorización del sistema GPS, distribuidas alrededor del planeta, incluyendo una estación principal que asegura el correcto funcionamiento del mismo a partir de calcular y aplicar las correcciones necesarias. Se encuentran en las islas: Hawái, Kwajalein (islas Marshall), Ascensión, Diego García, y en



Figura 4.2: La tecnología GPS se basa en un grupo de 24 satélites que emiten señales a la Tierra.

la ciudad de Colorado Springs. Su misión es captar todas las señales emitidas por los satélites, acumular los mensajes recibidos y transmitir todos los datos a la estación principal.

Segmento del usuario. Comprende la antena de recepción y el receptor (microprocesador) GPS. Recaba información sobre posición, velocidad, ruta, hora y fecha.

4.4.2. Servicio de posicionamiento del GPS

Existen dos tipos de servicio que brinda el sistema de posicionamiento global; uno es público *Standard Positioning Service* (SPS) destinado a usuarios civiles en una sola frecuencia. El otro tipo de servicio es privado, el *Precise Positioning System* (PPS), reservado para uso exclusivo del ejército de USA.

El SPS se degrada con el propósito de proteger la seguridad de EUA; La degradación consiste en una pequeña modificación en el valor del

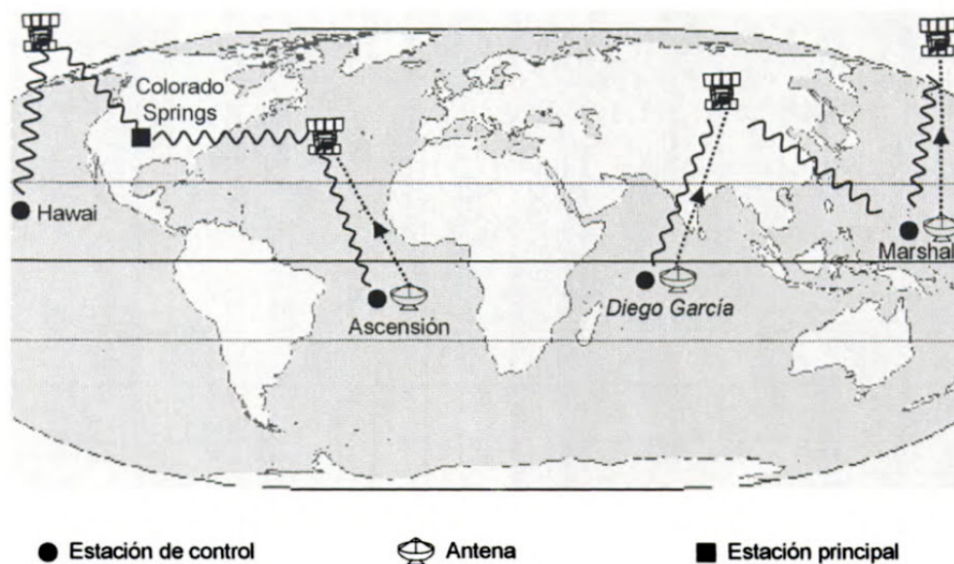


Figura 4.3: Estaciones de control.

reloj satelital con ayuda de un generador pseudoaleatorio. El error inferior a 100 metros en horizontal ¹ y 156 metros en vertical, así como la hora con una precisión de 340 nanosegundos. El ejército de EUA puede modificar la degradación en caso de amenaza o una posible guerra.

Por otro lado, el PPS, cuenta con un error inferior a los 21 metros en horizontal y de 27.7 en vertical; la hora con una precisión de 100 nanosegundos. (Latham, 2001, p. 256)

4.5. Acoplamiento y cohesión

El acoplamiento es la medida de fuerza con respecto a la asociación establecida por una conexión entre módulos.

En programación orientada a objetos, el acoplamiento es visto en términos de cómo una clase está adherida a otra.

Por el contrario, una clase tiene cohesión si la asociación de elementos declarados se centra en realizar una sola tarea.

Para que el software sea de alta calidad, los desarrolladores necesitan esforzarse por lograr un diseño que permita un bajo acoplamiento y una alta cohesión.

El acoplamiento entre clases puede reducirse si se promueve la cohesión al seleccionar las funcionalidades.

Esto también sucede en la vida real, las personas usan la descomposición para que un problema complejo sea fácil de manejar.

¹Actualmente esta distancia ha cambiado llegando a tener una precisión de 4.9 m para teléfonos móviles (Space Based Positioning y Timing, 2022)

Existen tres tipos de acoplamiento:

1. El acoplamiento de interacción. Se refiere a la existencia de una relación causada por el paso de mensajes y la invocación de métodos.
2. El acoplamiento de componentes. Se refiere a la existencia de una relación causada por tipos de datos abstractos (TDA). En uno de estos tipos, el atributo de una clase se declara como un tipo no primitivo. Se puede declarar de tres maneras: como un atributo de una clase (campo de clase), un atributo de un método o un parámetro de método.
3. El acoplamiento de herencia. Se refiere a la existencia de una relación causada por herencia o si una clase es un antepasado de otra clase. (Sukainah Husein, 2009)

4.6. Patrones de diseño

Para empezar el desarrollo del sistema aplicativo primero hay que planificar un diseño arquitectónico de *software*.

Como base se tendrán en cuenta las buenas prácticas, como patrones y principios de diseño aplicados a la programación orientada a objetos. Todo esto con el objetivo de hacer un código fuente legible y escalable, facilitar su mantenimiento y reducir los errores para generar una óptima experiencia de usuario.

“Un patrón de diseño nombra, motiva y explica de manera sistemática un diseño general que aborda un problema recurrente en sistemas orientados a objetos; describe el problema, la solución, cuándo aplicarla y las consecuencias de hacerlo. También proporciona sugerencias

y ejemplos de implementación. La solución es una disposición general de objetos y clases que resuelven el problema, se personaliza e implementa para solucionarlo en un contexto particular.”(Erich Gamma, 1997)

4.7. Arquitectura de programación para un aplicativo

La arquitectura de programación, establece las bases para que un aplicativo funcione correctamente, de esta manera el código fuente del software se puede comprender, modificar, escalar y mantener de manera útil y práctica.

La modularización y diversos patrones de diseño atacan diversas problemáticas en el desarrollo del software, principalmente la del acoplamiento.

En la medida en que aumenta el código fuente sin ninguna arquitectura de diseño aumenta la cantidad de acoplamiento, generando una estructura del flujo del aplicativo compleja e incomprensible, comúnmente llamado «código espagueti». Realizar un cambio se vuelve laborioso, complejo y con un costo alto en recursos.

Mantener las funciones separadas crea un entorno donde los cambios a diferentes partes de la aplicación pueden ser realizados de manera controlada, con errores detectados y reparados más fácilmente. Al mismo tiempo, impone una mentalidad específica en la que los desarrolladores piensan en las aplicaciones de forma modular.

En pocas palabras, esto significa que el software se desarrolla en unidades y partes que están vinculadas con reglas muy estrictas pero

simples al nivel de abstracción.

Este concepto generalmente se describe con el término separación de responsabilidades y es uno de los conceptos más importantes en el desarrollo de software moderno.

La reutilización se convierte en la forma de preservar los recursos (tiempo y esfuerzo de desarrollo) y diseñar un código altamente mantenible.

“Aislar las unidades funcionales entre sí tanto como sea posible facilita que el diseñador de la aplicación comprenda y modifique cada unidad en particular.” (Glenn E. Krasner, 1998)

4.7.1. Patrón Modelo-Vista-VistaModelo (MVVM)

En un aplicativo con interface de usuario se distinguen principalmente dos tipos de módulos: los datos y las vistas.

Los datos están relacionados con la información del negocio, como: nombre, id, precio, etc. Cuando combinamos estos datos con la lógica de negocios obtenemos información. Por ejemplo: tomamos el precio, se lo pasamos a una función que calcule el IVA y obtenemos el precio con el IVA.

Posterior a esto necesitamos mostrar esta información al usuario, la información que se encuentra viene en crudo, es decir, en tipos de datos primitivos como: enteros, flotantes y caracteres.

Antes de presentar la información al usuario, es necesario darle un formato adecuado, cosas tan simples como agregar el signo \$ o modificar un color a un parámetro. Esta es la lógica de presentación de los datos o también conocida como lógica de negocio.

Cuando tenemos la información formateada queda presentarla al usuario a través de una interfaz gráfica.

El usuario podrá reaccionar o no a ella y el patrón se repite en cualquier aplicativo.

Una buena manera de disminuir el acoplamiento es separar en contenedores, en medida de lo posible cada uno de estos módulos. Existen varios patrones de diseño que nos permiten separar los módulos en capas, el que proponemos para el desarrollo de la arquitectura de nuestra aplicación es el patrón de diseño: MVVM.

El patrón de diseño MVVM disminuye el acoplamiento entre vistas y datos, incrementando la reusabilidad del código. La reutilización se convierte en la forma de preservar los recursos (tiempo y esfuerzo de desarrollo) y diseñar un código altamente mantenible.

De acuerdo con este enfoque, hay tres niveles de segmentación:

- Capa de acceso a datos (Modelo): Mantiene comunicación con la base de datos y cualquier otra fuente de datos. Incluye los mecanismos necesarios para almacenarlos y consumirlos. Así como generar la información.

- Capa empresarial (ModelView): esta parte trata sobre la validación de datos, las reglas, políticas y normas comerciales o de negocio. Aquí se formatea la información de los Modelos y se maneja la lógica de la Vista, es decir, la manera en cómo se van desplegando los componentes visuales. Principalmente, es el intermediario entre la capa de Modelo y la capa de la Vista.

- Capa de presentación (Vista): es la interfaz de usuario (IU) que muestra datos al cliente y representa el estado de los datos y la información. Es la capa con la que el cliente interactúa, recolecta su

información y sus eventos.

¿Cómo interactúan la Vista y el Modelo?

Interactúan a través de la capa del ModelView, esta recibe la información de la capa del Modelo y la formatea, posteriormente la capa de Vista toma las funciones que formatean la información de la capa de ModelView y las despliega.

Si el usuario realiza alguna acción, la Vista la recibe e invoca a una función del ModelView, este bajo su lógica de negocio solicitará unos u otros datos a los Modelos, los formateará y regresará el mensaje a la Vista. Fungiendo como un intermediario entre la capa de Modelos y la capa de Vista. Cabe resaltar que la capa de Modelo nunca conoce la existencia de la capa de Vista, ni la Vista la de la capa de Modelo. Se pueden tener varios ModelView.

4.7.2. *Scrum*

Existen diversas metodologías de desarrollo. Para este proyecto se usará la metodología ágil *Scrum*.

Scrum es un *framework* adaptable, iterativo, rápido, flexible y eficaz, diseñado para ofrecer un valor considerable en forma rápida a lo largo del proyecto. El *framework* de *Scrum* está estructurado de tal manera que es compatible con el desarrollo de productos y servicios en todo tipo de industrias y en cualquier tipo de proyecto, independientemente de su complejidad.

Scrum divide el trabajo en ciclos cortos y concentrados llamados *sprints*. En la figura 4.4 se visualiza el flujo de *Scrum* para un *sprint*.

El ciclo de *Scrum* empieza con una reunión de *stakeholders*, duran-

te la cual se crea la visión del proyecto.

Después, él *Product Owner* desarrolla una *backlog* priorizado del producto que contiene una lista de requerimientos del negocio y del proyecto por orden de importancia en forma de una historia de usuario.

Cada *sprint* empieza con una reunión de planificación del *sprint* (*Sprint Planning Meeting*) durante la cual se consideran las historias de usuario de alta prioridad para su inclusión en el *sprint*.

Un *sprint* generalmente tiene una duración de dos semanas durante las cuales el equipo *Scrum* trabaja en la creación de entregables o incrementos del producto.

Durante el *sprint*, se llevan cabo *Daily Standups* muy breves y concretas, donde los miembros del equipo discuten el progreso diario.

Hacia el final del *sprint*, se lleva a cabo una reunión de Revisión del *Sprint* (*Sprint Review Meeting*) en la cual se proporciona una demostración de los entregables al *Product Owner* y a los stakeholders relevantes. El *Product Owner* acepta los entregables sólo si cumplen con los criterios de aceptación predefinidos.

El ciclo del *sprint* termina con una reunión de Retrospectiva del *Sprint* (*Retrospect Sprint Meeting*), donde el equipo analiza las formas de mejorar los procesos y el rendimiento a medida que avanzan al siguiente *sprint*. (Satpathy, 2017)

4.7.3. Producto Mínimo Viable (PMV)

El Producto Mínimo Viable (PMV) es aquella versión del producto que permite dar una vuelta entera al circuito de Crear-Medir-Aprender con un mínimo esfuerzo y el mínimo tiempo de desarrollo. Al PMV

le faltan muchos elementos que pueden ser esenciales más adelante. Sin embargo, crear un PMV requiere un trabajo extra: debemos ser capaces de medir su impacto. Por ejemplo, es inadecuado crear un prototipo que sólo se evalúa mediante controles internos de calidad realizados por ingenieros y diseñadores. Necesitamos ponerlo delante de consumidores potenciales para evaluar sus reacciones.(Ries, 2011)

Un PMV ayuda a los emprendedores a empezar con el proceso de aprendizaje lo más rápidamente posible. No es necesariamente el producto más pequeño que se pueda imaginar; es la forma más rápida de entrar en el circuito de *feedback* de Crear-Medir-Aprender con el mínimo esfuerzo. Al contrario que con el tradicional desarrollo de productos —que normalmente requiere un período de incubación y de reflexión largo y se esmera en alcanzar la perfección del producto—, el objetivo del PMV es empezar el proceso de aprendizaje, no acabarlo. A diferencia de un prototipo o una prueba de concepto, un PMV no solo está diseñado para responder las cuestiones técnicas y de diseño. Su objetivo es probar las hipótesis fundamentales del negocio.(Ries, 2011)

En resumen, un PMV es un producto funcional que contiene las características mínimas necesarias para que el usuario final pueda usarlo.

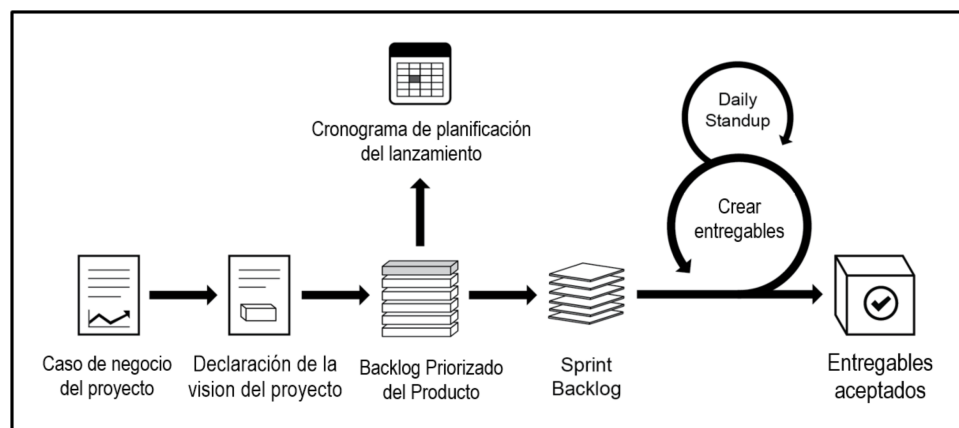


Figura 4.4: Flujo de Scrum para un sprint

4.8. Nube

La National Institute of Standards and Technology (NIST) propone la siguiente definición de nube: “un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (p.e. redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios.” (2011:2) (Peter Mell, 2011)

4.9. Base de Datos

Una base de datos es una colección de datos, que normalmente describe las actividades de una o más organizaciones relacionadas. Por ejemplo, la base de datos de una universidad podría contener información sobre lo siguiente:

Entidades tales como estudiantes, profesores, cursos y aulas. Relaciones entre entidades, como la inscripción de estudiantes en cursos, profesores impartición de cursos, y el uso de salones para los cursos.

El primer paso para desarrollar la base de datos es la creación del diagrama entidad relación. Este diagrama es una representación práctica y simple de los componentes, atributos y relaciones que conformarán nuestra base de datos, y es de gran utilidad para plasmar la conceptualización de la base de datos que usará nuestro sistema.

Un sistema de administración de bases de datos, o DBMS, es un software diseñado para ayudar a mantener y utilizar grandes colecciones de datos y la necesidad de dichos sistemas, así como su uso. (Raghu Ramakrishnan, 2000)

4.10. *Haversine*

La fórmula Haversine es el método mayormente usado para calcular la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre.

Esta fórmula calcula la distancia entre la ubicación principal y el punto de destino en línea recta. Los valores de entrada son: longitud, latitud de ambos puntos en formato decimal, así como el radio de la Tierra. (Edy Winarno, 2018)

Se debe remarcar que la forma de la Tierra no es el de una esfera perfecta, sino el de un esferoide achatado. Es por esto que el radio es relativo a la latitud. El valor del radio ecuatorial es de 6378 km, mientras que el polar es de 6357 km. El radio equivolumen es de 6371 km. Este último es el que se usará.

La posibilidad de calcular la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre da la posibilidad de implementar otros conceptos como el de geocerca.

4.11. *Geocerca*

Geocerca o geovalla básicamente es una cerca virtual, que delimita o rodea una área geográfica específica. Comúnmente se utiliza para notificar cuando el dispositivo entra o sale de un área designada como límite.

Se puede saber que el dispositivo ha salido del geocerca tomando como referencia el centro de la cerca virtual y su perímetro, si la distancia entre el dispositivo y la geovalla es mayor al perímetro el dispositivo, habrá salido del geocerca; por el contrario si es igual o menor al perímetro habrá entrado.

Con todo lo anterior se busca definir un conjunto de geocercas consecutivos para definir rutas seguras a los usuarios.

4.12. Wireframes

Los wireframes son un boceto que ayuda a conceptualizar las pantallas y el flujo de una aplicación. Al ser un borrador se puede agregar o quitar pantallas, campos u otros elementos hasta tener un prototipo que satisfaga los diferentes escenarios y la visualización que se tiene de la aplicación.

Capítulo 5

Estado del Arte

A continuación se muestra un compendio de aplicativos que integran el módulo de localización (los más usados en la actualidad). Se incluyen tanto aplicaciones móviles como wearables con GPS. Se analizan características y técnicas particulares, tales como: la correcta gestión de la ubicación en tiempo real, si se cuenta con puntos de referencia o geocercas, un apto consumo de la batería, una buena experiencia de usuario, entre otras. También se estudia la metodología y el enfoque para el que han sido creadas, por ejemplo: conocer la ubicación actual de familiares, conocer la ruta que han seguido las amistades del usuario para llegar a un punto de reunión, el cuidado de personas mayores o personas con enfermedades degenerativas etc. Al finalizar se enlistan ventajas y desventajas de estas características.

5.1. Aplicaciones de rastreo para familia y amigos

Actualmente las redes sociales forman parte de la vida cotidiana de las personas. Para lograr una mayor experiencia, las aplicaciones modernas se apoyan de todo tipo de herramientas multimedia, como: texto, imágenes, voz, video, *storytelling*, por mencionar algunas. De esta manera las redes sociales han penetrado en lo más profundo del tejido social.

El uso de la ubicación va más allá de una interacción virtual, si no una física real, facilitando el como poder reunirse en algún lugar indicado. La ubicación en tiempo real es superior, pues resuelve otro tipo de problemas como: el poder recoger a una persona, o un pedido, estimar su tiempo de llegada o incluso que dos o más usuarios se encuentren mientras caminan.

Este tipo de experiencias actualmente son bastante comunes para todos los usuarios. Es por esto que las principales aplicaciones móviles han optado por integrar la ubicación en tiempo real como una de sus principales características. (Dua, 2017)

Llevar el sistema de localización más exacto y preciso que existe (GPS) a interacciones humanas las vuelve aún más emotivas y gratificantes.

5.1.1. *WhatsApp Live Location*

Según el artículo “Digital 2019” publicado por Hootsuite (plataforma que permite gestionar redes sociales a nivel mundial) se puede observar el top de las redes sociales con más usuarios (actualizado a en Enero del 2019). Figurando *WhatsApp* en el tercer puesto sólo después de *Youtube* y *Facebook* respectivamente, con 1500 millones de usuarios activos aproximadamente. (Kemp, 2019)

Al ser la red social líder en el servicio de mensajería instantánea surge la necesidad de agregar la característica de localización en vivo (tiempo real) con el objetivo de facilitar los encuentros personales en el mundo real del usuario con sus círculos sociales, familia, amigos, etc.

La ubicación se comparte en cualquier conversación. Puede ser un chat uno a uno o un chat grupal.

Al abrir una conversación en la aplicación basta con presionar el ícono Adjuntar (*Android*) / Mas (*iPhone*) donde se tiene incluida la opción: compartir ubicación. Se tienen dos opciones, compartir la ubicación en tiempo real o simplemente la ubicación actual. Si se elige la primera solicita agregar la duración de tiempo que permite compartir la ubicación (15 minutos, 1 hora –predeterminada–, 8 horas). Si se elige la segunda se enviará la ubicación actual del usuario y sólo podrá verse de manera estática, es decir, sin actualización. En ambos casos se tiene la opción de agregar un comentario opcionalmente. Cabe aclarar que para la opción en vivo, en cualquier momento se puede dejar de compartir la ubicación.

Los recursos compartidos de ubicación en vivo se mostrarán en los chats de *WhatsApp* como miniaturas que muestran la ubicación del usuario. Al tocar ‘Ver ubicación en vivo’ te llevará a una vista de mapa donde puedes ver la ubicación actual de todos los usuarios que actualmente comparten su ubicación en ese chat. Si lo desea, puede cambiar a una vista de Satélite/Terreno del mapa e incluso ver datos de tráfico en vivo como una superposición, lo que parece bastante conveniente si está esperando a alguien.

Debajo del mapa se pueden ver los nombres de los mismos usuarios en una lista, con una marca de tiempo que indica el lapso transcurrido desde la actualización más reciente de su ubicación. Se puede seleccionar un nombre en la lista o seleccionar una imagen de perfil en el mapa para ampliar la ubicación de un usuario en particular, donde se puede ver el posible margen de error (por ejemplo, “Precisión a 50 metros”) para su ubicación. Así mismo se podrá tocar el botón pequeño de información (se muestra con una ‘i’) que se encuentra al lado del usuario, si se presiona abrirá una ventana emergente que permite al usuario comunicarse con su compañero, mediante *WhatsApp* de diferentes maneras.

En un grupo de *WhatsApp*, puede mostrar la información del grupo y ver a todos los usuarios que comparten su ubicación con el grupo en ese momento. Esto será particularmente útil en grupos más ocupados, ya que el usuario no tendrá que desplazarse hacia arriba e intentar encontrar el mensaje donde el usuario compartió originalmente su ubicación.

Respecto al impacto en la duración de la batería, el actual product manager de *WhatsApp* Zafir Khan comenta:

“Nuestro equipo de ingeniería pasó una cantidad significativa de tiempo optimizando la batería y el rendimiento de esta función. Se tienen técnicas especiales para ayudar a conservar su batería cuando se comparte ubicación en vivo. Por lo tanto, tiene en cuenta una serie de factores diferentes, como el tiempo que ha estado compartiendo su ubicación en vivo, si alguien en el otro extremo con el que está compartiendo realmente está mirando el mapa, su nivel de batería actual (...) Se toman en cuenta estos factores y muchos otros para determinar la frecuencia con la que se obtiene una actualización de ubicación desde su teléfono porque al ser inteligentes al respecto, se puede ayudar a conservar un poco de batería”, agregó. “Acabamos de lanzar esta función, así que esto será algo que también se optimizará continuamente con el tiempo a medida que se obtiene más uso de esta función.” (Dua, 2017)

Con todo se puede observar que la funcionalidad de compartir la localización en vivo con contactos de *WhatsApp* es realmente robusta, simple y práctica. A continuación se analizan las ventajas y desventajas de la misma.

- Ventajas:

1. Es una función robusta y optimizada.

2. Da soporte a la gran mayoría de *smartphones* que existen hoy día en el mercado.
- Desventajas:
 1. Excluye la funcionalidad de compartir la ubicación permanentemente, dejando de lado funcionalidades como almacenar un histórico de la ubicación del usuario.
 2. Al ser una aplicación de mensajería no está 100 % enfocada en el servicio de localización.

5.1.2. *Apple Find My Friends*

Es una aplicación gratuita propiedad de *Apple Inc.* Está enfocada en la localización de familiares o amigos.

En la figura 5.1 observamos la aplicación “Find My Friends” versión 7.0 requiere iOS 11 o posterior así como una cuenta de *iCloud*. Es compatible tanto para *iPhone*, *iPad* o *iPod touch*.

El primer paso es agregar contactos a la aplicación enviando una solicitud a su dirección de correo asociada al *iCloud* del dispositivo,

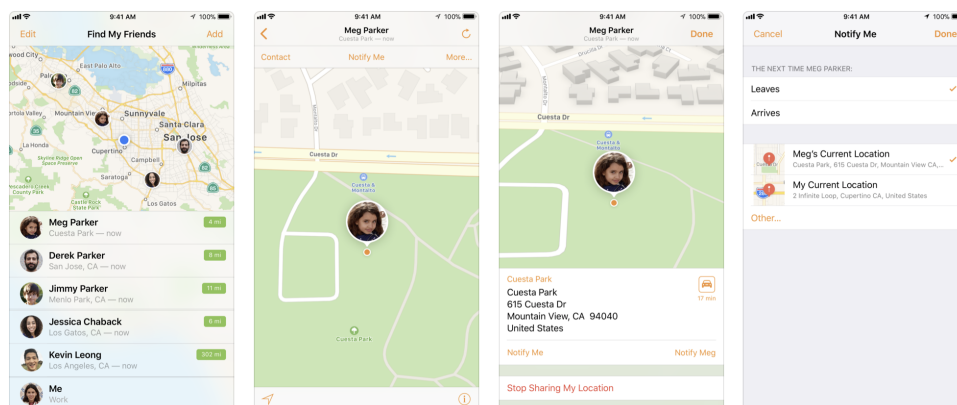


Figura 5.1: Find My Friends

también es posible agregarlos a través de su número de teléfono igualmente asociado a su cuenta de *iCloud* o usando *AirDrop* (localizador de terminales *Apple* en un perímetro cercano, a través de Bluetooth y la red Wi-Fi).

Posterior a eso se tendrá que esperar a que acepte la solicitud del usuario.

Una vez aceptada la solicitud ya forma parte de los contactos del usuario. Ahora el usuario podrá compartir su ubicación actual, así mismo sus contactos pueden empezar a seguir su ubicación inmediatamente, también ellos pueden compartir sus ubicaciones. Si en algún momento se desea dejar de compartir la ubicación, basta con mover un interruptor para dejar de compartirla.

Una característica interesante y que agrega gran valor, son las notificaciones de geocerca (perímetros des algún punto/ubicación en específico). Por ejemplo, tiene la capacidad de notificar cuando un amigo llega al aeropuerto, cuando un niño sale de la escuela o un miembro de la familia llega a casa de manera segura. (Inc.)

A continuación se muestran algunas ventajas y desventajas de la aplicación:

- Ventajas:
 1. En la mayoría de los casos viene pre instalada.
 2. No necesita un registro ya que toma las credenciales de la cuenta de *iCloud* del usuario asociada a su dispositivo.
 3. Además de la terminal física del usuario, se puede monitorear a sus contactos desde un navegador web, desde *iCloud.com*
 4. Se puede usar el *Apple Watch* (con *WatchOS 3* o superior) para compartir la ubicación.

5. Notificación de geocercas, entradas y salidas de sus amigos en un punto dado.

■ Desventajas:

1. Si a quién le envías la solicitud no la acepta no podrás comenzar a seguir su trayectoria.
2. “Find My Friends” no almacena la información de la ubicación del usuario, por lo que esa información se pierde.
3. Tus amigos o familia deben tener un dispositivo *Apple* (*iPhone*, *iPad*, *iPod*).
4. En el día a día es común olvidar desactivar compartir “ubicación”, esto permite que tus contactos puedan ver tu ubicación actual permanentemente.
5. Si tus amigos dejan de compartir su ubicación, necesitas solicitarles compartan su ubicación y esperar a que lo hagan. Aunque se puede hacer desde la aplicación por lo general terminas solicitándolo desde otros medios.
6. Sólo un dispositivo envía la ubicación, es decir si tengo 2 *iPhones* y 1 *Apple Watch* sólo 1 de ellos puede compartir la ubicación con mis amigos. Sin opción de configurarlo.

En resumen al integrar todo el ecosistema de *Apple* se logra una gran calidad del funcionamiento de la aplicación, sin embargo también se vuelve muy dependiente de éste volviéndolo también su principal desventaja.

5.1.3. *Life360*

En la figura 5.2 observamos la aplicación *Life360*, al igual que otras aplicaciones de rastreo permite registrar a miembros de su interés para poder conocer su paradero exacto en cualquier momento del día.

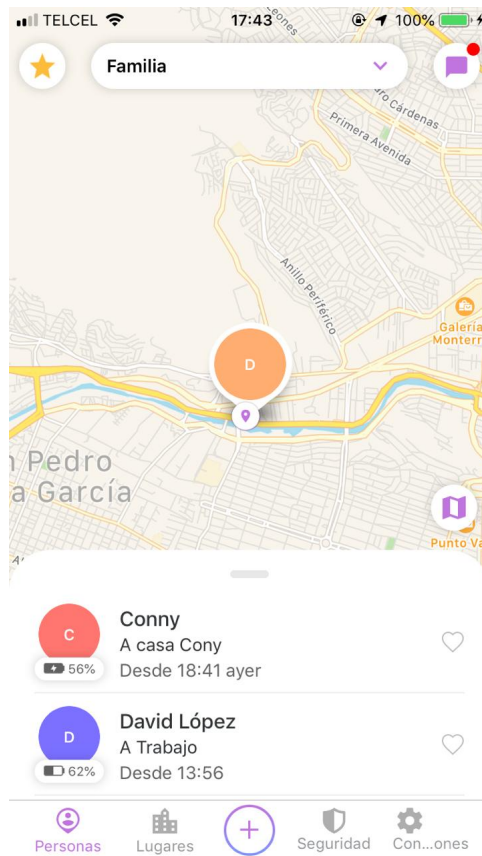


Figura 5.2: Life360

La revisión se hizo sobre la versión 19.0.0 del app para en Android e iOS.

Una vez instalada es necesario agregar miembros a un círculo. Los círculos son un conjunto de usuarios autorizados que pueden compartir información y mensajes.

Por defecto trae el círculo llamado “familia” pero se puede agregar algún otro. Para agregar un miembro al círculo se hace a través de un “código de invitación”, éste se comparte a través de un link o ingresando el código directamente.

Una vez el usuario agrega a sus miembros, se puede obtener de manera inmediata: la ubicación de todos en un mismo mapa, la ubicación en tiempo real de cada uno de ellos, el historial de sus viajes, el estatus de su batería.

Posterior a esto se podrá configurar las notificaciones cuando algún miembro ingresa o sale del radio de un “punto” (se puede ampliar o reducir el radio de un punto).

Se tienen notificaciones sobre 2 puntos de manera gratuita, si se quiere notificaciones ilimitadas de puntos se tendrá que pagar la versión premium.

Los puntos son uno a muchos y la notificaciones muchos a muchos, es decir, la aplicación detectará cuando cualquier miembro del círculo atravesase ese punto, dependerá de cada miembro seleccionar de qué miembro en un punto dado recibir notificaciones.

Por ejemplo en un círculo con N miembros Mamá, Papá, Hija, Hijo podrán existir M puntos por ejemplo: Trabajo Papá, Trabajo Ma-

má, Escuela Hijo, Escuela Hija, Casa, Gimnasio, Supermercado y cada uno de los N miembros podrá decidir las notificaciones que le llegan de un punto en específico. Por ejemplo en el Rol de Hijo pudiera no interesarle al usuario cuándo Mamá llega/sale del trabajo, se pudiera desactivar entonces para el punto: “Trabajo Mamá”. A su vez, podrán existir puntos donde todos converjan en un punto como la “Casa”, y otros donde al usuario le interesen solamente 2 miembros o incluso todos los miembros menos uno, etc. Por defecto, al crear un punto se notificará cuando cualquier miembro del círculo entre/salga del radio de éste, excepto al usuario mismo.

Entre otras características la aplicación permite:

- Apagar/prender la ubicación del usuario.
- Chatear de forma individual o con todos los integrantes. Los chats permiten transferencia de texto e imágenes.
- En caso de emergencias, Life360 incorpora una característica de botón virtual de “pánico” que automáticamente enviará una notificación en la aplicación, así como un correo electrónico con las coordenadas a todos los integrantes del Círculo. Los miembros de un círculo premium recibirán extra un mensaje de texto de su ubicación actual, mas una llamada de teléfono que les avisará que necesitas ayuda.
- Funcionalidades de conducción: se le permite al usuario visualizar las rutas en vehículo realizadas por un determinado miembro del círculo. Si se cuenta con la versión premium extra se podrá obtener alertas de conducción agresiva, aceleración rápida, frenado brusco, exceso de velocidad y uso riesgoso de teléfono. Así como un resumen semanal sobre como está conduciendo cada miembro de la familia.(TECSOS, 2022)
- Ventajas:

1. El historial de traslado de cada miembro es de gran utilidad. La versión plus ofrece “soporte para conducción”. Pudiendo recibir un informe mensual. Esto es un diferenciador atractivo respecto a otras aplicaciones de movilidad.
 2. Tener un shortcut con los contactos del usuario en el Home principal es de gran utilidad pues es el principal objetivo de la aplicación. Así como un corazón para compartir la ubicación estática de manera sencilla, simple y rápida es una de las amenidades que hacen gratificante el app.
 3. Tiene soporte para las principales plataformas móviles (Android, iOS) también cuenta con una versión web, lo cual se agradece.
- Desventajas:
1. La ubicación en tiempo real implica un gran “consumo de batería” lo que se ve reflejado en menor tiempo de duración de batería en el dispositivo del usuario.
 2. No se puede controlar la precisión. Para obtener una mayor precisión se hace uso de más características que implican mayor uso de batería. Esto debe ser gestionado correctamente pues existen casos donde se pasa largo tiempo dentro del hogar y no es necesario una frecuencia de rastreo exacta, por el contrario si se está en un viaje en carretera la actualización de la ubicación en segundos puede implicar grandes distancias.
 3. Es un poco confusa la administración de círculos al principio.
 4. Comparten la ubicación e información a terceros, mencionando que se comparte de una manera controlada.

Resumen:

La aplicación cumple su principal objetivo, es fiable en cuanto al posicionamiento y rastreo de dispositivos. Muy acertada la segmentación

de la información con base en “círculos” sociales. Las alertas de los “puntos” son muy útiles, si bien en la práctica recibir alertas sólo de 2 puntos es muy poco, para incrementarlas es necesario obtener la versión premium, la cual no resulta tan costosa, al ser 4 dólares al mes aproximadamente.

Al ser una aplicación enfocada en el rastreo de personas contiene características especializadas que no se encuentran en otros aplicativos.

Por el contrario tiene algunos otros inconvenientes como:

Para poder llenar los círculos del usuario es necesario convencer a los miembros de un círculo, así como explicar brevemente el funcionamiento de la misma.

En cuanto al uso de la batería, en la práctica sí reduce el tiempo que dura la batería. Hay ocasiones donde resulta incómodo, por ejemplo: si necesitas tu teléfono para usar un app de transporte al final del día cuando tienes poca batería se vuelve un momento crucial.

Otro punto importante es la privacidad. En la página oficial en la sección de políticas de privacidad(Life360) se le explica al usuario que uno de los usos de su información está destinado a identificar características en sus datos que analicen, por ejemplo, tendencias de movimiento o posible publicidad que le pudiera interesar.

También mencionan que comparte los siguientes datos con una tercer empresa con el objetivo de combinar datos de automóviles conectados y así obtener datos predictivos para evaluar el riesgo y poder tomar decisiones más inteligentes. Los datos compartidos son:

1. Geolocalización y datos geoespaciales.
2. Información de dispositivos móviles y análisis de aplicaciones, in-

cluida la dirección *IP* y la *URL* de referencia.

3. Datos del evento de conducción.
4. Información proporcionada por el usuario durante el registro de Life360 o durante el uso del servicio.
5. Con esta información desarrollan una base de datos que almacena la información y rutas del usuario.

Life360 le asegura al usuario que todo esto es bajo control.

Es en general una buena aplicación con una buena experiencia de uso cuando se usa con frecuencia para círculos sociales importantes como el de Familia.

5.2. *Wearables*

Como anteriormente se comentó los *smartphones* contienen una amplia gama de sensores. El GPS es uno de ellos y representa el caso de estudio. Se puede usar el sensor GPS no sólo en el *smartphones* sino también de manera independiente, pudiéndolo incrustar en distintos accesorios que se usan todos los días, también conocidos como *wearables*. Algunos ejemplos de *wearables* GPS que actualmente se encuentran en el mercado o que existe algún tipo de prototipos para una profesión específica son: reloj, pulsera, zapatos, traje de pesca, traje para rescatistas, etc. Todos cuentan con al menos un sensor GPS y otro tipo de sensores como: ritmo cardíaco, temperatura corporal y cualquier otro que ayude en las tareas diarias acorde al rol de la persona, siendo la localización de las personas la tarea principal de estos sistemas empotrados.

De esta manera se pueden distinguir dos tipos de localización para los distintos tipos de roles de los usuarios. La localización fuera de

puerta, y la localización dentro de puerta (por su traducción del inglés: indoor/outdoor location). (Omid Toutian Esfahani, 2015)

Como se ha visto con anterioridad la localización GPS funciona con un rango de error inferior a 100 mts en horizontal y 156 mts en vertical metros. (Latham, 2001)

Es por esto que es ideal para viajes y navegabilidad en zonas amplias, pero resulta poco útil para encontrar un objeto perdido en la casa del usuario o una persona en un evento concurrido. Es en estos últimos casos donde la localización dentro de puerta entra en acción, y donde dependiendo del caso de uso conviene elegir una u otra. Por supuesto que para la localización dentro de puerta se usan otro tipo de métodos o sensores como: Received Signal Strength Indicator (RSSI), infrarrojo o ultrasónico. En la figura 5.3 encontramos una gráfica que hace referencia a esta clasificación así como a sus respectivos sensores.

Por ejemplo el caso de uso donde una familia lleva a sus hijos pequeños a un evento concurrido, pudiera convenir usar un *werable* con

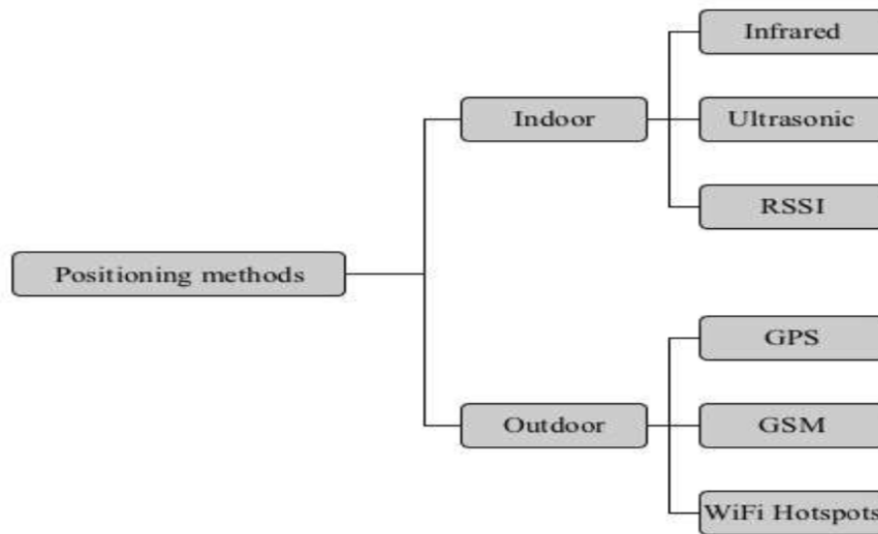


Figura 5.3: Metodos de posicionamiento

localización dentro de puerta para localizar a los niños en un posible caso de extravío en dicho evento.

Por el contrario uno de los casos de uso más extendido para el rastreo fuera de puerta a través de un wearable GPS es el rastreo de adultos mayores con Alzheimer². (Jimenez, 2018)

El uso de un Wearable con GPS puede ayudar en las tareas de localización por ejemplo si el paciente sale de un área segura y sin supervisión se puede alertar a los encargados, pero también en otras tareas como monitoreo de los signos vitales, ritmo cardiaco y asistencia médica en caso de ser necesaria.

Existen otros casos de uso para los Wearables con GPS como: zapatos para niño con GPS, trajes para pescadores equipados con GPS por si caen al mar (Veuthey, 1997) trajes para rescatistas. (Luigi Vallozzi, 2010)

El Wearable GPS es un aliado en la localización fuera de puerta de personas, animales o cosas. Y posee diversas ventajas respecto al GPS en el smartphone, por ejemplo:

- Mayor duración de la batería del dispositivo
- Mejor precisión
- Se puede diseñar de manera tal que no permita apagar o desactivar el rastreo

²Para poner en contexto, la enfermedad de Alzheimer causa una constante degeneración del cerebro y funciones cognitivas, consecuentemente la persona mayor tiene problemas haciendo sus actividades diarias, perdiendo el sentido de la orientación, esto causa una exposición y un riesgo que sino se toman medidas preventivas puede desembocar en una persona desaparecida. Por lo tanto estas personas necesitan un cuidado especial y una asistencia médica continua, lo que implica altos gastos económicos.

-
- Se evitan aplicativos de terceros que modifiquen la ubicación como “fake gps”
 - En el caso de pulseras o reloj se pueden agregar sensores adicionales que permitan acceder a otras características como: medir la temperatura corporal, la presión sanguínea, el ritmo cardiaco, etc.
 - El GPS al trabajar en conjunto con Global System for Mobile Communications (GSM) puede acceder a marcar al dispositivo, contestar de manera automática, grabar la llamada, procesarla y analizar datos buscando modelos que alerten sobre violencia, incluso un posible secuestro.

Entre muchas otras ventajas, en conclusión la elección de qué método tomar dependerá del caso de uso y qué tan complejo se busque desarrollar el sistema.

Capítulo 6

Propuesta

Se propone desarrollar una aplicación móvil escalable, que mediante el rastreo cotidiano de los usuarios objetivo sea capaz de alertar sobre un posible escenario de extravío o secuestro. De esta manera los interesados y autoridades competentes tendrán a su disposición una herramienta más que les permita auxiliar a la víctima de manera rápida y eficiente. Añadiendo los principales diferenciadores encontrados en el estudio previamente realizado, con los que se busca hacer distintiva la aplicación.

Así mismo, esta herramienta busca aprovechar el uso cotidiano que tiene el *smartphone* en la actualidad.

6.1. Problemáticas

A continuación se describen las posibles áreas de oportunidad encontradas en las aplicaciones ya existentes. Estas problemáticas van desde una mala experiencia de usuario hasta otras de nivel técnico o infraestructura.

6.1.1. Privacidad de usuario

La principal problemática que se encuentra en aplicaciones enfocadas al rastreo de personas es el manejo de la privacidad por parte de los usuarios. Ya que ellos pueden encender o apagar su ubicación deliberadamente en cualquier momento, lo cual a nivel técnico se vuelve una problemática pues esta interrupción en el envío de la ubicación se traduce en una trazabilidad trunca de la ruta cotidiana de la persona. Imposibilitando la capacidad de poder alertar de manera eficiente a los interesados sobre un posible escenario de extravío o secuestro.

Se considera que es completamente normal que cualquier persona pueda llegar a sentirse incómoda siendo rastreada y reflejando su ubicación en tiempo real. Incluso los sistemas operativos (SO) actuales protegen la privacidad, pues solicitan a las aplicaciones preguntar al usuario si permite compartir su ubicación en todo momento, nunca, o sólo al usarla.

Por ejemplo el caso donde el usuario objetivo se desvía de su ruta cotidiana de manera consensual y se traslada a un lugar donde no tiene permiso ir o no es bien visto que vaya por su círculo social cercano. Por esta posible razón el usuario dejará de compartir su ubicación. Lo cual se vuelve un problema, pues no deja de existir la posibilidad de que en ese lapso de tiempo le suceda algo no deseado e imposibilite poder notificar correctamente a los interesados. Incluso existe el escenario donde al usuario se le olvide por completo volver a activar compartir su ubicación, fragmentando toda su ruta.

Como el ejemplo anterior, existen multitud de posibles escenarios que escapan a las capacidades de las aplicaciones anteriormente estudiadas y más comunes al día de hoy.

6.1.2. Consumo de batería

Para lograr obtener la localización de una persona mediante GPS es necesario ocupar una gran cantidad de energía que comunique el dispositivo con los satélites que regresan a la posición actual. Puesto que el algoritmo encargado de calcular nuestra ubicación no sólo hace uso del GPS sino que si este falla puede llegar a hacer uso de la red Wi-Fi o incluso del proveedor de red como última instancia. A su vez el algoritmo puede auxiliarse de todos los anteriores simplemente para mejorar la exactitud en la obtención de la ubicación. (M Poorani y Vaidehi, 2018)

Sabiendo que este algoritmo se ejecuta con cierta frecuencia en el transcurso del día, es normal que la carga del dispositivo se vea drenada rápidamente, trayendo consigo inconvenientes secundarios, puesto que el *smartphone* es de propósito general, donde escenarios cuya prioridad será conservar la batería para que otras aplicaciones puedan usarla.

Un ejemplo muy común es el escenario donde el usuario pide un taxi a través de una aplicación por la noche. Como el usuario ha usado su teléfono todo el día es normal que en ese momento le quede poca batería, como la aplicación muestra su ubicación en tiempo real, comienza un contra reloj con el consumo restante de batería para poder recibir el taxi. Suponiendo que el dispositivo del usuario aún cuenta con energía al momento de abordar el taxi. Se verá limitado si le interesa comunicar que viaja seguro ya sea a través de una llamada o compartiendo su ubicación a alguien de confianza o simplemente verificando que el conductor no se desvie del trayecto. El usuario se encuentra vulnerable, es aquí donde la optimización de energía juega un rol importante.

6.1.3. Precisión

Otro inconveniente que surge, es al momento de calcular con qué frecuencia se obtienen las coordenadas del usuario, ya que como se vio anteriormente, es un proceso que ocupa batería de manera considerable, por lo cual conviene optimizar el tiempo en que será enviada la localización con base a nuestras prioridades, para evitar drenar la batería rápidamente.

Por ejemplo en un primer escenario donde una persona se encuentra caminando por calles amplias que le toman aproximadamente 5 minutos ir de esquina a esquina. En este contexto convendría enviar su ubicación en períodos más prolongados de tiempo, tal vez cada minuto o cada 2 minutos.

Por el contrario bajo el escenario donde esa misma persona se traslada en un automóvil que viaja a 100 km/h y se envía su ubicación cada 2 minutos conviene aumentar la frecuencia de rastreo. Ya que por el contrario no se contaría con la suficientemente precisión en el historial de ubicaciones para poder trazar una ruta fiable, pues es probable que ésta se vea como un polígono que va de un lado a otro, atravesando las calles y perdiendo notable exactitud que pudiera ser de gran ayuda en un análisis profundo de cualquier siniestro.

En resumen, lo deseable siempre será obtener la mejor trazabilidad de la ruta de usuario con el menor consumo de batería del dispositivo.

6.2. Descripción técnica

Se plantea desarrollar un sistema aplicativo que estará conformado por 4 entidades fundamentales:

- Servicios en la nube

- Aplicación Móvil de Usuario Objetivo
- Aplicación Móvil de Usuarios Interesados
- Periférico GPS

A su vez estas entidades interactúan en un flujo de captura de datos y generación de información, el cuál consta principalmente de 3 etapas:

- Recopilación de datos:

Consiste principalmente en la recopilación de coordenadas enviados por el dispositivo GPS o algún otra petición por parte de los usuarios.

- Canalizar los datos a servicios de terceros:

Básicamente canaliza los datos simples a diversos servicios (propios o de terceros) para que los procesen y generen información útil.

- Reglas de negocio:

Este punto se basa en aplicar políticas y lógica de negocio a la información ya obtenida. Respondiendo al *front-end* (en este caso la aplicación móvil) de manera digerida, para que muestre la información al usuario.

Por ejemplo si el usuario ha salido de su ruta habitual y a pasado una tolerancia de 50km un día entre semana, se lanza una alerta.

6.3. Servicios en la nube

A continuación se describe la estructura de *back-end* que soportará los diferentes servicios de la aplicación.

6.3.1. Arquitectura cliente-servidor

Según Tanenbaum: “En este modelo, los datos se almacenan en poderosas computadoras denominadas servidores. A menudo estos servidores están alojados en una ubicación central y un administrador de sistemas se encarga de su mantenimiento. Por el contrario, los empleados tienen en sus escritorios máquinas más simples conocidas como clientes, con las cuales acceden a los datos remotos. . . . esta disposición se le conoce como modelo cliente-servidor. Es un modelo ampliamente utilizado y forma la base de muchas redes. La realización más popular es la de una aplicación web, en la cual el servidor genera páginas web basadas en su base de datos en respuesta a las solicitudes de los clientes que pueden actualizarla. El modelo cliente-servidor es aplicable cuando el cliente y el servidor se encuentran en el mismo edificio (y pertenecen a la misma empresa), pero también cuando están muy alejados. Por ejemplo, cuando una persona accede desde su hogar a una página en la World Wide Web se emplea el mismo modelo, en donde el servidor web remoto representa al servidor y la computadora personal del usuario representa al cliente. En la mayoría de las situaciones un servidor puede manejar un gran número (cientos o miles) de clientes simultáneamente.” (Latham, 2001, p. 3)

6.3.2. Capa de servicios

La capa de servicios conforma la columna vertebral del sistema aplicativo. Esta parte del sistema está conformada por diversos servicios en la nube, tales como: registro de usuario, login, recuperación de contraseña, almacenamiento de las coordenadas, cálculo de la distancia entre dos puntos, geocercas, historial de ubicación, entre otros.

Aquí se gestionará todo el tratamiento y análisis de la información que posteriormente se le entregará de forma digerida al front-end. Cabe señalar que la comunicación entre back end y front-end se llevará

a cabo a través de APIs REST.

6.4. App móvil para usuario objetivo

Su objetivo es enviar la localización del usuario de manera constante y continua a servicios en la nube. Surge así la necesidad de generar una interface de usuario que permita gestionar la información de este dispositivo.

El principal propósito de la aplicación móvil del usuario objetivo es darle al usuario la capacidad de mostrar u ocultar su ubicación. De esta manera se busca solucionar la problemática de la privacidad de usuario.

Cabe señalar que aunque el usuario oculte su información esta sigue enviándose y almacenándose en la la nube, de esta manera la aplicación calcula un posible escenario de peligro, igualmente si surge algún siniestro, secuestro o extravió, y podrá notificar a los usuarios interesados y a las autoridades correspondientes, quienes tendrán la capacidad de solicitar el uso compartido de esta información.

6.5. App móvil para usuario interesado

Cabe aclarar que la aplicación del usuario interesado es a nivel conceptual, ya que el usuario final puede tomar ambos roles, tanto compartir su ubicación, como observar la ubicación de sus contactos.

Lo usuarios interesados podrán:

- Ver la ubicación del usuario objetivo en tiempo real.
- Recibir notificaciones de geocercas.

La aplicación móvil para los usuarios interesados obtiene principalmente, información del usuario objetivo, así como notificaciones push cuando haya infringido alguna política programada, por ejemplo: salirse de un radio determinado, llegar a un punto a diferente hora, etc.

6.6. Periférico GPS

Se trata de un dispositivo GPS externo, fácilmente portable y con aspecto de un juguete o adorno sencillo. Que funge como unidad periférica ³ independiente de la aplicación móvil.

De esta manera se busca solucionar la problemática del consumo de batería ya que a diferencia del *smartphone* que es de propósito general, la funcionalidad de obtener la ubicación GPS se delega a un periférico que cuenta con batería propia, y cuyo único propósito será enviar de manera constante la localización del usuario a diversos servicios en la nube, que son los encargados de tratar y procesar dicha información.

Es importante tomar en cuenta que debe ser un dispositivo con un tamaño pequeño y amigable (por ejemplo un llavero), pues se busca que ante el victimario pase desapercibido dando la impresión de ser un artículo casual, de uso común y sin mayor importancia.

El envío de la ubicación nunca se verá interrumpido a menos que se termine la batería. Como es natural se deberá recargar después de un lapso de tiempo.

³Para un sistema los dispositivos periféricos representan un conjunto de sensores que recopilan datos del mundo real. Por ejemplo: sensor de humedad, sensor de temperatura, sensor de proximidad, sensor de velocidad, de luz, sonido, etc.

6.7. *API REST*

El orquestador es el órgano encargado de aplicar nuestra políticas y lógica de negocio al sistema aplicativo del lado de back-end.

Para el front-end el orquestador es simplemente un API Rest. En otras palabras, es un canal bidireccional al cual las aplicaciones móviles le envían datos simples y reciben información ya procesada como respuesta. En la figura 6.1 se observa la interacción de distintos componentes del sistema que se comunican a través de un API REST. Los iconos de la izquierda representan sensores generadores de datos (cámaras, *wearable* GPS, GPS del *smartphone*). Estos datos son enviados a través del protocolo HTTP y almacenados en una base de datos en la nube, y a su vez esta base de datos y servicios alimentan distintos front-ends, tales como una aplicación móvil, una aplicación web, asistentes virtuales o cualquier otro gadget que consuma los servicios o endpoints expuestos del API REST.

El API Rest consta de los siguientes servicios o endpoints:

- Ocultar ubicación de usuario.
- Mostrar ubicación de usuario.
- Consumir el historial de ubicaciones.
- Notificar a los usuarios interesados que el usuario objetivo ha salido de su ruta.
- Agregar un geocerca.
- Agregar una ruta segura.

6.8. Escalabilidad

Este aplicativo está pensando para soportar una mayor cantidad de recursos, a medida que se incremente la información recibida de parte de otros sensores, sistemas o usuarios, con la que se podrá refinar los procesos de la aplicación y enfocarlos de una mejor manera.

6.8.1. Objetivo

Este sistema aplicativo representa sólo una herramienta más dentro de un gran espectro de otras herramientas o sistemas. Cada uno de ellos aporta un gran valor en el intento por resolver la desaparición forzada de personas.

Como se comentó anteriormente, un aplicativo es un sistema que resuelve una problemática específica de negocio. Bajo este entendimiento existen aplicativos que poseen un enfoque preventivo, otros poseen un enfoque correctivo, y algunos combinan un poco de ambos, unas más toman como parámetro la edad o el sexo, etc. Sin embargo todas tie-

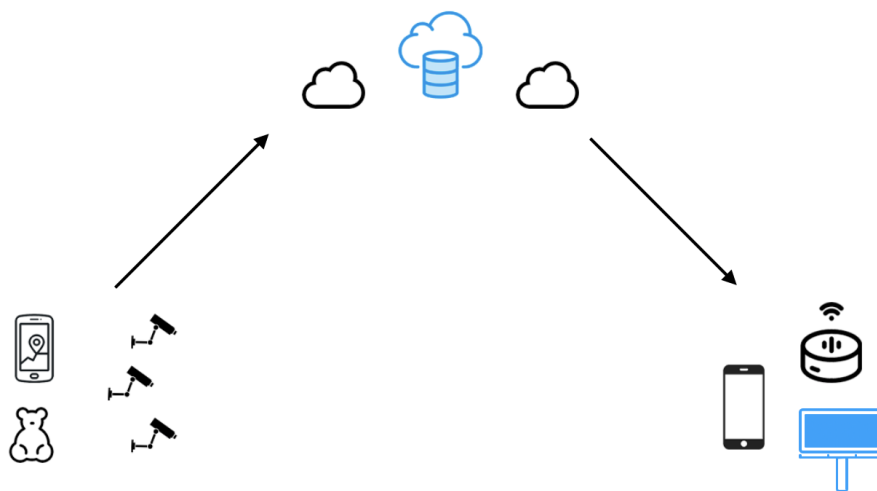


Figura 6.1: Infraestructura de un API REST

nen un mismo objetivo: que los seres queridos del usuario estén seguros y a salvo en su vida cotidiana.

Es por esto que surge la necesidad de crear una sinergia con el mayor número de aplicaciones, con el fin de aumentar la probabilidad de éxito en la erradicación de este problema.

Para lograr esta sinergia se propone comunicar los sistemas a través de la apificación de las principales funcionalidades. De esta manera el sistema podrá ser consultado por cualquier otro sistema que considere que la información proporcionada pueda serle de utilidad y a su vez el sistema podrá aprovechar las características de cualquier otro sistema.

Por ejemplo:

- Sistema de cámaras

Existen cadenas comerciales con sucursales en toda la República Mexicana que tienen un sistema de cámaras. Si se pudiera agregar una capa de software de reconocimiento facial y se pudiera acceder esta información, sería de amplia ayuda en encontrar a personas desaparecidas.

- Interfaces cerebro-computadoras para determinar la ubicación de personas desaparecidas.

Existe una hipótesis llamada la “teoría de los seis grados de separación” la cual propone que cualquier persona está conectada a cualquier otra persona del mundo a través de una cadena de 6 conocidos. Existe una alta probabilidad de que alguien que en el pasado vio una foto de una persona desaparecida se encuentre con esa persona desaparecida sin darse cuenta conscientemente.

De esta manera se busca crear un sistema donde a través de un encefalograma se logre detectar si una persona vio inconscien-

temente a una persona desaparecida. Hoy en día aterrizar este proyecto parece complejo, pero tal vez en un futuro no muy lejano pueda convertirse en una herramienta más que ayude con este objetivo. (Martin, 2014)

La colaboración entre diversos aplicativos lleva a los sistemas a comunicarse a través de Application Programming Interfaces (APIs). Las cuales se vuelven una necesidad a medida que avanza la tecnología.

6.8.2. Ubicuidad

Como se describió con anterioridad para Weiser existen 3 etapas en la era de la información. La era de los mainframes, la era de la movilidad y la de la computación ubicua. (Weiser, 1991)

Actualmente se vive en la era de la movilidad. Este concepto no sólo hace referencia a los *smartphones* o aplicaciones móviles, sino a cualquier otro dispositivo digital que permita su desplazamiento físico. Es por eso que este proyecto busca ir más allá, integrando un app móvil junto con un periférico (GPS) y creando una capa que comparta los principales servicios a través de la apificación, orientando ésta a que cualquier otro sistema pueda aprovecharlos.

Al mirar en retrospectiva en el mundo del desarrollo móvil, se percibe que a medida que transcurre el tiempo, las aplicaciones móviles se vuelven más grandes y complejas, al principio se decía que una app móvil estaba enfocada en hacer una cosa y hacerla bien, hoy en día una app móvil tiene diversas funcionalidades y se conforma de una gran cantidad de módulos. Esta tendencia sigue en aumento, esto es uno de los factores por los que se puede intuir que dentro de poco se comenzará a agregar módulos externos tanto a otros dispositivos físicos como la interacción con otras aplicaciones que permitan mejorar

la experiencia del usuario, de esta manera se vislumbra el inicio de la era del cómputo ubicuo.

El segundo factor se basa en la creciente tendencia a buscar que los sistemas sean capaces de tomar decisiones por sí mismos, analizando toda la información a su alcance haciendo uso de la inteligencia artificial.

El *smartphone* actual, cuenta con una gran cantidad de sensores o periféricos, los cuales se mantienen obteniendo datos constantemente; mismos que a su vez se procesan por diversos sistemas, generando información. Es natural vislumbrar que en algún momento esa gran masa de información debe ser aprovechada, depurándola y procesándola con el objeto de poder tomar las mejores decisiones para el negocio, y qué mejor si el sistema las toma de manera automatizada.

Llegar al nivel tecnológico de esta era, compagina con los objetivos del proyecto, debido a que al encontrarse los sistemas digitales en cualquier objeto físico y mantenerse comunicados entre sí, existe la capacidad de encontrar a cualquier persona, a cualquier hora del día, en cualquier parte del mundo (ubicuidad).

Por el contrario desde otro punto de vista, podría volverse contraproducente en cuestión a nuestra privacidad, pues ésta se perdería, quedando a merced de la ética de los administradores de sistemas y los dueños del producto.

En resumen a medida que la tecnología avanza, los desarrolladores se ven en la necesidad de crear sistemas aún más complejos y de desarrollar herramientas que automaticen este trabajo, tales como la IA, minería de datos, etc. Del mismo modo se vuelve indispensable desarrollar nuevas técnicas que sean capaces de brindarle al usuario la

confianza necesaria para que, tenga la tranquilidad de que al compartir su información, no se violará su privacidad, ni se hará un uso incorrecto de ésta.

Sin duda la evolución a través del tiempo es una constante y el usuario debe adaptarse, construyendo a partir de una base sin perder la esencia de sus objetivos.

Capítulo 7

Planeación y desarrollo

El siguiente capítulo muestra la planificación del sistema aplicativo. Se sintetizan aspectos teóricos (algoritmos), técnicos (*API*, *login*), gráficos (*muckups*) y todos los mecanismos necesarios para la construcción ágil, robusta y eficaz del sistema aplicativo.

7.1. Planeación

Con base a la metodología de trabajo se establece el desglose de las tareas a desarrollar. Se diseña una arquitectura estructural que establece una visión global del aplicativo apoyada en diversos diagramas (flujo, componentes, base de datos, etc.).

7.1.1. Diagrama de flujo

En la figura 7.1 se muestra un diagrama de flujo que describe el proceso de auxilio para el usuario objetivo, proceso principal del sistema aplicativo. A partir de esto se podrá empezar a construir y definir los demás módulos que se incorporarán en la creación de este proceso padre u objetivo.

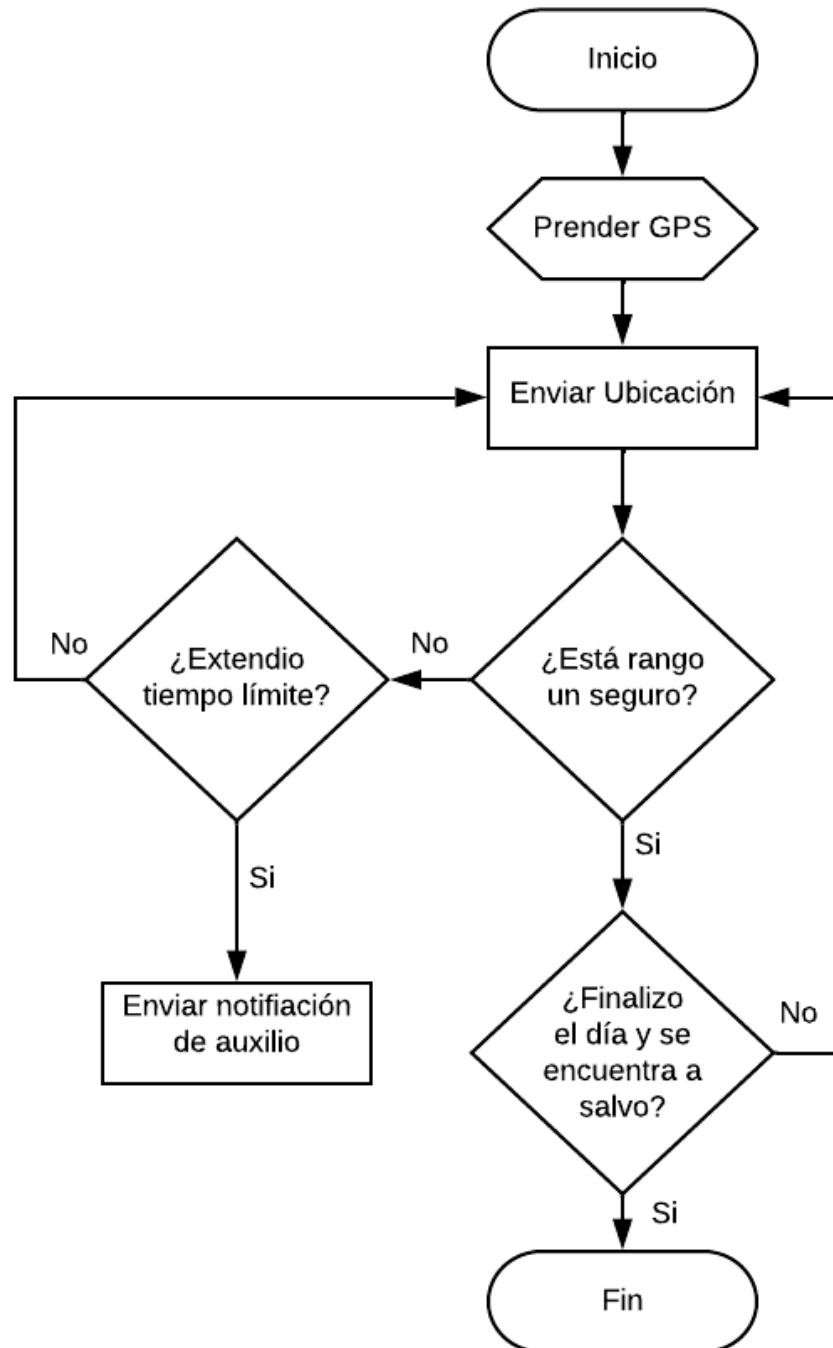


Figura 7.1: Flujo proceso de auxilio

7.1.2. Diagrama de componentes

El siguiente diagrama muestra una separación lógica de los componentes o piezas ejecutables de software que conforman el sistema aplicativo.

En la figura 7.2 se observa el diagrama de componentes que a continuación se describe. A la izquierda se encuentra la aplicación móvil del usuario objetivo y el GPS del usuario objetivo como primeros componentes, los cuales envían sus coordenadas a la plataforma de rastreo que almacena todas las ubicaciones del usuario objetivo.

En el extremo derecho se puede ver el componente servidor el cual almacena la información de los usuarios y consulta las ubicaciones de la plataforma de rastreo, una vez obtenida las ubicaciones ejecuta los procesos necesarios para detonar una alerta. A continuación se comunica con un componente que se encarga de gestionar las notificaciones, éste a su vez notifica a la aplicación del usuario interesado.

Por último el componente de *login* se encarga de dar acceso al sistema tanto a la aplicación de usuario objetivo como a la aplicación de usuario interesado.

7.1.3. Diagrama de objetos

A continuación se presenta el diagrama de objetos. El diagrama se divide en dos en la figura 7.3 se observan las clases correspondientes a los flujos de: inicio de sesión, recuperar contraseña, registro de usuario, tutorial y perfil de usuario. La segunda parte del diagrama, figura 7.4 hace referencia a los flujos: casa, historial, contactos, geocercas y notificaciones.

Este diagrama muestra las clases que conforman la aplicación móvil.

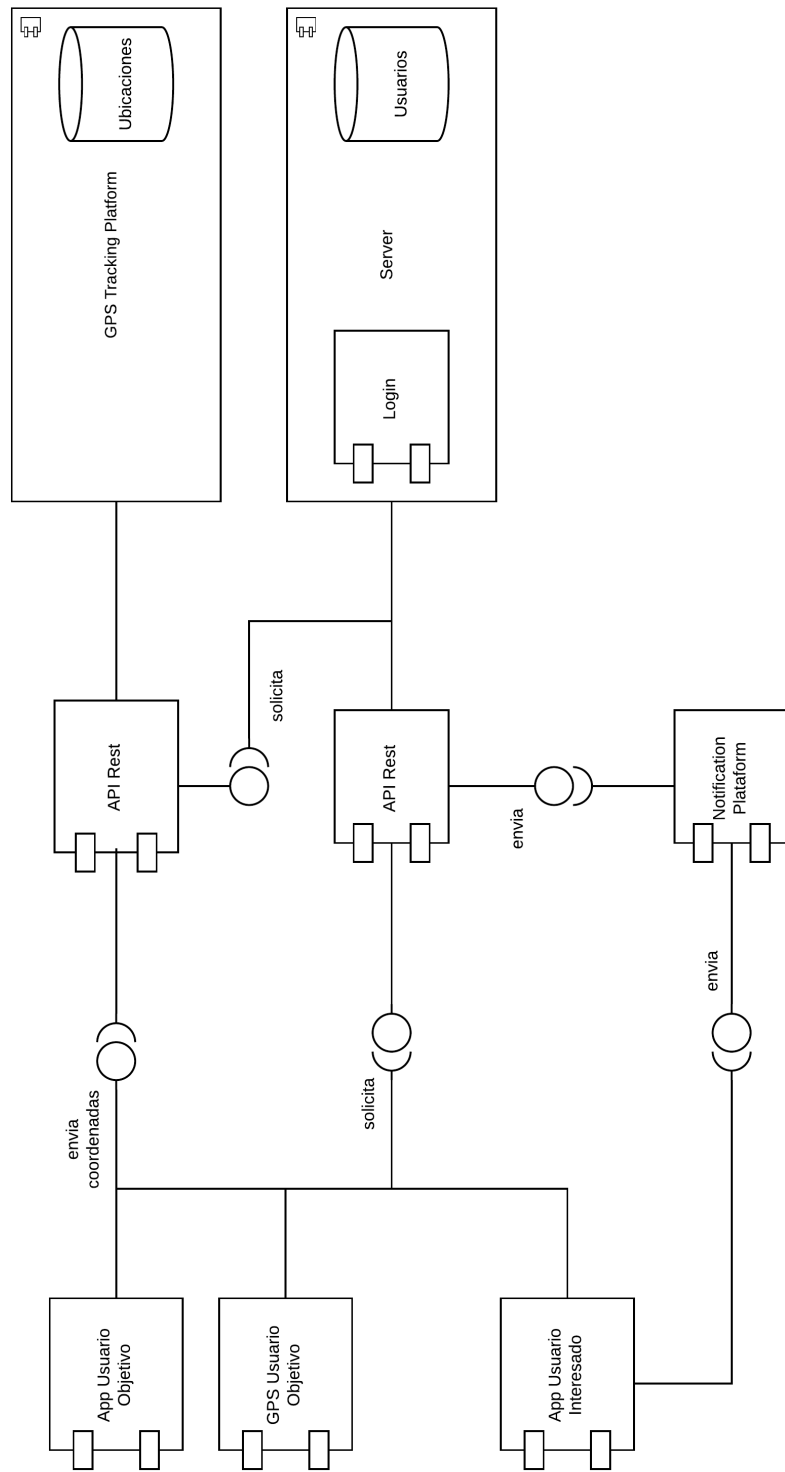


Figura 7.2: Diagrama de componentes

Dividiéndolas en *vista*, *lógica de negocio* y *datos*, o el uso de la arquitectura *MVVM*. Para las vistas tenemos referencias principalmente de objetos de interfaz de usuario, para la capa del *modelo*, se compone de las fuentes de datos, principalmente el consumo de servicios a la *API*, las altas, bajas y modificaciones de la base de datos, así como el inicio de sesión, registro de usuario y recuperación de la contraseña, en esta sección también se añaden clases base que se usarán en todo el aplicativo como: ubicación, usuario, geocerca, etc., por último en la capa de *lógica de negocio* o *vista-modelo*, se agregaron las clases que dan tratamiento a estos datos, los procesan, y les asignan algún estilo como color o formato, para posteriormente pintarlos en la capa de *vista* o si es necesario regresar a almacenarlos en los modelos. Tenemos por ejemplo el caso de uso del *historial*. Los objetos que se encuentran en la capa de *vista* solicitan a los objetos de la capa *vista-modelo* lo que se tiene que pintar, la *vista-modelo* solicita al *modelo* un arreglo con el historial del usuario, una vez que recibe dicho arreglo, la *vista-modelo*, ordena el arreglo por fecha, le asigna un formato de fecha y un color, y se lo comparte a la *vista* quien se encarga de pintarlo. Así funciona con los demás flujos. El diagrama ayuda como guía al programar y que se intenta que sea explícito por sí mismo.

7.2. Metodología

La metodología es esencial para la planificación y el desarrollo de un sistema, puesto que permite tener una visión general sobre el funcionamiento del mismo y poder planificar los requerimientos necesarios previo al comienzo del desarrollo. *Scrum* es la metodología usada en este proyecto, a continuación se desarrolla el *backlog*.

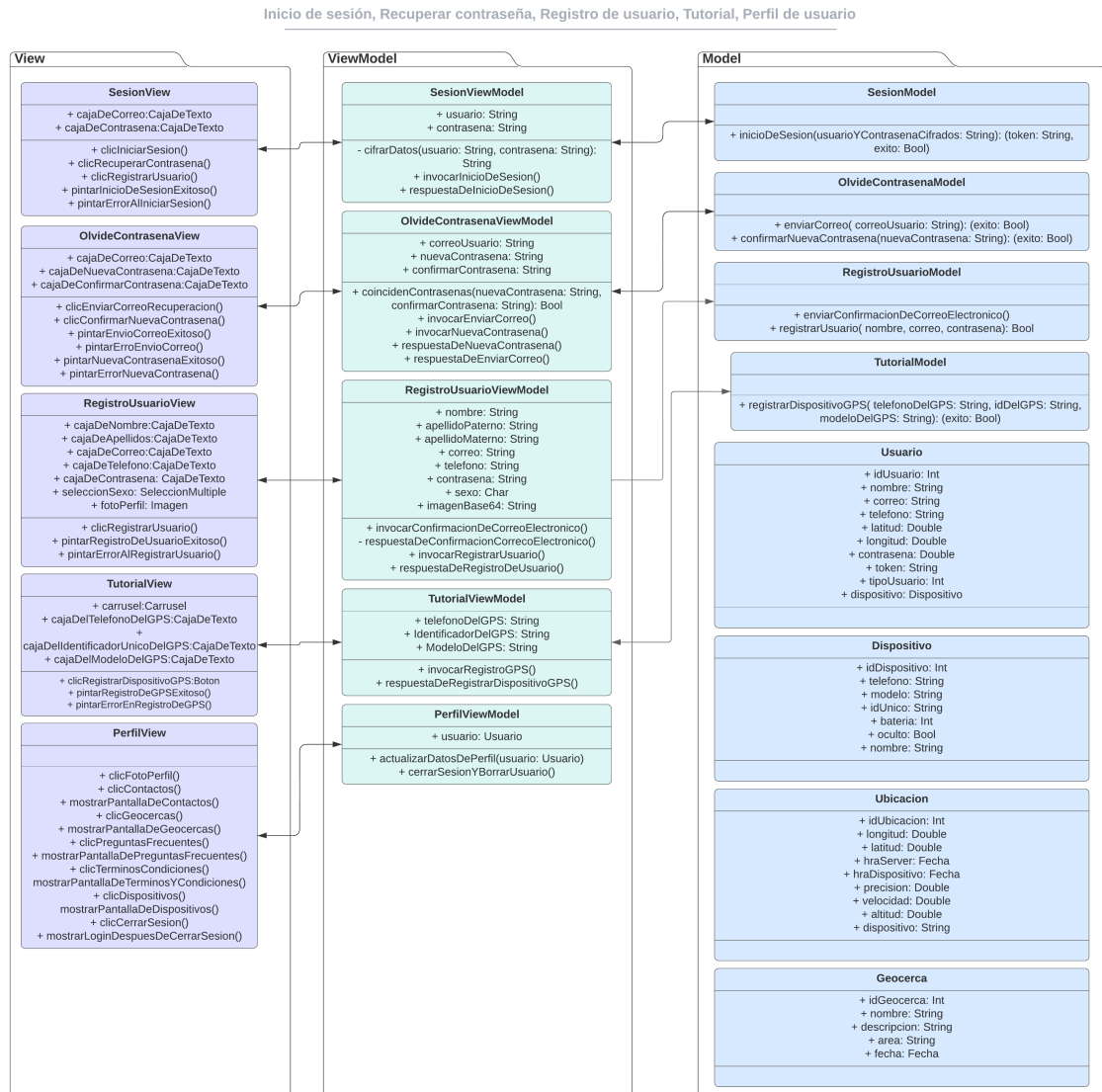


Figura 7.3: Diagrama de objetos para los flujos de: inicio de sesión, recuperar contraseña, registro de usuario, tutorial y perfil de usuario.

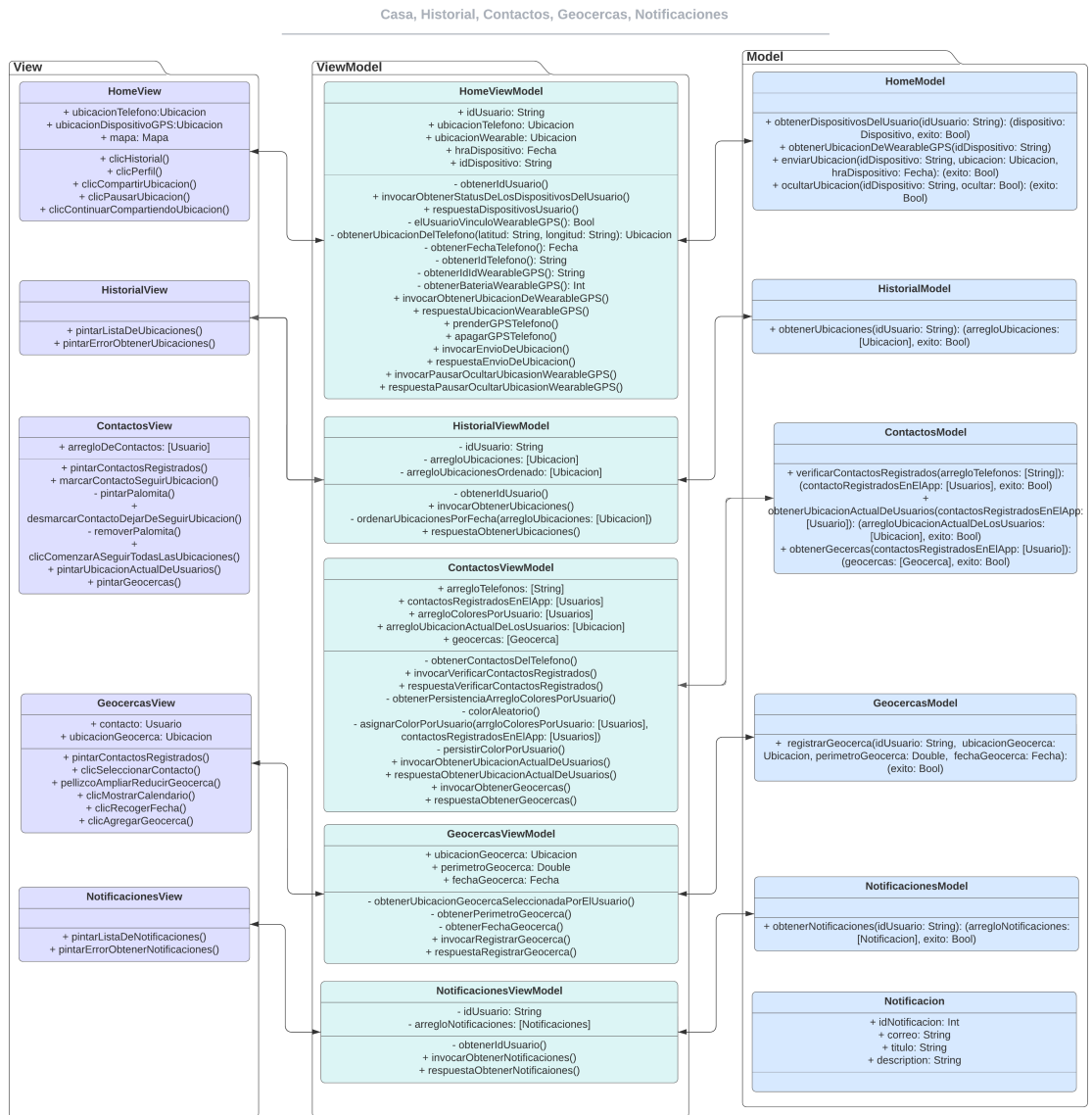


Figura 7.4: Diagrama de objetos para los flujos de: casa, historial, contactos, geocercas, notificaciones.

7.2.1. *Backlog*

En el diagrama de infraestructura se puede distinguir principalmente 5 entidades principales que conforman el sistema:

1. Servidor GPS: Este servidor contiene un software de terceros llamado Traccar, este software se especializa en rastreo de vehículos. En el caso del aplicativo se usará para conectar el periférico GPS del usuario objetivo, en este servidor recibirá todas las coordenadas del GPS y las almacenará provisionalmente hasta que el servidor de backend las consuma, cabe señalar que sólo cuenta con comunicación unidireccional tanto para recibir las coordenadas del GPS como para enviarlas al backend.
2. Servidor Backend: Es aquí donde se almacena la base de datos del cliente y el historial de sus coordenadas, aquí también se hará el cálculo de si el usuario ha salido de su ruta segura, y detonará la notificación a los usuarios interesados.
3. GPS Usuario objetivo: Este periférico tiene la función de enviar su ubicación cada determinado tiempo .
4. Aplicación móvil del usuario objetivo: Esta aplicación permitirá al usuario mostrar u ocultar su información, así como establecer sus rutas seguras y sus contactos de confianza.
5. Aplicación usuarios interesados: Esta aplicación está pensada como una aplicación móvil para el círculo cercano de la persona objetivo, pero también puede ser una aplicación web o cualquier otro tipo de interface que notifique cuando el usuario objetivo se encuentre en peligro, así como brindar el historial de ubicaciones del usuario si fuese necesario.

7.3. Historias de usuario

A continuación se presentan 8 historias de usuario con sus correspondientes tareas, organizadas de acuerdo a las 6 principales entidades que conforman el sistema.

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
1. Como usuario quiero poder registrarme en el sistema	Vista login	Tabla de dispositivos asociados a un usuario interesado en base de datos.
	Registro de usuario en Auth0	Tabla de usuarios en base de datos.
	Registro de usuario en base de datos	Endpoint crear nuevo usuario.
	Actualización de datos de usuario	Endpoint editar información usuario.
	Vista perfil de usuario	Endpoint consultar información usuario.
	Vista formulario de registro	Endpoint para eliminar usuario.
		Crear cuenta de auth0.
		Configurar credenciales de acceso.

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
2. Como usuario quiero poder enviar mi ubicación en todo momento para recibir ayuda si algo sucede	Vista para consultar status de mi dispositivo GPS a través del Servidor GPS	Tabla de dispositivos asociados a un usuario interesado en base de datos.
		Configuración servidor.
		Instalación servidor Traccar.
		Habilitar API REST.
		Consulta de la ubicación del usuario desde el servidor GPS.
		Registro del gps de usuario en el Servidor GPS.

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
3. Como usuario quiero poder ocultar mi información si salgo de mi ruta segura consensualmente	Vista establecer la ruta segura	Endpoint para ocultar la ubicación actual.
	Vista para ocultar mi ubicación	Endpoint para ocultar el historial de ubicaciones.
	Vista para mostrar mi ubicación	Endpoint para crear ruta segura por usuario.
	Vista formulario para solicitar ver la información oculta en caso de emergencia	Endpoint para actualizar la ruta segura del usuario.
		Endpoint solicitud ubicación oculta en caso de emergencia.

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
4. Como usuario interesado quiero consultar la ubicación actual del usuario objetivo	Vista para consultar la ubicación actual de usuario objetivo	Endpoint para enviar la ubicación en tiempo real.
		Socket para consultar la información en tiempo real.
		Activar el envío de ubicación en tiempo real.

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
<p>5. Como usuario interesado quiero consultar el historial de ubicaciones del usuario objetivo</p>	<p>Vista para mostrar las ubicaciones por fecha y hora</p> <p>Vista para no mostrar las ubicaciones ocultas por el usuario objetivo</p> <p>Vista para consultar las rutas más transitadas</p> <p>Vista para consultar los itinerarios más frecuentes del usuario objetivo</p>	<p>Tabla para almacenar la ubicación por fecha.</p> <p>Endpoint para consultar la ubicación por un rango de fecha y hora dado.</p> <p>Endpoint para consultar las rutas más transitadas.</p> <p>Endpoint para consultar los itinerarios frecuentes del usuario.</p>

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
6. Como usuario interesado quiero seguir a uno o más usuarios objetivo	<p>Vista para consultar las solicitudes de seguimiento</p> <p>Vista para aceptar la solicitud de seguimiento de un usuario objetivo</p> <p>Vista para buscar a un usuario objetivo por ID</p> <p>Vista para solicitar seguir a un usuario objetivo</p> <p>Vista para consultar usuarios objetivo a los que sigo</p>	<p>Tabla de usuarios interesados en base de datos.</p> <p>Tabla de usuarios interesados por usuario objetivo.</p> <p>Endpoint para solicitar seguir a un usuario objetivo.</p> <p>Endpoint para consultar las solicitudes de seguimiento de usuarios objetivo.</p> <p>Endpoint para confirmar las solicitudes de seguimiento de usuarios objetivo.</p>

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
7. Como negocio quiere saber si el usuario ha salido de su ruta segura		<p>Algoritmo para calcular la distancia.</p> <p>Algoritmo para calcular si ha salido de la ruta segura.</p>

Historia	Tarea Front-End	Tarea Back-End
<p>8. Como negocio quiero poder alertar si el usuario se encuentra en peligro</p>	<p>Módulo para enviar ubicación en tiempo real</p>	<p>Endpoint para enviar notificaciones push.</p>
	<p>Módulo para recibir notificaciones push</p>	<p>Tabla para ubicaciones desde la aplicación móvil del usuario objetivo.</p>
	<p>Vista el usuario ha salido de su ruta segura</p>	<p>Endpoint para recibir la ubicación de la persona desde la aplicación móvil.</p>
	<p>Vista consultar estatus del usuario objetivo</p>	<p>Endpoint para preguntar el estatus de la persona.</p>
		<p>Algoritmo para cruzar información y establecer si el estatus del usuario objetivo es de peligro.</p>
		<p>Endpoint para enviar notificaciones push.</p>

7.4. *Sprint*

A continuación se priorizan las tareas del *backlog* para la creación de un producto mínimo viable, agrupándolas en 3 *sprints*.

Se priorizan las historias de usuario de la siguiente manera:

- Spring 1
 1. Como usuario quiero poder registrarme en el sistema
 2. Como usuario quiero poder enviar mi ubicación en todo momento para recibir ayuda si algo sucede
 4. Como usuario interesado quiero consultar la ubicación actual del usuario objetivo
- Spring 2
 7. Como negocio quiero saber si el usuario ha salido de su ruta segura
 6. Como usuario interesado quiero seguir a uno o más usuarios objetivo
 8. Como negocio quiero poder alertar si el usuario se encuentra en peligro
- Spring 3
 3. Como usuario quiero poder ocultar mi información si salgo de mi ruta segura consensualmente
 5. Como usuario interesado quiero consultar el historial de ubicaciones del usuario objetivo

7.5. *API*

Una vez que se han definido las historias de usuario, se comienza con la planificación técnica del sistema. El primer paso será la crea-

ción del API, la cual funge como el canal de comunicación principal entre el FRONT-END y el BACK-END, es por esta razón que al estar definida se puede comenzar a trabajar en paralelo en ambos lados. Del lado de back se conocerán los datos necesarios que se reciben y los que se deben desplegar, así como del lado de front se conocerán las respuestas de back y se podrá empezar a consumirlas, incluso pintarlas pues se sabe de antemano que datos se deben pedir y/o mostrar al usuario.

Empezar con el desarrollo del contrato es una práctica conocida como “Contract First”. La cual es una estrategia en el diseño del producto, ya que al diseñar primero la especificación de la API y exponer este contrato de interface permite a los desarrolladores agilizar la creación del producto y empezar a construir sobre este.

En la figura 7.5 se muestra un modelo del contrato de interface, específicamente el recurso para la creación de un usuario.

Los principales recursos que se identifican en las historias de usuario son: Usuario, Dispositivos, Ubicación, Geocercas, Notificación.

A su vez cada uno de estos recursos o sustantivos tendrán al menos los 4 principales verbos del protocolo HTTP (post, get post, delete) que servirán para hacer altas, consultas, bajas y modificaciones a los usuarios, dispositivos, etc.⁴

Para consultar el contrato de interface completo se comparte en la siguiente liga: <https://github.com/memolopezmx/desaparicion-forzada-api>

⁴El inicio de sesión, el registro de usuario, la recuperación de contraseña, son delegados a *auth0.com* una plataforma especializada en proveer servicios de autenticación.

POST /usuarios

Alta de usuario (`usuariosPost`)

Consumes

This API call consumes the following media types via the Content-Type request header:

- `application/json`

Request body

Datos de entrada del usuario [usuario](#) (optional)
Body Parameter –

Return type

[usuarioResponse](#)

Example data

Content-Type: `application/json`

```
{
  "usuario" : {
    "materno" : "Alonso",
    "password" : "*****",
    "paterno" : "López",
    "codigoPostal" : "72000",
    "direccion" : "calle 4 sur 104, Puebla, Puebla.",
    "tipoUsuario" : "T",
    "id" : "1000",
    "sexo" : "M",
    "nombre" : "David",
    "edad" : "27",
    "email" : "david.lopez@gmail.com"
  },
  "status" : "success"
}
```

Produces

This API call produces the following media types according to the Accept request header; the media type will be conveyed by the Content-Type response header.

- `application/json`

Responses

200

Creacion exitosa de un usuario [usuarioResponse](#)

Figura 7.5: Contrato de interface para el alta de un usuario

1. Usuarios

- get /usuarios
- post /usuarios
- get /usuarios/id
- put /usuarios/id
- delete /usuarios/id

2. Dispositivos

- get /devices
- post /devices
- put /devices/id
- delete /devices/id

3. Ubicación

- post /ubicacion
- get /ubicacion/id
- get /ubicacion/[id]

4. Geovalla

- get /geovalla
- post /geovalla
- put /geovalla/id
- delete /geovalla/id

5. Calendario

- get /calendarios
- post /calendarios
- put /calendarios/id

- delete /calendarios/id

6. Notificaciones

- get /notificaciones
- post /notificaciones
- put /notificaciones/id
- delete /notificaciones/id

7.6. Base de Datos

En la figura 7.6 se observa el diagrama entidad relación de la base de datos de nuestro sistema. Básicamente el sistema cuenta con 6 entidades: usuarios, dispositivos, ubicaciones, geovallas o geocercas, calendario, y notificaciones. Cada entidad tiene atributos que se representan en forma de óvalos ramificadas al rededor del diagrama. Por ejemplo: La entidad usuario tiene como atributos el nombre, mail, teléfono, id, etc. Y a su vez cada atributo está relacionado con algún otro atributo, es decir, cada atributo puede tener uno o más atributos, ya sea porque poseen una relación de uno a muchos, o de muchos a muchos. Por ejemplo: el usuario puede tener muchos dispositivos, y un dispositivo sólo puede pertenecer a un usuario, esta sería una relación uno a muchos. Estas entidades eventualmente se volverán tablas, y los atributos campos de estas tablas. Para tener una visión menos conceptual y más técnica se hace uso del diagrama relacional que se explica a continuación.

En la figura 7.7 se observa el diagrama relacional de la base de datos de nuestro sistema. Este diagrama esta basado en el diagrama entidad relación y brinda información más especializada, como tipo de dato de los campos, las relaciones de uno a muchos se vuelven llaves foráneas, las relaciones muchos a muchos se vuelven tablas que contienen llaves foráneas, de esta manera para cada entidad se crea su respectiva tabla con el tipo de dato para cada uno de sus campos. Posteriormente se ingresan estos datos en un sistema de gestión de base de datos. El más conocido y el usado en este trabajo es MySQL. De esta manera se obtuvo la base de datos relacional para el sistema. Cabe aclarar que estos diagramas ayudan incluso después de creada la base para poder ampliarla, agregar campos, normalizarla y robustecerla.

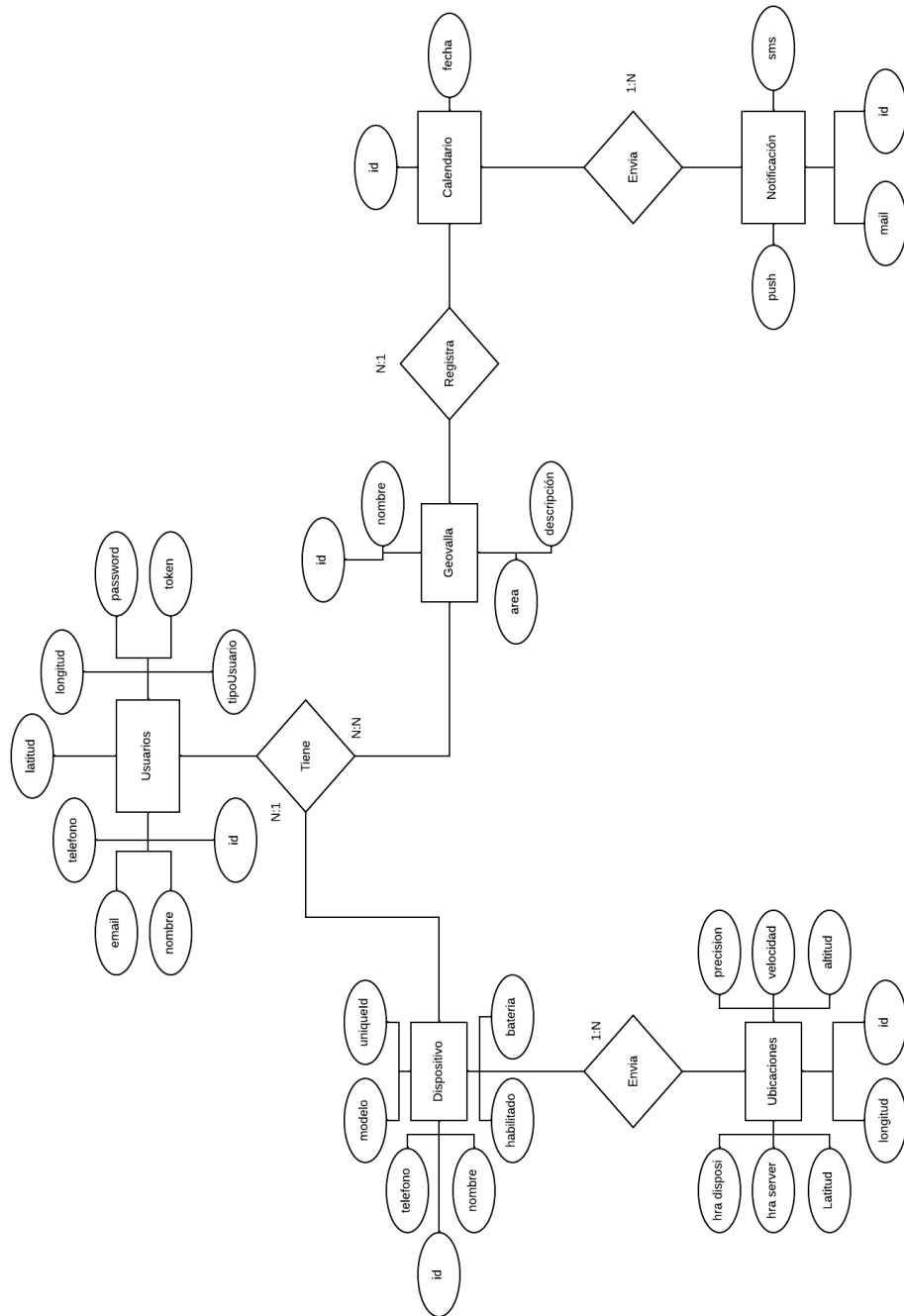


Figura 7.6: Diagrama Entidad Relación

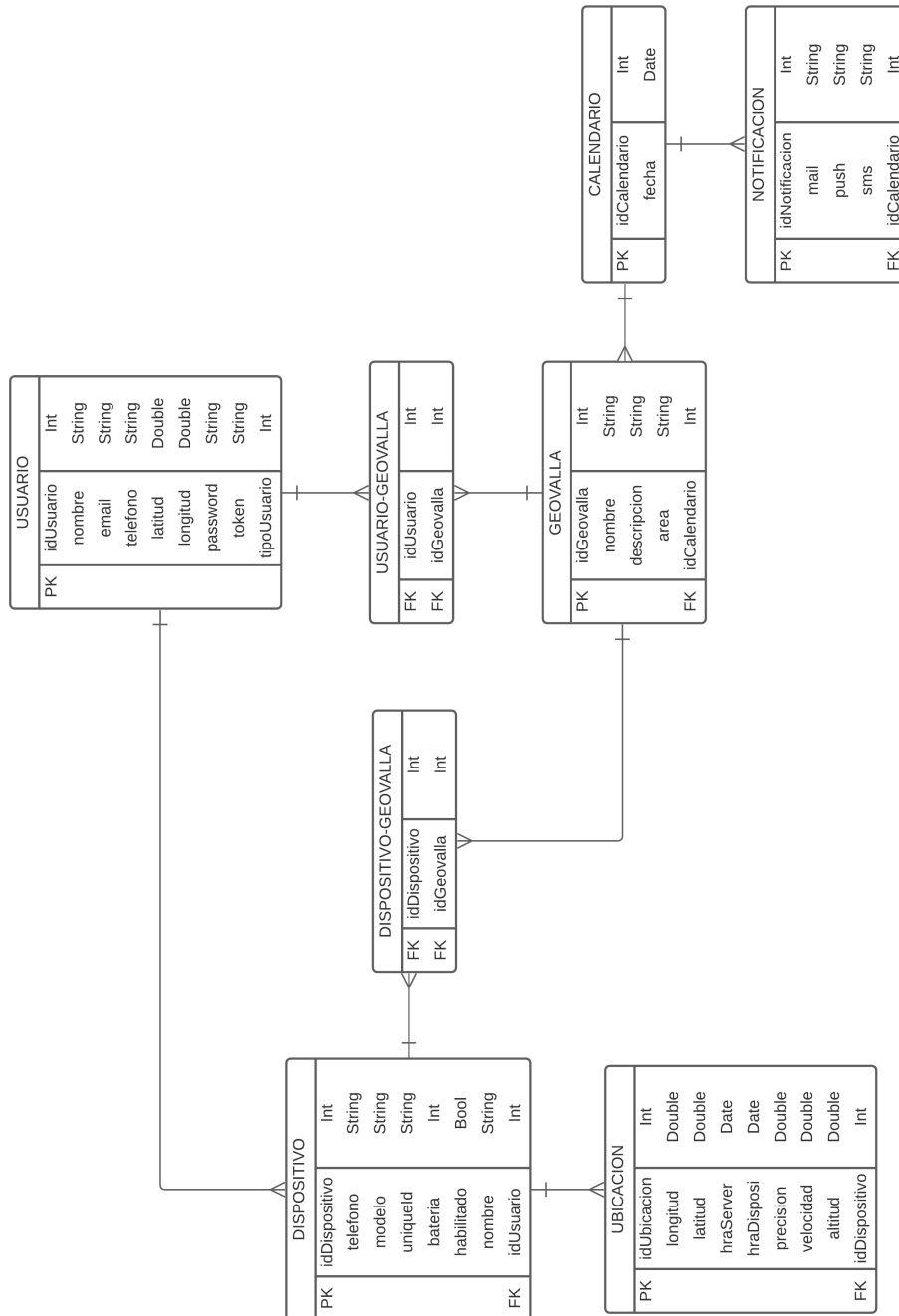


Figura 7.7: Diagrama Entidad Relación

7.7. Haversine

A continuación se presenta la implementación de la fórmula *Haversine* en pseudo código. La cual obtiene la distancia entre 2 puntos de una esfera.

La función recibe dos coordenadas, la primera *ori* (origen), la segunda *des* (destino) con *x* y *y* como latitud y longitud, respectivamente. *R* es el radio terrestre equivolumétrico entre el radio ecuatorial y el polar. De la línea 4 a la 7 se obtienen 4 puntos que forman un trapecio (dados en radianes). El valor de *a* corresponde a la mitad de la distancia al cuadrado entre los puntos *ori* y *des*. El valor de *c* hace referencia al ángulo entre *ori*, el centro de la esfera y *des*. Por último se multiplica el ángulo por el radio *R* para obtener el arco (fórmula del arco) o la distancia real entre *ori* y *des* en unidades del radio *R* (metros, kilómetros, etc.)⁵.

Algorithm 1 Haversine Ecuation

Require: $ori_x, ori_y, des_x, des_y \in \mathbb{Q}$

```

1: global constants:  $R = 6371$  ▷ Earth Radius
2: function DISTANCE( $ori_x, ori_y, des_x, des_y$ )
3:    $distanceLat, distanceLon, latOrigin, latDesti, a, c, d \leftarrow 0$ 
4:    $distanceLat \leftarrow radians(des_x - ori_x)$ 
5:    $distanceLon \leftarrow radians(des_y - ori_y)$ 
6:    $latOrigin \leftarrow radians(ori_x)$ 
7:    $latDesti \leftarrow radians(des_x)$ 
8:    $a \leftarrow (\sin(distanceLat/2))^2 + \cos(latOrigin) * \cos(latDesti) *$ 
    $(\sin(distanceLon/2))^2$ 
9:    $c \leftarrow 2 * atangent2(square(a), square(1 - a))$ 
10:   $d \leftarrow R * c$ 
11:  return  $d$ 
12: end function
```

⁵Para una explicación más detallada se puede consultar el siguiente tutorial (Peterson, 2021)

7.8. Geocerca

La implementación de los geocercas está basada en el cálculo de distancia entre dos puntos. A una coordenada se le asigna un radio de al menos 5 metros (los teléfonos inteligentes suelen tener una precisión de 4.9 m). Cuando la distancia entre la ubicación actual del usuario y el perímetro de la coordenada es menor o igual a 0, se dice que ha entrado en el geocerca (o a su perímetro) y cuando es mayor ha salido del geocerca. Con esta lógica se desarrollan las siguientes funciones:

- *usuarioEntroGeocerca(latitudGeocerca, longitudGeocerca, latitudActualUsuario, longitudActualUsuario)*
- *usuarioSalioGeocerca(latitudGeocerca, longitudGeocerca, latitudActualUsuario, longitudActualUsuario)*

7.9. Wireframes

En la figura 7.8 se observan los *wireframes* que corresponden al flujo de nuestra aplicación. No contienen gran cantidad de detalles y sólo brindan una idea general de los flujos de la aplicación. Por ejemplo el flujo de recuperar contraseña manda a una pantalla para meter el correo electrónico, posterior a eso manda a una pantalla para validarlo y finalmente a una para crear una nueva contraseña, así para cada uno de los flujos. De esta manera se obtiene una visión más amplia de la interacción que tendrá el usuario con la aplicación.

App tracking



Figura 7.8: Wireframes

Capítulo 8

Resultados

8.1. Pantallas de salida

A continuación se explican cada uno de los módulos del sistema.

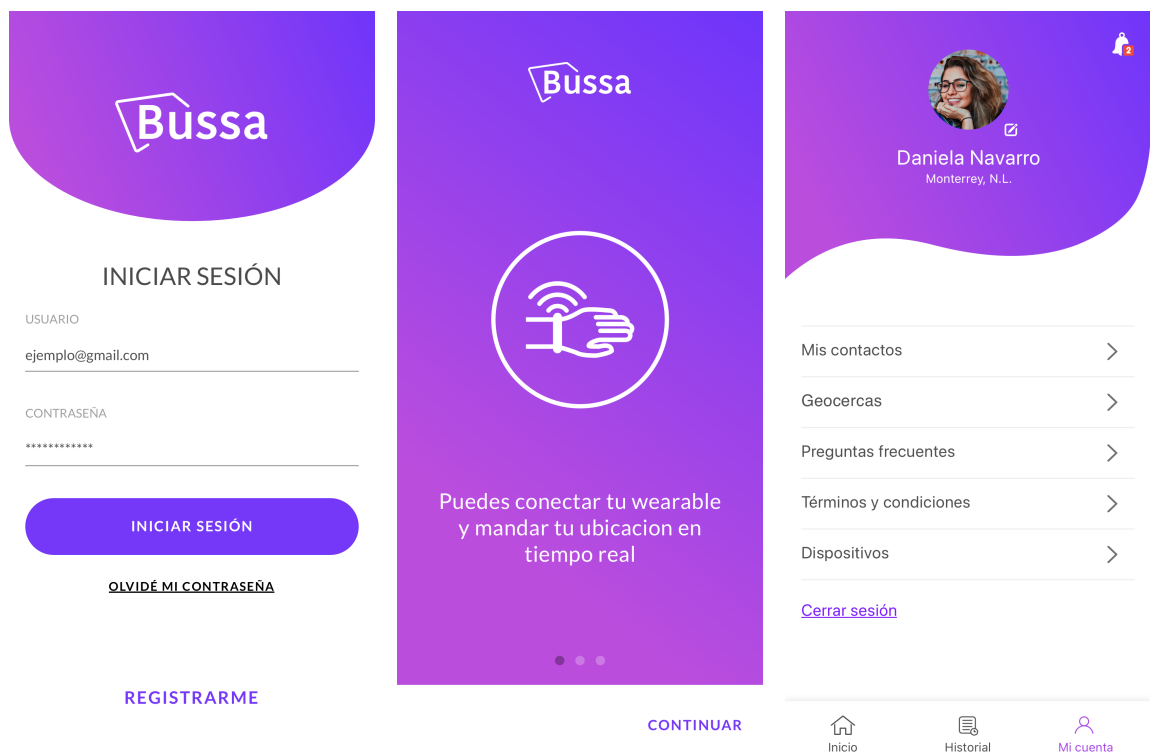


Figura 8.1: Inicio sesión, Tutorial, Perfil de usuario

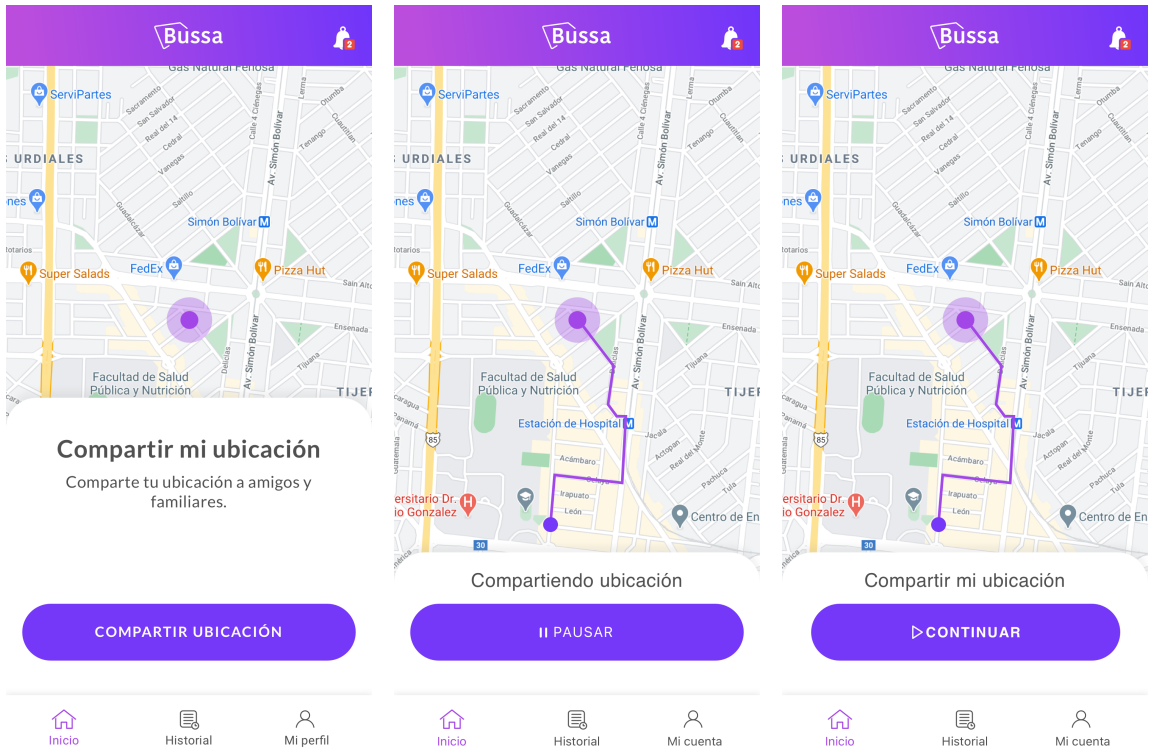


Figura 8.2: Usuario compartiendo su ubicación

Como resultado se obtiene una aplicación que se divide en 2 roles, aplicación para usuario objetivo y aplicación para usuario interesado:

1. Aplicación para usuario objetivo

a) Inicio de sesión:

En la figura 8.1 de izquierda a derecha, la primer imagen corresponde a la pantalla de inicio de sesión. Este módulo recibe como campos de entrada el correo electrónico del usuario y su contraseña. Posteriormente el sistema valida su identidad y si es correcta lo redirige al flujo principal de la aplicación o flujo de casa.

b) Recuperar contraseña:

En la misma pantalla de inicio de sesión en la parte inferior podemos observar la opción de olvidé mi contraseña. Este

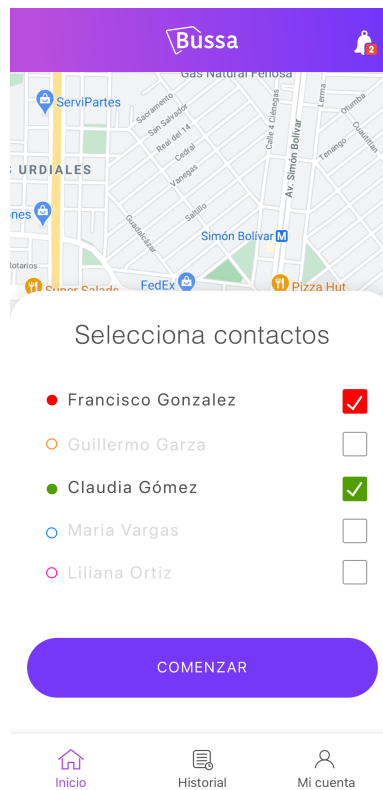


Figura 8.3: Contactos

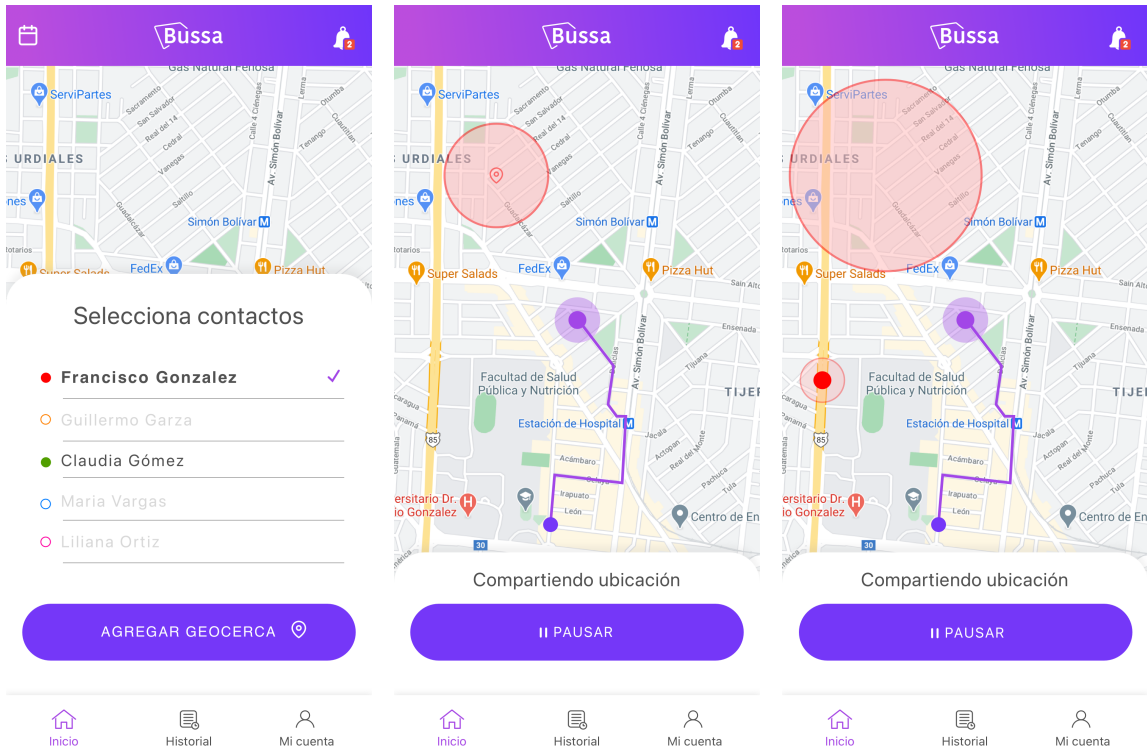


Figura 8.4: Geocercas

campo simplemente canaliza a una pantalla donde el cliente ingresa su correo electrónico, después ingresará un código de validación que recibió en su correo electrónico, y si el código es valido, podrá generar una nueva contraseña y confirmarla.

c) Registro:

En la misma pantalla de inicio de sesión en la parte inferior se muestra un botón para el registro. Si el cliente aún no tiene una cuenta creada, este botón lo redirigirá al flujo donde se le solicita: nombre, apellidos, correo electrónico, teléfono, contraseña, sexo, y foto de perfil. Posterior a ingresar sus datos le llegara un enlace a su correo electrónico, al ingresar a dicho enlace, se validan sus datos y se genera su cuenta de usuario. Esto es todo para que pueda iniciar sesión y empiece a hacer uso de la aplicación.



Figura 8.5: Alertas



Figura 8.6: Múltiples contactos

d) Tutorial:

En la figura 8.1 de izquierda a derecha, la segunda imagen corresponde a la pantalla de tutorial. Este módulo únicamente se le muestra al usuario la primera vez que inicia sesión. Se le brinda una breve introducción del uso de la aplicación, los beneficios y ventajas con las que cuenta. También se le solicitan los permisos para poder compartir su ubicación y recibir notificaciones, así mismo, es aquí donde puede agregar su *wearable* GPS que quedará vinculado a su cuenta, sin embargo esto es opcional.

e) Mi perfil:

En la figura 8.1 de izquierda a derecha, la tercer imagen corresponde a la pantalla de *Mi perfil*. Es aquí donde el usuario puede editar configuraciones sobre su cuenta, así como obtener información adicional sobre la aplicación, tales como, preguntas frecuentes, contacto con los administradores del sistema, términos y condiciones de privacidad, entre otros. En la parte superior, al presionar la foto de perfil, el usuario podrá editar los campos con los que se registró, corregir su nombre, apellidos, correo o actualizar su foto de perfil. La última sección está pensada para que el usuario pueda agregar dispositivos GPS o eliminarlos (el alcance de este trabajo es de sólo de un *wearable* GPS), agregarles una descripción, nombre o imagen, así como conocer el estatus de sus baterías, y si el modelo del GPS es soportado por el sistema. Si ya tiene su *wearable* GPS vinculado y desea habilitar o deshabilitar la opción de usar el GPS del *smartphone* aquí lo podrá hacer.

f) Casa:

En la figura 8.2 observamos la pantalla de home o casa, que es el flujo principal de la aplicación. Aquí el usuario visualiza un mapa donde se muestra su ubicación actual, es decir, la ubicación actual de su *smartphone* por defecto, si el usua-

rio cuenta con un *wearable* GPS vinculado se mostrará ésta y si el usuario quiere visualizar ambas tendrá que habilitar esta opción desde la sección *Dispositivos*, sin embargo es ampliamente recomendable enviar la ubicación desde el *wearable* GPS. En la parte inferior se visualizan la opción de *pausar*, la cual detiene el GPS del *smartphone*, pero si se tiene vinculado un *wearable* GPS este continua enviando la ubicación y sólo se oculta de los usuarios interesados. Si se desea volver a compartir o mostrar la ubicación sólo se tiene que seleccionar la opción *continuar*.

g) Historial:

En este apartado el usuario puede observar su registro de rutas, viajes y filtrarlos por fecha. Esta sección sólo es accesible por el usuario actual, es decir, ningún usuario interesado puede acceder al historial de rutas o viajes de algún usuario objetivo.

2. Aplicación para usuario interesado

a) Contactos:

En la figura 8.1 de izquierda a derecha, en la tercer imagen observamos la pantalla *Mi perfil*, en la sección *Mis contactos*, se despliega la pantalla de *contactos* figura 8.3, es aquí donde el usuario interesado puede seleccionar a los usuarios objetivo, de los cuales se quiere conocer su ubicación. Una vez seleccionado el contacto se desplegará su ubicación actual o la más reciente y sus geocercas asignados. Si son varios usuarios objetivos, se diferencian por colores asignados aleatoriamente véase la figura 8.6, actualmente la aplicación se limita a mostrar 5 personas al mismo tiempo.

b) Geocercas:

Para añadir un geocerca tenemos que ir al apartado *Mi perfil* y seleccionar *Geocercas*, a continuación se desplegará la pan-

talla de contactos (figura 8.4, primer imagen de izquierda a derecha), la cual permite seleccionar sólo un contacto, ya que es necesario seguir su ubicación actual, pues de otra manera se mostrará como deshabilitado. Al seleccionar el contacto deseado, se agrega un círculo con un pin en el centro y del mismo color del usuario seleccionado, este círculo se puede arrastrar al lugar deseado, ampliar o disminuir el perímetro (con el gesto de pellizco) según se desee, por último al presionar *agregar geocerca* quedara vinculado al usuario objetivo. El usuario interesado pueda agregar un número ilimitado de geocercas, sin embargo el alcance de este trabajo lo limita a 10 geocercas por usuario.

Estos geocercas también pueden ser programadas por rangos de fecha, en la figura 8.4 (primer imagen de izquierda a derecha), en la parte superior izquierda, se observa un ícono (habilitado únicamente para el flujo de geocercas) que muestra el calendario del sistema, donde el usuario puede seleccionar una fecha o un rango de fechas asignados al geocerca, ya que un usuario puede variar su ruta dependiendo del día, por ejemplo sus hábitos de viaje pueden cambiar los fines de semana.

c) Alertas:

En la pantalla principal, arriba a la derecha observamos un icono de campana, este icono redirige a la sección de alertas, figura 8.5. Es aquí donde el sistema notifica al usuario interesado cuando un usuario objetivo entro o salió de un geocerca. El usuario interesado es notificado de todos los usuarios objetivos a los que sigue.

Capítulo 9

Conclusiones

En este trabajo se desarrolló una herramienta tecnológica que ayuda a atacar el problema de la desaparición de personas en México.

Aprovechando el uso ordinario que tiene el *smartphone* en la sociedad, se creó una aplicación móvil que explota los diversos sensores del dispositivo, principalmente el sensor de localización o GPS.

Esta aplicación es capaz de monitorear la ubicación del usuario en tiempo real así como almacenar un histórico de la misma. La aplicación le permite al usuario establecer rutas y perímetros seguros con base en fechas y horas programadas.

El usuario elige los contactos que serán alertados y si decide no compartir su ubicación esta no se pierde, solo se oculta y el algoritmo sigue funcionando. En caso de que se genere una alerta y los interesados no puedan ponerse en contacto con el usuario, podrán comunicarse con los administradores del sistema para determinar si el usuario se encuentra en una situación de peligro, pudiendo dar aviso a las autoridades. Ya que el tiempo es crítico para cualquier esfuerzo de búsqueda añadiendo oportunidades de rescate para el usuario.

El principal diferenciador del sistema es la trazabilidad continua y precisa, ya que esta funcionalidad se delega a un periférico GPS. Lo que permite no sobrecargar los recursos del dispositivo móvil ni drenar su batería. Esta característica es opcional pero ampliamente recomendable.

Debido a que la naturaleza del fenómeno de la desaparición de personas es de carácter cualitativo. La arquitectura del sistema no sólo se limita a la aplicación móvil pues en un trabajo futuro se busca tener escalabilidad añadiendo otros sensores y/o vinculándose con otros sistemas que recopilen más información, pues a mayor cantidad de datos se tendrá la posibilidad de realizar un análisis más profundo de la situación y se podrán encontrar patrones que aborden la problemática de una mejor manera.

Bibliografía

Wade Jim Biehal Nina, Mitchell Fiona. *Lost from view, Missing persons in the UK*. The Policy Press, Old Park Hill, Bristol, BS2 8BB, UK, 2003.

Kunal Dua. Whatsapp live location sharing launched: Here's how it works. *Gadgets 360*, 2017. doi:<https://gadgets.ndtv.com/apps/news/whatsapp-live-location-sharing-feature-tracking-apk-android-how-to-get-it-1764236>.

Rendy Nusa Rosso Edy Winarno, Wiwien Hadikurniawati. Location based service for presence system using haversine method. *IEEE*, pág. 4, 2018. doi:10.1109/INNOCIT.2017.8319153.

Jr Eric H. Holder. *Amber Alert Best Practices*. Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention, US Department of Justice, Washington, DC 20531, 2012.

Ralph Johnson John Vlissides Erich Gamma, Richard Helm. *Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Professional; Edición: 1 (1 de julio de 1997), 1997.

Stephen T. Pope Glenn E. Krasner. A description of the model-view-controller userinterface paradigm in the smalltalk-80 system. *Parc-Place Systems*, pág. 35, 1998. doi:https://www.researchgate.net/publication/244954334_A_cookbook_for_using_the_model-view_controller_user_interface_paradigm_in_Smalltalk-80.

- Miniwatts Marketing Group. Internet world penetration rates by geographic regions. URL <https://www.internetworldstats.com/stats.html>.
- Apple Inc. Find my friends. URL <https://apps.apple.com/us/app/find-my-friends/id466122094#?platform=iphone>.
- Deisy Jimenez. Location system and monitoring of vital signs in older adults and people with alzheimer. *IEEE*, (1):6, 2018. doi:<https://ieeexplore.ieee.org/document/8372345>.
- Simon Kemp. The global state of digital in 2019 report, global report (q2 update). *Global Digital YearBook, Hootsuite*, (81):221, 2019. doi:<https://hootsuite.com/pages/digital-in-2019#accordion-115547>.
- Lawrence Latham. *GPS fácil, Uso del sistema de posicionamiento global*. Editorial Paidotribo, Consejo de Ciento, 245 bis, 1ro 1ra 08011 Barcelona, España, 2001.
- Life360. Privacy policy. URL https://www.life360.com/privacy_policy.
- Hendrik Rogier Luigi Vallozzi, Waldo Vandendriessche. Wearable textile gps antenna for integration in protective garments. *IEEE*, pág. 4, 2010. doi:<https://ieeexplore.ieee.org/document/5505124>.
- K Karthick V Leena M Poorani, S Kumaresh y V Vaidehi. Real-time localization of a person using smart phone. *IEEE*, pág. 7, 2018. doi:10.1109/CYBER.2015.7288144.
- Miguel Vargas Martin. Using brain-computer interfaces to determine the location of missing people. *IEEE*, pág. 4, 2014. doi:10.1109/GE M.2014.7118434.
- Ata Jahangir Moshayedi Omid Toutian Esfahani. Design and development of arduino healthcare tracker system for alzheimer patients.

- International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 5(22780-3075):6, 2015. doi:10.1109/GEM.2014.7118434.
- Galela Patricio. Desaparición forzada de personas y competencia temporal de la corte interamericana de derechos humanos. *Lecciones y Ensayos*, (95):45, 2015. doi:http://www.derecho.uba.ar/publicaciones/lye/revistas/95/desaparicion-forzada-de-personas-y-competencia-temporal-de-la-corte-interamericana-de-derechos-humanos.pdf.
- Timothy Grance Peter Mell. The nist definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology*, Special Publication 800-145:2, 2011. doi:https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf.
- Dave Peterson. Distances on earth 2: The haversine formula. 2021. URL <https://www.themathdoctors.org/distances-on-earth-2-the-haversine-formula/>.
- Johannes Gehrke Raghu Ramakrishnan. *Database Management Systems*. McGraw-Hill Higher Education, Boston, 2000.
- Eric Ries. *El método Lean Startup (Spanish Edition)*. Grupo Planeta. Kindle Edition., Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España), 2011.
- Juana María Ibáñez Rivas. *Desaparición forzada en el sistema interamericano de derechos humanos balance, impacto y desafíos*. Instituto de Estudios Constitucionales del Estado de Querétaro, Av. 5 de Mayo, esquina Pasteur, Col. Centro, 76000, Querétaro, México, 2020.
- Tridibesh Satpathy. *A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK Guide)*. SCRUMstudy, 12725 W. Indian School Road, Suite F-112 Avondale, Arizona 85392 USA, 2017.

- Navigation Space Based Positioning y Timing. Gps accuracy. 2022. URL <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/#how-accurate>.
- Alan Oxley Sukainah Husein. A coupling and cohesion metrics suite for object-oriented software. *IEEE*, pág. 5, 2009. doi:10.1109/ICCT D.2009.209.
- Asoke K Talukder, Hasan Ahmed, y Roopa R Yavagal. *Mobile Computing, Technology, Applications and Service Creation*. McGraw Hill, 2010.
- Fundación Tecnologías Sociales TECSOS. Aplicación de localización life 360. 2022. URL <https://www.orientatech.es/es/aplicacion-localizacion-life-360>.
- Mónica Meltis Vejar. Análisis y evaluación de registros oficiales de personas desaparecidas: hacia el nuevo registro nacional. *Data Cívica*, pág. 105, Marzo de 2019. doi:<https://registros-desaparecidos.datacivica.org>.
- Jorge Raldúa Veuthey. *Prototipo de sistema de localización por GPS para salvamento marítimo*. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, 1997.
- Mark Weiser. The computer for the 21st century. *SCIENTIFIC AMERICAN*, págs. 94–104, 1991. doi:<https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>.
- Yovan Galico Wernicky. *Secuestros: Prevención, reconocimiento y reacción*. Caligrama, Pl. de la Magdalena, 9, 41001 Sevilla, España, 2019.
- United Nations Office on Drugs Yury Fedotov, Executive Director y Crime. Global study on homicide, gender related killing of women and girls. *United nations Office On Drugs And Crime*, pág. 68, 2019.

doi:<https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/global-study-on-homicide.html>.